

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

**Respostas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia à associações entre
adubação e severidade de desfolha**

Pedro Castro de Almeida

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

**Piracicaba
2011**

Pedro Castro de Almeida
Engenheiro Agrônomo

**Respostas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia à associações entre adubação e
severidade de desfolha**

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**

Almeida, Pedro Castro de

Respostas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia à associações entre adubação e severidade de desfolha / Pedro Castro de Almeida. - - Piracicaba, 2011.

94 p. : il.

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

1. Pastagens 2. Capim tanzânia 3. Pastejo - Manejo 4. Desfolha 5. Forragem - Produção
6. Adubação 7. Nitrogênio I. Título

CDD 633.2
A447r

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

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Euvaldo Rebouças Pereira de Almeida e Eliane Dias de Castro, e à minha família, pelo apoio e carinho.

À companheira Ana Paula Oeda Rodrigues pelo amor, dedicação, e infinita paciência.

Ao Professor Moacyr Corsi pela amizade, confiança e exemplo profissional.

Aos amigos de Piracicaba Felipe Pecinato Daltro e Guilherme Francklin de Souza Congio, pela amizade e companhia e discussões desde a graduação.

Aos irmãos de São Paulo, Bruno Lyda Saggese, Caio Cesar do Amaral, Felipe Teixeira Gonçalves e João Pedro Marcondes Mourão, por sempre terem sido parte da família.

Aos amigos, companheiros de pós-graduação, Ricardo Cazerta Duarte Goulart, Mariana Pares Andreucci e Fernando Masello Junqueira Franco e Alonso José de Resende Júnior.

Ao amigo Miguel Miiti Shiota pela contribuição especial na viabilização deste trabalho.

Aos amigos Linicius Schiavuzzo Mendes e Tiago Alves Corrêa.

Aos todos os integrantes do grupo de estágio **Projeto CAPIM**, desde os atuais alunos de graduação, até os ex-integrantes, pela amizade contínua ao longo de todos esses oito anos de convivência, pela colaboração com a minha formação, pelo companheirismo, e pelo trabalho em conjunto até o último minuto.

A todos colegas do programa de pós graduação em Ciência Animal e Pastagens, pelo exemplo de dedicação, pela solicitude sempre que preciso e pela troca de experiências e informações.

Aos membros da comissão de pesquisa, Prof. Dr. Flávio Augusto Portela Santos e Prof. Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira pela colaboração e boa vontade.

Aos funcionários da Fazenda Areão de do Departamento de Zootecnia

Aos professores, alunos e funcionários do Departamento de Zootecnia, e aos coordenadores e colaboradores do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Pastagens, pela busca incessante da excelência.

À Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudo.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Aspectos teóricos sobre as recomendações de manejo do pastejo.....	15
2.1.1 Manejo das eficiências parciais do processo de produção animal a pasto	15
2.1.2 O processo de acúmulo de forragem e o conceito de índice de área foliar crítico para interrupção da rebrota	17
2.2 O ciclo dos nutrientes na pastagem	20
2.3 Remobilização e transporte no floema: aspectos fisiológicos	23
2.4 Remobilização e transporte no floema: resultados com plantas forrageiras	23
2.5 Possibilidade de interação entre intensidade de desfolha e adubação	26
2.6 A espécie forrageira utilizada (<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzania)	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Tratamentos	29
3.2 Local do experimento e preparação da área	29
3.3 Delineamento e período experimental.....	32
3.4 Análise de solo, adubações e condições edafo-climáticas.....	32
3.5 Atura da pastagem	36
3.6 Interceptação luminosa pelo dossel	36
3.7 Massa seca de forragem em pré e pós pastejo e proporção de componentes morfológicos	38
3.8 Acúmulo de forragem	41
3.9 Perdas de forragem em decorrência do pastejo.....	42
3.10 Densidade populacional de perfilhos.....	43
3.11 Composição botânica da pastagem	44
3.12 Análises estatísticas	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 Intervalo entre pastejos	47

4.2	Altura Pós Pastejo	49
4.3	Interceptação luminosa e altura pré pastejo	52
4.4	Massa de forragem e proporção de componentes morfológicos em pré pastejo.....	57
4.5	Massa de forragem, massa de folhas e proporção de folhas em pós pastejo	61
4.6	Acúmulo total de forragem e acúmulo de folhas	65
4.7	Perdas de forragem	70
4.8	Densidade populacional de perfilhos	73
4.9	Composição botânica da pastagem	76
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
6	CONCLUSÕES.....	85
	REFERÊNCIAS	87

RESUMO

Respostas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia à associações entre adubação e severidade de desfolha

O manejo do pastejo tem grande influência sobre produtividade animal a pasto, resposta à adubação e longevidade da pastagem, seja em sistemas adubados ou não adubados. É necessário conhecer o manejo do pastejo mais adequado para cada sistema. Neste estudo em Piracicaba – SP, Brasil, foram analisadas respostas de *Panicum maximum* cv. Tanzânia adubado (A) e não adubado (NA), à manejos do pastejo com interrupção da rebrota aos 95% de interceptação luminosa (I.L.) e três severidades de desfolha (alturas de resíduo de 20cm, 30cm, e 50cm). As pastagens adubadas receberam 572 kgN.ha⁻¹, 472 kgK₂O.ha⁻¹ e 230 kgP₂O₅.ha⁻¹, e as pastagens não adubadas não receberam nenhum tipo de fertilização. O pastejo foi realizada por bovinos. O delineamento foi o de blocos completos casualizados, com 6 tratamentos (A20, A30, A50, NA20, NA30 e NA50) e 5 repetições, totalizando 30 unidades experimentais (piquetes) de 400 m² cada. O período de avaliações foi de julho de 2010 a março de 2011. Não foi possível atingir 95% de I.L. nos tratamentos NA20 e NA30, que tiveram entrada aos 91% e 89% respectivamente, nos demais tratamentos a entrada dos animais ficou entre 94% e 96% de I.L.. O intervalo entre pastejos do tratamento NA50 foi de 130 dias, e dos tratamentos adubados 90d, 29d e 17d, para os períodos de inverno primavera e verão respectivamente. Não houve diferença de alturas de entrada nos tratamentos não adubados (91cm). A altura de entrada do tratamento A50 foi maior que as dos tratamentos A30 e A20 (74cm x 56cm e 50cm respectivamente). A massa de forragem em pré pastejo variou entre 3596 e 9518 kgMS.ha⁻¹, apresentando maior proporção de material morto e menor proporção de folhas nos resíduos de 50cm. A massa seca total em pós pastejo foi maior quanto maior a altura de resíduo (1224, 1926 e 5556 kgMS.ha⁻¹ para os resíduos de 20cm, 30cm e 50cm respectivamente). A massa seca de folhas verdes em pós pastejo foi maior nos resíduos de 50cm (248, 470 e 1616 kgMS.ha⁻¹ para os resíduos de 20cm, 30cm e 50cm respectivamente). A proporção de folhas no resíduo não variou entre alturas nos tratamentos adubados (28%), mas foi decrescente conforme reduções no resíduo dos não adubados (34%, 22% e 13% nos resíduos de 50cm, 30cm e 20cm respectivamente). O acúmulo total dos tratamentos adubados e não adubados foi de 19514 e 8897 kgMS.ha⁻¹ respectivamente. O acúmulo dos pastos adubados foi de 3204, 7484 e 9703 kgMS.ha⁻¹ no inverno, primavera e verão respectivamente. A proporção de perdas em relação ao cúmulo foi maior nos resíduos de 50cm em relação aos de 20cm e 30cm (46% x 30% e 29% respectivamente). A densidade populacional de perfilhos foi de 672 e 521 perfilhos.m⁻² em pastos adubados e não adubados respectivamente. A infestação por plantas invasoras foi maior nos resíduos de 20cm, independentemente da adubação. É possível que o manejo do pastejo mais adequado seja de alturas pré e pós pastejo mais altas sem adubação, e mais baixas com adubação intensiva.

Palavras-chave: Pastagem; Adubação; Nitrogênio; Altura; Interceptação luminosa; Manejo; Produção; Perdas; Massa; Densidade populacional de perfilhos; Invasoras

ABSTRACT

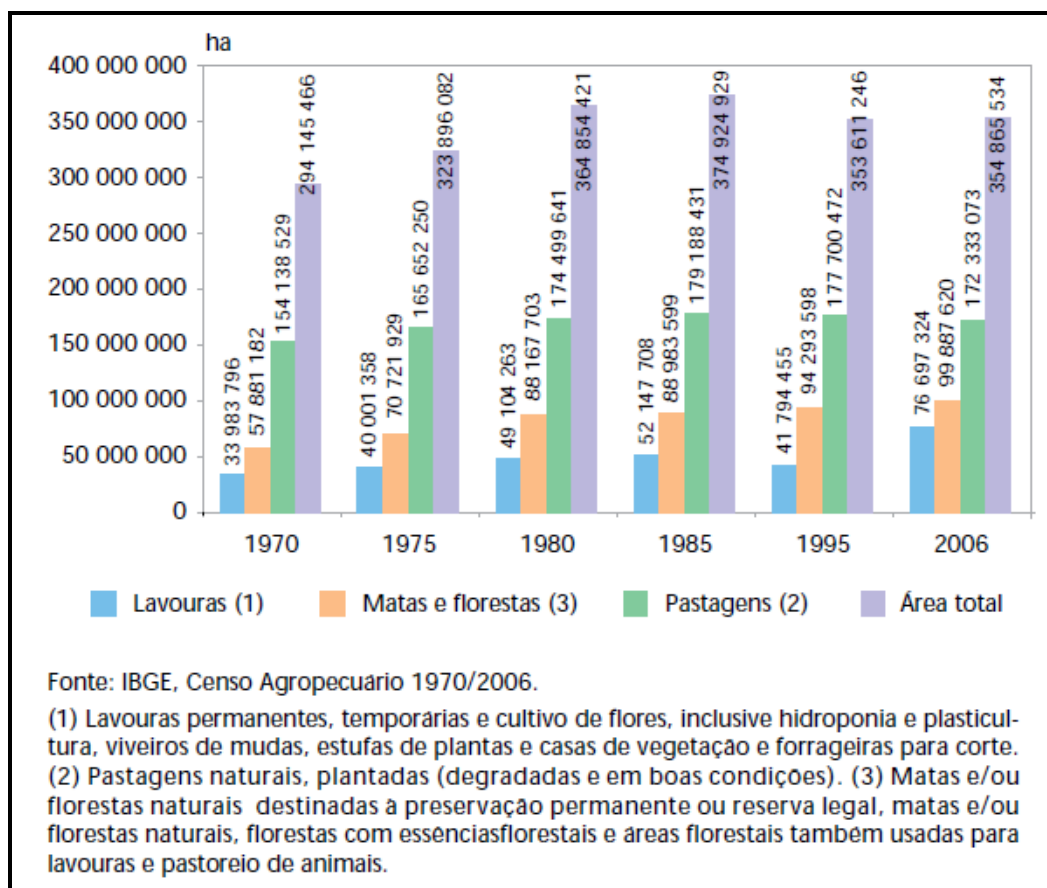
***Panicum maximum* cv. Tanzânia responses due to associations between fertilization and defoliation intensity**

In pasture based production systems, grazing management has great influence over productivity, responses to fertilization and pasture longevity. There may be differences between best ways of managing the grazing process in tropical grasses under different fertility conditions. The aim of this study was to analyze the effects of defoliation severity associated with defoliation frequency based in light interception (95%) over *Panicum maximum* cv. Tanzânia grasslands under hi and low fertilization. The experiment was conducted at São Paulo State University, Piracicaba – SP Brazil. Treatments were factorial combinations of 2 fertility conditions, fertilized (F) and unfertilized (UF) grasslands and 3 defoliation intensities (20cm, 30cm and 50cm post grazing heights). Fertilized treatments received 572 kg N.ha⁻¹, 472 kg K₂O.ha⁻¹ e 230 kg P₂O₅.ha⁻¹, and unfertilized didn't receive any kind of fertilization. Beef cattle steers were used as defoliation agents. Treatments were distributed among the 30 experimental units (400 m² paddocks) according to a complete and randomized block design, with 6 treatments (F20, F30, F50, NF20, NF30 and NF50) and 5 replications. The evaluation period was from July, 2010 to March 2011. Unfertilized treatments with the lower post grazing heights (20cm and 30cm) could not reach 95% of light interception due to it leaves morphology (upright) and small tiller population. Grazing intervals were the same among fertilized treatments in the summer (17 days). Pasture height in the moment that it achieved 95% of light interception were higher for the unfertilized grasslands, and for the higher post grazing treatments. Smaller post grazing heights were related with greater leaf and less dead material proportion in the pre grazing forage mass. There was no effect of the residual heights over the leaf proportion in the post grazing mass considering the fertilized pastures. Lower defoliation intensities were related with bigger proportions of forage losses due to grazing process. Fertilized treatments produced 19514 kg of DM.ha⁻¹ while the unfertilized treatments produced 8897 kg of DM.ha⁻¹ in 198 days, and there was no influence of residual heights over this characteristic. Tiller densities were affected only by fertilization and not by the grazing intensity. However, the grazing intensity had effect in to the weed appearance.

Keywords: Grass; Forage; Pasture; Grazing management; Fertilization; Nitrogen; Height; Light interception; Production

1 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos em pastagens no Brasil tem papel importante para o país, tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista ambiental. Segundo resultados do último Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o efetivo de bovinos no país em 2006 foi de 170 milhões de cabeças, e a área de pastagens (plantadas e nativas) foi de 172 milhões de hectares. Em contra partida, a área total utilizada para agricultura, considerando-se todas as culturas agrícolas exceto as florestais, teria passado de 34 para 77 milhões de hectares entre 1970 e 2006 (Figura 1). Isto significa que, mesmo com o avanço contínuo das áreas de lavoura sobre as áreas de pastagens, estas últimas continuam sendo, com larga vantagem, a atividade de maior ocupação do solo no país.



