

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Morfogênese, acúmulo de forragem e teores de nutrientes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia submetido a diferentes severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes

Alonso José de Resende Júnior

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2011**

Alonso José de Resende Júnior
Engenheiro Agrônomo

**Morfogênese, acúmulo de forragem e teores de nutrientes de *Panicum maximum*
cv. Tanzânia submetido a diferentes severidades de desfolhação e fertilidades
contrastantes**

Orientador:
Prof. Dr. **MOACYR CORSI**

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Ciências. Área de concentração:
Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Resende Júnior, Alonso José de

Morfogênese, acúmulo de forragem e teores de nutrientes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia submetido a diferentes severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes / Alonso José de Resende Júnior. - - Piracicaba, 2011.
103 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Capim-tanzânia 2. Desfolha 3. Morfogênese vegetal 4. Nitrogênio 5. Pastagens - Manejo I. Título

CDD 633.2
R433m

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais **Alonso José de Resende** e **Maria Auxiliadora Araújo de Resende**, pelos exemplos de integridade, ética e trabalho; e pela dedicação incondicional em prol de minha formação como homem e profissional.

À minha **família**, em especial à minha irmã **Valéria**, pelo companheirismo e amizade sincera.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Moacyr Corsi, pela amizade, confiança e lealdade em todos os momentos; pelas cobranças e desafios que sempre foram estímulo para o constante desenvolvimento profissional; pelo entusiasmo frente a novas idéias e projetos e por todos estes excelentes anos de convivência.

À Luciana Rodrigues Valle, pelo amor, auxílio, carinho e compreensão.

A todos os amigos, que Deus colocou em meu caminho. Por terem marcado minha história compartilhando de alegrias e tristezas. Em especial ao amigo Pedro Castro de Almeida, que durante todo o tempo de convivência foi um exemplo de generosidade, companheirismo e retidão de caráter. Sua amizade e companheirismo durante toda pós-graduação foram fundamentais para realização deste trabalho.

À Flávia Bisinoto da Silva (in memorian), pelo amor e incentivo em todos os momentos.

Aos amigos, companheiros de pós-graduação, Pedro Castro de Almeida, Janaína Rosolem Lima, Tiago Tezotto, Guilherme Francklin de Souza Congio, Ricardo Cazerta Duarte Goulart e Mariana Pares Andreucci.

A todos os atuais e ex-integrantes do **Projeto CAPIM**, pela amizade, paciência e tolerância em todos estes anos. Vocês marcaram e abrilhantaram minha evolução como ser humano e profissional. Pela realização deste experimento com todo trabalho e abdicção que foi necessário.

Aos amigos da república **Potiguara**, pelo companheirismo e amizade. Pela contribuição inestimável no meu desenvolvimento como ser humano e profissional.

A todos colegas do programa de pós graduação em Ciência Animal e Pastagens, em especial Adenilson José Paiva, Leandro Martins Barbero, Lilian Elgalise Techio Pereira e Salim Jacaúna de Souza Júnior pela divergência de idéias, pelas discussões sempre tão construtivas, pela solicitude e auxílio quando se fez necessário.

Aos membros da comissão de pesquisa, Prof. Dr. Flávio Augusto Portela do Santos e Prof. Dra. Patrícia Menezes dos Santos pela colaboração e boa vontade sempre que preciso.

A todos os funcionários da Fazenda Areão e do Departamento de Zootecnia.

Aos professores, alunos e funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva, pelo exemplo profissional e pelas palavras que sempre se traduziram em incentivo constante para conclusão deste trabalho e para meu desenvolvimento profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Muito obrigado.

*“A mente que se expande frente a uma nova idéia nunca
mais retorna ao seu tamanho original”*

Albert Einstein

*“Sem Deus não há vida, sem família não há base e sem
amigos não há alegria”*

Verena

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 O ecossistema das pastagens e a produção animal	17
1.2 Morfogênese em gramíneas tropicais	18
1.3 Influência da nutrição nitrogenada no crescimento vegetal.....	19
Referências	22
2 HIPÓTESE	27
3 OBJETIVO.....	29
4 MORFOGÊNESE EM CAPIM TANZÂNIA SUBMETIDO A DISTINTAS SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO E FERTILIDADES CONTRASTANTES	31
Resumo	31
Abstract	31
4.1 Introdução	32
4.2 Material e métodos	34
4.2.1 Local do experimento e adaptação da planta forrageira	34
4.2.2 Tratamentos	37
4.2.3 Estabelecimento dos tratamentos – Severidade de desfolhação	40
4.2.4 Estabelecimento dos tratamentos – Adubação	42
4.2.5 Período de avaliação.....	42
4.2.6 Altura de resíduo pós pastejo.....	42
4.2.7 Interceptação luminosa pelo dossel	45
4.2.8 Avaliações relativas às respostas morfogênicas e estruturais	46
4.2.9 Análises estatísticas	51
4.3 Resultados e discussão.....	52
4.4 Conclusões.....	67
Referências	67
5 DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS E ACÚMULO DE FORRAGEM EM CAPIM TANZÂNIA SUBMETIDO A DISTINTAS SEVERIDADES DE DEFOLHAÇÃO.....	71

Resumo	71
Abstract.....	71
5.1 Introdução.....	72
5.2 Material e métodos	74
5.2.1 Avaliação do intervalo entre pastejos	75
5.2.2 Avaliação da densidade populacional de perfilhos	75
5.2.3 Estimativa do acúmulo de forragem.....	75
5.2.4 Análises estatísticas.....	76
5.3 Resultados e discussão	77
5.4 Conclusões	83
Referências.....	83
6 TEORES DE NUTRIENTES EM CAPIM TANZÂNIA SUBMETIDO A DISTINTAS SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO E FERTILIDADES CONTRASTANTES	89
Resumo	89
Abstract.....	89
6.1 Introdução.....	90
6.2.1 Avaliação dos teores de nutrientes do capim Tanzânia em pré pastejo	92
6.2.2 Análises estatísticas	93
6.3 Resultados e discussão	93
6.4 Conclusões	99
Referências.....	100
7 CONCLUSÕES.....	103

RESUMO

Morfogênese, acúmulo de forragem e teores de nutrientes de *Panicum maximum* cv Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes

O nitrogênio, dentre os nutrientes, é o elemento que apresenta maior efeito sobre a produção de gramíneas forrageiras. As respostas da planta forrageira a adubação nitrogenada podem ser alteradas devido à condição, de área foliar remanescente e teores de nutrientes, que esta planta apresenta quando este nutriente é aplicado. Os objetivos deste trabalho foram avaliar as características morfogênicas e estruturais, o intervalo entre pastejos, acúmulo de forragem e os teores de nutrientes do capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes. Os tratamentos corresponderam a combinações entre três alturas de resíduo pós pastejo (20, 30 e 50 cm) e dos níveis de fertilidade de solo (sem adubação e com adubação equivalente a 500, 300 e 150 Kg/ha de nitrogênio, K₂O e P₂O₅ respectivamente), totalizando seis tratamentos sendo que cada tratamento contou com cinco repetições dispostas em blocos totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental correspondia a um piquete de 400 m². O pastejo foi efetuado quando o dossel forrageiro interceptava 95% da luz incidente. A morfogênese foi avaliada pelas seguintes características: taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FIL), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmos (TAIC), taxa de senescência de folhas (TSeF), duração de vida da folha (DVF), comprimento final da folha (CFF), número de folhas vivas por perfilho (NFV), número de folhas em expansão por perfilho (NFEx), número de folhas expandidas por perfilho (NFE), número de folhas senescentes por perfilho (NFS) e comprimento do colmo (CC). Foram avaliados os teores de nutrientes presentes nas duas folhas recém-expandidas. A amostra foi composta pelo terço médio do limbo foliar de 100 folhas retiradas de 50 perfilhos sendo que a amostragem foi realizada na condição de pré pastejo nos meses de abril e maio de 2010. As adubações criaram um contraste nutricional entre os tratamentos avaliados. O tratamento adubado com maior severidade de desfolhação apresentou os melhores resultados quanto ao acúmulo líquido de forragem e taxas de alongamento foliar. Os resultados obtidos neste experimento indicam a possibilidade de melhoria da eficiência de pastejo e de produtividade animal quando alta fertilidade de solo é combinada a maior severidade de desfolhação.

Palavras-chave: Morfogênese; *Panicum maximum*; Nitrogênio; Manejo da pastagem

ABSTRACT

Morphogenesis, forage net accumulation and nutritional status of *Panicum maximum* cv Tanzânia under contrasting fertilization rates and grazing intensities

Nitrogen is the most important nutrient regulating pasture production. Response to N fertilization depends on residual leaf area index and other nutrient availability. The aim of this study was to evaluate morphogenetic and structural characteristics, grazing interval, forage yield and nutritional status of Tanzania guinea grass under contrasting defoliation severities and fertilization rates. The six treatments evaluated were factorial combinations between three post grazing heights (20, 30 e 50 cm) and two fertilization rates (unfertilized and fertilized with 500, 300 and 150 kg/ha of nitrogen, K₂O e P₂O₅ respectively), arranged in five completed blocks, totaling 30 paddocks (experimental units) of 400 m² each. 25 beef cattle animals were introduced into paddocks to graze every time sward reached 95% of light interception. Measured responses were leaf appearance rate, phyllochron, leaf elongation rate, stem elongation rate, leaf senescence rate, leaf life span, leaf mature length, live leafs per tiller, elongating leafs per tiller, mature leafs per tiller, senescent leafs per tiller and stem length. Nutritional status was measured in the two younger mature leaves of each tiller, considering 100 leaves sampled from 50 tillers of each paddock between May and April 2010. Fertilized and unfertilized treatments presented contrasting nutritional status. A high fertilization level combined with the lowest post grazing height resulted in the higher forage yields and leaf elongation rates. The results point to the possibility of enhancing grazing efficiency and animal production when high fertilizations are combined with high grazing intensity.

Keywords: Morphogenesis; *Panicum maximum*; Nitrogen; Pasture management

1 INTRODUÇÃO

A pecuária é uma das atividades mais importantes do Brasil tanto pelos aspectos econômicos quanto ambientais. Apesar do país apresentar dimensões continentais e várias particularidades inerentes aos diversos sistemas de produção encontrados, há um ponto comum entre a maioria destes sistemas que é a utilização de pastagens como principal fonte de alimentação animal. Em 2010, foram abatidas cerca de 29,3 milhões de cabeças de bovinos das quais 90% foram terminadas a pasto e quase a totalidade destes animais devem ter passado fases de cria e recria em pastagens (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011; FNP, 2011).

A área ocupada com pastagens (170 milhões de hectares) representa 20% de todo território nacional. Desta forma, além da importância econômica, adequado manejo das pastagens é necessário para a preservação dos recursos naturais envolvidos nos diversos sistemas de produção (IBGE, 2006; SPAROVECK; CORRECHEL; BARRETTO, 2004).

Atualmente grande parte das pastagens brasileiras apresenta algum grau de degradação, e que muitas unidades de produção têm capacidade de gerar renda limitada pelo uso inadequado de tecnologias. Este modelo de produção se torna insustentável com o passar dos anos, levando à substituição das pastagens por outras culturas consideradas mais rentáveis, e à abertura de novas áreas nas regiões de fronteira agrícola (DIAS-FILHO, 2005).

Várias pesquisas foram efetuadas com objetivo de propor melhorias no sistema de produção animal em pastagens. Existem várias tecnologias, as quais se empregadas criteriosamente podem surtir efeitos positivos no sistema de produção. No entanto, para que adoção de uma tecnologia disponível para a produção animal em pastagens seja convertida em um ganho (acréscimo de produção, economia dos recursos disponíveis,...) torna-se necessária uma análise individual dos sistemas de produção, pois cada sistema é singular (DA SILVA; CORSI, 2003) e a implantação de qualquer técnica passa pelo gerenciamento dos processos envolvidos.

Apesar de sistemas de produção alicerçados na utilização de pastagens serem uma maneira efetiva e eficiente de produzir alimentos de origem animal de forma altamente competitiva, a maioria dos sistemas de produção nacionais apresentam

resultados muito aquém dos encontrados em trabalhos de pesquisa e em fazendas tidas como referência (CORSI et al., 2006). Este fato pode ser explicado porque tecnologias que poderiam promover melhorias significativas nos índices de produtividade, geradas pela compreensão e evolução de conceitos, foram erroneamente correlacionados com altos investimentos em técnicas e equipamentos, fertilizantes e irrigação. Estas tecnologias podem gerar altos incrementos na produtividade animal do sistema desde que sejam empregadas a partir de uma visão sistêmica considerando todos os componentes envolvidos (planta forrageira, animal e ambiente, e suas respectivas interações) (DA SILVA, 2009).

Pontos críticos que envolvem produção animal em pastagens, tendo como foco produtividade, rentabilidade e perenidade dos sistemas, são manejo do pastejo e manutenção ou melhoria da fertilidade do solo. A extração de nutrientes do solo pelas plantas é processo inerente a todas as atividades agrícolas, sendo que a reposição da fertilidade é a única forma de manter os sistemas produtivos em longo prazo. Além disso, a disponibilidade de nutrientes no solo é um dos fatores limitantes à produtividade das plantas forrageiras, sendo este um fundamento da produtividade do sistema como um todo (MARTHA JR.; VILELA, 2007).

O adequado manejo do pastejo é fundamental para os sistemas de produção animal a pasto, uma vez que é determinante da produção, utilização e qualidade da forragem. Além disso, o manejo do pastejo tem forte influência sobre a eficiência do uso de fertilizantes e a manutenção da produtividade ao longo dos anos, pois interfere diretamente na dinâmica dos nutrientes dentro do ecossistema da pastagem (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; DA SILVA; CORSI, 2003).

Devido à relevância e abrangência que as pastagens apresentam no país estudos que contemplem a compreensão dos processos que resultam na produção animal são de fundamental importância para o aumento de eficácia do processo produtivo, racionalização da utilização de insumos empregados e preservação dos recursos naturais envolvidos.

1.1 O ecossistema das pastagens e a produção animal

Segundo Nabinger (1997), um sistema ecológico pode ser definido como um conjunto de organismos que coexistem e se associam em um mesmo ambiente. A sustentabilidade deste ecossistema é dependente do equilíbrio entre os componentes bióticos e abióticos que o compõe.

A pastagem é um ecossistema no qual estão presentes componentes bióticos (plantas, animais e outros organismos) e abióticos (solo, nutrientes e atmosfera). Nesse ecossistema a presença do animal é um dos principais aspectos que o singulariza (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Para compreensão e manipulação deste sistema é fundamental ter em mente que existem componentes passíveis de controle (ex: severidade de desfolhação, disponibilidade de água e nutrientes) enquanto outros não apresentam esta possibilidade (ex: radiação solar, temperatura e precipitação). O potencial produtivo de um ecossistema de pastagens é determinado por fatores não controláveis, sendo que o conhecimento dos efeitos desses fatores sobre as respostas de plantas e animais é requisito essencial para o desenvolvimento de qualquer estratégia de produção animal baseada em pastagens (NABINGER, 1997).

As eficiências de transformação da radiação solar em biomassa vegetal, de utilização da vegetação pelos herbívoros e de conversão da energia ingerida em produto animal compreendem o principal eixo de transferência de energia no ecossistema pastoril (BRISKE; HEITSCHMIDT, 1991). Hodgson (1990) demonstrou a interdependência desses níveis tróficos por meio do fluxo de energia entre os estágios de crescimento (acúmulo de forragem), utilização (colheita de forragem pelo animal) e conversão (transformação da energia consumida em produto animal). Cada um desses estágios apresenta eficiências parciais que, em conjunto, resultam em uma eficiência global e, portanto, determinam a produtividade do sistema.

A planta forrageira depende essencialmente de sua área foliar para absorção de luz e assimilação de carbono através do processo fotossintético, possibilitando assim o acúmulo de forragem. Ao mesmo tempo, a premissa básica da produção animal em pastagens é a remoção contínua de área foliar pelos animais em pastejo para atender as exigências de manutenção e produção dos mesmos (PARSONS, 1988). Com isto,

animais em pastejo atuam diretamente sobre a área foliar da pastagem, alterando sua capacidade fotossintética, o que faz do manejo do pastejo um dos fatores determinantes da eficiência de crescimento.

Tendo coexistido com os herbívoros durante sua história evolutiva, as plantas forrageiras sofreram forte pressão de seleção mediante os regimes de frequência e severidade de desfolhação impostos pelos animais. Para isso adotam diferentes estratégias adaptativas como a compensação entre tamanho/densidade populacional de perfilhos ou as alterações nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas. Na maioria das vezes estas adaptações alteram a forma como o dossel forrageiro se apresenta no campo (estrutura do pasto), o que interfere diretamente no consumo pelos animais em pastejo. As características deste consumo, em termos de quantidade e qualidade são, por sua vez, determinantes da eficiência de conversão da forragem consumida em produto animal (HODGSON, 1990; MATHEW et al., 1995; NABINGER; PONTES, 2001; CARVALHO et al., 2001; DA SILVA; CORSI, 2003; SBRISSIA et al., 2009).

Através da pressão de pastejo, regulada pela divisão das pastagens e controle da taxa de lotação (cabeças/ha), é possível controlar a frequência e a severidade das desfolhações, o que influencia a quantidade de material vegetal removido pelos animais, em relação ao que é produzido durante o ano. Dessa forma o manejo do pastejo é determinante da eficiência de utilização da forragem produzida e também dentre os fatores que compõe a produção animal a pasto um dos que apresentam maior grau de controle.

1.2 Morfogênese em gramíneas tropicais

A morfogênese retrata a dinâmica de aparecimento e expansão dos componentes das plantas no tempo e no espaço (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993), sendo expressa em taxas de aparecimento, expansão e senescência ou duração de vida destes componentes. As características morfogênicas e estruturais, definidas pela morfogênese, caracterizam-se por eventos de aparecimento, crescimento, senescência e decomposição de tecidos, os quais descrevem a dinâmica do fluxo de tecidos nas

plantas forrageiras (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Dentre as respostas morfogênicas avaliadas destacam-se como principais variáveis de interesse o aparecimento de folhas, o alongamento de folhas e a duração de vida das folhas, pois estas três características estão diretamente correlacionadas com a produção de forragem e com o manejo da pastagem.

O perfilho é a unidade básica de crescimento das gramíneas forrageiras sendo que seu desenvolvimento está baseado na sucessiva diferenciação de fitômeros em diferentes estágios de desenvolvimento (VALENTINE; MATTHEW, 1999). A produção de tecidos foliares no perfilho é regulada por fatores ambientais e influenciada pelas características do pasto (densidade populacional de perfilhos). Assim, em nível de planta individual, o ritmo morfogênico refere-se às taxas de aparecimento, alongamento de folhas e do colmo, especialmente no caso de gramíneas tropicais, assim como suas taxas de senescência e duração de vida das folhas. A interação entre a expressão fenotípica de tais características, definidas por Chapman e Lemaire (1993) como características morfogênicas, é responsável pelas características estruturais do dossel. Em relação ao dossel, o ritmo morfogênico determina a velocidade de recuperação da área foliar após desfolhação ou sua capacidade de manter-se em equilíbrio no caso de pastos manejados sob lotação rotativa e contínua, respectivamente.

A principal adaptação fisiológica das plantas após desfolhação é a alocação preferencial de carbono para os meristemas com a finalidade de maximizar a expansão de nova área foliar. Tais processos, todavia, têm-se mostrado bastante dependentes de uma adequada nutrição nitrogenada (GASTAL; BELANGER; LEMAIRES, 1992).

1.3 Influência da nutrição nitrogenada no crescimento vegetal

O nitrogênio é o nutriente de maior relevância para a produção das gramíneas forrageiras. Em condições nas quais não houve limitações edafoclimáticas, este nutriente é considerado como fator de maior impacto na produtividade das pastagens e dos animais inseridos nestes sistemas de produção (WERNER et al., 1996; CANTARELLA et al., 2002; TAIZ; ZEIGER, 2009). Este fato é decorrente do nitrogênio fazer parte de inúmeros compostos orgânicos fundamentais a vida das plantas

participando de processos como síntese de ácidos nucleicos, proteínas, hormônios, clorofila e lignina (MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os notórios acréscimos no acúmulo de forragem decorrentes da adubação nitrogenada resultam de modificações nas plantas forrageiras em suas características morfogênicas (taxas de aparecimento de folhas, taxas de alongamento de folhas e colmos e duração de vida das folhas) e estruturais (densidade populacional de perfilhos, número de folhas vivas por perfilho e tamanho da folha) (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

O alongamento das folhas é a característica mais sensível à adubação nitrogenada sendo que doses crescentes de nitrogênio podem resultar em aumentos lineares desta característica morfogênica (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). O alongamento de folhas é resultante da expansão irreversível de volume que as células vegetais sofrem após o processo de divisão celular. No processo de crescimento da planta, a disponibilidade de nitrogênio atua sobre os níveis internos de hormônios presentes no organismo. O aumento da disponibilidade de nitrogênio para a planta induz o incremento da biossíntese de citocinina. Por sua vez, a citocinina que regula a divisão celular sendo que o aumento de sua concentração induz a formação de maior número de células na parte aérea que potencialmente deveriam expandir e gerar maior crescimento do órgão vegetal (MARSCHNER, 1995). Estudos conduzidos em gramíneas forrageiras tropicais relatam aumentos na taxa de alongamento foliar decorrentes da adubação nitrogenada (PEREIRA, 2009; GARCEZ NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2000). Entre outras funções da citocinina nas plantas destacam a promoção do desenvolvimento dos cloroplastos (aumento da amplitude do grana e maior síntese de enzimas fotossintéticas) e retardamento da senescência foliar (TAIZ; ZEIGER; 2009).