* Área total do Brasil = 851.487.659 hectares

Figura 1 – Utilização das terras no Brasil entre 1970 e 2006 (IBGE – 2007)

A última estimativa realizada pelo IBGE sobre o efetivo de bovinos no Brasil foi de 205,3 milhões de cabeças em 2009, e os dados mais recentes sobre o abate anual de animais no país são de 29,3 milhões de cabeças em 2010. Com isto o Brasil ocupa a posição de segundo maior rebanho bovino do mundo, atrás apenas da Índia, segundo maior produtor mundial de carne bovina, atrás dos Estados Unidos, e principal exportador mundial deste produto. Apesar do aumento crescente da atividade de confinamento no país, acredita-se que mais de 90 % dos animais abatidos ainda sejam terminados a pasto, sendo que um número ainda maior deve atravessar ao menos as fases de cria e recria de suas vidas nesse sistema.

Os cenários apontados demonstram que, além da importância econômica, as tecnologias utilizadas na condução das pastagens têm grande impacto sobre a preservação dos ambientes de produção disponíveis no país, devido à proporção da área agricultável que ocupam (SPAROVECK; CORRECHEL; BARRETTO, 2004).

Da Silva e Corsi (2003), consideram que o uso adequado das tecnologias disponíveis para a produção animal em pastagens depende de análise individual dos sistemas de produção, com identificação de suas características particulares, não havendo modelo tecnológico, ou nível de intensificação, únicos que se adequem a todos eles.

Independentemente do nível de intensificação, a sustentabilidade dos sistemas depende da sua capacidade de gerar renda adequada para o produtor de forma constante ao longo dos anos, promovendo retorno econômico da atividade, sem incorrer na degradação do ambiente de produção. Para que isto seja possível, as tecnologias disponíveis devem estar sob constante aperfeiçoamento, permitindo resolução de novos problemas e aumento das eficiências dos processos de produção.

Em contraposição às condições básicas para sustentabilidade observa-se que grande parte das pastagens do Brasil 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).

Alguns dos pontos críticos a serem considerados na produção animal em pastagens tendo em vista produtividade, rentabilidade e perenidade dos sistemas, são manejo do pastejo e manejo 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 permitir a manutenção dos sistemas de produção no longo prazo. Além disso, a disponibilidade de nutrientes no solo é um dos fatores limitantes à produtividade das plantas forrageiras, sendo esta a base da produtividade do sistema como um todo (MARTHA JR. et al., 2004; 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).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos teóricos sobre as recomendações de manejo do pastejo

2.1.1 Manejo das eficiências parciais do processo de produção animal a pasto

Frequentemente, a compreensão do processo de produção animal em pastagens tem sido abordada com sua decomposição em três etapas (eficiências parciais) básicas, que combinadas determinam a produtividade final dos sistemas. A etapa de crescimento compreende o acúmulo total da forragem que servirá como alimento para os animais, a partir de uma base de recursos físicos (solo e clima) e biológicos (espécie forrageira), disponíveis no local de produção. Em sistemas de pastejo, a forragem acumulada deverá ser colhida pelo próprio animal durante a etapa denominada de utilização. Por fim, a forragem ingerida será digerida e metabolizada, servindo para atendimento das funções vitais e produtivas dos animais, resultando na produção de carne, leite, lã, trabalho, etc., durante etapa do processo denominada conversão. Estas três eficiências parciais estão intimamente interligadas, de forma que a maximização de uma delas tende a reduzir as demais. O correto manejo do pastejo não objetiva a maximização dos processos de crescimento, colheita ou conversão separadamente, mas a melhor relação possível entre eles, que proporcione maior produtividade animal, observada a estabilidade/perenidade da pastagem (HODGSON, 1990; DA SILVA; PEDREIRA, 1999; GOMIDE; GOMIDE, 1999; DA SILVA; CORSI, 2003) (Figura 2).

Na etapa de crescimento, a planta forrageira depende essencialmente de sua área foliar para absorção de luz e assimilação de carbono através do processo de fotossíntese, possibilitando assim o acúmulo de forragem. 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.

Através da divisão das pastagens e do 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 a tudo aquilo que é

produzido durante o ano. Dessa forma o manejo do pastejo é também um dos fatores determinantes da eficiência de utilização do pasto.

Tendo coexistido com os herbívoros durante grande parte de sua história evolutiva, as forrageiras “tornaram-se” capazes de se adaptar aos regimes de frequência e severidade de desfolha 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; BRISKE, 1996; NABINGER; PONTES, 2001; CARVALHO et al., 2001; DA SILVA; CORSI, 2003; SBRISSIA et al., 2009).

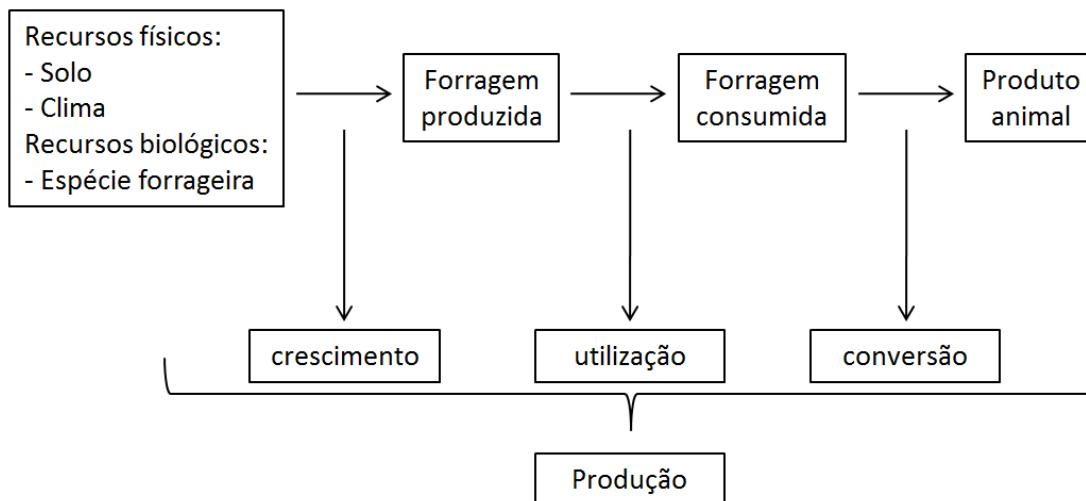


Figura 2 – Representação esquemática do processo de produção animal a pasto (adaptado de HODGSON, 1990)

2.1.2 O processo de acúmulo de forragem e o conceito de índice de área foliar crítico para interrupção da rebrota

Devido à preferência dos animais por folhas jovens em relação às demais estruturas da planta, o material vegetal residual apresenta baixa proporção de folhas, sendo que estas se encontram com 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 (Figura 3).

Uma das principais características de pastagens de clima tropical que as diferenciam das espécies de clima temperado é o fato de que, nas tropicais, o acúmulo de massa vegetal continua acontecendo para além do ponto em que se observa a estabilização da quantidade de forragem nas plantas de clima temperado. Entretanto, as modificações em quantidade e qualidade de luz ocorridas até este ponto do período de rebrota, proporcionam alterações nos padrões de alocação de recursos pelas plantas, que passam a promover elevado acúmulo de colmos em detrimento de folhas (CARNEVALLI, 2003). Este processo, apesar de permitir produções totais muito elevadas (VICENTE-CHANDLER; SILVA; FIGARELLA, 1959) não é interessante para produção animal, devido à redução na qualidade da forragem.

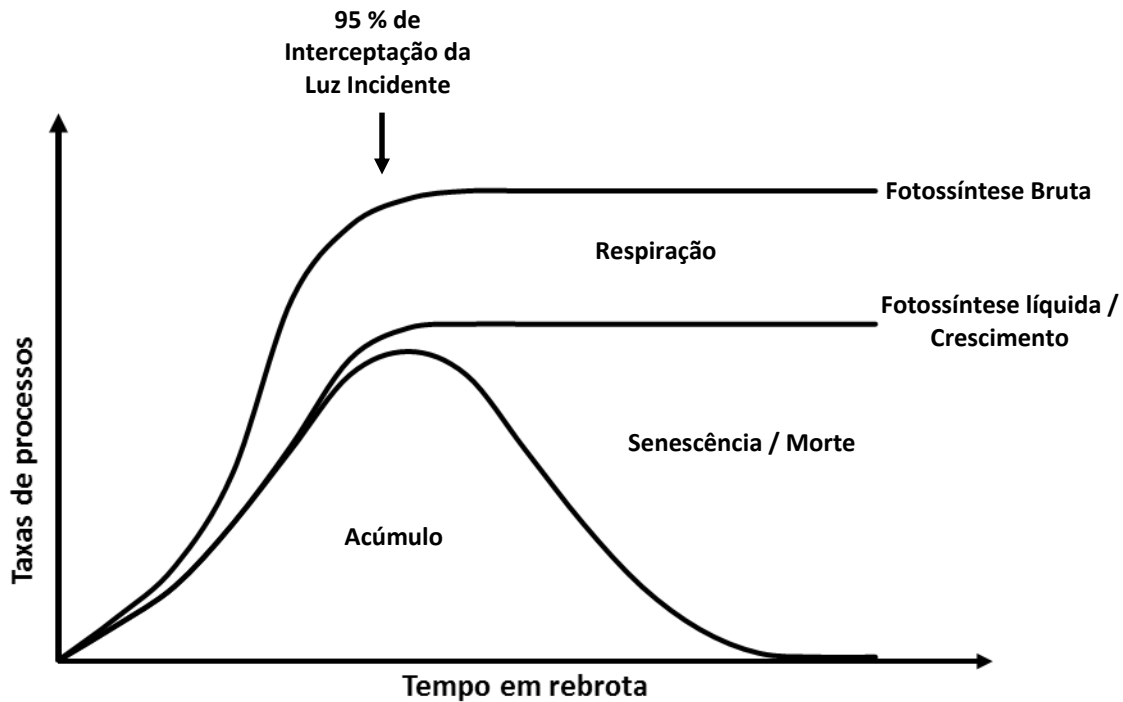


Figura 3 – Representação da variação nas taxas de fotossíntese bruta, perdas respiratórias, fotossíntese líquida / crescimento, senescência / morte de tecidos e acúmulo de forragem (adaptado de GOMIDE; GOMIDE, 1999)

Levando em consideração o processo de acúmulo de forragem descrito e as diferenças observadas entre espécies de clima tropical e temperado, o manejo do pastejo deve visar, através do controle do regime de desfolha (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 desfolha, ou seja, quanto maior for a remoção de área foliar da pastagem através do corte. Desta forma, aumentos na taxa de acúmulo média do ciclo poderiam ser conseguidas através de desfolhas mais lenientes, com manutenção de maior IAF residual (BROUGHAM, 1956, 1958).

Entretanto, a elevada remoção de área foliar pelo pastejo provoca 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 desfolhas muito lenientes o efeito de retardamento 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 desfolha (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).

Analisando-se o outro extremo da curva de crescimento da pastagem, fase em que os acréscimos na massa total de forragem são decrescentes, devido à 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 é indesejável, pois dificulta o consumo de forragem, proporciona queda do seu valor nutritivo e dificulta 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 ocorridas no ambiente luminoso no interior do dossel. Acredita-se que essas mudanças nos processos fisiológicos das plantas forrageiras ocorram 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; PARSONS; JOHNSON; HARVEY, 1988; PARSONS; PENNING, 1988; CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2004; DA SILVA, 2004).

2.2 O ciclo dos nutrientes na pastagem

O processo de produção animal em pastagens envolve extração de nutrientes pelas plantas a partir do solo, consumo dos nutrientes pelos animais através da ingestão de forragem, exportação destes nutrientes no produto animal e reciclagem através de outros processos. A proporção dos nutrientes retida nos tecidos e produtos animais é pequena em relação às quantidades extraída e consumida, sendo que grande parte dos nutrientes extraídos pelas plantas retornam ao sistema através da remobilização e deposição da liteira, e a maior parte dos nutrientes consumidos pelos animais retorna ao sistema através das excretas (MONTEIRO; WERNER, 1997; DUBEUX et al., 2007).

Primavesi et al. (2006) trabalhando com pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. marandu encontraram, após quatro cortes realizados a cada 43 dias durante o período das águas, extrações de 27(N), 6(P), 41(K), 9(Ca), 8(Mg) e 3(S) kg/ha de macronutrientes, em plantas adubadas com 0 kg de N/ha/ano e 240 kg de K₂O/ha/ano, com acúmulo durante as águas de 1889 kg de MS/ha. Em plantas adubadas com 400 kg de N/ha/ano e 420 kg de K₂O/ha/ano, o acúmulo de matéria seca foi de 9539 kg/ha, e as extrações foram de 181(N), 29(P), 306(K), 42(Ca), 34(Mg) e 13(S) kg/ha de macronutrientes. Boddey, et al. (2004) trabalhando com *Brachiaria humidicola* não

adubada com nitrogênio, pastejada por bovinos zebu em 3 taxas de lotação (2, 3 e 4 cabeças/ha), obtiveram consumo médio de nitrogênio de 114 kg de N/ha/ano. Desse total, 7,9 kg de N/ha/ano foram retidos através do ganho de peso e 106 kg de N/ha/ano liberados através das excretas.

As principais formas de reciclagem dos nutrientes dentro da pastagem seriam: remobilização dos nutrientes dentro da planta, redistribuição dos nutrientes na área via excreta animal e decomposição/mineralização da liteira depositada sobre o solo (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Armazenamento e remobilização ocorrem quando carbono, nitrogênio e outros elementos podem ser retirados de um tecido e utilizados para crescimento e manutenção de outro. Pode-se mencionar a existência de dois tipos de armazenamento: reciclagem e formação de reservas.

A reciclagem é consequência da renovação de tecidos na planta (ex: reciclagem de proteínas durante a senescência foliar), enquanto que a formação de reservas envolve a deposição dos nutrientes em organelas de armazenamento como vacúolos ou amiloplastos (LEMAIRE; MILLARD, 1999).

A influência das excretas na redistribuição dos nutrientes na área ocorre devido à sua grande concentração em elementos minerais, e porque que uma grande proporção das fezes e urina é depositada em uma pequena proporção da área total do pasto. A deposição equivalente de nitrogênio nos locais em que um animal urina é da ordem de 400 a 500 kg de N/ha, enquanto que a de potássio é da ordem de 1000 kg de K₂O/ha. As perdas do total de nitrogênio depositado através da urina podem ser de 4 a 66 %, dependendo das condições atmosféricas e da presença de matéria orgânica no solo, correspondendo à perdas de 20 a 120 kg de N/ha/ano (HAYNESS; WILLIAMS, 1993; CASTILLA; AYARZA; SANCHEZ, 1995; RYDEN, 1986 citado por DUBEUX et al., 2007). Estudos mostram que cerca de 35% da área total da pastagem seria coberta por excreções após um ano de pastejo. Essa proporção é variável em função da frequência de utilização de locais da pastagem pelos animais, a qual é dependente de diversos fatores como distância em relação à aguada, declividade, aspectos de vegetação e características da forragem (WILKINSON; LOWREY, 1973; MONTEIRO; WERNER, 1997; GOULART, 2006).

Para Lemaire e Chapman (1996) e Boddey et al. (2004), a reciclagem do nitrogênio através da remobilização está menos sujeita às perdas do que a reciclagem via excreta animal, devido à melhor distribuição na área e à menor intensidade dos processos de lixiviação e volatilização. Os autores sugerem que a maximização da intensidade e da eficiência de colheita da forragem produzida aumentaria a importância relativa da reciclagem via animal, proporcionando aumentando das perdas de nutrientes. Isto poderia resultar numa redução gradativa do suprimento de nitrogênio para as plantas, o que não seria sustentável em longo prazo se as taxas de remoção não fossem contrabalanceadas com adubações.

A deposição de restos vegetais (liteira) sobre o solo e sua decomposição exercem influência contínua no suprimento de nutrientes para as plantas. A liteira influencia o balanço líquido entre imobilização e mineralização, constituindo-se em forte determinante da disponibilidade dos elementos, sobretudo nitrogênio, fósforo e enxofre (DUBEUX et al., 2007).

A reciclagem dos nutrientes através da decomposição do material vegetal depositado sobre o solo é um processo que pode ser lento, sobretudo em pastagens tropicais solteiras, devido às altas relações C/N do material residual. Um estudo realizado com Green-panic na Austrália constatou que não ocorreu mineralização de nitrogênio durante um período inicial que variou de 50 a até 100 dias após a deposição do liter. Após um ano, apenas 20 a 30 % de todo o N contido no material havia sido liberado. A meia vida dos resíduos de plantas forrageiras tropicais no solo pode ser elevada, chegando a 75 ou até 277 dias (ROBBINS; BUSHELL; McKEON, 1989; REZENDE et al., 1999; DUBEUX et al., 2007).

O processo de senescência das folhas pode interferir na via preferencial de reciclagem de nutrientes, em favor da remobilização. Experimento realizado com *Festuca arundinacea* demonstrou que cerca de 75 a 80 % do nitrogênio contido nas folhas senescentes foi remobilizado e reutilizado, enquanto que apenas 20 a 25 % do N permaneceu no material morto, retornando ao solo através de folhas senescidas que caíram. O nitrogênio remobilizado poderia corresponder ao N metabolicamente ativo, enquanto que o não remobilizado poderia corresponder ao N estrutural (THOMAS; STODDART, 1980; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

2.3 Remobilização e transporte no floema: aspectos fisiológicos

A remobilização de nutrientes dentro da planta se dá pelo floema. O transporte no floema acontece a partir de regiões de alta disponibilidade, as **fontes**, em direção às regiões de elevada demanda (seja para metabolismo ou armazenamento), os **drenos**. No caso dos fotoassimilados, as fontes seriam todos os órgãos exportadores, sobretudo folhas maduras, que possuem a capacidade de produzir ou que tenham armazenados mais fotossintatos do que o necessário para sua manutenção. Já os drenos seriam todos os órgãos não fotossintetizantes da planta ou os órgãos que produzem fotossintatos, mas não o suficiente para atender sua demanda (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O material translocado no floema consiste basicamente em água, carboidratos, aminoácidos, proteínas, hormônios endógenos e alguns íons inorgânicos. Os carboidratos são os principais solutos translocados, sendo que a sacarose é o elemento mais comumente encontrado. O nitrogênio é transportado sobretudo na forma de aminoácidos e amidas, sendo os mais comuns aspartato e glutamato, asparagina e glutamina. Já no caso dos íons inorgânicos, os mais transportados seriam potássio, magnésio, fosfato e cloro. Por outro lado, os íons nitrato, cálcio e enxofre são pouco móveis no floema (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Observa-se que o nível de compostos nitrogenados no floema é especialmente alto durante a senescência de folhas, e que outros íons inorgânicos também podem ser exportados a partir de folhas senescentes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

2.4 Remobilização e transporte no floema: resultados com plantas forrageiras

A maioria dos estudos sobre remobilização interna de nutrientes estão relacionados com os elementos carbono e nitrogênio, por isso grande parte dos resultados aqui relatados dizem respeito à esses dois elementos. O processo de remobilização em plantas forrageiras tem sua maior importância logo após a desfolha pelos animais, quando a planta perde grande parte da sua capacidade fotossintética e de absorção de nutrientes.

A severidade da desfolha deve afetar a proporção em que o carbono utilizado para a rebrota é proveniente da assimilação corrente ou da remobilização de reservas. Quando todo o IAF é removido, torna-se inevitável que a planta utilize suas reservas para o crescimento inicial. Sob desfolha leniente, a assimilação corrente pelo IAF remanescente poderia ser uma alternativa (RYLE; POWELL, 1975; THORNTON; MILLARD; BAUSENWEIN, 2000).

A remobilização de carbono para os pontos de crescimento deve ter maior importância nos primeiros dias após a desfolha. Fulkerson, Slack e Lowe (1994) e Donaghy e Fulkerson (1997), observaram uma correlação positiva entre a concentração de carboidratos solúveis no colmo de *Lolium perenne* e o crescimento de novas folhas aos 6 dias após a desfolha. Neste trabalho, cerca de 33% do carbono utilizado foi proveniente da remobilização de reservas, em quanto que 66% foi proveniente da assimilação corrente. Em outro experimento com *L. perenne*, De Visser, Vianden e Schnyder (1997) observaram em pontos de crescimento da parte aérea e do sistema radicular, que a proporção de carbono proveniente da remobilização caiu de 50% para 10% entre 2 e 5 dias após o corte. A proporção de nitrogênio remobilizado foi de 50% para 10% entre 5 e 14 dias após o corte. Acredita-se então, que exista um período inicial de 4 a 6 dias em que a rebrota é fortemente dependente da remobilização, sendo que após esse período o crescimento passa a ser progressivamente mais dependente da assimilação e absorção correntes (OURRY; BOUCAUD; SALETTE, 1988; THORNTON et al.,2000).

O carbono remobilizado pode não ser utilizado diretamente na construção de novos tecidos. Danckwerts e Gordon (1987), detectaram decréscimo no teor de carbono marcado (^{14}C) em colmos de *L. perenne* após a desfolha. Parte deste carbono foi encontrada posteriormente nos tecidos em crescimento, mas a quantidade encontrada foi menor que a quantidade remobilizada, sugerindo que a diferença tenha sido utilizada para a respiração.

Avice et al. (1996), trabalhando com alfafa, observaram que 73% do carbono e 34% do nitrogênio dos órgãos de reserva foram remobilizados nos primeiros 30 dias de rebrota. Enquanto todo o nitrogênio remobilizado foi recuperado nos tecidos em crescimento, a maior parte do carbono foi perdida através de respiração (61% perdido

pela respiração do sistema radicular; 8% pela respiração da parte aérea; e 5% recuperado nos tecidos novos). A porcentagem de nitrogênio proveniente de reservas na parte aérea foi de 87%, 66%, e 52% após 3, 10 e 30 dias de rebrota respectivamente. Constatou-se que 14 a 58% do carbono remobilizado encontrado na parte aérea estava ligado à mobilização de compostos nitrogenados e não de carboidratos. Schnyder e De Visser (1999), estimaram que 60% do influxo líquido de carbono em perfilhos de *L. perenne* nos primeiros dois dias de rebrota, era proveniente de carbono constituinte de moléculas de aminoácidos.

Ourry et al. (1988, 1990 e 1994), trabalhando com nitrogênio marcado (^{15}N) em plantas de *L. perenne*, constataram que este elemento pode ser remobilizado de raízes e colmos para folhas em crescimento nos primeiros dias após a desfolha. A remobilização foi a principal fonte de N para as folhas em expansão até 4 dias depois do pastejo. Os mesmos autores observaram, em diferentes espécies de gramíneas forrageiras, que cerca de 40 - 43 % do nitrogênio contido nas folhas entre 14 e 24 dias após a desfolha, eram provenientes de remobilização a partir de colmos, raízes e estolões.

Thornton et al. (1993), observaram uma ordem crescente entre as espécies forrageiras de clima temperado: *L. perenne*, *Poa trivialis*, *Agrostis castellana* e *Festuca rubra*, no que diz respeito à proporção em que o nitrogênio utilizado para crescimento de novas folhas era proveniente de remobilização. A ordem entre as espécies se manteve independentemente do nível de fornecimento de N, mas todas as espécies foram mais dependentes de nitrogênio de reservas quanto menor era o suprimento externo desse nutriente.

Santos et al. (2002), trabalhando com ^{15}N em *Panicum maximum* cv. Tanzânia, observaram nas plantas recebendo nitrogênio regularmente, que a absorção foi responsável por 83,2 ; 99,9 e 88,4 % do nitrogênio destinado à perfilhos laterais, raízes e folhas em expansão respectivamente, sendo que o restante foi suprido por nitrogênio proveniente de remobilização. Nestas condições, folhas em expansão, perfilhos laterais e raízes foram os principais drenos de nitrogênio (remobilização + absorção). Nas plantas que não receberam nitrogênio o suprimento foi proveniente de remobilização. Nessas condições houve uma tendência de redução na proporção do N total

direcionada ao desenvolvimento de novos perfilhos. Independentemente do suprimento externo de nitrogênio, as principais fontes de N para remobilização foram as folhas novas completamente expandidas.

Lemaire e Chapman (1996) atentam para a redução nos requerimentos intrínsecos da forrageira, conforme seu crescimento e aumento de IAF. Para os autores isto estaria relacionado com uma maior proporção de material estrutural na massa total da forragem, e também com uma redução no conteúdo de nitrogênio das folhas mais velhas, que se tornam cada vez mais sombreadas. Esse segundo fenômeno corresponde á remobilização de nitrogênio de folhas mais velhas para folhas novas e meristemas, processo que permite otimizar a utilização do nitrogênio para fotossíntese do dossel. Para os mesmos autores, com a ação dos animais sobre o dossel, removendo preferencialmente as folhas mais novas e com maiores concentrações de nitrogênio, uma maior proporção do N requerido para crescimento teria que vir do solo, sendo essa dependência tão maior quanto maior a severidade da desfolha. Isto apontaria para uma interação entre o manejo do pastejo e o suprimento de nitrogênio, influenciando a produtividade de dosséis pastejados.

2.5 Possibilidade de interação entre intensidade de desfolha e adubação nitrogenada

Diante do exposto, existe a possibilidade de que haja uma interação entre intensidade de desfolha e fertilidade do solo, sobretudo adubação nitrogenada (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Em baixa fertilidade, cortes mais lenientes proporcionariam maior quantidade de folhas e colmos remanescentes no resíduo, o quê poderia garantir maior quantidade de N disponível para as plantas através da remobilização. O maior IAF remanescente permitiria também maior suprimento de fotossintatos, proveniente tanto de remobilização quanto da assimilação das folhas remanescentes. Dessa forma, em sistemas de baixa fertilidade a maior altura de resíduo poderia proporcionar rebrota mais rápida e maior ciclagem interna de nutrientes, podendo assim garantir maior produtividade e longevidade da pastagem.

Por outro lado, em condições de alta fertilidade do solo e adubação nitrogenada, a maior altura de resíduo pode não ser efetiva em proporcionar maior disponibilidade de nitrogênio, já que neste caso a maior parte do nitrogênio seria proveniente da absorção radicular (SANTOS, 2002). Além disso, a maior altura de resíduo está associada à uma maior interceptação luminosa, o que implica em menor luminosidade incidente na base das plantas e menor estímulo ao perfilhamento (FULKERSON et al., 2001). Dessa forma, em alta fertilidade e adubação nitrogenada, menores alturas de resíduo poderiam ser benéficas, proporcionando estímulo à renovação de perfilhos e aumentos na produtividade, eficiência de colheita e qualidade do material colhido.

2.6 A espécie forrageira utilizada (*Panicum maximum* cv. Tanzânia)

Panicum maximum faz parte de um complexo agâmico, ou seja, espécies que se inter cruzam naturalmente pois possuem o mesmo número de cromossomos e o mesmo nível de ploidia. O complexo agâmico do qual faz parte *Panicum maximum* é composto por mais duas outras espécies, sendo elas *P. infestum* e *P. trichocladum* (JANK et al., 2008).

Fundamentados em materiais de herbários, pesquisadores franceses chegaram à conclusão de que o centro de origem destas espécies era a África do leste, sobretudo Quênia e Tanzânia. Os franceses foram os primeiros a percorrer o continente africano em busca de material genético de *Panicum* spp., em duas viagens percorrendo esta região, realizadas em 1967 e 1969, quando foram coletados cerca de 406 materiais diferentes. Posteriormente, uma expedição semelhante foi realizada por pesquisadores japoneses entre 1971 e 1973, onde foram coletados 142 novos materiais. A Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande – MS recebeu parte da coleção francesa em 1982, quando foram recebidos 426 acessos apomíticos e 417 acessos sexuais (JANK, et al. 2008).