Quanto ao efeito da adição de nitrogênio sobre a taxa de aparecimento de folhas, respostas divergentes são encontradas na literatura. Resultados quanto a esta característica foram significativos em gramíneas forrageiras tropicais (PEREIRA, 2009; GARCEZ NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2000). Outros autores encontraram pequeno efeito da adubação nitrogenada nesta característica morfogênica (CRUZ; BOVAL, 2000). A taxa de aparecimento de folhas pode apresentar alta correlação com

a temperatura, mas a ausência de outros fatores (água, luz, etc.) pode influenciar esta característica morfogênica (SBRISSIA, 2004).

Assim como a taxa de aparecimento de folhas a duração de vida da folha não apresenta linearidade de resposta quanto a adubação nitrogenada. Geralmente à medida que aumenta a disponibilidade de nitrogênio ocorre maior competição por luz, em função do incremento no alongamento foliar e no tamanho final da folha, ocasionando uma redução na duração de vida da folha (MANZZANTI; LEMAIRE; GASTAL, 1994). Os resultados encontrados por Pereira (2009) corroboram com a explanação anterior. No entanto, Garcez Neto et al. (2002) constataram um incremento na duração de vida da folha em decorrência de aumentos nas dosagem de nitrogênio.

Paiva (2009), estudando o efeito de doses de nitrogênio sobre características morfogênicas e estruturais de diferentes faixas etárias de perfilhos, encontrou maiores ritmos morfogênicos em perfilhos mais jovens em relação à perfilhos maduros e velhos e maior efeito deste nutriente sobre a renovação e densidade populacional de perfilhos do que sobre as características morfogênicas.

A importância do conhecimento de características morfogênicas de plantas forrageiras reside na compreensão de processos que modificam: a forma como a forragem é apresentada ao animal (impactando sobre o consumo da forragem produzida e sobre a qualidade da forragem ingerida); o tamanho, a qualidade e a disposição do aparato fotossintético das plantas (impactando sobre a conversão da energia luminosa disponível em biomassa vegetal). Como exemplo, perdas em eficiência de utilização da pastagem podem ser incrementadas quando as variações das características morfogênicas (duração de vida da folha, taxa de alongamento de colmos, etc.) não são consideradas na definição de estratégias de manejo do pastejo (NABINGER; PONTES, 2001).

A falta de linearidade encontrada nas repostas morfogênicas e na magnitude destas respostas em estudos que envolvem gramíneas forrageiras e níveis de adubação podem ser resultado da falta de caracterização do nível nutricional dos tratamentos, principalmente do tratamento controle, durante o período experimental e diferentes ambientes quanto à disponibilidade de luz que a planta pode estar submetida.

1.4 *Panicum maximum* cv. Tanzânia

Panicum maximum é uma espécie de gramínea que apresenta como centro de origem a África do leste, sobretudo Quênia e Tanzânia. A Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande – MS detem cerca de 426 acessos apomíticos e 417 acessos sexuais originários de uma coleção francesa recebida em 1982 (JANK et al., 2008).

O capim Tanzânia foi lançado em 1999 e está entre os lançamentos de *Panicum maximum* mais recentes realizados pela Embrapa, juntamente com os cultivares Mombaça e Massai, lançados em 1993 e 2000, respectivamente (JANK et al., 2008).

O capim Tanzânia é uma planta cespitosa, com altura média de 1,3 m e folhas decumbentes com largura média de 2,6 cm. Lâminas e bainhas são glabras e sem cerosidade. Os colmos são levemente arroxeados. As inflorescências são do tipo panícula, com ramificações primárias longas, e secundárias longas apenas na base. As espiguetas são arroxeadas, glabras e uniformemente distribuídas. O vertículo é glabro (SAVIDAN et al., 1990).

A primeira análise do potencial produtivo do capim Tanzânia foi realizada durante a avaliação dos acessos do banco de germoplasma da Embrapa Gado de Corte. Nesta ocasião o capim Tanzânia produziu 33 t.ha⁻¹.ano⁻¹ de matéria seca total, sendo 26 t.ha⁻¹.ano⁻¹ de matéria seca de folhas (80%). Nestas avaliações a cultivar teve, em média, 12,7% de proteína bruta nas folhas e 9% nos colmos (SAVIDAN et al., 1990; JANK et al., 1994; JANK, 1995). Atualmente o *Panicum maximum* cv. Tanzânia vem sendo bastante utilizado no país, apresentando bons resultados, sobretudo sob desfolhação intermitente e em ambientes com alta fertilidade do solo (SANTOS, 2002). Uma característica negativa recente desta variedade é sua susceptibilidade ao ataque pelo fungo *Bipolaris maydis* (MARTINEZ; FRANZENER; STANGARLIN, 2010).

Referências

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D., MOSQUIM, P.R.; FONSECA, D.M.; SOUZA, D.P. Efeito de três doses de nitrogênio sobre características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

BRISKE, D.D.; HEITSHMIDT, R.K. An ecological perspective. In: HEITSHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 11-26.

CANTARELLA, H.; CORREA, L.A.; PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C. Fertilidade do solo em sistemas intensivos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002. Inovações tecnológicas no manejo de pastagens. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 99-131.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; MORAES, A.; DELEGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 853-871.

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

CORSI, M.; GOULART, R.D.C.D.; DAVILA, H.M. Teoria e prática da produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 507-520.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publ., 2000. p. 151-168.

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

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p.155-186.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos causas e estratégias de recuperação**. 2. ed. Belém: EMBRAPA, 2005. 173 p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO: **Anualpec 2011**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2011.

GARCEZ NETO, A.F.G.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

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

HODGSON, J. **Grazing management—science into practice**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2007. 146 p.

_____. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 ago. 2011.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 21-58.

JANK, L.; SAVIDAN, Y.; SOUZA, M.T.; COSTA, J.G.C. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África.1: Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, p. 433-440, 1994.

JANK, L.; RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; RESENDE, M.D.V.; CHIARI, L.; CANÇADO, L.J.; SIMIONE, C. Melhoramento genético de *Panicum maximum*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B. do; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande: EMBRAPA, 2008. p. 55-87.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 265-288.

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

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

MARTHA JR., G.B.; VILELA, L. Uso de fertilizantes em pastagens. In: MARTHA JR., G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. cap. 2, p. 43-68.

MARTINEZ, A.S.; FRANZENER, G.; STANGARLIN, J.R. Dano causado por *Bipolaris maydis* em *Panicum maximum* cv. Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 863-870, 2010.

MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; HERNANDEZ-GARAY, A. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, Oxford, v. 76, n. 6, p. 579-587, 1995.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. 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**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 213-251.

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

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

PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of Grass swards. In: JONES, M.B.; LAZEMBY, A. **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, 1988. p.129-177.

PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**. 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: 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.

SAVIDAN, Y.H.; JANK, L.; COSTA, J.C.G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA, 1990. 68 p.

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

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731-754.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; PEREIRA, L.E.T. Crescimento da planta forrageira: aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 37-59.

SPAROVECK, G.; CORRECHEL, V.; BARRETTO, A.G.O.P. A dimensão dos impactos causados pela falta de conservação de solos em pastagens plantadas no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 33-62.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand pasture and crop science**. Auckland: Oxford University Press, 1999. p. 11-27.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 263–273. (IAC. Boletim Técnico, 100).

2 HIPÓTESE

A intensidade de desfolhação e a disponibilidade de nitrogênio alteram a morfogênese e o acúmulo de forragem no capim Tanzânia.

3 OBJETIVO

- Avaliar as características morfogênicas e estruturais do capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e níveis de fertilidade contrastantes.
- Avaliar o acúmulo de forragem e o intervalo entre pastejos do capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e níveis de fertilidade contrastantes.
- Caracterizar os aspectos nutricionais da planta.

4 MORFOGÊNESE EM CAPIM TANZÂNIA SUBMETIDO A DISTINTAS SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO E FERTILIDADES CONTRASTANTES

Resumo

Alterações nas características morfogênicas e estruturais das plantas forrageiras sob pastejo podem ser obtidas por modificações no nível de fertilidade e no manejo de desfolhação. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características morfogênicas e estruturais do capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes. Os tratamentos corresponderam a combinações entre três alturas de resíduo pós pastejo (20, 30 e 50 cm) e dos níveis de fertilidade de solo (sem adubação e com adubação equivalente a 500, 300 e 150 Kg/ha de nitrogênio, K₂O e P₂O₅ respectivamente), totalizando seis tratamentos sendo que cada tratamento contou com cinco repetições dispostas em blocos totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental correspondia a um piquete de 400 m². O pastejo foi efetuado quando o dossel forrageiro interceptava 95% da luz incidente. Foram avaliadas as seguintes características: taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FIL), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmos (TAIC), taxa de senescência de folhas (TSeF), duração de vida da folha (DVF), comprimento final da folha (CFF), número de folhas vivas por perfilho (NFV), número de folhas em expansão por perfilho (NFEx), número de folhas expandidas por perfilho (NFE), número de folhas senescentes por perfilho (NFS) e comprimento do colmo (CC). A TApF, quanto ao nível de fertilidade, foi maior nos tratamentos adubados refletindo em maior FIL nos tratamentos não adubados. A TApF também sofreu variação em função da severidade de desfolhação sendo maior nos tratamentos que apresentavam menor altura pós pastejo, fato que pode ser explicado pelo CC inferior nos tratamentos com menor altura pós pastejo. O tratamento adubado sob maior severidade de desfolhação apresentou taxas de alongamento de folhas superiores. Houve redução na taxa de senescência de folhas nos tratamentos adubados. A adubação nitrogenada combinada a maior severidade de desfolhação provocou acréscimos nas taxas de alongamento e aparecimento de folhas, redução na taxa de senescência de folhas, sendo que estas respostas ao manejo da fertilidade e intensidade de pastejo podem gerar ganhos na produtividade animal caso a maior taxa de alongamento de colmos ocorrida neste tratamento não deprima em demasia o desempenho animal.

Palavras-chave: Características morfogênicas; Características estruturais; *Panicum maximum*; Nitrogênio

Abstract

Morphogenetic and structural characteristics are determinant to pasture production, quality and utilization, and can be modified by fertilization and grazing management. The aim of this study was to evaluate morphogenetic and structural characteristics, grazing interval, forage yield and nutritional status of Tanzania guinea

grass under contrasting defoliation severities and fertilization rates. The six treatments evaluated were factorial combinations between three post grazing heights (20, 30 e 50 cm) and two fertilization rates (unfertilized and fertilized with 500, 300 and 150 kg/ha of nitrogen, K_2O e P_2O_5 respectively), arranged in five completed blocks, totaling 30 paddocks (experimental units) of 400 m² each. 25 beef cattle animals were introduced into paddocks to graze every time sward reached 95% of light interception. Measured responses were leaf appearance rate, phyllochron, leaf elongation rate, stem elongation rate, leaf senescence rate, leaf life span, leaf mature length, live leafs per tiller, elongating leafs per tiller, mature leafs per tiller, senescent leafs per tiller and stem length. Leaf appearance rate was bigger on fertilized treatments and so the phyllochron was bigger on the unfertilized. Leaf appearance rate increased together with grazing intensity, probably related to reductions on the stem length observed on these treatments. Fertilized pastures submitted to bigger defoliation severities had the highest leaf elongation rates. Leaf senescence reduced with fertilization. The combination of increasing in leaf appearance and elongation rates and reductions in leaf senescence rate observed in the fertilized and severely grazed pastures indicates the possibility of greater animal production in these conditions, even although there are other variables involved in this process.

Keywords: Morphogenetic characteristics; Structural characteristics; *Panicum maximum*; Nitrogen

4.1 Introdução

O suprimento de nitrogênio, quando as prerrogativas básicas de temperatura luminosidade e umidade não são limitantes a planta, exerce grande efeito sobre as variáveis morfogênicas em nível de perfilho, como a taxa de alongamento foliar (TAIF) e o comprimento final das folhas (GASTAL; BELANGER; LEMAIRE, 1992; CRUZ; BOVAL, 2000). Este nutriente atua na planta aumentando o número de células em divisão e a velocidade do alongamento celular (FRICKE; McDONALD; MATTSON-DJOS, 1997; SCHNYDER et al., 2000), o que acelera a taxa de alongamento de folhas (TAIF) e aumenta o comprimento final das folhas, acelerando o ritmo morfogênico das plantas. Segundo Cruz e Boval (2000), estudos avaliando o efeito do N sobre a taxa de aparecimento de folhas (TApF) ou filocrono são escassos e os resultados disponíveis são conflitantes. Suplick et al. (2002) demonstraram resposta quadrática negativa da TApF em relação ao aumento na disponibilidade de N em *Panicum virgatum* L., diferentemente dos resultados relatados por Alexandrino et al. (2004) para *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e por Martuscello et al. (2005) para *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, os quais demonstraram aumentos lineares na TApF com o suprimento de N.

A senescência foliar e o acúmulo líquido de forragem foram aumentados com o aporte de nitrogênio em diversos experimentos (ALMEIDA, 2011; PEREIRA, 2009; PAIVA, 2009), no entanto a senescência foliar está altamente relacionada com a escassez de luz (MARSCHNER, 1995) fato que abre a possibilidade para que o acúmulo de forragem seja ainda mais eficiente com o advento da pesquisa.

A desfolhação representa um importante distúrbio em comunidades de plantas forrageiras, pois modifica os padrões de interceptação luminosa e as relações de competição entre plantas em função do pastejo seletivo, interferindo na morfologia do perfilho e, portanto, no crescimento do pasto (DURU; DUCROCQ, 2000; DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007). As respostas desencadeadas pelas plantas pastejadas variam em função do regime de desfolhação (intensidade e freqüência), época do ano e estágio fenológico da planta no momento da desfolhação. A compreensão dos efeitos do pastejo sobre as plantas forrageiras requer o conhecimento e análise das alterações morfológicas e fisiológicas, condição em que a morfogênese assume papel importante como forma de elucidar os mecanismos adaptativos desenvolvidos em resposta à desfolhação e suas consequências sobre a morfologia e estrutura de perfilhos (DA SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

A utilização da adubação nitrogenada como estratégia para aumentar a produtividade das pastagens deve ser cautelosa. Diversos autores alertam para a necessidade primária do conhecimento das respostas morfofisiológicas da espécie forrageira utilizada à aceleração no ritmo morfogênico para que os ganhos em produtividade sejam duradouros e efetivos (SUPLICK et al., 2002; SCHNYDER et al., 2000; LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). A utilização dessa estratégia de forma equivocada pode causar prejuízos à estrutura do dossel, elevadas perdas por senescência, e efeitos negativos sobre o desempenho animal e da pastagem (DA SILVA; CORSI, 2003).

O objetivo deste trabalho foi descrever as respostas morfogênicas e estruturais de pastos de capim Tanzânia manejados sob lotação intermitente, severidades de desfolhação distintas e níveis de fertilidade contrastantes.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Local do experimento e adaptação da planta forrageira

O experimento foi realizado na Fazenda Areão pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em área que margeia a rodovia Deputado Laércio Corte, no período de novembro de 2008 a maio de 2010. A área está situada a 580 m de altitude, na latitude 22°41’31” sul e longitude 47°38’00” oeste, no município de Piracicaba, estado de São Paulo (Figura 1). O relevo da área experimental é suavemente ondulado e o solo é classificado como Nitossolo eutrófico (EMBRAPA, 2006).

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é Cwa, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, com temperaturas mínimas inferiores a 9°C na época mais fria e máximas superiores a 30°C na época mais quente (ESALQ/USP, 2011).



Figura 1 – Local do experimento (demarcado em amarelo) na Fazenda Areão em imagem de satélite (Fonte: Software *Google Earth* – acesso *on line* em 01/08/2008)

Os dados referentes às condições climáticas do período experimental foram coletados no site do Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ. As

condições de temperatura e precipitação transcorridas durante o experimento estão descritas nas figuras abaixo (Figuras 2 e 3).

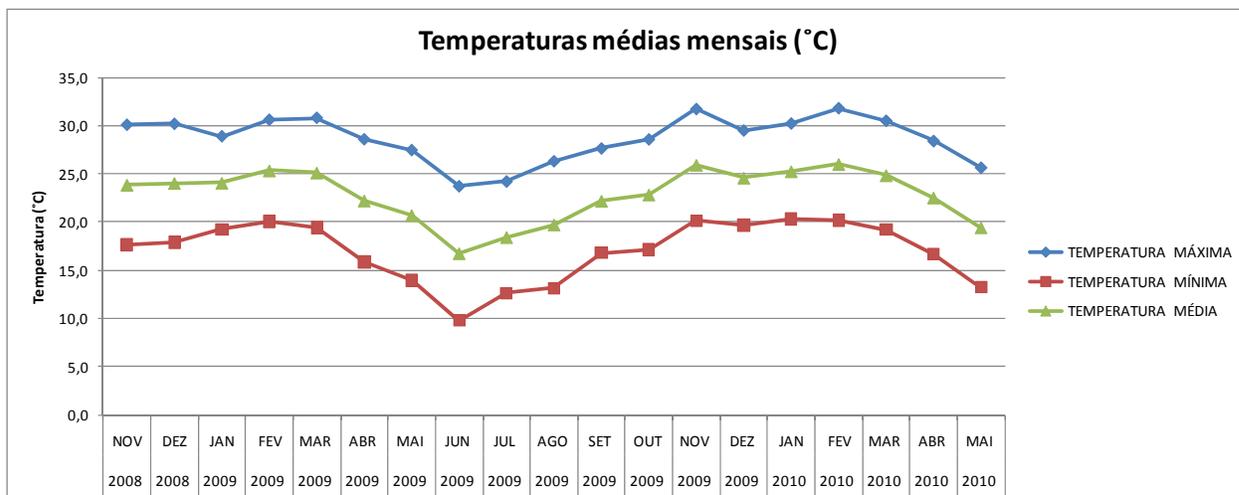


Figura 2 – Temperaturas máximas, médias e mínimas durante o período experimental (novembro de 2008 a maio de 2010), em Piracicaba – SP

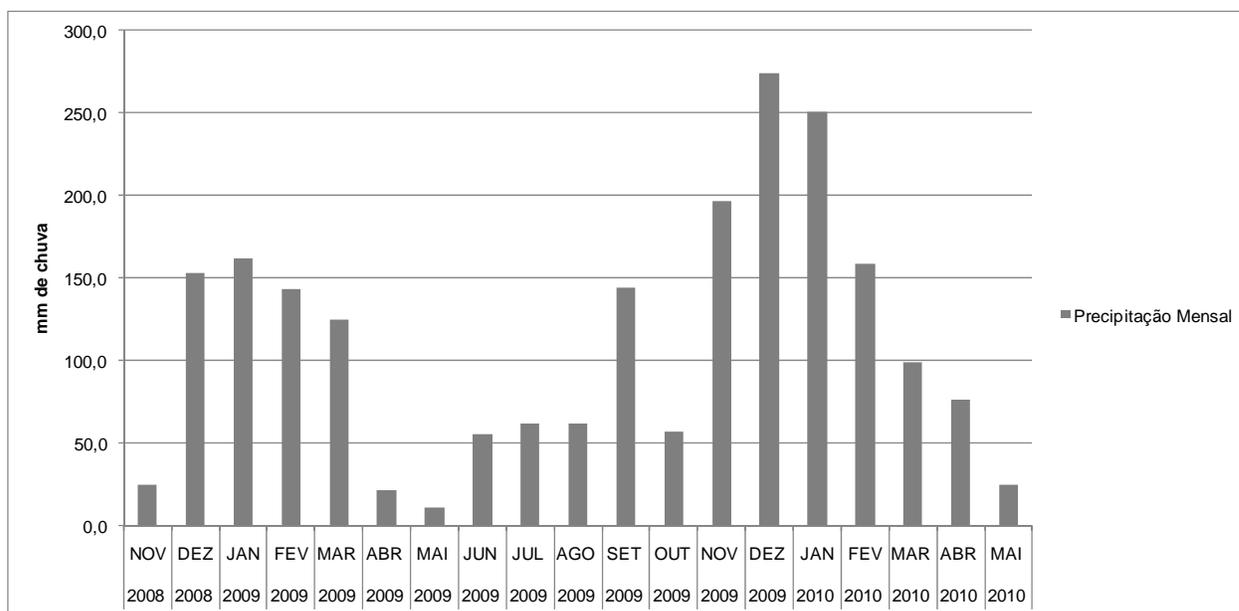


Figura 3 – Precipitação durante o período experimental (novembro de 2008 a maio de 2010) em Piracicaba – SP

O local escolhido para a montagem do experimento foi uma pastagem de capim Tanzânia estabelecida no ano de 2004. Este local é uma gleba homogênea de aproximadamente dois hectares que desde a sua implantação recebeu o mesmo manejo quanto aos aspectos de pastejo, adubação e controle de plantas daninhas (Figura 4).