O Capim colômbio é o mais antigo *Panicum maximum* utilizado no Brasil, tendo sido trazido provavelmente por acaso, entre os séculos XVI e XVII (1500 a 1700), dentro dos navios que vinham da África no período da escravidão. A partir de então

foram utilizadas outras poucas variedades dessa espécie, destacando-se Gatton Panic, Tobiata, Centenário, Centauro, Milênio, Vencedor, Tanzânia e Mombaça. Lançado em 1990 o capim Tanzânia 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).

O potencial de utilização deste capim foi analisado primeiramente 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 desfolha 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).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Tratamentos

Os tratamentos constituíram-se de combinações, em esquema fatorial, de dois níveis de adubação e três níveis de severidade de desfolha. A frequência de corte foi a mesma, 95% de interceptação luminosa, para todos os tratamentos. Os níveis de severidade da desfolha adotados corresponderam às alturas de resíduo pós pastejo de 20, 30 e 50 cm. Cada altura de resíduo pós pastejo foi submetida a duas condições de adubação. Os tratamentos adubados receberam adubação equivalente a 570 kg/ha de nitrogênio, 470 kg/ha de K_2O , e 230 kg/ha de P_2O_5 . Os demais tratamentos não receberam nenhum tipo de adubação.

Assim, de forma esquemática, os 6 tratamentos testados no experimento foram:

- **A 20** (Entrada a 95% de IL; Altura residual de **20** cm; **com adubação NPK**)
- **A 30** (Entrada a 95% de IL; Altura residual de **30** cm; **com adubação NPK**)
- **A 50** (Entrada a 95% de IL; Altura residual de **50** cm; **com adubação NPK**)
- **NA 20** (Entrada a 95% de IL; Altura residual de **20** cm; **sem adubação**)
- **NA 30** (Entrada a 95% de IL; Altura residual de **30** cm; **sem adubação**)
- **NA 50** (Entrada a 95% de IL; Altura residual de **50** cm; **sem adubação**)

A desfolha foi realizada por bovinos nelore com peso médio aproximado de 400kg de peso vivo, utilizando-se altas densidades de lotação (cerca de 25 cabeças em 400 m²) seguindo um modelo experimental do tipo “Mob-grazing” (Figura 8).

3.2 Local do experimento e preparação da área

O experimento foi realizado em Piracicaba – SP, na Fazenda Areão, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ – USP), que se encontra a 580 m de altitude, 22°41’31” de latitude sul e 47°38’00” de longitude oeste (Figura 4).

O local onde foi estabelecido o experimento fica numa área contínua de aproximadamente 2 ha, formada com Capim Tanzânia em 2004, que vinha recebendo o mesmo manejo (pastejo e adubações) desde a sua formação (Figuras 4 a 6).

Antes da montagem dos piquetes, entre janeiro e maio de 2009, a área recebeu três roçadas para uniformização da pastagem a uma altura de 30 cm. A estrutura do experimento foi montada entre julho e outubro de 2009, com a divisão dos piquetes e instalação de cercas e bebedouros (Figuras 7 e 8).

Os tratamentos foram estabelecidos pela primeira vez no início da estação de crescimento de 2009 / 2010 e foram mantidos até o final de março de 2011. De novembro de 2009 a julho de 2010 foram realizados outros dois trabalhos de pesquisa nessa mesma área, os quais seguiram o mesmo protocolo do presente experimento, garantindo a manutenção dos tratamentos durante este período (SHITOTA, 2010).



Figura 4 – Local do experimento (contorno amarelo), na Fazenda Areão

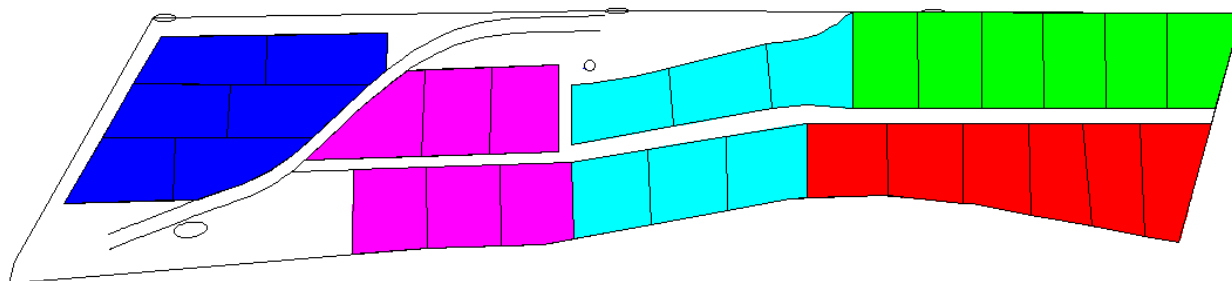


Figura 5 – Esquema da divisão de piquetes e blocos na área experimental



Figura 6 – Local onde foi instalado o experimento, antes da divisão dos piquetes



Figura 7 – Área experimental depois da divisão dos piquetes



Figura 8 – Piquetes de aproximadamente 400 m². Animais em pastejo com altas densidades de lotação (“Mob grazing”)

3.3 Delineamento e período experimental

O experimento foi organizado em blocos completos casualizados, com seis tratamentos em esquema fatorial (3 resíduos x 2 adubações) e cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais, sendo que cada unidade experimental correspondeu a um piquete de 400 m².

Assim, entre julho e outubro de 2009 foram estabelecidos na área cinco blocos com seis piquetes cada, resultando em blocos com aproximadamente 2.400 m² e uma área total avaliada de 12.000 m² (1,2 ha).

Os tratamentos foram mantidos por um período de 241 dias (novembro de 2009 a junho de 2010) anteriores ao início das avaliações, fazendo parte de outros dois experimentos realizados na área, os quais seguiram o mesmo protocolo experimental do presente trabalho. Este período anterior ao início das avaliações foi considerado como período de adaptação.

As avaliações tiveram início em 01 julho de 2010 e seguiram até 20 de março de 2011 (262 dias). Devido às diferenças nos dias do primeiro e do último pastejo de cada piquete, as avaliações de acúmulo de todos os tratamentos só puderam ser comparadas no período de 13/08/2010 a 27/02/2011 (198 dias). A comparação do acúmulo apenas entre os tratamentos adubados pôde ser feita considerando um período maior, de 08/07/2010 a 27/02/2011 (234 dias).

3.4 Análise de solo, adubações e condições edafo-climáticas

Antes da imposição dos tratamentos, em outubro de 2009, foi realizada análise de solo de cada parcela nas profundidades de 0 – 20 cm e de 20 - 40 cm. Em cada piquete foram realizadas 10 sub amostragens para cada uma das profundidades, com o auxílio de uma sonda. As análises foram feitas no laboratório de análise de solo do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ. Nos dados apresentados abaixo (Tabela 1) foram excluídas as informações sobre o teor de alumínio (mmolc.dm⁻³) e a saturação por alumínio (%) pois os valores foram iguais a zero em todos os piquetes.

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

Os tratamentos adubados receberam 572 kg/ha de nitrogênio na forma de nitrato de amônio, 472 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio e 230 kg/ha de P₂O₅ na forma de super fosfato simples. A primeira adubação foi realizada em 16/10/2010 e a última em 20/02/2011, sendo que as adubações intermediárias foram realizadas após cada pastejo.

Considerando-se as quantidades totais de nutrientes e um período de 127 dias para realização das adubações, foi definida uma dose diária de cada nutriente (4,5; 3,7; 1,8 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente) a ser aplicada para cumprimento da meta final. Após cada pastejo era calculado o número de dias decorridos desde a última adubação, multiplicando-se este valor pelas doses diárias dos nutrientes, definindo-se assim as quantidades a serem aplicadas em cada adubação.

As informações a respeito das condições climáticas vigentes ao longo do período experimental foram coletadas no site do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ. As Figuras 9, 10 e 11 trazem as temperaturas e a precipitação médias nos meses de julho a março durante os anos de 2010 e 2011 (período experimental) e nos últimos 10 anos (2001 a 2010).

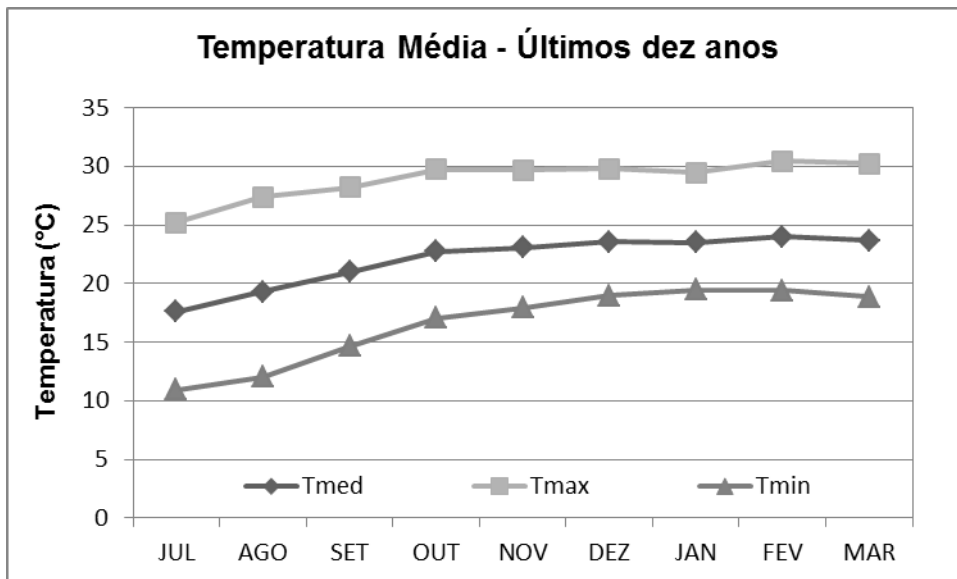


Figura 9 – Temperatura média dos últimos 10 anos (2001 a 2010) em Piracicaba – SP, considerando-se os meses de julho a março

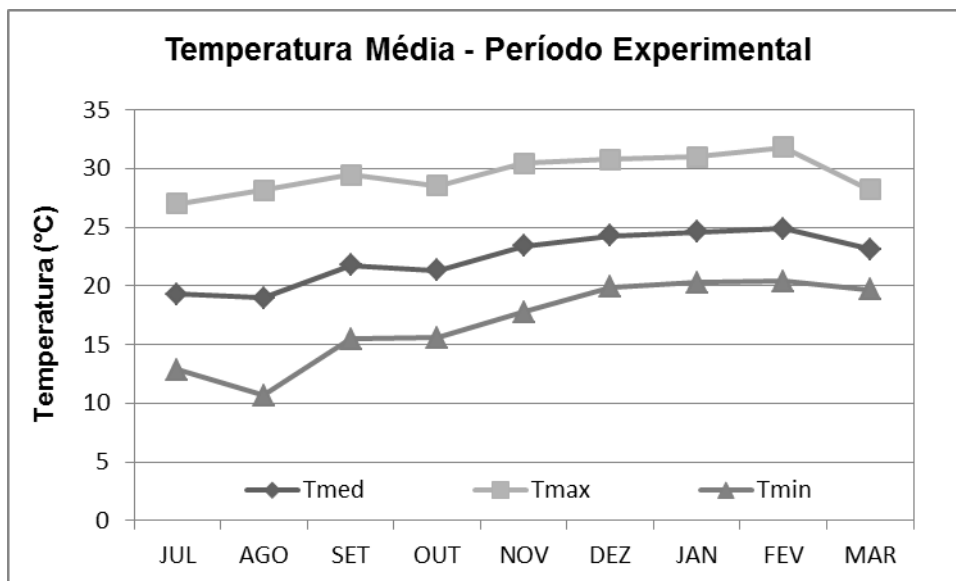


Figura 10 – Temperatura média durante o período experimental (julho de 2010 a março de 2011), em Piracicaba – SP

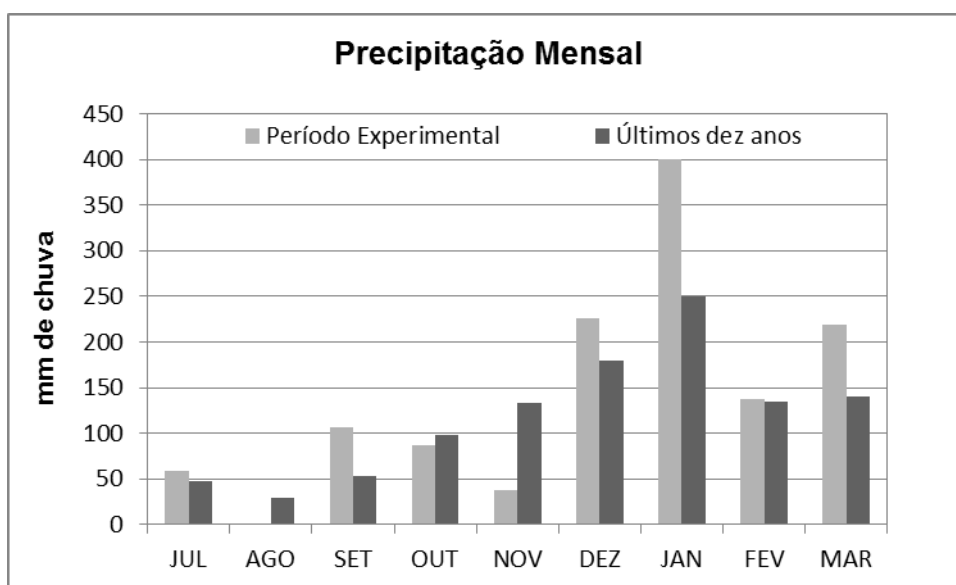


Figura 11 – Precipitação média dos últimos 10 anos (2001 a 2010) e durante o período experimental (julho de 2010 a março de 2011) em Piracicaba – SP

3.5 Altura da pastagem

A altura da pastagem foi mensurada com auxílio de uma régua graduada em centímetros, acoplada a um prato ascendente de isopor (Figura 12). A cada avaliação eram realizadas 40 medições pontuais, seguindo um caminhamento pré-determinado dentro de cada piquete. A altura média do piquete em cada dia de avaliação correspondeu à média das alturas pontuais. As medições foram realizadas uma vez a cada sete dias em média.