Figura 4 – Área escolhida antes da implantação do experimento

Devido à desuniformidade de tamanho e vigor que as touceiras do capim Tanzânia apresentavam, no período compreendido entre novembro de 2008 e março de 2009 foram efetuadas quatro roçadas a uma altura de aproximadamente 30 cm (Figura 5).



Figura 5 – Área onde foi instalado o experimento após a primeira roçada de uniformização

4.2.2 Tratamentos

O experimento foi delineado em um esquema fatorial composto por três alturas de resíduo pós pastejo e dois níveis de fertilidade de solo, totalizando seis tratamentos sendo que cada tratamento contou com cinco repetições dispostas em blocos que compunham um total de 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental correspondia a um piquete de 400 m². A área ocupada pelo experimento foi de aproximadamente 2400 m² e as demais áreas adjacentes foram utilizadas para manutenção dos animais quando os mesmos não estavam sendo utilizados no experimento (Figura 6).

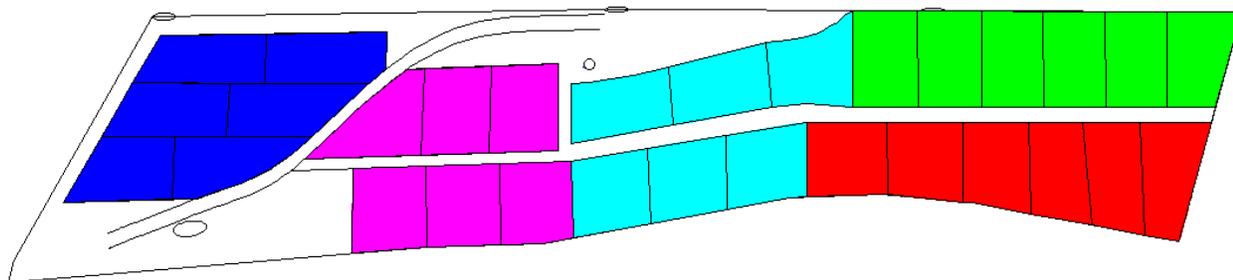


Figura 6 – Representação esquemática dos blocos (identificados pelas cores distintas) e parcelas que compuseram a área experimental

Os níveis de adubação objetivaram criar uma situação contrastante quanto à disponibilidade de nitrogênio. Para aferir tal situação foram efetuadas análises de fertilidade de solo em diferentes profundidades (zero a 20 cm e 20 a 40 cm) previamente a implantação do experimento. Em cada unidade experimental foi coletada uma amostra de solo para cada profundidade sendo que as mesmas eram compostas por 10 sub-amostras. As análises foram feitas no laboratório de análise de solo do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ. A Tabela 1 a seguir não apresenta teor de alumínio (mmolc.dm^{-3}) e a saturação por alumínio (%) porque estes foram iguais a zero em todas as amostras.

Como os níveis de nutrientes no solo estavam adequados conforme Raij (1996) um nível de adubação foi definido como a não aplicação de fertilizantes durante todo período experimental e o outro nível recebeu a aplicação de fertilizantes que equivaleram a 500, 300 e 150 kg/ha de nitrogênio, K_2O e P_2O_5 respectivamente.

Três níveis de severidade de desfolhação foram estabelecidas como alturas do resíduo pós pastejo (20, 30 e 50 cm). Para todos os tratamentos foi idealizada a mesma condição pré pastejo sendo este efetuado quando o dossel forrageiro interceptasse 95% da luz incidente (95% de IL).

Tabela 1 – Resultado da análise química da fertilidade do solo na área experimental*

Bloco Prof.	pH CaCl ₂	M.O. g.dm ⁻³	P mg.dm ⁻³	S mg.dm ⁻³	K	Ca	Mg mmolc.dm ⁻³	H+Al mmolc.dm ⁻³	SB	T	V %
Bloco 1											
0 - 20 cm	5.3	35.3	33.0	7.3	4.6	60.8	19.7	34.2	85.1	119.3	71.2
20 - 40 cm	5.3	20.0	21.8	16.0	1.3	67.5	16.5	28.5	85.3	113.8	75.0
Bloco 2											
0 - 20 cm	5.4	37.5	41.3	5.7	5.9	61.0	17.8	31.0	84.7	115.7	73.2
20 - 40 cm	5.3	27.2	35.5	6.2	3.6	57.0	14.2	30.0	74.7	104.7	71.2
Bloco 3											
0 - 20 cm	5.3	39.8	34.2	6.0	6.8	60.8	19.2	32.8	86.8	119.6	72.3
20 - 40 cm	5.3	25.0	18.3	13.5	2.6	59.7	14.7	30.0	76.9	106.9	71.8
Bloco 4											
0 - 20 cm	5.3	36.8	30.2	6.5	7.3	55.8	16.8	34.0	80.0	114.0	70.2
20 - 40 cm	5.3	22.0	28.0	11.7	10.0	57.7	14.7	28.0	82.4	110.4	74.0
Bloco 5											
0 - 20 cm	5.3	35.0	23.7	6.3	7.3	54.2	17.2	31.5	78.6	110.1	71.3
20 - 40 cm	5.3	20.3	13.0	15.8	4.1	51.7	14.8	28.0	70.6	98.6	71.5

* Dados correspondem à média de 6 parcelas em cada bloco

Na Tabela 2 segue o resumo dos tratamentos adotados:

Tabela 2 - Resumo dos tratamentos adotados no experimento

Tratamento	Condição pré pastejo	Altura de resíduo	Adubação
A20	95% de IL	20 cm	Com adubação NPK
A30	95% de IL	30 cm	Com adubação NPK
A50	95% de IL	50 cm	Com adubação NPK
NA20	95% de IL	20 cm	Sem adubação NPK
NA30	95% de IL	30 cm	Sem adubação NPK
NA50	95% de IL	50 cm	Sem adubação NPK

4.2.3 Estabelecimento dos tratamentos – Severidade de desfolhação

As cercas e bebedouros que demarcaram os limites das unidades experimentais e compuseram a estrutura física do experimento foram construídos no período de janeiro a abril de 2009.

Após finalizar a construção da estrutura física (abril de 2009), os tratamentos foram estabelecidos nas unidades experimentais para adaptar a planta às novas condições de altura de resíduo e fertilidade de solo. Este período de adaptação foi compreendido entre final de abril a novembro de 2009. Concomitantemente a condução deste trabalho na área, outros dois trabalhos de pesquisa também foram conduzidos contando com o mesmo protocolo deste experimento (ALMEIDA, 2011; SHIOTA, 2011)¹.

A desfolhação foi realizada por 30 bovinos machos nelores que apresentavam peso médio de 330 Kg no início do período experimental o que proporcionou altas lotações instantâneas seguindo um modelo experimental tipo “Mob-grazing”, (GILDERSLEEVE et al., 1987) (Figura 7). Antes da entrada dos animais nos piquetes, os mesmos eram submetidos a um jejum mínimo de 8 horas para aumentar a uniformidade de desfolhação dos mesmos. Quando um animal do grupo deitava no piquete antes que a altura de resíduo fosse estabelecida, todo grupo era retirado e submetido a um novo jejum de no mínimo 8 horas.



Figura 7 – Desfolhação do piquete e estabelecimento dos tratamentos

¹SHIOTA, M.M. **Interação entre níveis de adubação nitrogenada e alturas de resíduo pós pastejo em Capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia)**. Projeto de Iniciação Científica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Processo FAPESP número 2009/05485-7. Piracicaba, 2011.

Durante o período de adaptação a entrada dos animais nos piquetes foi efetuada quando o dossel forrageiro atingia uma faixa de altura entre 65 a 70 cm devido a indisponibilidade de aparelho para aferição da interceptação luminosa. Esta metodologia foi estabelecida tomando por base o experimento conduzido por Barbosa, 2004, no qual a interceptação luminosa de 95% correspondeu a uma altura constante de 71 cm ao decorrer de todo experimento (Figura 8).



Figura 8 – Avaliação de altura em tratamento não adubado durante o período de adaptação

A adoção desta faixa de altura levemente inferior a obtida por Barbosa (2004) objetivando evitar a deposição de hastas que poderiam comprometer a condução do experimento.

4.2.4 Estabelecimento dos tratamentos – Adubação

A adubação equivalente a 500 kg/ha de nitrogênio, 300 kg/ha de K_2O , e 150 kg/ha de P_2O_5 utilizou como fonte de nutrientes o nitrato de amônio, o cloreto de potássio e o superfosfato simples.

Essas doses de fertilizantes foram aplicadas em três períodos sendo que as duas primeiras adubações foram efetuadas nos meses de agosto e novembro de 2009. Cada uma destas adubações correspondeu a uma aplicação de 100 kg/ha de nitrogênio, 60 kg/ha de K_2O , e 30 kg/ha de P_2O_5 .

A terceira etapa da adubação efetuada durante 80 dias no período compreendido entre primeiro de janeiro e 21 de março de 2010. Adotou-se como nível de adubação a quantidade equivalente aos intervalos entre pastejos de forma que a cada dia aplicava-se 3,75; 2,25 e 1,13 Kg/ha de nitrogênio, potássio e fósforo. Esse procedimento foi adotado devido a grande quantia de fertilizante necessária para efetuar a adubação, com 300, 180 e 90 kg/ha de nitrogênio, potássio, e fósforo respectivamente. O fertilizante era aplicado logo após a saída dos animais do piquete. No dia 21 de março algumas unidades experimentais receberam uma adubação no meio do ciclo de crescimento para igualar a quantia idealizada de fertilizantes para os tratamentos no mesmo período.

4.2.5 Período de avaliação

As avaliações foram conduzidas em alguns piquetes nos meses de outubro e novembro de 2009 com o objetivo de familiarizar e uniformizar os procedimentos da equipe que auxiliou na condução do experimento.

O período de coleta de dados em campo foi compreendido entre 27 de novembro de 2009 e dois de maio de 2010 compreendendo todo período chuvoso, quando se observa a maior parte do acúmulo de forragem.

4.2.6 Altura de resíduo pós pastejo

A aferição da altura do dossel forrageiro foi efetuada através da utilização de uma régua graduada em centímetros na qual foi acoplado um prato ascendente de isopor que apresentava massa de 72 gramas, raio de 23,5 centímetros e uma área de $0,173 \text{ m}^2$ (Figura 9). As avaliações de altura eram realizadas em quatro linhas transectas, sendo que em cada linha transecta foram realizadas 10 observações de altura totalizando 40 medições pontuais para cada unidade experimental. A altura do dossel forrageiro correspondeu à média das alturas pontuais obtidas. No período de adaptação, as avaliações de altura foram realizadas uma vez a cada sete dias.



Figura 9 – Instrumento utilizado para aferição de altura

Foi estabelecido um grau de tolerância de cinco por cento para que a altura fosse enquadrada como aceitável dentro da meta estabelecida. Desta forma para o tratamento de 20, 30 e 50 centímetros as faixas de altura consideradas como aceitáveis foram de 19 a 21; 28,5 a 31,5 e 47,5 a 52,5 centímetros respectivamente.

Foi observado durante o decorrer do experimento, que existe uma diferença visual quanto à área foliar remanescente para a mesma altura quando os níveis de níveis de fertilidade são contrastantes sendo maior o índice de área foliar nos tratamentos adubados (Figuras 10 e 11).



Figura 10 – Aspecto do tratamento não adubado com resíduo de 30 cm em pós pastejo



Figura 11 - Aspecto do tratamento adubado com resíduo de 30 cm em pós pastejo

4.2.7 Intercepção luminosa pelo dossel

A meta para a desfolhação das unidades experimentais foi à intercepção luminosa (I.L.) média do dossel forrageiro de 95% da luz incidente sobre o dossel (LARA, 2007; CARNEVALLI, 2003). Optou-se por trabalhar com uma faixa de intercepção luminosa entre 93 a 95% para evitar, em algumas ocasiões, que a meta de intercepção luminosa fosse ultrapassada quando coincidia o pastejo em mais de um tratamento. Desta forma foi almejado atingir 95% de intercepção luminosa, mas quando vários piquetes atingiriam este ponto de maneira concomitante utilizava-se este limite de tolerância para que o ponto de referência não fosse ultrapassado.

A intercepção luminosa foi estimada através do analisador de dossel modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA) (Figura 12). A metodologia adotada para estimar a intercepção luminosa na unidade experimental consistia na escolha de oito pontos representativos do dossel forrageiro onde era efetuada uma medida da intensidade de luz acima do dossel e seis medidas abaixo do dossel resultando em 48 medidas por unidade experimental. A intercepção luminosa do dossel era considerada como a média destas 48 avaliações.



Figura 12 – Avaliações da intercepção luminosa acima (esquerda) e abaixo (direita) do dossel forrageiro

As avaliações de intercepção luminosa foram realizadas semanalmente até os valores aproximarem da meta estabelecida (95% de I.L.). Desse ponto em diante aumentava-se a frequência das avaliações para não extrapolar o padrão estabelecido.

Como descrito por Almeida (2011) esta medida de interceptação luminosa foi extremamente laboriosa pelo grande número de piquetes, pela ocorrência de dias chuvosos e, sobretudo, pela pequena janela de trabalho proporcionada pelo manual de uso do aparelho, que exige a ausência de radiação direta para garantia da qualidade das medições. Essas exigências para o uso correto do equipamento praticamente limita o período de avaliações para a última hora do entardecer.

4.2.8 Avaliações relativas às respostas morfogênicas e estruturais

As respostas morfogênicas aos tratamentos foram avaliadas durante o ciclo de rebrotação da pastagem. Após decorrida a desfolhação da unidade experimental eram escolhidas cinco touceiras representativas, sendo que em cada touceira eram avaliados três perfilhos, totalizando 15 perfilhos em cada piquete. As touceiras amostradas foram identificadas com bandeiras e os perfilhos amostrados eram marcados com anilhas de plástico em posições central, periférica e intermediária da touceira de modo a tentar amostrar as diferentes condições de competição intra-específica em que o perfilho estava inserido (Figuras 13 e 14). A frequência das avaliações durante o experimento foi próxima a três dias. Quando a planta apresentou crescimento mais vigoroso (janeiro de 2010) estas avaliações foram mais frequentes e no final do período de avaliação (final de abril e início de maio), as medições chegaram a ser feitas a cada cinco dias.



Figura 13 – Marcação das touceiras avaliadas na unidade experimental usando bandeiras



Figura 14 – Demarcação dos perfilhos amostrados na touceira

Nas avaliações relativas à morfogênese era mensurado o comprimento do limbo de todas as folhas e as mesmas eram classificadas quanto a integridade (intactas ou desfolhas), maturidade (expandidas, em expansão, senescentes, ou mortas). O comprimento da folha (limbo foliar) era medido da lígula até a ponta da folha (Figura 15). Quando a folha estava em expansão, a medida era efetuada da ponta desta folha até a lígula da última folha expandida. Para folhas em senescência a medida era efetuada da lígula desta folha até o ponto onde era diagnosticado a senescência. As classificações das folhas seguiam os seguintes parâmetros; desfolhadas quando parte do limbo foliar havia sido decapitado ou cortado; em expansão quando a folha ainda não apresentava lígula visível e expandida quando apresentavam lígula visível; senescente à medida que eram visualizados sinais evidentes de senescência como amarelecimento e necrose, e mortas quando mais de 50% do limbo foliar havia senescido. O tamanho do pseudocolmo era mensurado no ato da escolha dos perfilhos os quais comporiam a amostra sendo considerada como referência a última lígula

exposta. Nas avaliações subseqüentes, a medida que apareciam novas folhas anotava-se o fato e submetia-se esta folha as mesmas avaliações que as folhas já existentes. Quando havia a exposição de uma nova lígula efetuava-se a medição da distância entre a nova lígula e a lígula que era referência como tamanho do pseudocolmo. Esta medida era tomada como variação do colmo e a nova lígula exposta era tida como ponto que definia o tamanho do pseudocolmo.



Figura 15 – Avaliação do comprimento do limbo foliar

A partir dos dados coletados foram calculadas as variáveis morfológicas e estruturais. As variáveis morfológicas avaliadas foram: taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e de colmos (TAIC), taxa de senescência foliar (TSeF), filocrono (FIL) e duração da vida de folhas (DVF). Por sua vez as características estruturais foram: comprimento final da folha (CFF), número de folhas vivas (NFV), número de folhas em expansão (NFEx), número de folhas expandidas (NFE), número de folhas senescentes (NFS) e comprimento do colmo (CC).

A taxa de aparecimento de folhas (TApF) foi calculada da seguinte maneira:

$TApF = n^{\circ} \text{ de novas folhas} / n^{\circ} \text{ de perfilhos} \cdot \text{período de avaliação}$
(folha/perfilho.dia)

O filocrono foi calculado como sendo o inverso da TApF utilizando-se a seguinte fórmula:

$$FILOCRONO = 1 / TApF \text{ (dias/folha)} \text{ (Lemaire e Agnusdei, 2000)}$$

A taxa de alongamento de folhas (TAIF) foi calculada com base na variação positiva em comprimento das folhas em expansão utilizando-se a seguinte fórmula:

$TAIF = \text{somatório do alongamento das lâminas foliares} / n^{\circ} \text{ de perfilhos} \cdot \text{período de avaliação}$ (cm/perfilho.dia).

A taxa de alongamento de colmos (TAIC) foi calculada com base na variação positiva em comprimento do colmo utilizando-se a seguinte fórmula:

$TAIC = \text{somatório do alongamento de colmos} / n^{\circ} \text{ de perfilhos} \cdot \text{período de avaliação}$ (cm/perfilho.dia).

A taxa de senescência de folhas (TSeF) foi calculada com base na variação negativa no comprimento verde do limbo foliar das folhas senescentes utilizando-se a seguinte fórmula:

$TSeF = \text{somatório redução do comprimento do limbo foliar verde} / n^{\circ} \text{ de perfilhos} \cdot \text{período de avaliação}$ (cm/perfilho.dia).

A duração de vida da folha (DVF) não pôde ser calculada identificando-se a data do aparecimento e morte das folhas, pois o período de avaliação foi variável de acordo com cada estratégia de manejo. Dessa forma foi utilizada a seguinte fórmula para cálculo da DVF:

$$DVF = \text{número de folhas vivas} \times \text{filocrono (dias)} \text{ (Lemaire e Agnusdei, 2000)}$$

O comprimento final da folha (CFF) foi calculado considerando apenas folhas intactas e o cálculo foi feito da seguinte forma:

$CFF = \text{somatório do comprimento de folhas intactas expandidas} / \text{número de folhas intactas expandidas}$ (cm)

A determinação do número de folhas vivas por perfilho (NFV) foi feita pelo somatório do número de folhas em expansão (NFEx), expandidas (NFE) e senescentes (NFS) por perfilho. Este cálculo foi efetuado da seguinte maneira:

$$NFV = (NFE + NFEx + NFS)/\text{número de perfilhos avaliados}$$

Os números de folhas em expansão (NFEx), expandidas (NFE) e senescentes (NFS) foram calculado através do somatório de todas da mesma classificação dividido pelo número de perfilhos avaliados. Os cálculos foram procedidos pelas fórmulas seguintes:

$$NFEx = \text{somatório de folhas em expansão}/\text{número de perfilhos avaliados}$$

$$NFE = \text{somatório de folhas expandidas}/\text{número de perfilhos avaliados}$$

$$NFS = \text{somatório de folhas senescentes}/\text{número de perfilhos avaliados}$$

O comprimento do colmo foi calculado tendo por base o comprimento do colmo em pré pastejo. O comprimento do colmo refere-se a distância entre o nível do solo e a última lígula expandida compreendendo desta forma o somatório de colmos e bainhas foliares. Para tanto foi efetuado o seguinte cálculo:

$$CC = \text{somatório dos comprimentos dos colmos em pré pastejo}/\text{número de perfilhos avaliados}$$

A geração das taxas morfogênicas e cálculo das características estruturais a cada ciclo de rebrotação foram realizados utilizando planilhas de cálculos no programa Microsoft Office Excel[®] desenvolvida por Barbero (2011).

4.2.9 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED (modelos mistos) e o do pacote estatístico do SAS[®] (Statistical Analysis System), versão 9.1 para Windows[®]. Foram verificadas as pressuposições para análise de variância (normalidade dos resíduos, independência dos resíduos e homocedasticidade) e quando necessário procedeu-se a transformação de dados, segundo sugestão do programa SAS[®]. Para escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (dose de N e resíduo) bem como da interação entre elas.

As médias entre tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”) usando o teste de Tukey e um nível de significância de 5%.

4.3 Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância das causas de variação para os tratamentos estudados estão descritos na tabela abaixo (Tabela 3)

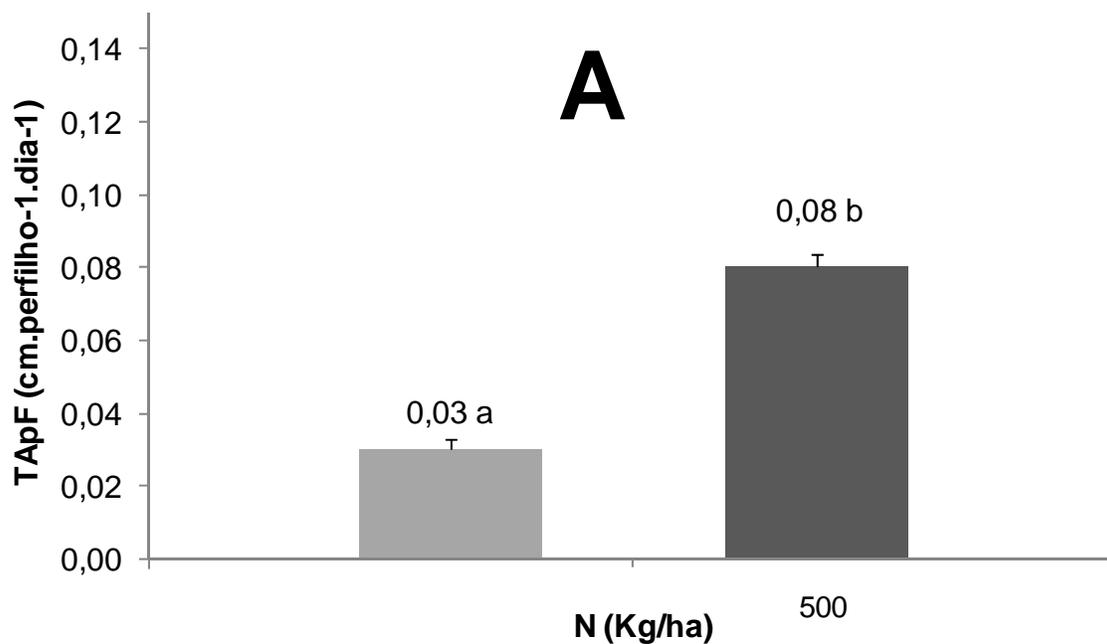
Tabela 3 - Níveis de significância associados às causas de variação das características morfogênicas e estruturais de perfilhos capim Tanzânia sob distintas severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes

	TApF	FIL	TAIF	TAIC	TSeF	DVF	CFF	NFV	NFEx	NFE	NFSe	CC
Res	**	ns	**	**	ns	**	ns	**	Ns	**	ns	**
N	**	*	**	**	**	*	ns	ns	**	ns	**	*
Res * N	Ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns

* = (P<0,05); ** = (P<0,01); ns = (P>0,05); Fontes de variação: Res = altura de resíduo pós pastejo; N = Níveis de fertilidade e Res*N = interação entre alturas de resíduo pós pastejo e níveis de fertilidade. TApF = Taxa de aparecimento de folha; FIL = Filocrono; TAIF = Taxa de alongamento de folha; TAIC = Taxa de alongamento de colmo; TSeF = Taxa de senescência de folha; DVF = Duração da vida da folha; DAF = Duração do alongamento foliar; CFF = Comprimento final da folha; NFV = Número de folhas vivas; NFEx = Número de folhas em expansão; NFE = Número de folhas expandidas; NFSe = Número de folas senescentes; CC = Comprimento do colmo.

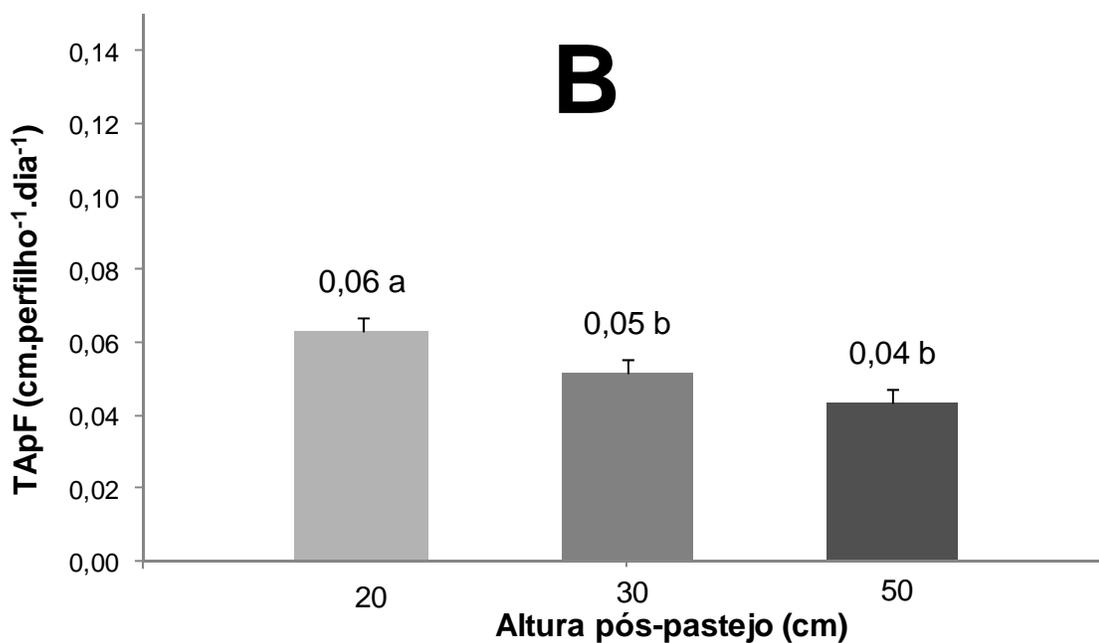
Houve variação para a taxa de aparecimento de folhas (TApF). Maiores taxas de aparecimento de folhas foram encontradas nos tratamentos adubados em relação aos que não receberam adubação (Figura 16 A). A menor altura de resíduo pós pastejo (20 cm) apresentou maiores taxas de aparecimento de folhas que os demais (Figura 16 B).

O filocrono (FIL) variou apenas em função do nível de nitrogênio sendo que nos tratamentos onde o nível deste nutriente era menor apresentaram filocrono superior aos tratamentos adubados (Figura 17).



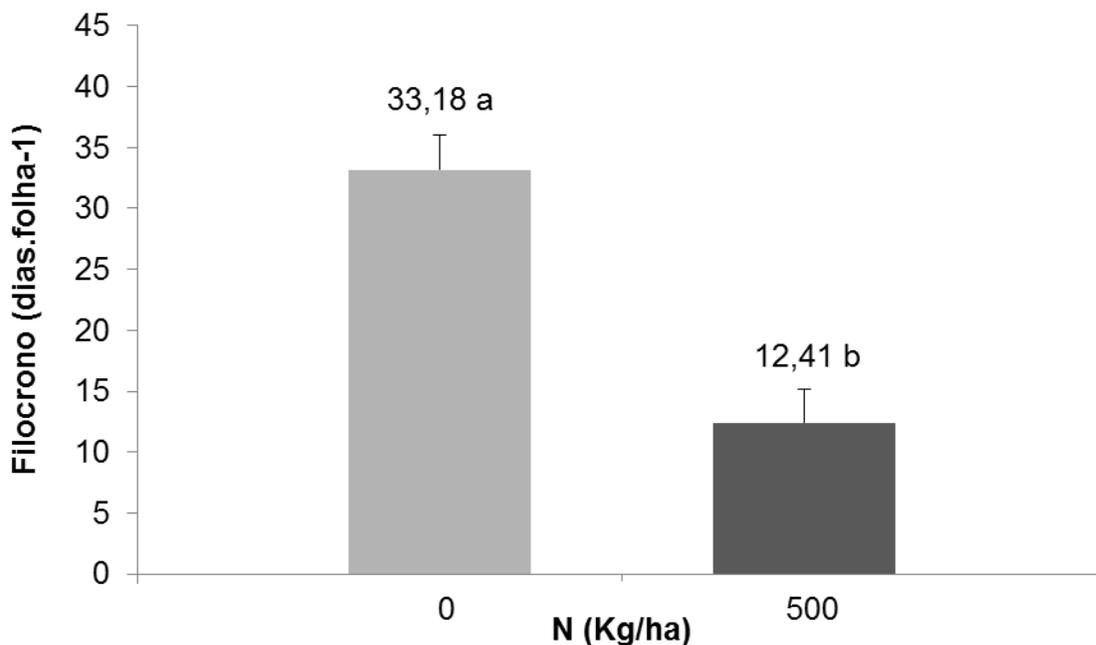
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 16 A – Taxa de aparecimento de folhas (folhas/perfilho.dia) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 16 B – Taxa de aparecimento de folhas (folhas/perfilho.dia) em capim Tanzânia, submetido a distintas severidades de desfolhação



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 17 – Filocrono (dias/folha) em capim Tanzânia submetido a níveis de fertilidade contrastantes

Inúmeros fatores atuam na expressão fenotípica do aparecimento de folhas, sendo umas das principais causas a temperatura. O filocrono permanece relativamente estável quando expresso em graus dias; 110° para *Lolium perene* (DAVIES; TOMAS, 1983) e 230° para *Dactylis glomerata* (DURU et al., 1993). Esta linearidade entre o aparecimento de folhas e temperatura foi questionada por Sbrissia (2004) embasando sua argumentação no fato que outros fatores (disponibilidade de água, luz e nutrientes) poderiam interferir no aparecimento de folhas, e por conseqüência, no filocrono.

Existem relatos de que a adubação nitrogenada causa pequeno efeito sobre o aparecimento de folhas (LEMAIRE, 1988; CRUZ; BOVAL, 2000). Pesquisas realizadas no Brasil em casa de vegetação demonstraram efeito significativo da adubação nitrogenada sobre a taxa de aparecimento de folhas em capim Mombaça (GARCEZ NETO et al., 2002) e capim Marandu (ALEXANDRINO et al., 2000). Paiva (2009) encontrou maiores taxas de aparecimento de folhas em perfilhos mais jovens. Pereira (2009) avaliando repostas morfogênicas do capim Marandu sob diferentes níveis de

adubação nitrogenada em pastejo contínuo encontrou aumento na taxa de aparecimento de folhas a medida que há um aumento do nível de adubação nitrogenada.

O comprimento da bainha foliar também exerce efeito na taxa de aparecimento de folhas, sendo que a taxa de aparecimento de folhas tende a diminuir durante o processo de crescimento das plantas (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Outra explicação para este fato é que a taxa de iniciação de folhas no meristema apical permanece constante em função da temperatura mas com o aumento do comprimento das bainhas de folhas sucessivas há maior demora do surgimento das folhas acima do cartucho (NABINGER; PONTES, 2001). Como o comprimento da haste (colmo + pseudocolmo) nos tratamentos que apresentavam resíduo inferior foi menor (Figura 19B) este fator pode explicar a maior taxa de aparecimento de folhas em relação aos demais (Figura 16 B). Esta argumentação também é embasada na afirmação de Duru, Ducrocq e Feuilllerac (1999) na qual o intervalo de aparecimento de duas folhas sucessivas, quando condições climáticas e suprimento de nitrogênio não são limitantes, depende do comprimento da bainha da folha anterior, o qual, por sua vez, depende da altura de desfolhação.

A taxa de alongamento de folhas (TAIF) variou em função da severidade de desfolhação, do nível de fertilidade e da interação entre a severidade de desfolhação e nível de fertilidade. O tratamento adubado e com menor altura de resíduo (A20) apresentou taxas de alongamento foliar superiores aos demais tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 - Taxa de alongamento de folhas (cm/perfilho.dia) em capim Tanzânia submetido a distintas intensidades de desfolhação e níveis de fertilidade contrastantes

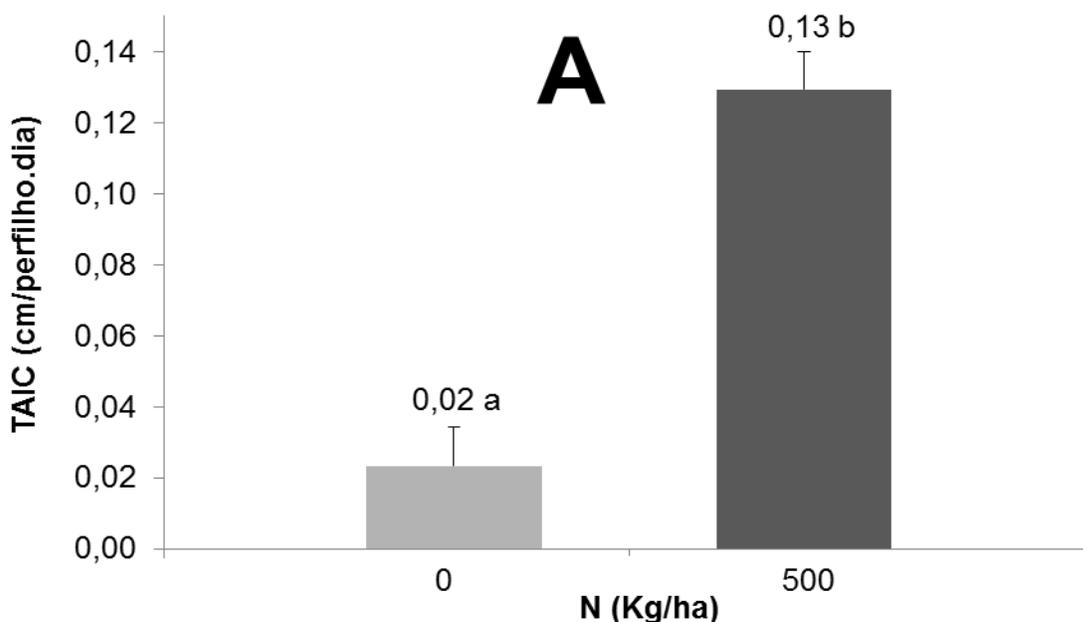
N (Kg/ha)	Altura pós-pastejo (cm)		
	20	30	50
0	2,14 Aa (0,263)	2,22 Aa (0,231)	1,98 Aa (0,231)
500	6,38 Ba (0,231)	5,28 Bb (0,231)	4,80 Bb (0,231)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si (P>0,05). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O alongamento foliar resulta da produção de células a partir da zona de crescimento (zonas de divisão, alongamento e maturação de células) da folha. Devido ao fato do nitrogênio aumentar a produção de citocinina (MARSCNER, 1995) um incremento do alongamento foliar é esperado como resposta a adubação nitrogenada.

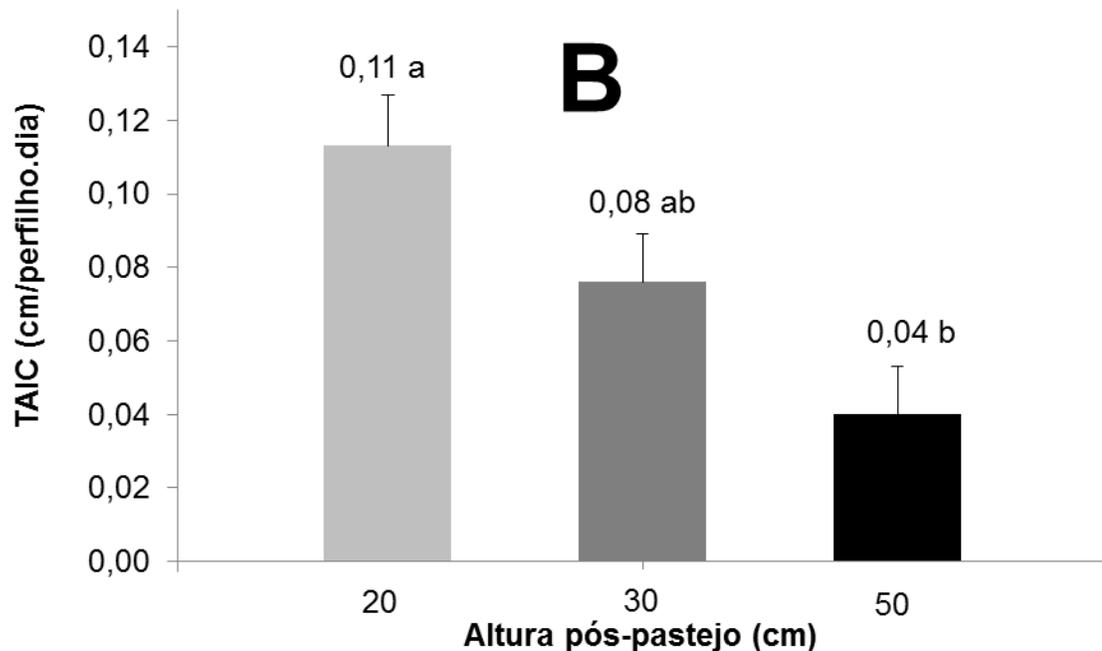
Vários autores relataram aumentos das taxas de aparecimento de folhas com o aumento do nível de adubação nitrogenada (GASTAI; NELSON, 1994; LEMAIRE, CHAPMAN, 1996, ALEXANDRINO et al., 2000; GARCEZ NETO et al., 2002; PAIVA, 2009; PEREIRA, 2009). Paiva (2009) ressalta que esta diferença é mais nítida em perfilhos mais jovens e que estes perfilhos apresentam maiores valores desta característica morfológica quando comparado a perfilhos velhos.

Houve variação na taxa de alongamento de colmos (TAIC). As causas de variação foram o nível de fertilidade e a altura do resíduo. Esta taxa apresentou os maiores valores nos tratamentos adubados em relação aos não adubados (Figura 18 A). Quanto à severidade de desfolhação, tratamentos com maior severidade de desfolhação (resíduo pós pastejo de 20 cm) apresentou taxas de alongamento de colmo superiores aos tratamentos mais altos (resíduo pós pastejo de 50 cm) (Figura 18 B).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

Figura 18 A – Taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 18 B – Taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia) em capim Tanzânia, submetido a distintas severidades de desfolhação

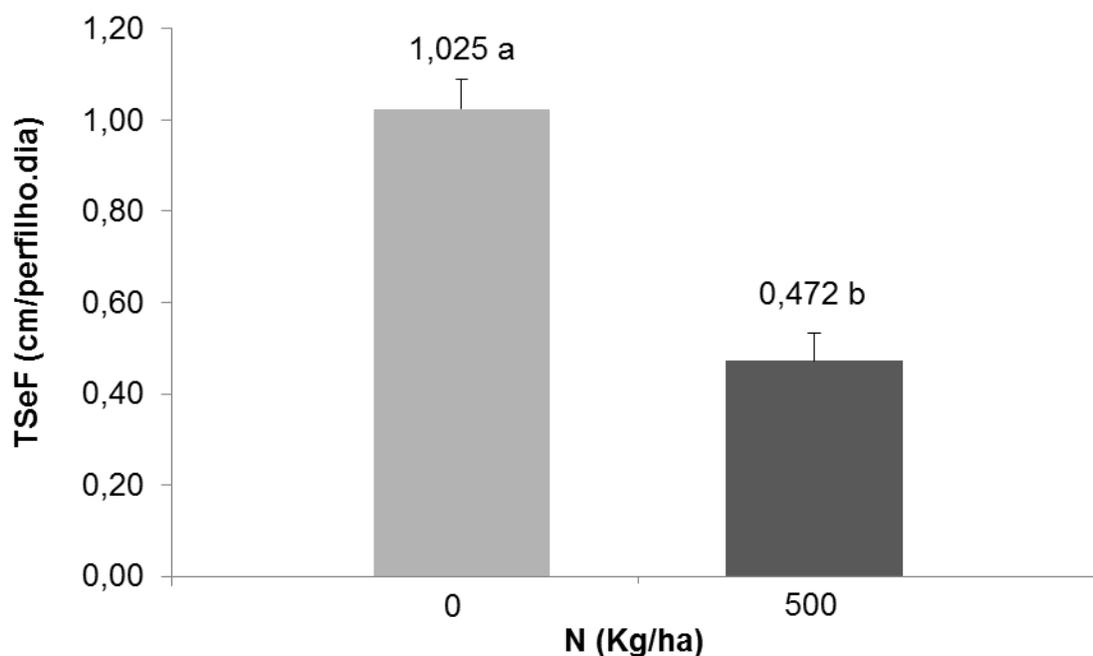
Nos tratamentos adubados houve maiores taxas de alongamento de colmo, fato que condiz com a literatura visto que esta característica morfogênica geralmente tem correlação positiva com a massa e o acúmulo de forragem (BARBOSA et al., 2007; CARNEVALLI et al., 2006).

No entanto estratégias de manejo do pastejo, com frequências e severidades de desfolhação contrastantes, podem alterar as taxas de alongamento de colmo por interferirem na quantidade e qualidade da luz que atravessa o dossel forrageiro. Pereira (2009) não encontrou efeito da adubação nitrogenada sobre a taxa de alongamento de colmos. Esta autora trabalhou com avaliação de perfilhos marcados por meio de linhas transectas na pastagem.

A literatura sobre taxa de alongamento de colmos apresenta resultados discrepantes visto que esta característica é extremamente influenciada pela quantidade e qualidade de luz no interior do dossel forrageiro (DA SILVA, 2009). Paiva (2009), trabalhando na mesma área e com os mesmos tratamentos utilizados por Pereira (2009), encontrou aumento da taxa de alongamento de colmos causado pela adubação

nitrogenada. A variação nesta característica morfogênica foi atribuída à maior densidade populacional de perfilho no local de avaliação que gerou competição intraespecífica por luz induzindo a variação na taxa de alongamento de colmos. A maior densidade populacional de perfilhos foi devido à metodologia utilizada onde um anel de PVC demarcou uma área onde era estudada o aparecimento e morte de perfilhos; impondo tal área à grande manipulação e aumento da disponibilidade de luz na base da touceira.