Independentemente da periodicidade das avaliações, foram feitas medidas nos momentos de pré e pós pastejo, a fim de proporcionar a manutenção dos tratamentos, e de se determinar uma correspondência entre altura e interceptação luminosa no momento da entrada dos animais.



Figura 12 – Instrumento utilizado para medir a altura da pastagem

3.6 Interceptação luminosa pelo dossel

Para estimativa da interceptação luminosa (I.L.) utilizou-se um analisador de dossel modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA). As avaliações com este equipamento consistem na escolha de pontos representativos da condição média da pastagem, onde se realizam uma amostragem de referência acima do dossel e um conjunto de amostragens à baixo da folhagem, obtendo-se a interceptação luminosa

média em cada ponto representativo. A I.L. média da unidade experimental corresponde à média dos valores obtidos para cada ponto representativo (Figura 13).



Figura 13 – Avaliação da interceptação luminosa. Medições acima (esquerda) e abaixo (direita) do dossel

No presente experimento foram escolhidos em cada unidade experimental 8 pontos representativos da pastagem, sendo que em cada um deles foram realizadas uma amostragem acima e seis amostragens a baixo da folhagem, totalizando 48 pontos de avaliação.

No que diz respeito à frequência de avaliações, procurou-se manter uma média de 1 medição por piquete realizada a cada 7 dias, com aumento da frequência de observações nas unidades experimentais que se aproximavam de 95% de I.L.

A manutenção da periodicidade das avaliações com o analisador de dossel foi dificultada pelo grande número de piquetes, pela ocorrência de dias chuvosos e, sobretudo, pela pequena janela de trabalho proporcionada pelo aparelho, que exige a ausência de radiação direta para garantia da qualidade das medições. Essa característica praticamente limita o período de avaliações para a última hora do entardecer.

A interceptação média pelo dossel de 95% da luz incidente foi utilizada como padrão para interrupção dos ciclos de rebrota nas unidades experimentais (LARA, 2007; CARNEVALLI, 2003).

3.7 Massa seca de forragem em pré e pós pastejo e proporção de componentes morfológicos

A massa de forragem foi determinada em todos os ciclos de pastejo nos momentos de pré e pós-pastejo. Nessas ocasiões foram escolhidos, em cada unidade experimental, dois locais representativos da condição média da pastagem para se fazerem as amostragens. Nas unidades amostrais era feito o corte e coleta de toda forragem contida dentro de uma moldura de 0,72 m² (0,6 m x 1,2 m), a uma altura de 15 cm do solo, com o auxílio de moldura de metal com “pés” de 15 cm e um aparador de cerca viva (Figura 14).



Figura 14 – Avaliações de massa de forragem. Moldura metálica (esquerda) e aparador de cerca viva (direita)

Após o corte todas as amostras eram pesadas para determinação do peso verde inicial (PVI₁ e PVI₂). Depois da pesagem, as duas amostras de cada piquete eram misturadas formando uma amostra composta, da qual eram separadas duas sub amostras, com aproximadamente 500 g de peso verde. Uma das sub amostras (Sub-MS) era imediatamente colocada em saco de papel, pesada (PV SubMS) e em seguida levada para estufa, onde permanecia a 65°C por pelo menos 72 horas. A segunda sub amostra (Sub-CM) era colocada em saco plástico e levada para o freezer.

Após a secagem, a primeira sub amostra era pesada novamente para obtenção de seu peso seco (PS SubMS). Com os pesos verde e seco das sub amostras foram

determinados o teores de matéria seca da forragem em cada avaliação. A partir do peso verde inicial, dos teores de matéria seca e da área das unidades amostrais, foi determinada a massa seca total de forragem (kg de MS/ha) de cada piquete nos momentos de pré e pós pastejo, segundo o exemplo abaixo:

equação 3.7.1

$$MS1 = ((PVI_1 \times (PS \text{ SubMS} / PV \text{ Sub-MS})) / 0,72) \times 10.000$$

equação 3.7.2

$$MS2 = ((PVI_2 \times (PS \text{ SubMS} / PV \text{ Sub-MS})) / 0,72) \times 10.000$$

equação 3.7.3

$$MS \text{ total da parcela} = \text{Média} (MS1; MS2)$$

A determinação da proporção de componentes morfológicos da pastagem foi realizada utilizando-se a segunda sub amostra. Após a retirada do freezer, a sub amostra era processada separando-se folhas verdes, colmos (colmo + pseudo-colmo) e material morto (m.m.). Após a separação, os componentes eram colocados em sacos de papel e levados para secagem em estufa a 65°C por 72 horas, sendo pesados logo em seguida, obtendo-se o peso seco de cada componente (PS folhas; PS colmos; PS m.m.). Com o peso seco dos componentes foi calculada a proporção que cada um deles representava da massa total da sub amostra, extrapolando-se esses valores para a massa de forragem da pastagem como um todo:

equação 3.7.4

$$\text{porcentagem de cada componente na sub amostra} = (PS \text{ do componente} / (PS \text{ folhas} + PS \text{ colmos} + PS \text{ m.m.})) \times 100$$

Com a massa seca total e com a proporção de componentes morfológicos, foram calculadas as massas secas de folha, colmo e de material morto em pré e pós pastejo, de cada ciclo de pastejo, através das equações:

equação 3.7.5

MS de cada componente = MS total x (% do componente / 100)

As massas secas totais e de cada componente foram obtidas primeiramente para cada ciclo de pastejo das unidades experimentais. A partir desses valores obteve-se a média de cada parcela, e com elas calculou-se a média dos tratamentos, como no exemplo descrito abaixo. Cabe lembrar que o mesmo procedimento foi feito para as massas secas total, de folhas, de colmos e de material morto, tanto em pré como em pós pastejo.

equação 3.7.6

MS média da parcela = Média (MS ciclo 1; MS ciclo 2; ... MS ciclo n)

equação 3.7.7

MS tratamento = Média (MS parcela 1; MS parcela 2; ... MS parcela 5)

A partir dos valores médios de massa seca total e de cada componente para cada parcela (equação 3.7.6), obteve-se a proporção de componentes morfológicos média nos momentos de pré e pós pastejo das unidades experimentais. Com esses valores calculou-se a média por tratamento.

equação 3.7.8

% média de cada componente em cada parcela = (MS média do componente / (MS média de folhas + MS média de colmos + MS média de m.m.)) x 100

equação 3.7.9

% média de cada componente por tratamento = Média (% do componente na parcela 1; % do componente na parcela 2; ... % do componente na parcela 5)

3.8 Acúmulo de forragem

O acúmulo total de forragem foi calculado para o período de 13/08/2010 a 27/02/2011. A forragem acumulada em cada unidade experimental foi obtida a partir da soma dos acúmulos em cada um de seus ciclos de pastejo. Os ciclos de pastejo que tiveram uma de suas datas (início ou fim) ocorrendo fora do período considerado também foram utilizados na soma do acúmulo total. Nestes casos obteve-se a taxa média de acúmulo no referido ciclo, que foi multiplicada pelo número de dias deste ciclo que estiveram dentro do período considerado para o cálculo do acúmulo.

O acúmulo de cada ciclo de pastejo foi encontrado subtraindo-se a massa seca em pós pastejo anterior (ou inicial) da massa seca em pré pastejo posterior (final). Depois de obtido o acúmulo total de cada unidade experimental foi obtida a média dos tratamentos.

equação 3.8.1

Acúmulo no ciclo = (MS pré final - MS pós inicial)

equação 3.8.2

Acúmulo total parcela = Acúmulo ciclo 1 + Acúmulo ciclo 2 + ... Acúmulo ciclo n

Para os tratamentos adubados, foi feito também o cálculo do acúmulo de forragem em cada época do ano. Neste caso os períodos considerados foram: inverno (08/07/2010 a 10/10/2010), primavera (10/10/2010 a 25/12/2010) e verão (25/12/2010 a 27/02/2011). Este cálculo não foi realizado para os tratamentos não adubados, devido ao número muito reduzido de ciclos de pastejo, o que não permite a detecção das diferenças na velocidade de crescimento entre as épocas.

3.9 Perdas de forragem em decorrência do pastejo

Para determinação das perdas de forragem por pastejo, foram demarcadas em cada piquete, imediatamente antes da entrada dos animais, duas parcelas de 2 m² (1,0 m x 2,0 m), de onde foram retirados todos os restos vegetais depositados sobre o solo. Após o pastejo, todo o material recém depositado nos locais marcados foi coletado e pesado fresco, obtendo-se o peso verde inicial (PVI₁ e PVI₂).

O material contido nas duas amostras de cada piquete foi misturado para formação de uma amostra composta, da qual foi retirada uma sub amostra com aproximadamente 500 g de peso fresco para a determinação do teor de matéria seca.

A sub amostra era colocada em saco de papel, pesada fresca (PV SubPerdas) e em seguida levada para estufa, onde permanecia a 65°C por pelo menos 72 horas. Após a secagem a sub amostra era pesada novamente para obtenção de seu peso seco (PS SubPerdas). Com os pesos verde e seco da sub amostra foram determinados os teores de matéria seca da forragem perdida em cada avaliação. A partir do peso fresco inicial, dos teores de matéria seca e da área das unidades amostrais foi determinada a massa seca de forragem perdida (kg de MS/ha) nos piquetes após cada pastejo:

equação 3.9.1

$$\text{MS perdas} = ((\text{PVI} \times (\text{PS SubPerdas} / \text{PV SubPerdas})) / 2,00) \times 10.000$$

A massa média de perdas por ciclo de pastejo foi calculada primeiramente para as unidades experimentais, consistindo na média das massas perdidas após cada pastejo. A partir das médias de cada parcela foi calculada a média dos tratamentos.

equação 3.9.2

$$\text{MS de perdas média da parcela} = \text{média} (\text{MS perdas ciclo 1; MS perdas ciclo 2; ... MS perdas ciclo n})$$

Com a massa média de perdas por ciclo de pastejo (equação 3.9.2) e com a massa seca média total em pré pastejo (equação 3.7.6) foi obtida a proporção de perdas em relação a massa pré pastejo de cada parcela, e em seguida dos tratamentos.

equação 3.9.3

Proporção de perdas em relação a massa pré pastejo = (MS média de perdas / MS média total em pré pastejo) x 100

Por fim, para o cálculo da proporção de perdas em relação ao acúmulo de forragem, foi feita a soma de todo o material perdido ao longo dos ciclos de pastejo, a qual foi dividida pelo acúmulo total de forragem no período (equação 3.8.2). Esse procedimento foi feito para cada unidade experimental, e depois obteve-se as médias dos tratamentos.

equação 3.9.4

Perdas totais de cada parcela = Perdas ciclo 1 + Perdas ciclo 2 + ... Perdas ciclo n

equação 3.9.5

Proporção de perdas em relação ao acúmulo de forragem em cada parcela = (Perdas totais da parcela / Acúmulo total de forragem da parcela) x 100

3.10 Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos foi avaliada ao final do experimento através da contagem do número de perfilhos vivos presentes dentro de quatro molduras de 0,45 m² (0,3 m x 1,5 m) colocadas na pastagem em locais representativos de sua condição média. As contagens foram realizadas na condição de pré-pastejo do último ciclo de pastejo de cada um dos piquetes dos tratamentos adubados. Nos tratamentos não adubados, devido a lentidão do período de rebrota, as coletas foram feitas nos dias 12 e 13 de março de 2011, cerca de 30 a 50 dias após o pastejo desses piquetes.

Considerando a média dos quatro locais de amostragem, foi obtido o número médio de perfilhos por m² em cada unidade experimental, a partir dos quais foi calculada a média dos tratamentos.

3.11 Composição botânica da pastagem

Considerando que a área do experimento, antes de sua instalação, era uma área contínua e homogênea, e observando-se o aparecimento de algumas plantas invasoras durante o decorrer do trabalho, decidiu-se realizar uma avaliação da composição botânica dos piquetes ao final do experimento. Tal qual comentado para a análise da densidade populacional de perfilhos, a avaliação da composição botânica foi realizada em pré pastejo no último ciclo de pastejo dos tratamentos adubados, enquanto que nos tratamentos não adubados a avaliação da composição botânica foi feita no dia 19 de março de 2011, cerca de 30 a 50 dias após o pastejo dos piquetes.

Para estimativa da composição botânica dos piquetes foram feitas 50 avaliações pontuais. As avaliações foram realizadas a cada 3 metros, percorrendo-se um trajeto pré definido ao longo de todo o piquete, até atingir um valor de 50 pontos avaliados. Em cada ponto, demarcado com um bastão, foi avaliada a vegetação dominante num raio de 25 cm ao redor do bastão.

Após as avaliações, a proporção de plantas invasoras em cada piquete foi calculada como a porcentagem de pontos dominados por plantas infestantes em relação ao total de pontos avaliados. A partir da porcentagem de invasoras de cada unidade experimental, estabeleceu-se a média dos tratamentos.