A taxa de senescência das folhas (TSeF) variou em função apenas do nível de fertilidade. Tratamentos adubados apresentaram menores taxas de senescência que os não adubados (Figura 19)



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

Figura 19 – Taxa de senescência de folhas (cm/perfilho.dia) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes

Senescência é um processo do crescimento vegetal no qual macromoléculas são decompostas e os produtos solúveis gerados são translocados para outra parte da planta que apresenta grande demanda destes nutrientes (drenos) (TAIZ; ZEIGER, 2009). Este processo pode ser induzido quando as folhas são mantidas no escuro e é aumentado quando as folhas são desfolhadas. Diversos autores mostram que a medida

que a planta entra em competição por luz, quando a interceptação luminosa do dossel ultrapassa 95% da radiação incidente, há um incremento nas taxas de senescência (HODGSON, 1990; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; CARNEVALLI, 2003; BARBERO, 2011).

Outro fator de influência preponderante sobre o controle da senescência é a citocinina, que é um hormônio vegetal produzido principalmente nas zonas apicais de crescimento radicular das plantas. A citocinina é transportada para a parte aérea da planta através do xilema e distribuída pelo fluxo de transpiração, sendo direcionada preferencialmente para folhas maduras. Nas folhas este hormônio é rapidamente metabolizado e o contínuo suprimento do sistema radicular é requerido para a prevenção da senescência (MARSCHNER, 1995). Fato que deve ser considerado é que a senescência de órgãos vegetais pode ser inibida quase totalmente quando há um incremento de citocinina hormônio vegetal que tem sua produção aumentada pelo aporte de nitrogênio (MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2009).

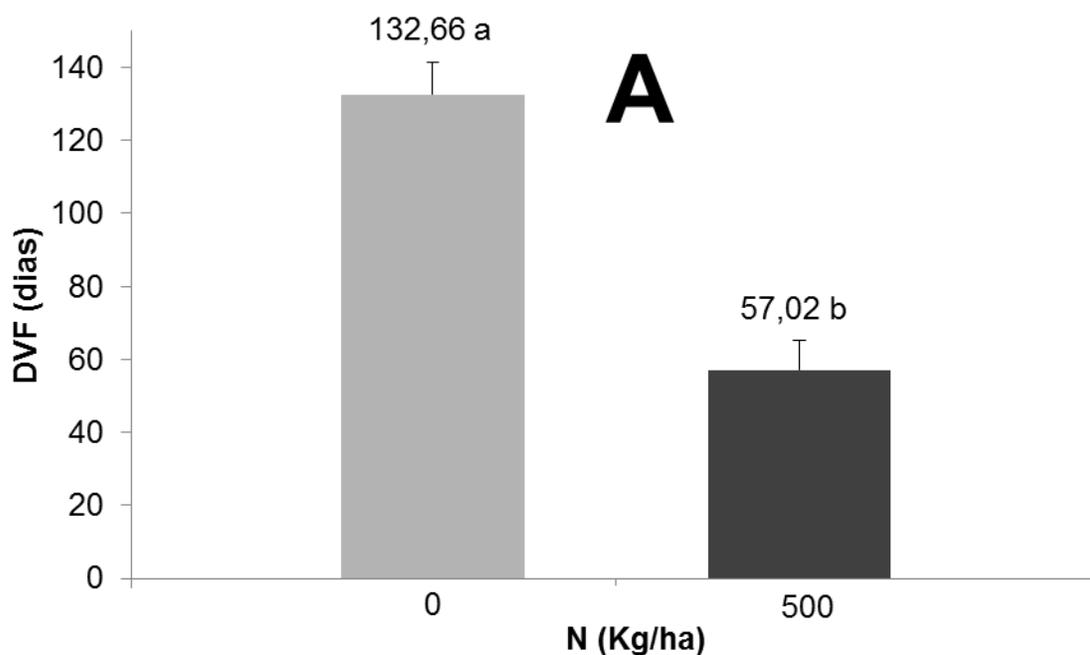
No presente experimento as reduções na taxa de senescência nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada podem resultar da combinação deste fator com o rígido controle do ponto de entrada (entrada efetuada com no máximo 95% de I.L.) que reduziu o alto-sombreamento (competição intraespecífica por luz).

A senescência foliar, quando correlacionada com adubação nitrogenada, é um fator que deve ser tratado com muita atenção. Raros são os trabalhos na literatura que contemplam diferentes níveis de adubação nitrogenada correlacionada à averiguação da disponibilidade de luz no dossel forrageiro. Nos trabalhos de Paiva (2009) e Pereira (2009) houve um aumento da taxa de senescência nos tratamentos em que se empregou maiores doses de adubação nitrogenada. Mesquita (2008) trabalhando na mesma área que os dois autores anteriores e seguindo o mesmo protocolo experimental, quanto a níveis de adubação, altura do dossel forrageiro e método de desfolhação, obteve uma I.L. média de 98,3 % com valores variando entre 96,6 e 99,1 % de I.L. Nestas condições os perfilhos estavam em competição intraespecífica por luz. Além desse fato com maiores taxas de crescimento devido às adubações era natural esperar maiores taxas de senescência de folhas caso as plantas estivessem no mesmo estado fenológico.

A senescência foliar também pode ser induzida por stress hídrico e alta luminosidade combinada a deficiências de zinco, magnésio e potássio. Este tipo de senescência prematura é causada não pela redução do aporte de citocinina mas pelo incremento de espécies tóxicas de oxigênio e fotooxidação dos pigmentos do cloroplasto (MARSCHNER, 1995).

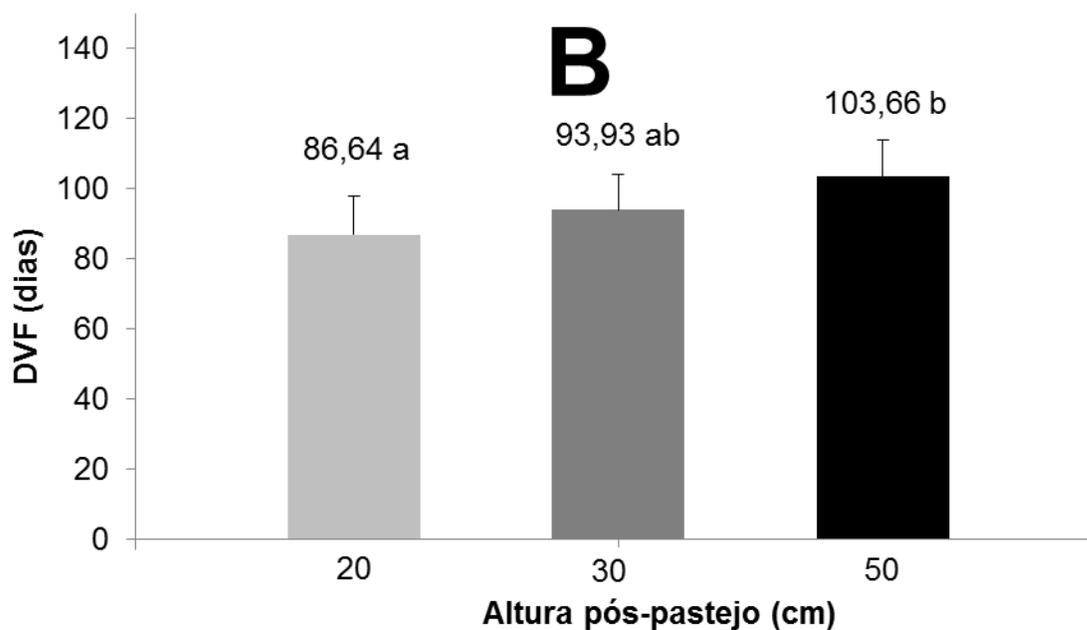
Um fato importante a ser ressaltado é que a metodologia empregada para avaliação da senescência ($TSeF = \text{somatório redução do comprimento do limbo foliar verde} / n^{\circ} \text{ de perfilhos} \cdot \text{período de avaliação (cm/perfilho.dia)}$) acaba contemplando perfilhos em diferentes estágios fisiológicos visto que o número de folhas por perfilho não é contemplado. Como a duração de vida das folhas ($DVF = \text{número de folhas vivas} \times \text{filocrono}$) contempla o número de folhas por perfilho, as metodologias estabelecidas resultam na independência destes dois valores. Era esperado que uma maior duração de vida das folhas fosse correlacionada com os tratamentos que apresentassem as menores taxas de senescência, mas como os tratamentos alteraram o número de folhas vivas por perfilho estas características não puderam ser comparadas visto que os perfilhos se encontravam em diferentes estágios fenológicos.

Houve variação para duração de vida da folha (DVF). Tratamentos adubados apresentaram valores menores que os não adubados (Figura 20 A). Tratamentos com o menor resíduo (20 cm) apresentaram valores menores que os tratamentos com maior resíduo (50 cm) (Figura 20 B). Esses resultados suportam os observados com relação à TApF uma vez que maiores TApF podem resultar em menor DVF.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 20 A – Duração de vida das folhas (dias) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 20 B – Duração de vida das folhas (dias) em capim Tanzânia, submetido a distintas severidades de desfolhação

O número de folhas vivas por perfilho é apontado como uma constante genotípica, ou seja, uma característica bastante estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais (NABINGER; PONTES, 2001). Numa situação em que se aumenta o aparecimento de folhas é esperada uma redução proporcional na duração de vida das mesmas. Este fato é contemplado pela utilização do filocrono no cálculo da duração de vida das folhas. Vários trabalhos demonstram uma redução da duração de vida da folha como efeito da adubação nitrogenada (PEREIRA, 2009, MARTUSCELLO et al., 2005). Em contrapartida, Gastal e Lemaire (1988) encontraram efeito positivo da adubação nitrogenada sobre esta característica morfogenética e Paiva (2009) não encontrou efeito de adubação nesta característica avaliada.

A duração de vida das folhas foi calculada segundo metodologia descrita por Lemaire e Agnusdei (2000) ($DVF = \text{número de folhas vivas} \times \text{filocrono (dias)}$). Em decorrência da metodologia utilizada os tratamentos que apresentavam menor altura de resíduo (20 cm) apresentaram menor número de folhas vivas e em decorrência deste fato, menor duração de folhas.

Garcez Neto et al. (2002) encontraram aumento da duração de vida da folha como efeito da adubação nitrogenada. O resultado destes autores foi obtido utilizando pequenas dosagens de nitrogênio e a duração de vida da folha representava o espaço de tempo entre o aparecimento foliar e o primeiro sintoma de senescência. Os resultados do experimento descrito acima, juntamente com os obtidos neste trabalho mostram que a duração de vida da folha pode ser aumentada pela adubação nitrogenada quando a planta dispõe de teores reduzidos de nitrogênio. Este fato é conseqüente da necessidade da planta de mobilizar nutrientes das folhas maduras para as regiões dreno (folhas em expansão) para manutenção do crescimento.

Diversos trabalhos na literatura mostram um aumento do comprimento final das folhas com a utilização da adubação nitrogenada (PEREIRA, 2009; MARTUSCELLO et al., 2005; ALEXANDRINO et al., 2004).

Os tratamentos não causaram variação no comprimento final das folhas (CFF) sendo que o tamanho médio foi de 35 centímetros. Este fato pode ser decorrente da metodologia utilizada na qual o comprimento final da folha é calculado baseado apenas no número de folhas intactas. Como os tratamentos adubados apresentavam menor

intervalo entre pastejos (Capítulo 5, Figura 1A), a frequência de desfolhação impunha grande número de folhas decapitadas em estratos superiores e como as primeiras são menores em relação à folhas de posição intermediária no perfilho (HODGSON, 1990) o comprimento final das folhas foi prejudicado nos tratamentos adubados.

As características estruturais número de folhas vivas (NFV) e número de folhas expandidas (NFE) variaram em função da severidade de desfolhação. Para ambas características as menores alturas de resíduo pós pastejo apresentaram valores menores (Tabela 5).

Tabela 5 - Número de folhas vivas (NFV) e número de folhas expandidas (NFE) em capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação

	Altura pós-pastejo (cm)		
	20	30	50
NFV	3,80 a (0,111)	4,43 b (0,104)	5,08 c (0,104)
NFE	2,43 a (0,120)	3,08 b (0,231)	3,68 c (0,231)

Número de folhas vivas (NFV) e número de folhas expandidas (NFE) seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Como descrito anteriormente, o número de folhas vivas por perfilho é apontado como uma característica bastante estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais (NABINGER; PONTES, 2001) para a mesma espécie. No entanto em situações em que a planta está submetida a desfolhações ou frequências de corte, esta característica pode variar, pois os perfilhos podem estar em diferentes estágios morfológicos. Devido a este fato, resultados divergentes são encontrados na literatura. Alguns autores (PAIVA, 2009; MARTUSCELLO, 2005) não encontraram efeito da adubação nitrogenada sobre o número de folhas vivas por perfilho; Pereira (2009), também trabalhando com pastejo contínuo observou redução do número de folhas vivas com utilização da adubação nitrogenada e outros autores encontraram aumento do número de folhas vivas como resultado deste mesmo fator (MARTUSCELLO et al., 2005; GARCEZ NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2004).

Os dados obtidos neste experimento corroboram com Barbero (2011) o qual trabalhando com pastejo intermitente e diferentes alturas de resíduo pós pastejo obteve, para os tratamentos com menor altura de resíduo e pastejados com 95% de I.L., uma redução no número de folhas vivas por perfilho. Garcez Neto et al. (2002) também encontraram aumento no número de folhas vivas por perfilho em função da maior altura de resíduo.

Tanto o número de folhas em expansão (NFEx) e quanto o número de folhas senescentes (NFSe) variaram em função do nível de fertilidade. Tratamentos adubados apresentaram maiores valores de número de folhas em expansão e menores valores quanto ao número de folhas senescentes (Tabela 6)

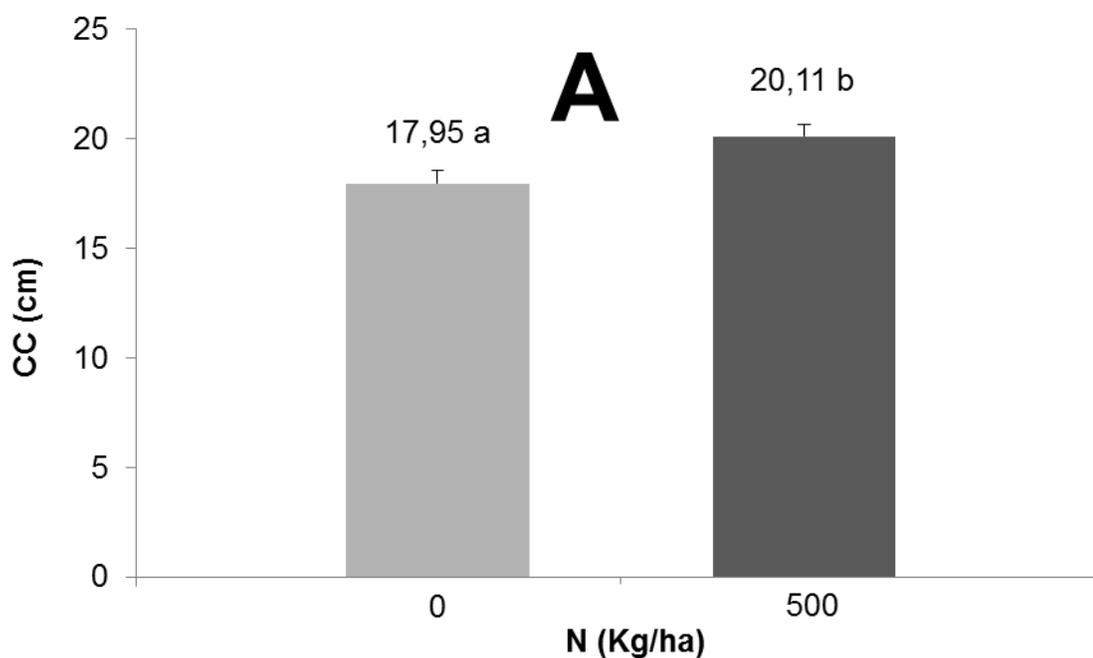
Tabela 6 - Número de folhas em expansão (NFEx) e número de folhas senescentes (NFSe) em capim Tanzânia submetido a distintas intensidades de desfolha e níveis de fertilidade contrastantes, em função dos níveis de fertilidade

	N (Kg/ha)	
	0	500
NFEx	1,13 a (0,15)	1,23 b (0,013)
NFSe	0,24 a (0,017)	0,12 b (0,016)

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

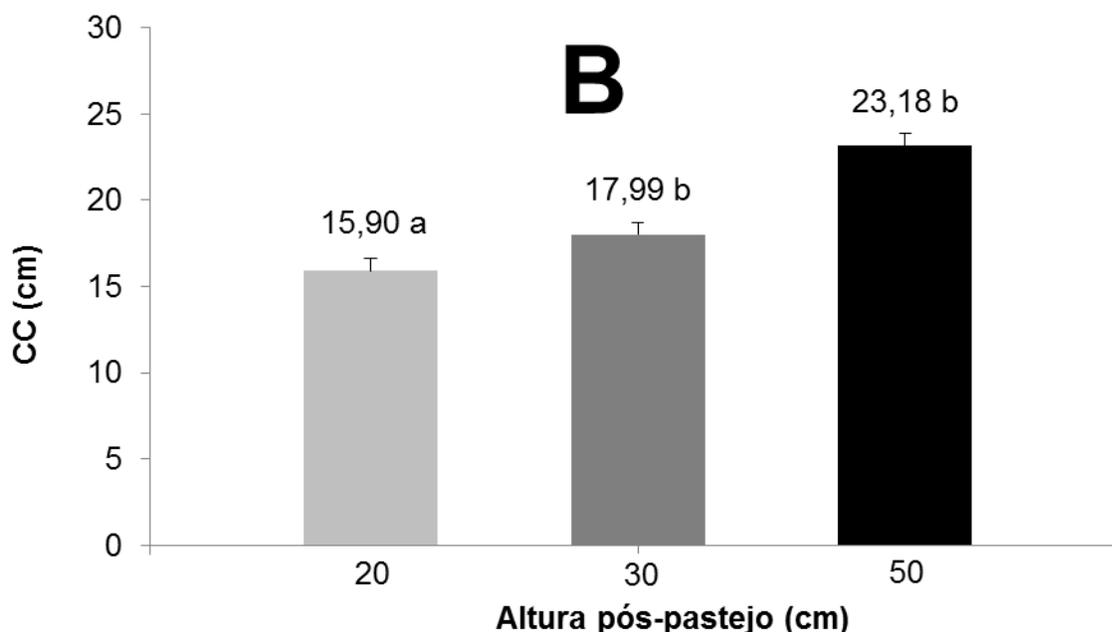
De acordo com os aspectos discutidos quanto às taxas de senescência de folhas e do efeito do nitrogênio sobre o aparecimento de folhas, era esperado um aumento no número de folhas em expansão e uma redução do número de folhas senescentes em função da adubação nitrogenada. A redução do número de folhas em senescência neste experimento foi atribuída a adubação nitrogenada combinada ao rígido controle efetuado para que não houvesse competição intraespecífica por luz (de modo que o dossel não ultrapassa-se 95% de I.L.). Paiva (2009) encontrou resultado inverso, em relação ao aumento do número de folhas senescentes em função do aumento da adubação nitrogenada, no entanto é válido ressaltar novamente que nesta área de pesquisa a interceptação luminosa média do dossel forrageiro foi de 98,3 %, fato que submeteu a planta à competição intraespecífica por luz.

O comprimento do colmo (CC) sofreu variação em função do nível de fertilidade e da severidade de desfolhação. Tratamentos adubados apresentaram maiores valores que os tratamentos não adubados (Figura 21 A). Nos tratamentos em que o resíduo era mantido na maior altura (50 cm) os valores de comprimento de colmo foram superiores aos demais tratamentos (Figura 21 B).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

Figura 19 A – Comprimento do colmo (cm) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

Figura 19 B – Comprimento do colmo (cm) em capim Tanzânia, submetido a distintas severidades de desfolhação

Assim como nos resultados obtidos neste experimento Paiva (2009) também encontrou aumento no comprimento de colmo em função da adubação nitrogenada. Este aumento do comprimento de colmo, apesar de ser significativo numericamente pode não ter diferença biológica devido à pequena magnitude da diferença (dois centímetros).

Outro aspecto a ser abordado é que as taxas de alongamento de colmos nos tratamentos adubados foram 0,11 cm/dia superiores aos tratamentos não adubados. Considerando um período de 180 dias, o colmo dos tratamentos adubados teria um acréscimo de 19,8 cm. Como a diferença de comprimento de colmos obtida foi de apenas dois centímetros é obvio concluir que estes foram pastejados. Os dados apresentados por Trindade et al. (2007) demonstram que mesmo em tratamentos bem manejados e com desfolhas freqüentes o componente colmo representa ao menos 15% da forragem consumida pelo animal, evidenciando que, além do valor absoluto, as características apresentadas por este componente são fundamentais para determinação da influência deste componente sobre a produção animal.

Zeferino (2006), assim como os resultados obtidos neste experimento, encontrou maior comprimento médio de colmo em tratamentos com maiores resíduos. Este fato era esperado pois reflete as diferentes alturas pós pastejo impostas como tratamentos.

4.4 Conclusões

A severidade de desfolhação e a adubação nitrogenada alteram fortemente a morfogênese do capim Tanzânia.

Os resultados obtidos neste experimento, em especial os expressivos valores de taxa de aparecimento de folhas, taxas de alongamento de folhas e taxa de senescência foliar nos tratamentos adubados e com menores alturas de resíduo pós pastejo indicam a possibilidade de melhoria de eficiência do manejo do pastejo e da produtividade animal em pastagens com a associação destes dois fatores (alta fertilidade de solo e alta severidade de desfolhação).

A adubação nitrogenada combinada a maior severidade de desfolhação provocou alterações positivas nas características morfológicas (acréscimos nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas e redução na taxa de senescência de folhas) e estruturais (aumento do número de folhas em expansão). Essas respostas ao manejo da fertilidade e intensidade de pastejo podem gerar ganhos em produtividade animal caso a elevação na taxa de alongamento de colmos, obtida nestes tratamentos, não prejudique em demasia o desempenho animal.

Referências

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; MOSQUIM, P.R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, D.P. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

ALMEIDA, P.C. **Respostas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia à associações entre adubação e severidade de desfolha.** 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

BARBERO, L.M. **Respostas morfológicas e características estruturais do capim mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 2011. 112 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 149 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publ., 2000. p. 151-168.

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia da produção animal em pastagens e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2007, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: Editora Suprema, 2007. p. 1-48.

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, 2000a.

_____. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, p. 635-643, 2000b.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". **Base de dados da estação meteorológica convencional – 1917 a 2009**. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/postocon.html>>. Acesso em: 30 jul. 2011.

FRICKE, W.; McDONALD, A.J.S.; MATTSON-DJOS, L. Why do leaves and cells leaf of N-limited barley elongate at reduced rates? **Planta**, Heidelberg, v. 202, p. 522-530, 1997.

GARCEZ NETO, A.F.G.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

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

GILDERSLEEVE, R.R.; OCUMPAUGH, W.R.; QUESENBERRY, K.H.; MOORE, J.E.; Mobgrazing morphologically different *Aeschynomene* species. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 21, n. 3, p. 123-132, 1987.

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

LARA, M.A.S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria* spp. às variações estacionais da temperatura do ar e foto período**. 2007. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Curitiba: Wallingford: CAB International, 2000. p. 265-288.

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

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

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P.M.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; CUNHA, D.N.F.V.; MOREIRA, L.M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1475-1582, 2005.

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

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

PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**. 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1998. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

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

SCHNYDER, R.H.; SCHÄUFELE, R.; VISSER, R.; NELSON, J.C. An integrated view of c and n uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 41-60.

SUPLICK, M.R.; READ, J.C.; MATUSON, M.A.; JOHNSON, J.P. Switchgrass leaf appearance and lamina extension rates in response to fertilizer nitrogen. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 25, n. 10, p. 2115-2127, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.D.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.D.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 883-890, 2007.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Philadelphia, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.

ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A Rich) cv Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2006. 194 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

5 DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS E ACÚMULO DE FORRAGEM EM CAPIM TANZÂNIA SUBMETIDO A DISTINTAS SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO.

Resumo

As alterações nas características morfogênicas e estruturais das plantas forrageiras, resultantes de modificações no nível de fertilidade e no manejo de desfolhação podem, podem modificar o acúmulo de forragem e a produtividade animal do sistema de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de forragem e o intervalo entre pastejos do capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes. Os tratamentos corresponderam a combinações entre três alturas de resíduo pós pastejo (20, 30 e 50 cm) e dos níveis de fertilidade de solo (sem adubação e com adubação equivalente a 500, 300 e 150 Kg/ha de nitrogênio, K₂O e P₂O₅ respectivamente), totalizando seis tratamentos sendo que cada tratamento contou com cinco repetições dispostas em blocos totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental correspondia a um piquete de 400 m². O pastejo foi efetuado quando o dossel forrageiro interceptava 95% da luz incidente. Foram avaliados o intervalo entre pastejos, a densidade populacional de perfilhos, o acúmulo total e o acúmulo líquido de forragem. O intervalo entre pastejos foi menor nos tratamentos adubados em relação aos não adubados. Tratamentos com resíduos pós pastejo mais altos apresentaram menores intervalos de pastejo. A densidade populacional de perfilhos não variou em função dos tratamentos adotados. O acúmulo total de forragem foi maior nos tratamentos adubados. Tratamentos que apresentaram menor resíduo demonstraram maior acúmulo total de forragem. Não houve diferença no acúmulo líquido de forragem entre os tratamentos não adubados. Maiores respostas em acúmulo líquido de forragem foram obtidas quando a adubação foi combinada a desfolhações mais severas.

Palavras-chave: Densidade populacional de perfilhos; Acúmulo de forragem; *Panicum maximum*; Nitrogênio

Abstract

Morphogenetic and structural characteristics can be modified by fertilization and grazing management. These variables are determinant to pasture net accumulation, forage quality and forage utilization, and so have strong influence over animal productivity. The aim of this study was to evaluate forage net accumulation and grazing interval of Tanzania guinea grass pastures under contrasting defoliation severities and fertilization rates. The six treatments evaluated were factorial combinations between three post grazing heights (20, 30 e 50 cm) and two fertilization rates (unfertilized and fertilized with 500, 300 and 150 kg/ha of nitrogen, K₂O e P₂O₅ respectively), arranged in five completed blocks, totaling 30 paddocks (experimental units) of 400 m² each. 25 beef cattle animals were introduced into paddocks to graze every time sward reached 95% of light interception. Evaluated responses were grazing intervals, tiller population density

and forage total and net accumulation. Grazing intervals decreased with fertilization and also were shorter in the higher post grazing heights. Tiller population densities did not varied in response to the treatments. Forage net accumulation was higher in the fertilized pastures and, between them, in the lower post grazing heights. There was no difference for forage net accumulation due to post grazing height when only the unfertilized pastures are considered. Higher forage net accumulations were obtained with the association between fertilization and higher grazing intensity.

Keywords: Tiller population density; Forage net acumulation; *Panicum maximum*; Nitrogen

5.1 Introdução

Devido à preferência dos animais por folhas em relação a hastes e material senescido, o material vegetal residual apresenta baixa proporção de folhas, sendo que estas se encontram em idade avançada. Com uma área foliar reduzida e de baixa eficiência fotossintética, a fotossíntese bruta do dossel no início do período de rebrota limita a velocidade de crescimento de novos tecidos e a taxa de acúmulo de forragem (crescimento – morte/senescência). Após o surgimento de novas folhas (de elevada eficiência fotossintética) e com taxas de respiração e senescência ainda pequenas, o balanço entre assimilação e consumo de carbono pelo dossel se torna cada vez mais positivo, permitindo que o crescimento e o acúmulo aumentem de forma exponencial.

O envelhecimento das primeiras folhas surgidas, a interceptação de praticamente toda a luz incidente no dossel e o sombreamento parcial das folhas mais baixas, determinam estabilização da fotossíntese líquida (fotossíntese bruta – respiração), e intensificam o processo de senescência de folhas. Com isso a massa de forragem passa a aumentar de forma decrescente, tendendo a ficar constante ao longo do tempo, como resposta à estabilização do crescimento e à redução do acúmulo líquido de forragem.

Levando em consideração o processo de acúmulo de forragem descrito, o manejo do pastejo deve visar, através do controle do regime de desfolhação (frequência e severidade), elevado acúmulo de folhas, com reduzidas perdas por senescência, maximizando o produto das eficiências de crescimento, utilização e conversão, desde que garantida a perenidade da pastagem (BROUGHAM, 1956, 1958; PARSONS et al.,

1983; PARSONS; JOHNSON; HARVEY, 1988; PARSONS; JOHNSON; WILLIAMS, 1988; DA SILVA; PEDREIRA, 1997; GOMIDE; GOMIDE, 1999; SBRISSIA et al., 2009).

Após o corte de uma pastagem, seja este mecânico ou por animais em pastejo, o aumento da massa de forragem por unidade de área ao longo do tempo pode ser descrito graficamente por uma curva de formato sigmoide, onde se observam três fases distintas: uma fase inicial de baixa inclinação, como resultado de taxas acúmulo discretas porém crescentes, uma fase intermediária de inclinação máxima, resultante de elevadas taxas de acúmulo de forragem, e uma fase final, também com inclinação mais baixa, resultante de taxas de acúmulo decrescentes.

A duração do período inicial em que o acúmulo de forragem é lento é maior quanto maior a severidade da desfolhação, ou seja, quanto maior for a remoção de área foliar da pastagem através do corte. Desta forma, pastejos mais freqüentes poderiam ser efetuados quando são feitas desfolhações mais lenientes, com manutenção de maior IAF residual (BROUGHAM, 1956, 1958).

A elevada remoção de área foliar pelo pastejo poderia provocar também um atraso no início do processo de senescência durante a rebrota subsequente, o que proporcionaria elevação da taxa de acúmulo média ao longo do ciclo. Alguns trabalhos têm mostrado que em situações de desfolhações muito lenientes o efeito de retardamento da senescência mencionado não ocorre, fato que, em associação com a inevitável remoção de folhas mais jovens, contribuiria para uma redução da taxa de acúmulo média do ciclo (PARSONS; JOHNSON; HARVEY, 1988; SBRISSIA et al., 2009).

Assim, em sistemas de pastejo intermitente, a severidade da desfolhação (proporção da área foliar removida) deveria ser tal que permitisse maior taxa de acúmulo média durante todo o ciclo, considerando seus efeitos sobre velocidade inicial de rebrota e atraso no processo de senescência, além do seu efeito sobre as eficiências de utilização e conversão da forragem produzida (PARSONS; JOHNSON; HARVEY, 1988; SBRISSIA et al., 2009).

O outro extremo da curva de crescimento da pastagem, fase em que os acréscimos na massa total de forragem são decrescentes, devido á estabilização da fotossíntese líquida e o aumento das taxas de senescência, percebe-se que não

haveria vantagem em permitir o prolongamento indefinido da rebrota, uma vez que isso resultaria em reduções da taxa de acúmulo média. Em pastagens tropicais, apesar da continuidade do acúmulo de forragem por um período maior, este momento seria marcado por uma queda acentuada na qualidade da forragem, devido à intensificação do processo de alongamento de colmos. A presença de colmos no dossel forrageiro pode dificultar o consumo de forragem, proporcionando queda do seu valor nutritivo e dificultando o cumprimento das metas de uniformidade do pastejo e índice de área foliar remanescente (PARSONS; PENNING; 1988; CORSI, 1994; CARNEVALLI, 2003; DA SILVA, 2004).

O aumento dos processos de senescência e alongamento de colmos, e a redução nas taxas de acúmulo de forragem (sobretudo de folhas), característicos do final da curva de crescimento, ocorrem como resposta às alterações no ambiente luminoso no interior do dossel. Acredita-se que essas mudanças nos processos fisiológicos das plantas forrageiras aconteçam com maior intensidade a partir do momento em que o dossel intercepta 95% da luz incidente, sendo este o índice de área foliar considerado crítico para interrupção da rebrota do pasto (PARSONS; JOHNSON; WILLIAMS, 1988; CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2004; DA SILVA, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o intervalo entre pastejos e o acúmulo de forragem em pastos de capim Tanzânia manejados sob lotação intermitente, severidades de desfolhação distintas e níveis de fertilidade contrastantes.

5.2 Material e métodos

As avaliações relativas a intervalo entre pastejos, densidade populacional de perfilhos, acúmulo total de forragem e acúmulo líquido de forragem seguiram os mesmos tratamentos que as avaliações de morfogênese. Desta maneira maiores informações sobre a metodologia utilizada foram previamente descritas no capítulo 4, nos itens 4.2.1 até 4.2.7.

5.2.1 Avaliação do intervalo entre pastejos

O período de tempo decorrido entre dois pastejos sucessivos foi designado como intervalo entre pastejos (IP). Este valor teve como referência a data de entrada do grupo de animais que realizava a desfolhação em cada unidade experimental.

O intervalo entre desfolhações da unidade experimental foi calculado através da média simples dos intervalos entre desfolhações ocorridos ao longo do período de avaliação.

5.2.2 Avaliação da densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi determinada ao final do período experimental através da contagem do número de perfilhos vivos presentes dentro de uma moldura que foi colocada em local que representasse a condição média do dossel forrageiro. Em cada unidade experimental foi efetuada duas medidas o que totalizou uma área de 0,6 m² amostrados por piquete. As contagens foram realizadas no mês de Abril na condição de pré-pastejo sendo possível realizar essas determinações em praticamente todas as unidades experimentais dos tratamentos adubados. Nos tratamentos não adubados, devido longos períodos de duração dos ciclos de rebrotação, as avaliações não foram efetuadas em todas as unidades experimentais porque os mesmos não atingiram condição de pré pastejo. Esse fato reduziu o número de observações obtidas nesses tratamentos.

A densidade populacional de perfilhos foi obtida pela média dos valores de cada amostragem a partir da qual foi calculada a média dos tratamentos.

5.2.3 Estimativa do acúmulo de forragem

Ao final de cada ciclo de rebrotação os 15 perfilhos avaliados eram coletados procedendo em seguida a separação dos componentes folhas, hastes e material morto. O tamanho de todas as folhas e hastes (colmo + pseudocolmo) era aferido e em seguida, todas as amostras eram levadas a estufa de circulação forçada a 65° C até que a massa fosse constante. A partir destes valores de comprimento e massa dos

componentes morfológicos foi calculado um fator massa/comprimento (gramas/centímetro) para cada tratamento. Estes fatores de conversão multiplicados pela densidade populacional de perfilhos e pelos dados de alongamento de folhas, alongamento de colmos e senescência transformou para o formato de kilogramas de matéria seca/hectare. Desta maneira as taxas de alongamento (cm/perfilho) foram transformadas em taxas de crescimento (Kg/ha).

Os cálculos de acúmulo total de forragem (AcT) e do acúmulo líquido de forragem (AcL) foram efetuados utilizando a densidade populacional média de perfilhos de todos os tratamentos visto que não houve diferença entre os valores obtidos (Tabela 1 descrita no item 5.3).

A taxa de crescimento total da pastagem em cada tratamento foi igual ao somatório das taxas de crescimento de folhas e colmos enquanto o acúmulo líquido de forragem foi calculado pela diferença entre a taxa de crescimento total de forragem e a taxa de senescência.

Em fevereiro de 2010 houve um incêndio na sede do Projeto CAPIM, na Fazenda Areão, motivado por descargas elétricas na rede que ocasionou a perda das amostras de matéria seca obtidas até então. Devido a esse imprevisto a relação gramas/centímetro de cada tratamento corresponde à média dos valores obtidos a partir de fevereiro até maio de 2010 (fim do período de avaliações).

5.2.4 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED (modelos mistos) e o do pacote estatístico do SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.1 para Windows®. Foram verificadas as pressuposições para análise de variância (normalidade dos resíduos, independência dos resíduos e homocedasticidade) e quando necessário procedeu-se a transformação de dados, segundo sugestão do programa SAS®. Para escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (dose de N e resíduo) bem como da interação entre elas. As médias entre tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas,

quando necessária, foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”) usando o teste de Tukey e um nível de significância de 5%.

5.3 Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de variância das causas de variação para os tratamentos.

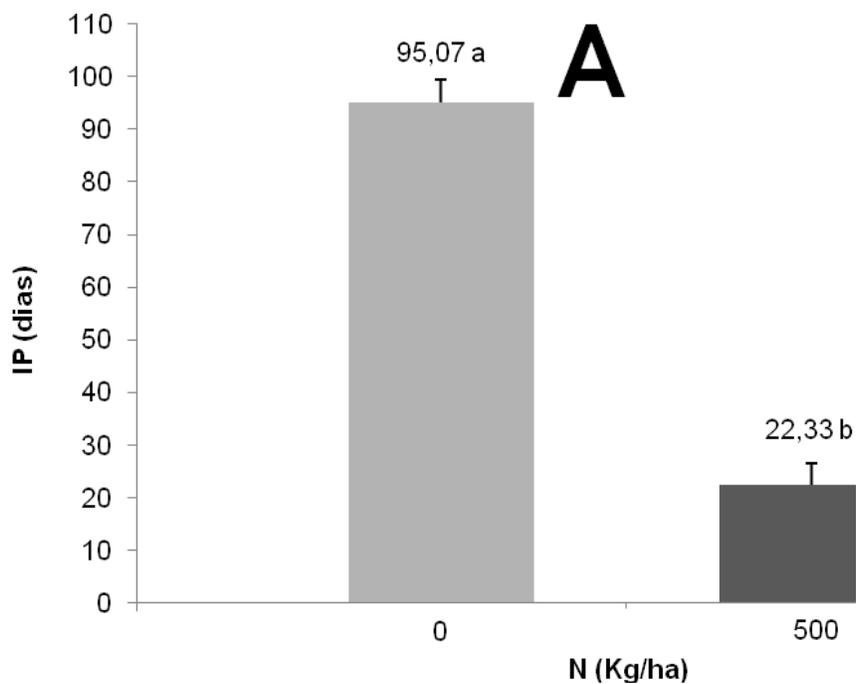
Tabela 1 - Níveis de significância associados às causas de variação da densidade populacional de perfilhos, intervalo entre pastejos e acúmulo de forragem do capim Tanzânia sob distintas severidades de desfolhação e fertilidade contrastantes.

	DPP	IP	AcT	AcL
Res	ns	**	**	**
N	ns	**	**	**
Res * N	ns	ns	ns	*

* = (P<0,05); ** = (P<0,01); ns = (P>0,05); Fontes de variação: Res = Altura de resíduo pós pastejo; N = Níveis de fertilidade e Res*N = Interação entre alturas de resíduo pós pastejo e níveis de fertilidade. DPP = Densidade populacional média de perfilhos; IP = Intervalo entre pastejos; AcT = Acúmulo de forragem total; AcL = Acúmulo de forragem líquido.

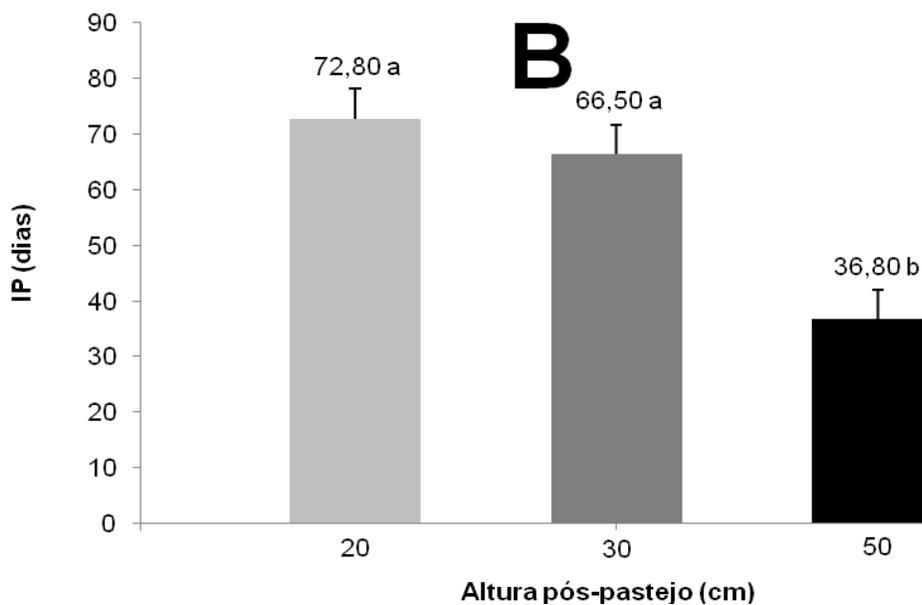
Não houve variação para a densidade populacional de perfilhos dentre os tratamentos adubados. No período avaliado, a densidade populacional média de perfilhos foi de 365 perfilhos/m². Almeida (2011) mantendo o mesmo protocolo experimental no verão subsequente encontrou diferença na densidade populacional média de perfilhos por efeito da adubação, apresentando 520 e 672 perfilhos/m² nos tratamentos não adubados e adubados respectivamente. Este elevado aumento na densidade populacional de perfilhos indica que a planta devia estar em período de adaptação ao manejo imposto, fato que influenciou a densidade populacional de perfilhos.