3.12 Análises estatísticas

Para avaliar os efeitos da altura de resíduo pós pastejo, dentre os tratamentos adubados, sobre o acúmulo de forragem e o intervalo médio entre pastejos em diferentes épocas do ano, as variáveis foram submetidas à análise de variância unifatorial em blocos ao acaso, através do procedimento PROC GLM do aplicativo SAS

9.1.3 (SAS, 2007), utilizando-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para detecção de diferenças estatísticas entre as médias. As demais variáveis testadas foram submetidas à análise de variância bifatorial em blocos ao acaso, através do procedimento PROC MIXED do aplicativo SAS 9.1.3 (SAS, 2007), aplicando-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para a detecção de diferenças estatísticas entre as médias. Os dados de massa total em pré pastejo, massa de folhas em pós pastejo e proporção de perdas em relação a massa pré pastejo foram transformados para raiz quadrada, a fim de atender as premissas de normalidade e homogeneidade, para realização da análise de variância (PIMENTEL-GOMES, 2009). Neste trabalho, os valores das variáveis são apresentados como média \pm desvio padrão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Intervalo entre pastejos

Os intervalos entre pastejos nas áreas não adubadas foram de 197, 178 e 130 dias para os pastos manejados com resíduo de 20, 30 e 50 cm respectivamente. Estes valores tem maior significado apenas para os pastos manejados com resíduo de 50 cm pois, dentre os pastos não adubados, estes foram os únicos que chegaram a interceptar 95% da luz incidente. Os demais piquetes não adubados foram pastejados entre 23/01/2011 e 13/02/2011, com interceptação luminosa variando entre 94,5 % e 84,0 %.

Com relação aos pastos adubados, os intervalos entre pastejos foram divididos entre três épocas ao longo do período experimental, sendo elas: inverno (08/07/2010 a 10/10/2010), primavera (10/10/2010 a 25/12/2010) e verão (25/12/2010 a 27/02/2011). O intervalo médio nos pastos manejados com altura residual de 20 cm foi menor que nos pastos manejados com 30 e 50 cm durante o período de inverno. Na primavera o comportamento se inverteu, com os tratamentos de resíduo mais alto apresentando menor intervalo. Não houve diferença entre os tratamentos no verão (Tabela 2).

Tabela 2 – Intervalo médio entre pastejos (dias) em diferentes épocas do ano*, em pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo pós pastejo, com adubação

Estação do ano	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
Inverno	76,96 ± 0,30 ^b	97,00 ± 1,00 ^a	96,00 ± 0,00 ^a	89,99 ± 9,85
Primavera	33,73 ± 2,13 ^a	26,71 ± 1,37 ^b	26,33 ± 0,43 ^b	28,92 ± 4,01
Verão	17,86 ± 2,25 ^a	16,78 ± 1,18 ^a	17,67 ± 0,42 ^a	17,43 ± 1,46
Probabilidade	Inverno	Primavera	Verão	
<i>Altura de pastejo</i>	<0,0001	<0,0001	0,4061	

^{a,b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

* inverno (08/07/10 a 10/10/10), primavera (10/10/10 a 25/12/10), verão (25/12/10 a 27/02/11).

Como esperado, os intervalos entre pastejos foram menores no verão, intermediários na primavera e maiores no inverno, como reflexo da disponibilidade de fatores de crescimento como luz, água, temperatura e nutrientes. Os intervalos entre pastejos foram de 34, 27 e 26 dias na primavera, e de 18, 17 e 18 dias no verão, para os resíduos de 20, 30 e 50 cm respectivamente. Estes valores estão condizentes com os valores encontrados na literatura.

Carnevali (2003), estudando o capim Mombaça manejado por 95% de interceptação luminosa, adubado com 195 kg de N.ha⁻¹, encontrou intervalos entre pastejos de 22 e 23 dias durante a primavera, e de 24 e 25 dias durante o período de verão, para resíduos de 30 e 50 cm respectivamente. Já Barbosa (2004), trabalhando com capim Tanzânia, também manejado com 95% de I.L. e adubado com 200 kg de N.ha⁻¹, obteve intervalos de 30 e 27 dias na primavera, e de 37 e 32 dias durante o período de verão, para os resíduos de 25 e 50 cm. Em trabalho semelhante com capim Tanzânia adubado e manejado por interceptação luminosa, Difante (2005) obteve intervalos médios de 33 dias para os resíduos de 50 cm, e de 50 dias para os resíduos de 25 cm.

Considerando-se o nível de adubação realizado no presente trabalho, o intervalo entre pastejos observado durante o período de primavera pode ser considerado longo, em comparação com os trabalhos citados. Este resultado pode ter sido decorrente da reduzida precipitação ocorrida no mês de novembro, a qual foi bem abaixo da média dos últimos 10 anos (Figura 11). Já em relação ao período de verão, o menor intervalo entre pastejo provavelmente decorreu das altas doses de adubação nitrogenada.

O intervalo médio obtido durante o verão não é incomum para pastagens tropicais adubadas e manejadas com base na interceptação luminosa. Carareto (2007), trabalhando com capim elefante cv. Cameroon manejado com altura de entrada de 1,00 m (95% de I.L.) e altura de resíduo de 40 cm, adubado com o equivalente a 2,6 kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹, encontrou intervalos entre pastejo variando entre 11 e 33 dias durante o período de janeiro a março, com média geral de 23 dias.

Admitindo-se uma relação entre a duração do intervalo de desfolha e a capacidade de suporte da pastagem, os dados apresentados demonstram o elevado potencial de pastos tropicais adubados com nitrogênio no verão, que podem

proporcionar pastejos sucessivos numa mesma área em intervalos de 20 a até de 10 dias. O intervalo entre pastejos tenderia a diminuir com a adequação do momento da entrada dos animais, que permitiria uma maior quantidade de folhas com elevada eficiência fotossintética no resíduo, e por tanto uma rebrota mais vigorosa. Além disso, com o tempo, a adaptação da pastagem com relação à densidade populacional de perfilhos, poderia proporcionar o fechamento mais rápido do dossel, e por tanto a redução do intervalo de desfolha.

4.2 Altura Pós Pastejo

Neste trabalho não foi possível atingir as metas de resíduo pós pastejo esperadas em todos os tratamentos. Dentre os pastos adubados as alturas de resíduo estiveram próximas da meta. Entretanto, houve dificuldade em se atingir os resíduos esperados nos pastos não adubados, sendo que a maior diferença observada em relação à meta aconteceu nos piquetes não adubados com resíduo esperado de 20 cm. Não houve interação entre os tratamentos para as alturas médias em pós pastejo obtidas ao longo do experimento ($p = 0,1793$), e por isso não foi feita a comparação das alturas individualmente. Houve efeito separado da severidade da desfolha e da adubação (Tabela 3).

Tabela 3 – Altura média de resíduo pós pastejo obtida ao longo do experimento (cm), em pastos de capim Tanzânia manejados em três níveis de severidade de desfolha, com e sem adubação

Adubação nitrogenada	Altura pós pastejo pretendida			Média
	20	30	50	
Adubado	22,55±0,51	31,29±1,29	50,61±1,52	34,82±12,18 ^B
Não adubado	28,19±2,50	33,33±3,35	54,83±1,26	38,78±12,17 ^A
Média	25,37±3,42 ^c	32,31±2,62 ^b	52,72±2,59 ^a	
Probabilidade				
<i>Adub</i> ¹				<0,0001
<i>Alt</i> ²				<0,0001
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²				0,1793

^{A,B} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{a,b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.

Nos pastos adubados, as diferenças obtidas em relação à altura residual pretendida e a variabilidade encontrada entre unidades experimentais, ou mesmo entre ciclos de pastejo dentro de cada unidade, ocorreram principalmente em função das condições do pasto no momento da entrada dos animais (Interceptação luminosa), e à ocorrência de chuvas próximas ao momento do pastejo.

A ocorrência de chuvas pouco tempo antes do pastejo dificultou o rebaixamento dos pastos devido à formação de lama, que contaminava a parte inferior do dossel através das patas dos animais em movimento. As porções do pasto contaminadas sofriam grande rejeição pelos animais. Esse processo se intensificava quanto mais baixo era o resíduo esperado.

Quanto à condição do pasto em pré pastejo, observou-se que nos ciclos em que, por ventura, a interceptação luminosa média excedeu os 95%, houve dificuldade de rebaixamento dos pastos, principalmente nos resíduos mais baixos. Além disso, mesmo com a entrada dos animais no momento certo, levando-se em conta a interceptação luminosa média do piquete, os animais tinham mais dificuldade de rebaixar os locais da

pastagem onde a rebrota havia sido mais vigorosa, em decorrência da variabilidade natural do ambiente dentro dos piquetes.

Apesar das dificuldades mencionadas, de modo geral houve facilidade em manter as alturas de resíduo desejadas nos pastos adubados. Após o primeiro pastejo realizado na altura correta formou-se uma estrutura de folhas velhas e colmos que dificilmente era pastejada pelos animais, o que reduzia muito a chance de rebaixamento além do esperado. Além disso, a interrupção da rebrota aos 95 % de interceptação luminosa proporcionou facilidade de rebaixamento até a altura desejada.

Com relação aos pastos não adubados com resíduo de 50 cm, foi possível realizar a entrada dos animais com 95% de interceptação luminosa. Entretanto observou-se aumento da desuniformidade do pasto no momento da saída dos animais ao longo dos ciclos de pastejo, devido à grande preferência dos animais por determinadas áreas dos piquetes. Esse fato pode ser confirmado pela análise dos desvios padrões da altura em pós pastejo dos cinco piquetes deste tratamento, que foi de 10,5 cm no primeiro ciclo para 20,8 cm no último ciclo.

Isto motivou a antecipação da saída dos animais no último ciclo de pastejo, para impedir que uma fração grande dos piquetes fosse muito rebaixada, fugindo da condição desejada, de plantas mantidas mais altas. Assim, a altura média de resíduo no primeiro ciclo de pastejo foi de 49,7 cm, enquanto que à do último ciclo foi de 60,6 cm.

Os pastos não adubados com alturas de resíduo esperadas de 20 cm e 30 cm foram os que apresentaram as maiores dificuldades para manutenção dos tratamentos. Apesar de não terem atingido 95 % de interceptação luminosa durante o período experimental, houve um intenso crescimento de colmos, sobretudo nas touceiras mais vigorosas, que impediam o rebaixamento dos pastos até as alturas desejadas. Além disso, a presença de plantas mais altas na pastagem elevava a altura média de resíduo do pasto como um todo, motivando que os animais fossem mantidos por mais tempo nos piquetes, afim de se atingir a meta de resíduo proposta. Isso fez com o que um grande número de plantas fosse completamente removidas, por vezes com raiz, provocando redução no estande.

Dessa forma, percebe-se que os pastos não adubados, inclusive os manejados com resíduo de 50 cm, apresentaram aumento da altura de resíduo pós pastejo ao

longo do experimento. Alturas de resíduo crescentes foram relatadas por Carnevalli (2003) e Barbosa (2004), para os capins Tanzânia e Mombaça, manejados com interrupção da rebrota aos 100% de interceptação luminosa, sobretudo nos resíduos mais baixos. Voltolini (2006) também observou aumento do resíduo pós pastejo de capim Cameroon associado ao manejo do pastejo por dias fixos (27 dias), em comparação com o manejo pela interceptação luminosa.

4.3 Interceptação luminosa e altura pré pastejo

A interceptação luminosa média dos pastos no momento da interrupção da rebrota esteve próxima da meta de 95% para os tratamentos adubados e também para o tratamento não adubado com resíduo de 50 cm. Já nos tratamentos não adubados com resíduo de 20 e 30 cm isto não foi possível, sendo que nestes casos o pastejo foi realizado com cerca de 90 % de interceptação luminosa em média (Tabela 4).

Nos pastos não adubados não houve diferença das alturas de entrada em função do resíduo pós pastejo. Já entre os tratamentos adubados, os pastos manejados com resíduo de 50 cm tiveram altura de entrada maior que a dos pastos manejados com resíduo de 20 e 30 cm (Tabela 4 e Figura 15).

Comparando-se os efeitos da adubação dentro de cada altura de resíduo, percebe-se que nos resíduos de 20 e 30 cm as alturas de entrada foram superiores quando não foi feita adubação. Não houve efeito da adubação sobre as alturas de entrada nos pastos manejados com resíduo de 50 cm, apesar da diferença numérica (Tabela 4).

Tabela 4 – Interceptação luminosa (%) e altura pré pastejo (cm) em pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo pós pastejo, com e sem adubação

Adubação	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA				
Aadubado	95,97±0,42	95,91±0,25	96,16±0,42	96,01±0,36 ^A
Não adubado	90,53±3,75	89,32±5,07	94,06±1,07	91,30±4,00 ^B
Média	93,25±3,82	92,61±4,85	95,11±1,35	
ALTURA PRÉ PASTEJO				
Aadubado	49,93±4,61 ^{Bb}	56,25±3,16 ^{Bb}	74,39±5,99 ^{Aa}	60,19±11,59
Não adubado	90,72±9,34 ^{Aa}	95,77±7,70 ^{Aa}	86,45±4,38 ^{Aa}	90,63±7,69
Média	68,06±22,48	73,81±21,47	80,42±8,05	
Probabilidade	Interceptação luminosa		Altura pré pastejo	
<i>Adub</i> ¹	<0,0001		<0,0001	
<i>Alt</i> ²	0,0928		0,0066	
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²	0,1397		0,0001	

^{A,B} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{a,b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.



Figura 15 – Condição da pastagem em pré pastejo de pastos de capim Tanzânia adubados, manejados com resíduos de 50 cm (A e B) e 20 cm (C e D)

O desvio padrão da altura média de entrada considerando-se os três tratamentos adubados e o tratamento não adubado com resíduo de 50 cm variou entre 3,16 e 5,99 cm. Esta variação na altura de entrada dos piquetes está próxima dos valores encontrados na literatura. Carnevalli (2003) e Voltolini (2006), trabalhando com os capins Mombaça e Elefante – Cameroon, manejados com 95% de interceptação luminosa, relataram erro padrão (média dos desvios) da altura de entrada de 3,05 cm e 6,00 cm respectivamente. Isto indica que, no presente trabalho, a altura de entrada dentro de cada um desses tratamentos (e não entre tratamentos distintos), não apresentou grande variação. Assim, o controle do pastejo através da interceptação luminosa foi efetivo em proporcionar um padrão relativamente constante na condição

média dos pastos no momento da entrada dos animais, como tem sido relatado pela maioria dos trabalhos.

Entretanto, os desvios obtidos para os tratamentos não adubados com resíduo de 20 e 30 cm (9,34 e 7,70 cm respectivamente) estiveram um pouco acima do esperado. Esse resultado é reflexo da decisão tomada no final de janeiro de 2011, de colocar os animais nos piquetes desses tratamentos mesmo que não tivessem atingido ainda os 95 % de I.L. Assim, provavelmente ocorreu maior variabilidade do estágio fisiológico/fenológico desses pastos no momento do pastejo, refletindo em maior variabilidade da altura pré pastejo.

Com relação aos efeitos da severidade da desfolha sobre a altura em pré pastejo encontrada nos tratamentos adubados, não se têm obtido resultados semelhantes em outros trabalhos. Carnevalli (2003) encontrou efeito da altura de resíduo sobre a altura de entrada dos animais em pastos de capim Mombaça, entretanto considerou que a variação encontrada em função do resíduo foi pequena (4,9 cm) e pouco significativa. Da mesma forma, Barbosa (2004) e Difante (2005), também não encontraram diferença entre as alturas de entrada de capim Tanzânia em função de alturas de resíduo de 25 e 50 cm, sendo que a altura de entrada esteve próxima dos 70 cm para ambos os resíduos. Em trabalho com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, manejada pelo critério de 95 % de I.L. em dois resíduos pós pastejo, Souza Júnior (2007) encontrou alturas médias de entrada diferentes estatisticamente, com valores 26 e 24 cm respectivamente para os resíduos de 10 e 15 cm.

Alguns dos fatores que poderiam explicar a resposta encontrada no presente trabalho seriam as doses elevadas de adubação nitrogenada (572 kg.ha^{-1}), e o período de adaptação relativamente longo antes do início das avaliações (novembro de 2009 a julho de 2010). Nos tratamentos adubados com alturas de residuais mais baixas, devido às elevadas doses de adubação realizadas após cada pastejo e a elevada incidência de luz na base das touceiras, poderia ter havido condição mais favorável ao perfilhamento do que nos pastos adubados com resíduo mais alto. Com o longo período de adaptação poderia ter havido tempo suficiente para que as pastagens se adaptassem á essas condições. Entretanto, não foi detectada diferença estatística entre as densidades

populacionais de perfilhos nas diferentes alturas dos tratamentos adubados (Tabela 12, item 4.8).

Outra possibilidade poderia ter sido a maior inclinação dos perfilhos em relação ao plano da base da touceira nos tratamentos com menor resíduo, como uma resposta adaptativa das plantas para proporcionar maior velocidade de fechamento da área (PENATI, 2002) e competitividade com outras espécies, entretanto essa possibilidade não foi investigada.

Com relação à dificuldade em se atingir 95% de interceptação luminosa nos pastos não adubados, observou-se que a grande variabilidade de altura entre as plantas, associada com uma estrutura mais rígida e ereta das folhas, favorecia a penetração de luz pelo dossel e proporcionava leituras mais baixas de interceptação. Cabe comentar que, visualmente, o momento em que a pastagem interceptava 95% de interceptação luminosa nos tratamentos adubados, correspondia ao momento em que a maioria das folhas aparentes encontravam-se flexionadas, fato que dificilmente ocorria nos pastos não adubados (Figura 16).



Figura 16 – Diferenças observadas na estrutura das folhas, mais flexionadas nos tratamentos adubados (esquerda), e mais eretas nos não adubados (direita)

4.4 Massa de forragem e proporção de componentes morfológicos em pré pastejo

Houve interação entre altura de resíduo e adubação em relação à massa de forragem em pré pastejo. O comportamento desta variável em função dos tratamentos foi semelhante ao obtido para a altura em pré pastejo. Nos pastos não adubados não houve diferença das massas em função das alturas de resíduo. Já nos pastos em que se realizou adubação, a massa de forragem foi superior nos resíduos de 50 cm em relação aos demais. Dentre as alturas pós pastejo de 20 e 30 cm, a massa de forragem em pré pastejo foi maior nos pastos não adubados, enquanto que entre os resíduos de 50 cm não houve efeito da adubação sobre esta variável (Tabela 5).

Houve também efeito interativo dos tratamentos sobre as proporções entre os componentes morfológicos na massa de forragem pré pastejo. Entre os tratamentos não adubados, os comportamentos dos resíduos de 20 e 30 cm foram semelhantes, apresentando maior proporção de colmos e folhas, e menor proporção de material morto em relação ao resíduo de 50 cm.

Entre os pastos adubados, o manejo com resíduo de 20 cm proporcionou maior proporção de folhas, e menor proporção de colmos e material morto em relação aos demais. Os pastos manejados com resíduo de 50 cm apresentaram comportamento inverso, com menores proporções de folhas, e maiores proporções de colmo e material morto. O resíduo de 30 cm teve valores intermediários (Tabela 6).

Tabela 5 – Massa total de forragem em pré pastejo (kg de MS.ha⁻¹), em pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo pós pastejo, com e sem adubação

Adubação	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
Aadubado	3596,19±540,93 ^{Bb}	4878,49±569,85 ^{Bb}	8573,27±487,10 ^{Aa}	5682,65±2239,21
Não adubado	8255,93±2269,98 ^{Aa}	7524,18±1070,57 ^{Aa}	9518,27±1618,54 ^{Aa}	8432,79±1809,70
Média	5926,05±2907,17	6201,34±1611,85	9045,77±1232,00	
Probabilidade				
<i>Adub</i> ¹				<0,0001
<i>Alt</i> ²				<0,0001
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²				0,0040

^{A,B} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{a,b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.

Tabela 6 – Proporção de haste, folha e material morto (%), na massa de forragem pré pastejo de pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo pós pastejo, com e sem adubação

Adubação	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
COLMO				
Aadubado	16,20±2,63 ^{Bb}	20,38±1,09 ^{Aab}	27,50±1,98 ^{Aa}	21,36±5,17
Não adubado	28,19±7,41 ^{Aa}	21,76±5,33 ^{Aab}	17,54±3,77 ^{Bb}	22,50±6,96
Média	22,19±8,21	21,07±3,70	22,52±5,97	
FOLHA				
Aadubado	76,70±2,09 ^{Aa}	60,67±3,58 ^{Ab}	41,51±3,28 ^{Ac}	59,63±15,15
Não adubado	55,44±4,81 ^{Ba}	61,95±6,11 ^{Aa}	39,94±2,91 ^{Ab}	52,44±10,54
Média	66,07±11,74	61,31±4,77	40,73±3,04	
MATERIAL MORTO				
Aadubado	7,10±1,60 ^{Bc}	18,95±4,00 ^{Ab}	30,99±2,95 ^{Ba}	19,01±10,47
Não adubado	16,38±6,62 ^{Ab}	16,28±4,55 ^{Ab}	42,52±6,34 ^{Aa}	25,06±13,90
Média	11,74±6,67	17,62±4,28	36,75±7,66	
Probabilidade	Haste	Folha	Material morto	
<i>Adub</i> ¹	0,4870	0,0002	0,0028	
<i>Alt</i> ²	0,7463	<0,0001	<0,0001	
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²	<0,0001	<0,0001	0,0082	

^{A,B} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{a,b,c} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.

Penati (2002), trabalhando com capim Tanzânia manejado com resíduos pós pastejo de 1000, 2500 e 4000 kg de matéria seca verde por hectare, pastejado a cada 33 dias de descanso e adubado com o equivalente a 2,23 kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹, relata massas de forragem em pré pastejo de 4285, 7036 e 8205 kg de MS.ha⁻¹, respectivamente para os resíduos de 1000, 2500 e 4000 kg. Neste trabalho as proporções de colmos, folhas e material morto em pré pastejo foram de 29%, 43% e

28% para o resíduo de 1000 kg, 33%, 37% e 30% para o resíduo de 2500 kg, e de 37%, 35% e 28% para o resíduo de 4000 kg. O autor não encontrou diferença estatística entre os resíduos para a proporção de material morto. A proporção de folhas foi maior no resíduo de 1000 kg, e a proporção de colmos foi gradativamente maior com o aumento da massa residual.

Carnevalli (2003), em estudo com capim Mombaça manejado com entrada aos 95% de I.L. e resíduos de 30 e 50 cm, adubado com o equivalente a $0,47 \text{ kg de N.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, encontrou maiores massas em pré pastejo para o resíduo de 50 cm em comparação ao de 30 cm, com valores médios de 6127 e 4580 kg de matéria seca por hectare respectivamente. As proporções entre colmos, folhas e material morto encontrados no trabalho da autora foram de 14,7%, 70,9% e 13,7% para o resíduo de 30 cm, e de 18,9%, 57,7% e 20,7% para o resíduo de 50 cm, sendo que os tratamentos foram iguais apenas na proporção de colmos.

Barbosa (2004), avaliando o capim Tanzânia também manejado por interceptação luminosa, com resíduos de 25 e 50 cm e adubação equivalente a $0,65 \text{ kg de N.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, não encontrou efeito do resíduo pós pastejo nos períodos de inverno, primavera e verão, sobre a massa de forragem em pré pastejo. Os valores médios obtidos para os resíduos de 25 e 50 cm foram de 5210 e 5280 respectivamente. O autor encontrou efeito do resíduo pós pastejo na proporção entre os componentes morfológicos apenas no outono, quando o resíduo de 50 cm apresentou menor proporção de folhas e maior proporção de material morto. Em trabalho semelhante, Difante (2005), também não encontrou efeito da altura de resíduo pós pastejo sobre a massa de forragem em pré pastejo de capim Tanzânia, que teve valores sempre superiores a 6000 kg de MS por hectare. As proporções entre componentes morfológicos na massa pré pastejo obtidas pelo autor também tiveram pouca relação com as alturas residuais de 25 e 50 cm, exceto pela proporção de colmos, que foi maior nos pastos manejados com resíduos mais altos (15,9% x 13,4%).

Considerando-se trabalhos com pastos recebendo algum nível de adubação nitrogenada observa-se, apesar das diferenças, que a redução no resíduo pós pastejo tem sido associada a menores massas de forragem também em pré pastejo. Essa característica poderia representar uma menor oferta de forragem para os animais no

momento de sua entrada em pastos manejados com resíduo mais baixo, em comparação a pastos manejados com resíduo mais alto. Entretanto, há que se analisarem as características dessa forragem ofertada, uma vez que o manejo com resíduo mais baixo parece estar relacionados com aumento da proporção de folhas na massa pré pastejo, que no presente experimento chegou a 76,7%, além da redução nas proporções de colmos e material morto.

É interessante notar ainda que, dentre os tratamentos adubados, se dividirmos a massa total de forragem em pré pastejo pela altura média em pré pastejo subtraída de 15 cm (altura de corte para avaliação da massa de forragem), seremos levados à densidades de forragem de 103, 118 e 144 kg de MS.ha⁻¹.cm⁻¹, respectivamente para os resíduos de 20, 30 e 50 cm. Entretanto, considerando-se apenas a massa de folhas verdes (massa total x proporção de folhas/100), as densidades obtidas seriam de 78, 72 e 60 kg de MS.ha⁻¹.cm⁻¹, para os resíduos de 20, 30 e 50 cm respectivamente. Já para os tratamentos não adubados, as densidades de massa total e de folhas verdes ficariam em 109, 93 e 133 (total), e 60, 58 e 53 (folhas verdes) kg de MS.ha⁻¹.cm⁻¹.

Neste trabalho, considerando-se os pastos não adubados, não houve relação das alturas de resíduo com a massa de forragem em pré pastejo. Isso deve ser resultado do período de rebrota muito longo permitido aos resíduos de 20 e 30 cm, afim de que se atingisse o índice de área foliar crítico (95% de interceptação luminosa). Quanto à proporção entre os componentes morfológicos, os pastos não adubados com resíduo de 50 cm apresentaram menores proporções de folhas e colmos, e maiores proporções de material morto, provavelmente como resultado do processo de senescência incidindo sobre uma grande quantidade de material residual.

4.5 Massa de forragem total, massa seca de folhas verdes e proporção de folhas verdes em pós pastejo

A massa seca de forragem em pós pastejo variou em função da altura de resíduo, mas não variou em função da adubação. Quanto maiores as alturas de resíduo, maiores foram as massas de forragem em pós pastejo (Tabela 7). Este

comportamento da massa de forragem em pós pastejo acompanhando as alturas de resíduo, também foi obtido pela maioria dos trabalhos analisados com pastagens tropicais sob pastejo intermitente (PENATI, 2002; CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2004; SOUZA JÚNIOR, 2007).

Carnevalli (2003), obteve massas residuais sempre maiores nos resíduos de 50 cm (2930 a 3310 kg de MS.ha⁻¹) em relação aos resíduos de 30 cm (1470 a 2010), em pastos de capim Mombaça manejados com 95% de interceptação luminosa. Da mesma forma, Barbosa (2004) obteve massas residuais de capim Tanzânia, manejado com 95% de I.L., maiores nos resíduos de 50 cm (2980 a 3900) do que nos resíduos de 25 cm (2000 a 2160). Difante (2005), também trabalhando com capim Tanzânia manejado com 95% de interceptação luminosa, obteve comportamento semelhante ao observado por Barbosa (2004), de massas residuais maiores nas maiores alturas de resíduo (50 cm x 25 cm), entretanto com valores totais superiores aos obtidos por Barbosa (menor massa encontrada foi acima de 3000 kg de MS.ha⁻¹).