Houve variação para o intervalo entre pastejos (IP) em função do nível de fertilidade e da severidade de desfolhação. Tratamentos adubados apresentaram menores valores que os não adubados (Figura 1 A). Nos tratamentos que apresentavam a maior altura de resíduo (50 cm) o intervalo entre pastejos foi menor que nos demais tratamentos (Figura 1 B).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 1 A – Intervalo entre pastejos (dias) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes



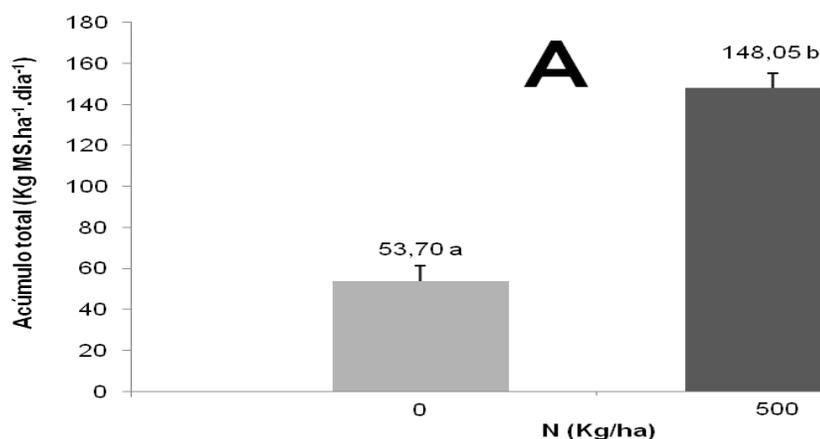
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 1 B – Intervalo entre pastejos (dias) em capim Tanzânia, submetido a distintas severidades de desfolhação

Menor intervalo entre pastejos era esperado em função da adubação nitrogenada (DA SILVA, 2009). Como efeito desta adubação houve aceleração dos processos morfológicos da planta (Capítulo 4: Figuras 12A, 13, 14A) que resultaram em um menor intervalo para que a planta refizesse a área foliar e atingisse o ponto de colheita (95 % I.L.). Diversos trabalhos na literatura relatam o incremento dos ritmos morfológicos, que resultam na redução do intervalo entre pastejos, com o emprego da adubação nitrogenada (ALMEIDA, 2011; GIMENES, 2010; PAIVA, 2009; PEREIRA, 2009; MARTUSCELLO et al., 2006; ALEXANDRINO et al., 2004; GARCEZ NETO et al., 2002).

A redução do intervalo entre pastejos obtida neste experimento em função de menores severidades de desfolhação, que resultam em maiores áreas foliares remanescentes para mesma condição de fertilidade, foi demonstrada em diversos experimentos (MONTAGNER, 2007; SOUZA JÚNIOR, 2007; BARBOSA, 2004; CARNEVALLI, 2003).

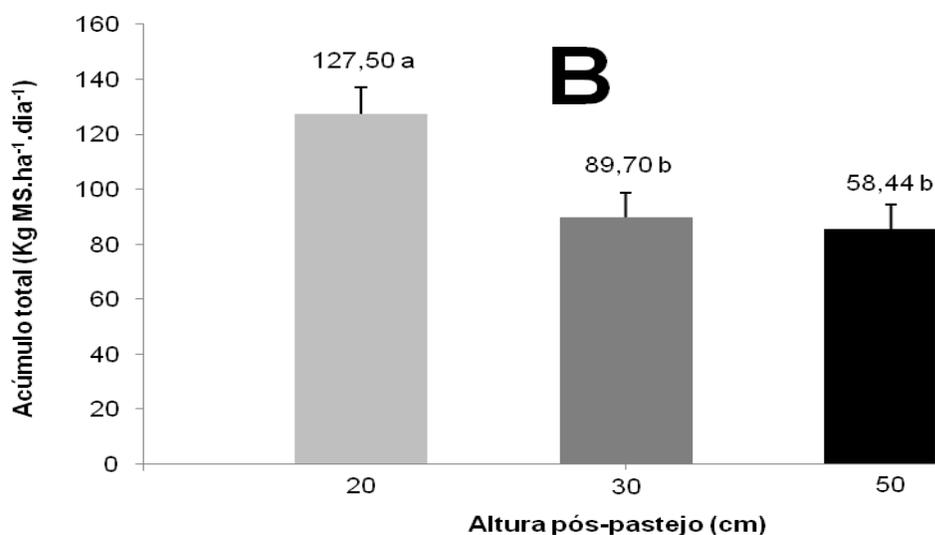
O acúmulo total de forragem (AcT) variou devido aos níveis de fertilidade e à severidade de desfolhação. O acúmulo total de forragem (AcT) foi maior nos tratamentos adubados em relação aos não adubados (Figura 2 A). Nos tratamentos em que a severidade de desfolha foi maior (20 cm), os valores encontrados para AcT foram superiores aos demais tratamentos (Figura 2 B).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

Figura 2 A – Acúmulo total de forragem em matéria seca ($\text{Kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes

A adubação nitrogenada tem importância fundamental no processo produtivo de pastagens, em especial sobre a taxa de crescimento de folhas, fator determinante das taxas de crescimento total e de acúmulo líquido de forragem dos pastos. Em gramíneas tropicais, o componente colmo pode representar contribuição importante para o crescimento total dos pastos (DA SILVA, 2004). Contudo neste experimento a participação do componente colmo no acúmulo total de matéria seca foi baixa com média de 8,3 % da matéria seca acumulada. Este fato ratifica o alto potencial de produção de folhas apresentado pelo capim Tanzânia. Os resultados quanto ao acúmulo total de forragem deste experimento corroboram com a literatura que apresenta aumento desta variável em função da adubação nitrogenada (ALMEIDA, 2011; GIMENES, 2010; MESQUITA, 2008; GOMIDE et al., 2003).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 2 B – Acúmulo total de forragem em matéria seca (Kg.ha⁻¹.dia⁻¹) em capim Tanzânia, submetido a distintas severidades de desfolhação

A literatura apresenta respostas diversas quanto ao efeito do resíduo pós pastejo sobre o acúmulo de forragem. Este fato pode ser decorrente de diversos fatores ambientais (água, luz, temperatura e nutrientes) e genotípicos que exercem grande influência sobre fatores que determinam a produção das pastagens (morfogênese de perfilhos individuais, renovação de perfilhos, densidade populacional de perfilhos). Nos

dados expostos por Penati (2002) é possível observar que a manutenção de uma área foliar residual aumenta o acúmulo de forragem mas que o aumento dessa área foliar residual, acima de 2500 Kg/ha de massa seca verde no resíduo não gerou acréscimos no acúmulo de forragem. Diversos autores não encontraram efeito do resíduo pós pastejo sobre o acúmulo total de forragem (ALMEIDA, 2011; MONTAGNER, 2007; ZEFERINO, 2006) provavelmente pelo fato de que o menor resíduo já apresentava área foliar pós pastejo suficiente para que a rebrotação não fosse comprometida.

No presente experimento, assim como nos dados apresentados por Uebele (2002) e Carnevali (2003) ambas trabalhando com capim Mombaça adubado com 195 Kg/ha/ano de nitrogênio e sob lotação intermitente, foi constatado aumento do acúmulo de forragem nos tratamentos com menores resíduos pós pastejo. Neste experimento e nos citados a adubação nitrogenada não alterou a densidade populacional de perfilhos mas promoveu acréscimos no acúmulo de forragem por aumentar a renovação de perfilhos (SHIOTA, 2011)¹ e em por conseqüência aumentar as taxas morfogênicas individuais dos perfilhos.

O acúmulo líquido de forragem (AcL) apresentou variação em função dos níveis de fertilidade, da severidade de desfolhação e da interação entre níveis de fertilidade e severidade de desfolhação. Neste aspecto o tratamento adubado e com resíduo mais baixo (A20) apresentou os maiores valores quando comparado aos demais (Tabela 2).

Tabela 2 - Acúmulo líquido de forragem (AcL) em capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes em Kg MS/ha/dia

N (Kg/ha)	Altura pós-pastejo (cm)		
	20	30	50
0	35,80 Ba (11,46)	21,00 Ba (10,05)	30,68 Ba (10,05)
500	175,50 Aa (10,05)	128,34 Ab (10,05)	106,40 Ab (10,05)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si (P>0,05). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

¹SHIOTA, M.M. **Interação entre níveis de adubação nitrogenada e alturas de resíduo pós pastejo em Capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia)**. Projeto de Iniciação Científica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Processo FAPESP número 2009/05485-7. Piracicaba, 2011.

O acúmulo líquido de forragem é um processo dinâmico, resultado do balanço entre o crescimento e a senescência/decomposição de tecidos no pasto (HODGSON et al., 1981). A dinâmica de acúmulo de forragem pode ser mais bem compreendida por meio do estudo da morfogênese, ou seja, analisando-se os componentes de crescimento do pasto de forma complementar à estimativa de produção total de forragem (GRANT; MARRIOT, 1994) que, por sua vez, é influenciada por fatores limitantes de crescimento como água, luz, temperatura e nutrientes, em especial o nitrogênio.

Neste experimento, os resultados apresentaram padrões análogos aos dados apresentados por Almeida (2011), Mesquita (2008), Carnevali (2003) e Uebele (2002), indicando incremento substancial do acúmulo líquido de forragem em função da adubação nitrogenada. Nos dados obtidos neste experimento, o maior acúmulo líquido de forragem incorreu da associação entre adubação nitrogenada e maior severidade de desfolhação, que resultou em maior renovação de perfilhos. Esses dados condizem com os apresentados por Carnevali (2003) e Uebele (2002) nos quais as maiores severidades de desfolha também favoreceram a renovação de perfilhos e o acúmulo líquido de forragem.

A taxa de senescência influencia de forma negativa o acúmulo líquido de forragem, de forma que taxas de crescimento aceleradas podem ser compensadas por taxas de senescência aumentadas, e resultar em redução do acúmulo líquido de forragem (HODGSON, 1990), caso o manejo do pastejo não consiga evitar a competição intraespecífica por luz no interior do dossel.

A adubação nitrogenada resulta na aceleração do ritmo de crescimento dos pastos concomitante a um aumento na senescência, o que evita que grandes variações em eficiência de utilização da forragem produzida fossem atingidas em pastejo contínuo (GUARDA, 2010; PAIVA, 2009; PEREIRA, 2009; MESQUITA, 2008; ZEFERINO, 2006).

Em pastejo intermitente a adubação nitrogenada pode provocar uma intensificação no processo de senescência (PENATI, 2002; SANTOS, 2002). No entanto, se o crescimento do dossel forrageiro for interrompido antes que a planta entre em competição intraespecífica por luz pode ocorrer uma redução da senescência que resultaria em acréscimo expressivo do acúmulo de forragem e da produtividade animal

5.4 Conclusões

A severidade de desfolhação e a adubação nitrogenada não alteraram a densidade populacional média de perfilhos do capim Tanzânia.

Os resultados obtidos neste experimento quanto ao acúmulo total de forragem e principalmente quanto ao acúmulo líquido de forragem sugerem que pode existir um diferente potencial de produção e de utilização de insumos quando comparados os sistemas de manejos de pastejo intermitente e contínuo. Estes dados corroboram com o trabalho de Parsons et al. (1988). Em pastejo intermitente devido à possibilidade de desfolhações mais severas, dos perfilhos que compõe o piquete, deve haver maior renovação de perfilhos com decorrente aumento da eficiência fotossintética da área foliar; ocasionando acúmulo líquido de forragem superior em pastejo intermitente quando comparado ao contínuo.

A utilização da adubação nitrogenada gerou maiores respostas em acúmulo de forragem quando associada a desfolhações mais severas.

Referências

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; MOSQUIM, P.R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, D.P. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

ALMEIDA, P.C. **Respostas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia à associações entre adubação e severidade de desfolha.** 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

BARBERO, L.M. **Respostas morfogênicas e características estruturais do capim mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo.** 2011. 112 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo.** 2004. 138 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, p. 377-387, 1956.

_____. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 9, p. 39- 52, 1958.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 149 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CORSI, M. Manejo de capim elefante sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 143-167.

DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba: UFPR, 2004. 1 CD-ROM.

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1997. p. 1-62.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. **Base de dados da estação meteorológica convencional – 1917 a 2009**. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/postocon.html>>. Acesso em: 30 jul. 2011.

GARCEZ NETO, A.F.G.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

GILDERSLEEVE, R.R.; OCUMPAUGH, W.R.; QUESENBERRY, K.H.; MOORE, J.E.; Mobgrazing morphologically different *Aeschynomene* species. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 21, n. 3, p. 123-132, 1987.

GIMENES, F.A.D. **Produção e produtividade animal em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada**. 2010. 110 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A. Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE A PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Suprema, 1999. p. 179-200.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.; ALEXANDRINO, E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e rebrotação docapim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 795-803, 2003.

GRANT, S.A.; MARRIOT, C.A. Detailed studies of grazed swards – techniques and conclusions. **Journal of Agricultural Science**, New York, v. 122, n. 1, p. 1-6, 1994.

GUARDA, V.D.A. **Freqüência e severidade de desfolhação e eficiência de utilização de forragem em pastos de capim-Marandu manejados sob lotação contínua e ritmos de crescimento induzidos por fertilização nitrogenada** 2010. 119 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 180-202.

HODGSON, J.; BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: WRIGHT, C.E. **Plant physiology and herbage production**. Massey University: British Grassland Society, 1981. p. 51–62.

HODGSON, J.G. **Grazing management: science into practice**. London: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

LARA, M.A.S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria* spp. às variações estacionais da temperatura do ar e foto período**. 2007. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Curitiba. Wallingford: CAB International, 2000. p. 265-288.

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

MESQUITA, P. **Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2008. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MONTAGNER, D.B. **Morfogênese e acúmulo de forragem em capim Mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo.** 2007. 75 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

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

PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death, and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 15- 27, 1988.

PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 49-59, 1988.

PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; WILLIAMS, J.H.H. Leaf age structure and canopy photosynthesis rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 1-14, 1988.

PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLETT, B.; STILES, W. The physiology of grass production under grazing 1: Characteristics of leaf and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 117-126, 1983.

PENATI, M.A. **Estudo do desempenho animal e produção do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós pastejo.** 2002. 117 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfológicos contrastantes.** 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1998. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: 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.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; PEREIRA, L.E.T. Crescimento da planta forrageira: aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 37-59.

SOUZA JUNIOR, S.J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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

VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGARELLA, J. Effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of napier grass in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Pedras, v. 43, p. 215-227, 1959

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Philadelphia, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.

ZEFERINO, C. V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2006. 193 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

6 TEORES DE NUTRIENTES EM CAPIM TANZÂNIA SUBMETIDO A DISTINTAS SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO E FERTILIDADES CONTRASTANTES

Resumo

A condição nutricional da planta forrageira pode alterar as respostas e a magnitude das respostas destas plantas a fatores de manejo como severidade de desfolhação e nível de adubação. O objetivo deste trabalho foi caracterizar os aspectos nutricionais do capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes. Os tratamentos corresponderam a combinações entre três alturas de resíduo pós pastejo (20, 30 e 50 cm) e dos níveis de fertilidade de solo (sem adubação e com adubação equivalente a 500, 300 e 150 Kg/ha de nitrogênio, K₂O e P₂O₅ respectivamente), totalizando seis tratamentos sendo que cada tratamento contou com cinco repetições dispostas em blocos totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental correspondia a um piquete de 400 m². O pastejo foi efetuado quando o dossel forrageiro interceptava 95% da luz incidente. Foram avaliados os teores de nutrientes presentes nas duas folhas recém-expandidas. A amostra foi composta pelo terço médio do limbo foliar de 100 folhas retiradas de 50 perfilhos sendo que a amostragem foi realizada na condição de pré pastejo nos meses de abril e maio de 2010. Os teores de nitrogênio (N), potássio (K), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) variaram em função do nível de fertilidade, sendo maiores nos tratamentos adubados. Devido à inexistência de análise de micronutrientes no solo não é possível afirmar que a variação destes elementos foi em função da adubação. Os níveis de adubação criaram um contraste entre tratamentos adubados e não adubados, sendo o nitrogênio o principal fator desta diferença. Devido aos baixos teores de magnésio a produção provavelmente foi deprimida em todos os tratamentos.

Palavras-chave: Teores de nutrientes; *Panicum maximum*; Capim Tanzânia; Nitrogênio

Abstract

Nutritional status can influence the quality and magnitude of pasture responses to grazing management and nitrogen fertilization. The aim of this study was to characterize the nutritional status of Tanzania guinea grass pastures under contrasting defoliation severities and fertilization rates. The six treatments evaluated were factorial combinations between three post grazing heights (20, 30 e 50 cm) and two fertilization rates (unfertilized and fertilized with 500, 300 and 150 kg/ha of nitrogen, K₂O e P₂O₅ respectively), arranged in five completed blocks, totaling 30 paddocks (experimental units) of 400 m² each. 25 beef cattle animals were introduced into paddocks to graze every time sward reached 95% of light interception. Nutritional status was analyzed in the two younger mature leaves of each tiller, considering 100 leaves sampled from 50 tillers of each paddock between May and April 2010. Nitrogen, potassium, copper, manganese and zinc contents increased in fertilized pastures. Nitrogen represented the largest variation in nutrient content between fertilized and unfertilized treatments.

Micronutrients variation cannot be attributed to fertilizations because soil test for this elements were not made. The low magnesium content probably limited pasture production in all treatments.

Keywords: Nutritional status; *Panicum maximum*; Tanzania guinea grass; Nitrogen

6.1 Introdução

A vasta literatura que contempla as respostas de gramíneas forrageiras à adubação, principalmente quanto à adubação nitrogenada, demonstra falta de linearidade nas repostas morfogênicas, nos acúmulos de forragem e na magnitude destas repostas. Este fato pode ser decorrente de diferentes estágios fisiológicos do perfilho (PAIVA, 2009) e de diferentes ambientes quanto à disponibilidade de luz que a planta pode estar submetida.

Outro fator de grande relevância quanto a respostas de gramíneas forrageiras à adubação nitrogenada é a caracterização do tratamento controle. Em diversas situações o tratamento controle não é caracterizado e por diversas vezes o efeito da adubação é limitado pela metodologia utilizada, tendo importância ressaltada o manejo de desfolhação, ou por limitações quanto às variáveis não controláveis (luminosidade, temperatura, pluviosidade) ou controláveis (ex: disponibilidade de nutrientes, equilíbrio nutricional). A grande discrepância das condições experimentais sob as quais as plantas forrageiras estão submetidas resulta em grande discrepância dos resultados, como podem ser observados nos dados apresentados por Martha Júnior e Vilela (2007) nos quais é possível ver repostas desde cinco até 83 Kg de matéria seca/Kg de nitrogênio aplicado.

Quando uma planta forrageira encontra-se suprida de nutrientes é esperado um aumento da senescência devido à adubação nitrogenada quando os indivíduos que compõe o dossel forrageiro, durante o processo de crescimento e acúmulo de forragem, entrarem em competição intraespecífica por luz ou quando estes atingissem o número de folhas pré-determinado pelo potencial genético associado com a disponibilidade dos fatores de crescimento do meio.

No entanto quando a planta está deficiente de nutrientes móveis no floema, como nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, há uma maior degradação de macromoléculas nas folhas mais velhas com remobilização destes compostos para as folhas em expansão que constituem importante dreno metabólico das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Neste caso a adubação que fornecesse o nutriente deficitário promoveria um acréscimo no suprimento deste nutriente reduzindo a necessidade de translocação de folhas maduras para folhas em expansão, gerando uma redução na dependência do processo de senescência para manutenção do crescimento vegetal. Este fato promoveria um aumento na duração de vida da folha, caso algum nutriente estivesse limitando o potencial genético da planta.

Além da quantidade disponível de nutrientes, que não limite o crescimento da planta forrageira, o equilíbrio entre estes nutrientes é fundamental para expressão do potencial biológico da planta forrageira. Os nutrientes são absorvidos na forma de íons e como a planta não difere os íons, principalmente quando estes apresentam propriedades fisicoquímicas similares como valência e raio hidratado, um elemento interage e interfere na absorção de outros. Dentre os nutrientes absorvidos como cátions, rotineiramente a inibição da absorção de magnésio (Mg^{2+}) é reportada na literatura porque os cátions potássio (K^+) e cálcio (Ca^{2+}) competem fortemente com este nutriente, e em algumas culturas são feitas aplicações intensas de fertilizantes que contém cálcio e potássio. A competição entre cátions monovalentes amônio (NH_4^+) e potássio (K^+), usualmente abordados na produção de plantas forrageiras, também é descrita onde a absorção de potássio é inibida fortemente pelo amônio mas o contrário não é observado. Este fato indica que quando maiores níveis de adubação nitrogenada com fonte amoniacal são empregados maiores níveis de potássio são requeridos, e como este nutriente interage com cálcio e magnésio, maiores níveis destes dois nutrientes também são necessários para manter a produção da planta (MARSCHNER, 1995).

Um fator primordial quando é feita análise de fertilidade do solo é a produtividade almejada. Em sistemas pecuários, no entanto a fertilidade do solo é rotineiramente abordada tendo em vista apenas a espécie forrageira em questão (WERNER et al., 1996) desconsiderando que a produção de forragem da planta forrageira pode ser

modulada, dentro dos limites estabelecidos por fatores não controláveis (luminosidade, temperatura e precipitação), pela adubação nitrogenada. Este fato é de grande relevância pois o maior crescimento da forragem, gerado pela adubação nitrogenada aumenta a extração de nutrientes do solo (COSTA et al., 2009) e por consequência maior quantidade de nutrientes é requerida para manter a produção de forragem.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os teores de nutrientes no capim Tanzânia manejados sob lotação intermitente, severidades de desfolhação distintas e níveis de fertilidade contrastantes apresentados durante o período de avaliações do experimento.

6.2 Material e métodos

A avaliação dos teores de nutrientes no capim Tanzânia em pré pastejo seguiram os mesmos tratamentos que as avaliações de morfogênese, intervalo entre pastejos, densidade populacional de perfilhos e acúmulo de forragem. Desta maneira maiores informações sobre a metodologia utilizada foram previamente descritas no capítulo 4, nos itens 4.2.1 até 4.2.7.

6.2.1 Avaliação dos teores de nutrientes do capim Tanzânia em pré pastejo

Para avaliação do estado nutricional da planta forrageira os tratamentos foram amostrados nos meses de abril e maio de 2010. De tal forma, após o término das adubações os tratamentos adubados receberam em média de dois pastejos (Capítulo 5, Figura 1A), aumentando a exportação de nutrientes nos tratamentos adubados ocasionando uma redução nos teores de nutrientes. A amostragem era realizada no final do ciclo de rebrotação (condição de pré-pastejo) sendo composta pelo terço médio do limbo foliar das duas folhas recém expandidas de cada perfilho amostrado (MONTEIRO, 2005). Em cada piquete eram amostrados 50 perfilhos.

É válido ressaltar que devido ao método de desfolhação utilizado (Mob-grazing) e a rigidez com que este método foi imposto, houve uma maior exportação de nutrientes quando comparado a um sistema de produção convencional, pois como os animais

passavam grande parte do tempo em jejum, a deposição de fezes era feita prioritariamente no curral onde os animais ficavam presos.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Tecidos Vegetais do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ/USP.

6.2.2 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED (modelos mistos) e o do pacote estatístico do SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.1 para Windows®. Foram verificadas as pressuposições para análise de variância (normalidade dos resíduos, independência dos resíduos e homocedasticidade) e quando necessário procedeu-se a transformação de dados, segundo sugestão do programa SAS®. Para escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (dose de N e resíduo) bem como da interação entre elas. As médias entre tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas, quando necessária, foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”) usando o teste de Tukey e um nível de significância de 5%.

6.3 Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância das causas de variação para os tratamentos estudados estão descritos na tabela abaixo (Tabela 1).

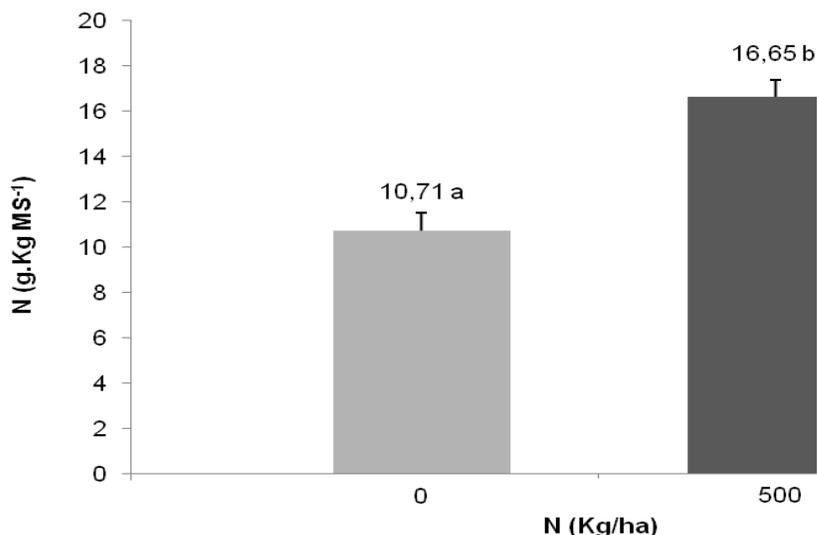
Tabela 1 - Níveis de significância associados às causas de variação dos teores de nutrientes nas folhas diagnósticas do capim Tanzânia submetido a distintas severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
N	**	ns	**	ns	ns	**	ns	**	ns	**	**
Res	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Res * N	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* = (P<0,05); ** = (P<0,01); ns = (P>0,05); Fontes de variação: Res = Altura de resíduo pós pastejo; N = Níveis de fertilidade e Res*N = Interação entre alturas de resíduo pós pastejo e níveis de fertilidade.

Não houve variação para os teores de fósforo (P), cálcio (Ca), boro (B) e ferro (Fe) dentre os tratamentos avaliados.

Houve variação para os teores de nitrogênio (N), potássio (K), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) apenas quanto ao nível de fertilidade. Estes teores foram maiores nos tratamentos adubados quando comparados aos não adubados (Figuras 1 e 2, tabela 2). Os teores de enxofre (S) sofreram variação tanto em função do nível de adubação quanto da severidade de desfolhação.



Os números acima das barras correspondem às médias dos tratamentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

Figura 1 – Teor de nitrogênio (N) na matéria seca (g.Kg^{-1}) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes

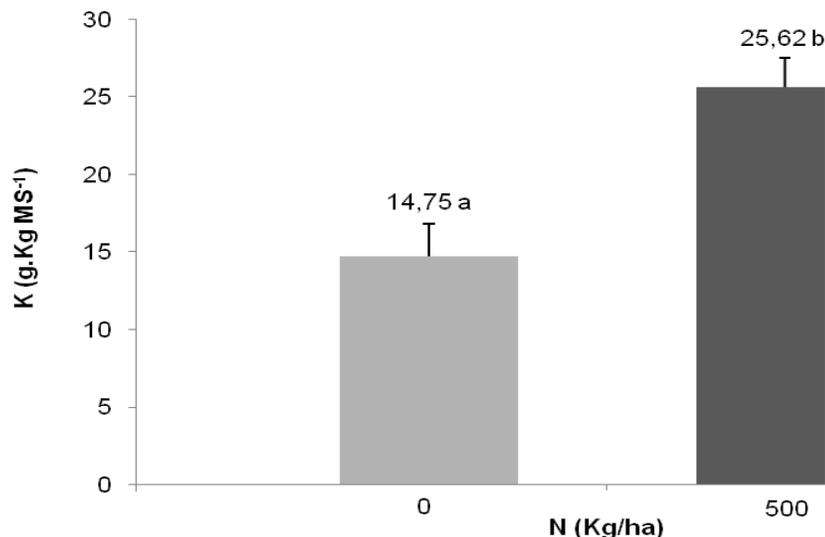
Silveira (2005) trabalhando com capim Tanzânia em solução nutritiva, encontrou nível crítico de nitrogênio (teor de nutriente no qual a planta apresenta 90% de sua produção máxima) nas folhas diagnósticas (duas folhas recém expandidas) variando entre 14,33 e 15,84 g/Kg de matéria seca. O manejo de corte deste autor foi realizado a cerca de cada 32 dias, período de tempo provavelmente longo que propiciou maior crescimento da planta, diluindo por decorrência os teores de nutrientes na matéria seca.

O critério de nível crítico é extremamente dependente do manejo de corte adotado, visto os resultados obtidos por Abreu (1999) que, trabalhando também com capim Tanzânia, encontrou nível crítico para nitrogênio nas folhas diagnósticas de 21,0

e 12,30 g/kg de matéria seca aos 28 e 42 dias após a emergência respectivamente. Fato similar foi observado no nível crítico para Braquiária decumbes em que o valor é 22,00 g/Kg de matéria seca aos 39 dias após o transplante de plântulas de cinco centímetros sendo reduzido para 14,50 g/Kg de matéria seca aos 31 dias após o primeiro corte (SANTOS, 1997).

Os níveis críticos de nitrogênio obtidos por Colozza (1998) nos capins Aruana e Mombaça foram de 20,20 e 21,85 g/kg respectivamente.

Tomando por referência os valores descritos acima, e os intervalos entre pastejos obtidos neste experimento notamos que os níveis de adubação e a forma de distribuição destes adubos foram efetivos em estabelecer um contraste nutricional entre tratamentos adubados e não adubados. Os tratamentos não adubados apresentavam evidente deficiência nutricional de nitrogênio (10,71 g/Kg). No entanto, os teores de nitrogênio também foram baixos nos tratamentos adubados (16,65 g/Kg). Provavelmente os teores de nitrogênio não limitaram o crescimento da planta forrageira durante o período de crescimento vegetativo vigoroso, pois foram realizados em média cerca de dois pastejos após o término das adubações nos tratamentos adubados e os teores tenderiam a ser reduzidos a medida que os tratamentos foram efetuados.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

Figura 2 – Teor de potássio (K) na matéria seca (g.Kg^{-1}) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes

Apesar da diferença encontrada nos teores de potássio entre os tratamentos adubados e não adubados, a adubação potássica não deve ter surtido efeito sobre aumentos de produtividade no capim Tanzânia neste experimento visto que os teores de potássio nas folhas diagnósticas em todos os tratamentos encontravam-se acima de 13 g/Kg que é o teor apontado como crítico para este nutriente para o capim Tanzânia (MONTEIRO, 2005).

Tabela 2 - Teor de cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) na matéria seca (g.Kg^{-1}) em capim Tanzânia submetido a níveis de fertilidade contrastantes

	Cu	Mn	Zn
	----- mg.Kg ⁻¹ -----		
0	2,87 B (0,444)	45,86 B (3,116)	17,85 B (0,917)
500	5,17 A (0,402)	74,72 A (2,824)	24,67 A (0,863)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Os teores de micronutrientes não limitaram a produtividade da planta forrageira nos tratamentos avaliados (MONTEIRO et al., 2004).

A fonte de nitrogênio pode afetar na relação de absorção de cátions e ânions e no pH da rizosfera. A absorção de nitrato (NO_3^-) pelas plantas está correlacionada com maior absorção de micronutrientes catiônicos, sendo explicada efetuada para manutenção do equilíbrio de cargas no interior da célula (MARSCHNER, 1995).

Em tratamentos adubados, devido ao maior número de ciclos de pastejo, há uma maior “turn over” de raízes tornando o sistema radicular mais eficiente na absorção de nutrientes (PAGOTO, 2001; MARSCHNER, 1995).

Apesar da diferença numérica apresentada, devido à inexistência de teores de micronutrientes nos solos, não é possível afirmar que a elevação dos teores dos micronutrientes cobre, manganês e zinco ocorreu em função da adubação.

Houve variação para os teores de magnésio (Mg) em função da interação entre níveis de fertilidade e severidade de desfolhação. O tratamento adubado com maior resíduo (A50) apresentou valores inferiores aos tratamentos adubado com resíduo pós pastejo intermediário (A30) e não adubado com maior resíduo pós pastejo (NA50) (Tabela 3).

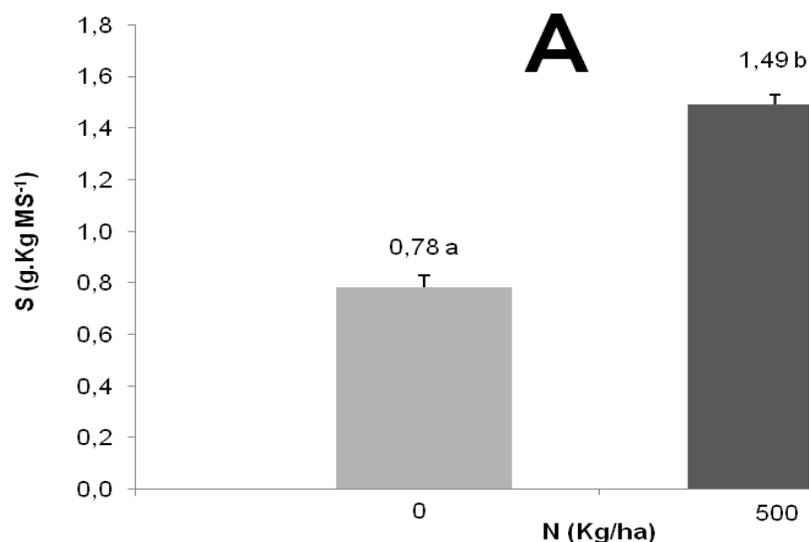
Tabela 3 - Teor de magnésio (Mg) na matéria seca (g.Kg^{-1}) em capim Tanzânia submetido a níveis de fertilidade contrastantes

N (Kg/ha)	Altura pós-pastejo (cm)		
	20	30	50
0	2,05 Aab (0,109)	1,84 Ab (0,128)	2,40 Aa (0,095)
500	2,08 Aab (0,095)	2,32 Aa (0,109)	1,84 Bb (0,095)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Pereira (2001) encontrou, em capim Mombaça, nível crítico equivalente a 4,2 g/Kg. Apesar dos teores de magnésio apresentarem diferença numérica, não há diferença biológica devido a pequena variação, sendo que estes teores apresentam-se em nível de deficiência em todos os tratamentos. Este fato pode ser decorrente das altas aplicações de nitrogênio e potássio, sem concomitante aplicação de magnésio. Devido as importantes funções apresentadas pelo magnésio na fisiologia das plantas (ressaltando-se a participação na molécula de clorofila e a ativação enzimática no processo de fixação de carbono da fotossíntese) provavelmente a produção da planta forrageira foi comprometida nos tratamentos adubados (MARSCHNER, 1995).

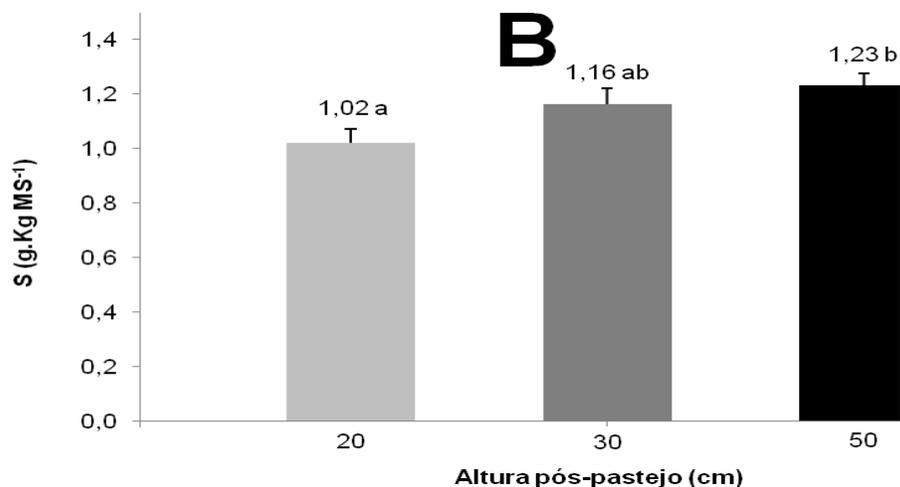
O teor de enxofre (S) variou em função do nível de fertilidade e da severidade de desfolha. Os valores foram maiores nos tratamentos adubados em relação aos não adubados (Figura 3 A). Quanto a severidade de desfolha, nos tratamentos com desfolha mais severa (20 cm) os valores foram inferiores aos encontrados nos tratamentos com desfolha mais leniente (50 cm) (Figura 3 B).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 3 A – Teor de enxofre (S) na matéria seca (g.Kg^{-1}) em capim Tanzânia, submetido a níveis de fertilidade contrastantes

O incremento nos teores de enxofre nos tratamentos adubados pode ser explicado pela adição deste elemento via adubação, devido a presença deste na fonte de fósforo utilizada. A adição do enxofre, pela fonte superfosfato simples, totalizou a quantia de 90 Kg/ha.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$).

Figura 3 B – Teor de enxofre (S) na matéria seca (g.Kg^{-1}) em capim Tanzânia, submetido a distintas severidades de desfolhação

Segundo Santos (1997) o nível crítico para os teores de enxofre nas folhas diagnósticas de capim Braquiária foi 1 g/Kg de matéria seca. Considerando apenas o nível crítico, observamos que os teores deste elemento apresentam-se baixos nos tratamentos não adubados. Este fato, no entanto não deve ter limitado a produção da planta forrageira nestes tratamentos, pois de acordo com o apresentado por Monteiro et al. (2004), além da concentração do enxofre no tecido vegetal é necessário considerar a relação desse nutriente com o nitrogênio. Relações N:S adotadas como adequada em alguns experimento está entre 10:1 a 15:1 (MONTEIRO et al., 2004). A relação N:S encontrada é de 13,7 e 11,1 para os tratamentos não adubados e adubados respectivamente. Isto é um indicativo que a planta forrageira não responderia a aplicação de enxofre tanto em tratamentos adubados quanto não adubados.

A variação de pequena magnitude nos teores de enxofre nos tratamentos que apresentavam menores alturas de resíduo (Figura 3B) pode ser decorrente da diluição deste teor devido às maiores taxas de acúmulo de forragem destes tratamentos (Capítulo 5 – Figura 2 B).

É importante ressaltar que em média os tratamentos adubados apresentaram mais de sete ciclos de pastejos no período de avaliação enquanto em média os tratamentos não adubados tiveram apenas um ciclo. Desta forma, houve extração e exportação de nutrientes muito maiores nos tratamentos adubados em relação aos não adubados. Como a caracterização dos teores de nutrientes foi efetuada ao final do período experimental, e tomando por base a extração e exportação de nutrientes devido aos pastejos, é possível entender os baixos valores de nutrientes encontrados em relação aos níveis de adubação efetuados (quando considerada os teores de nutrientes e a adubação efetuada) para alguns nutrientes como nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre.

6.4 Conclusões

Os níveis de adubação foram efetivos em criar um contraste nutricional entre os tratamentos adubados, sendo que o nitrogênio o principal fator de diferença entre os tratamentos.

A avaliação ao final do período experimental demonstra a variação nutricional entre os tratamentos adubados e não adubados, caracterizando os aspectos nutricionais da planta forrageira ao término do período avaliado. Em decorrência da grande diferença entre a quantidade de ciclos de pastejo ocorridos nos tratamentos adubados e não adubados durante o período experimental, a adubação foi efetiva em elevar e manter os teores da maioria dos nutrientes.

Devido aos baixos teores de magnésio, a produção da planta forrageira provavelmente foi deprimida em todos os tratamentos, sendo que maiores produtividades poderiam ser obtidas via suplementação deste nutriente.

Apesar da aplicação de enxofre na quantia de 90 Kg/ha, os teores deste nutriente podem ser considerados baixos uma vez que o teor de nitrogênio é considerado inferior aos níveis críticos para altas produtividades. A relação N:S mostra que o nível de enxofre foi igualmente crítico como de nitrogênio visto que apesar da planta estar deficiente de nitrogênio a relação entre estes dois nutrientes se manteve adequada.

Referências

ABREU, J.B.R. **Produção e nutrição dos capins Tanzânia-1 e Marandu em função de estádios de crescimento e adubação nitrogenada.** 1999. 109 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

COLOZZA, M.T. **Rendimento e diagnose foliar dos capins Aruana e Mombaça cultivados em Latossolo Vermelho-Amarelo.** 1998. 127 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SIMON, G.A.; CARRIJO, M.S. Extração de nutrientes do capim marandu sob doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** Salvador, v. 10, n. 4, p. 810-812, 2009.

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

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Resultado econômico e estratégias de intensificação da adubação de pastagens. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUZA, D.M.G. (Ed.). **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. cap. 3, p. 69-92.

MONTEIRO, F.A. Amostragem de solo e de planta para fim de análises químicas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 151-179.

MONTEIRO, F.A.; COLOZZA, M.T.; WERNER, J.C. Enxofre e micronutrientes em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 279-301.

PAGOTO, D.S. **Comportamento do sistema radicular do capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) sob irrigação e submetido a diferentes intensidades de pastejo**. 2001. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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

PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**. 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PEREIRA, W.A.L. **Doses de potássio e magnésio em solução nutritiva para o capim-mombaça**. 2001. 128 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SANTOS, A.R. **Diagnose nutricional e respostas do capim-braquiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre**. 1997. 121 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SILVEIRA, C.P. **Produção e nutrição do capim Tanzânia com variável disponibilidade de nitrogênio e cálcio**. 2005. 88 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

WERNER, J.C.; HAAG, H.P.; Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 29, p. 191-245, 1972.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Philadelphia, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.

7 CONCLUSÕES

A adubação provocou um contraste nutricional entre os tratamentos avaliados principalmente em função a nutrição nitrogenada da planta forrageira.

Os níveis de adubação associados às severidades de desfolhação promoveram alterações na morfogênese do capim Tanzânia que resultaram em modificações no acúmulo de forragem e intervalo entre pastejos.

O tratamento que apresentou os melhores resultados quanto a acúmulo líquido de forragem e taxas de alongamento foliar foi o adubado com maior severidade de desfolhação (A20).

Nos tratamentos adubados quando combinados com maiores severidades de desfolhação apresentaram expressivos incrementos na taxa de aparecimento de folhas e na taxa de alongamento de folhas e concomitante redução na taxa de senescência foliar. Estes resultados indicam a possibilidade de melhoria de eficiência do manejo do pastejo e da produtividade animal em pastagens com a associação de alta fertilidade de solo e alta severidade de desfolhação; e sugerem que pode existir um diferente potencial de produção e de utilização de insumos quando comparados os sistemas de manejos de pastejo intermitente e contínuo. Maiores estudos são necessários com plantas forrageiras tropicais para averiguar esta hipótese.