Com relação à massa seca de folhas verdes, houve interação entre os efeitos de altura de resíduo e adubação. Neste caso, independentemente da adubação, a massa de folhas em pós pastejo foi sempre maior nos resíduos de 50 cm em comparação aos resíduos de 20 e 30 cm. Entre os tratamentos com resíduo de 50 cm, a massa de folhas em pós pastejo foi maior nos pastos não adubados do que nos pastos adubados. Não houve diferença estatística entre adubações para a massa seca de folhas após o pastejo nos pastos manejados com resíduo de 20 e 30 cm (Tabela 7).

A proporção de folhas verdes na massa total após o pastejo sofreu efeito da interação entre adubação e altura de resíduo. No resíduo de 20 cm, os pastos adubados tiveram maior proporção de folhas que os pastos não adubados, não havendo efeito da adubação nas demais alturas residuais. Entre os pastos adubados, não se obteve diferença da proporção de folhas entre resíduos. Já nos pastos não adubados, a menor altura residual resultou em drástica redução da proporção de folhas (Tabela 7).

Tabela 7 – Massa seca total (kg de MS.ha⁻¹), massa seca de folhas verdes (kg de MS.ha⁻¹), e proporção (%) de folhas na massa seca total, no momento de pós pastejo, em pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo, com e sem adubação

Adubação	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
MASSA TOTAL				
Aadubado	1115,19±76,61	2123,20±199,39	5434,17±80,04	2890,85±1913,52
Não adubado	1332,07±492,08	1728,37±864,85	5677,01±518,35	2912,48±2117,06
Média	1223,63±351,13 ^c	1925,79±627,22 ^b	5555,59±372,35 ^a	
MASSA DE FOLHAS VERDES				
Aadubado	338,43±47,92 ^{Ab}	589,74±76,12 ^{Ab}	1355,08±125,69 ^{Ba}	761,08±455,10
Não adubado	157,97±55,01 ^{Ab}	350,50±200,20 ^{Ab}	1877,61±415,45 ^{Aa}	795,36±834,10
Média	248,20±106,83	470,12±190,49	1616,35±399,47	
PROPORÇÃO FOLHAS VERDES				
Aadubado	30,58±5,60 ^{Aa}	27,72±1,81 ^{Aa}	24,96±2,56 ^{Aa}	27,75±4,17
Não adubado	12,60±3,80 ^{Bb}	21,66±8,79 ^{Aab}	33,79±10,96 ^{Aa}	22,68±11,89
Média	21,59±10,50	24,69±6,78	29,37±8,83	
Probabilidade	Massa total	Massa de folha	Proporção folhas	
<i>Aadub</i> ¹	0,8951	0,1345	0,0477	
<i>Alt</i> ²	<0,0001	<0,0001	0,0480	
<i>Aadub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²	0,2161	0,0005	0,0008	

^{A,B} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{a,b,c} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Aadub: fator adubação; ² Alt: fator altura.

O comportamento da massa e da proporção de folhas verdes dentro dos tratamentos não adubados reflete exatamente a dificuldade encontrada em se atingir as alturas de resíduo propostas. Os animais eram mantidos nos piquetes por mais tempo quanto mais baixo era o resíduo pretendido, proporcionando o consumo de praticamente todas as folhas passíveis de serem apreendidas nos resíduos de 20 cm.

Como possíveis implicações práticas dos resultados encontrados pode-se discutir que a massa de forragem residual, em especial a de folhas verdes, tem sido correlacionada com o desempenho dos animais em pastejo. Estudos têm dado enfoque às alterações ocorridas na estrutura do dossel ofertada para os animais, à medida em que ocorre o rebaixamento dos pastos. Essas alterações poderiam resultar em reduções sucessivas da taxa de ingestão, o que poderia levar a uma redução do consumo médio de forragem em sistemas que adotam resíduos pós pastejo menores. Assim, o manejo do pastejo com maiores massas/alturas residuais poderia ser benéfico devido ao maior desempenho dos animais (CARVALHO et al., 2009).

Porém, analisando-se os tratamentos adubados do presente experimento, observa-se que, apesar das maiores massas residuais totais e de folhas verdes, os maiores resíduos não estiveram relacionados com uma maior proporção de folhas em pós pastejo (numericamente o comportamento foi o inverso deste). Observou-se com o passar do tempo, independentemente da altura pós pastejo, que os animais apresentavam grande resistência de pastejar o resíduo. O maior tamanho individual dos perfilhos nos pastos manejados com resíduo de 50 cm, poderia resultar em tamanhos de folhas maiores, que necessitem de nervuras centrais mais espessas para serem sustentadas. Neste caso a nervura central da folha, próxima da sua inserção, poderia dificultar o consumo dos animais. Além disso, a idade avançada das folhas e o elevado acúmulo de material senescente na massa residual, também poderiam interferir neste processo.

Comportamento semelhante ao encontrado neste trabalho (para os tratamentos adubados) foi obtido por Carnevalli (2003), que também não encontrou diferença na proporção de folhas na massa residual de pastos de capim Mombaça manejados com 95 % de interceptação luminosa e resíduos de 30 e 50 cm. Já Barbosa (2004) e Difante (2005) trabalhando com capim Tanzânia manejado com 95% de I.L., encontraram

proporções de folhas no resíduo significativamente maiores em pastos manejados com resíduos de 50 cm, em comparação com pastos manejados com resíduos de 30 cm, resultado que também foi obtido no presente experimento quando se consideram apenas os pastos não adubados.

A divergência entre resultados sugere que mais trabalhos sejam realizados nesta área, sobretudo com períodos de avaliação mais longos, pois é possível que haja efeito de um período de adaptação sobre essas características.

Com enfoque na disponibilidade de nutrientes para rebrota dos pastos, sobretudo dos não adubados, a grande quantidade de material residual observada no resíduo de 50 cm em comparação às quantidades observadas para os resíduos de 20 e 30 cm, podem representar um maior estoque de nutrientes na forma de material vegetal. Estes nutrientes poderiam ser utilizados pela pastagem através dos processos de remobilização interna, facilitando a rebrota inicial e reduzindo a necessidade de nutrientes do solo. Isso pode ter impacto sobre a longevidade da pastagem.

4.6 Acúmulo total de forragem e acúmulo de folhas

Os cálculos do acúmulo total de forragem e do acúmulo de folhas verdes foram feitos para o período de 13/08/2010 a 27/02/2011. Tanto o acúmulo total de forragem quanto o acúmulo de folhas verdes não foram influenciados pela altura de resíduo pós pastejo, sendo influenciados apenas pela adubação. Os acúmulos total e de folhas verdes foram maiores nos pastos adubados, que produziram em média cerca de 2,2 vezes mais forragem e 3,1 vezes mais folhas do que os não adubados (Tabela 8).

Não houve efeito das alturas de resíduo sobre o acúmulo total de forragem em diferentes épocas do ano, considerando-se os períodos de inverno (08/07/2010 a 10/10/2010), primavera (10/10/2010 a 25/12/2010) e verão (25/12/2010 a 27/02/2011), como pode ser verificado na Tabela 9.

As diferenças observadas entre os acúmulos totais mostrados nas Tabelas 8 e 9 se devem a uma diferença no período total considerado, que foi maior quando se

comparou o acúmulo entre as épocas, simplesmente devido à maior disponibilidade de informações para os tratamentos adubados.

Tabela 8 – Acúmulo total de forragem* e acúmulo de folhas* (kg de MS.ha⁻¹) de pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo pós pastejo, com e sem adubação

Adubação	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
ACÚMULO TOTAL				
Adubado	17453,50±2591,80	21028,00±3675,38	20060,13±2871,25	19513,87±3252,03 ^A
Não adubado	8970,54±2202,68	8294,54±943,96	9425,59±3986,55	8896,89±2532,37 ^B
Média	13212,02±5013,07	14661,27±7172,09	14742,86±6491,71	
ACÚMULO DE FOLHAS				
Adubado	16441,06±1748,87	18174,50±3004,90	15434,06±2423,97	16683,21±2550,48 ^A
Não adubado	5312,58±1241,69	5623,80±347,64	5259,20±1820,47	5398,52±1204,00 ^B
Média	10876,82±6037,01	11899,15±6915,37	10346,63±5730,80	
Probabilidade	Acúmulo total		Acúmulo de folhas	
<i>Adub</i> ¹	<0,0001		<0,0001	
<i>Alt</i> ²	0,4700		0,2209	
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²	0,3237		0,4089	

* Acúmulos de forragem e de folhas no período de 13/08/2010 a 27/02/2011 (198 dias)

^{A,B} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.

Tabela 9 – Acúmulo total de forragem (kg de MS.ha⁻¹) em diferentes épocas do ano*, em pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo pós pastejo, com adubação

Estação do ano	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			
	20	30	50	
Inverno	3235,31±1408,17	2734,27±1370,25	3641,37±1397,88	
Primavera	5955,18±1136,09	8529,54±1633,07	7966,38±2137,73	
Verão	9324,80±1558,18	9936,12±1954,96	9846,95±2134,16	
Total	18515,28±2856,00	21199,93±3787,02	21454,70±2955,32	
Probabilidade	Inverno	Primavera	Verão	Total
<i>Altura de pastejo</i>	0,4195	0,1445	0,8995	0,3544

* inverno (08/07/2010 a 10/10/2010), primavera (10/10/2010 a 25/12/2010) e verão (25/12/2010 a 27/02/2011). Acúmulo total considerado entre 08/07/2010 a 27/02/2011 (234 dias)

Penati (2002), trabalhando com capim Tanzânia adubado com cerca de 2,23 kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹ (ou 960 kg de N.ha⁻¹ em 431 dias) manejado com período de descanso de 33 dias, obteve acúmulos de matéria seca total e de folhas verdes iguais a 25278, 36850, 34144 kg de MS.ha⁻¹ e 17336, 20592, 20416 kg de MS.ha⁻¹ para os resíduos pós pastejo de 1000, 2500 e 4000 kg de MS verde.ha⁻¹ respectivamente. No caso do acúmulo total o resíduo de 2500 kg foi o mais produtivo e os demais não diferiram entre si, enquanto que para o acúmulo de folhas os valores obtidos não diferiram estatisticamente.

Carnevali (2003) obteve para o capim Mombaça adubado com cerca de 0,47 kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹ (ou 195 kg de N.ha⁻¹ em 411 dias) e manejado com intervalo de desfolha controlado pela interceptação luminosa, acúmulos de 26900 e 17920 kg de MS.ha⁻¹ para os resíduos de 30 e 50 cm respectivamente, sendo estes valores estatisticamente diferentes. Com relação à diferença entre as épocas do ano, a autora encontrou uma tendência de maiores taxas de acúmulo para os resíduos de 30 cm nos meses de outono e inverno (maio a setembro).

Barbosa (2004), em estudo do capim Tanzânia manejado pela interceptação luminosa, adubado com cerca de 0,65 kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹ (ou 200 kg de N.ha⁻¹ em 309 dias), obteve acúmulos totais de 15120 e 11940 kg de MS.ha⁻¹ e acúmulo de lâminas

foliares de 10560 e 8060 kg de MS.ha⁻¹ para resíduos de 30 e 50 cm respectivamente, sendo estas diferenças estatisticamente significativas. No trabalho deste autor, o resíduo mais baixo foi mais produtivo no verão e no outono.

Souza Júnior (2007), estudando as respostas do capim Braquiarão, adubado com 0,42 kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹ (190 kg de N.ha⁻¹ em 455 dias) e também manejado através da interceptação luminosa, não encontrou efeito da altura de resíduo pós pastejo sobre o acúmulo total de forragem, com valores de 13580 e 15990 kg de MS.ha⁻¹ para os resíduos de 10 e 15 cm respectivamente.

O reduzido acúmulo de forragem encontrado para os tratamentos adubados (Tabela 9) no presente experimento em comparação aos trabalhos de Penati (2002) e Carnevalli (2003), apesar das elevadas doses de nitrogênio (572 kg de N.ha⁻¹ em 234 dias ou 2,44 kg de N.ha⁻¹.dia⁻¹), podem ser decorrentes do menor período considerado para avaliação do acúmulo (234 dias contra 431 e 411 dias). É possível também que o déficit de chuvas ocorrido no mês de novembro, em associação com um solo relativamente raso no local do experimento, tenham limitado a produção total de forragem. Observou-se que eram necessários poucos dias sem chuva para que os pastos demonstrassem sintomas de deficiência hídrica (murchamento e enrolamento de folhas) nas horas mais quentes do dia. Entretanto, cabe ressaltar que os trabalhos com plantas forrageiras tropicais têm apresentado, de maneira geral, produções de forragem relativamente baixas em comparação aos potenciais relatados na bibliografia (CORSI; SANTOS, 1995).

Com relação ao acúmulo de forragem nos períodos de inverno, primavera e verão, apesar de não terem sido encontradas diferenças em função dos resíduos adotados, alguns trabalhos tem demonstrado um tendência de maior acúmulo de forragem em pastos manejados mais baixos durante o período de menor crescimento (CARNEVALLI, 2003; SBRISSIA, 2004).

4.7 Perdas de forragem

A massa média de material perdido após cada ciclo de pastejo esteve relacionada com a interação entre os fatores adubação e altura de resíduo pós pastejo. Não houve efeito da adubação considerando-se os pastos manejados com resíduo de 50 cm, entretanto, dentre os pastos manejados com resíduos de 20 e 30 cm, a massa média de material perdido após cada pastejo foi maior nos tratamentos não adubados. Analisando-se o comportamento desta variável dentro de cada adubação, observa-se que não houve diferença na quantidade de material perdido após cada pastejo em função das alturas de resíduo (Tabela 10).

A quantidade de material perdido após cada pastejo apresentou comportamento semelhante á da massa de forragem em pré pastejo. Assim, quando se analisou a proporção de material perdido em relação a massa pré pastejo não se obteve diferença entre os tratamentos. Mesmo assim, pode-se dizer que houve uma tendência de redução da proporção de material perdido com a adubação (p 0,0739) (Tabela 10).

Não houve efeito da adubação sobre a proporção de perdas em relação ao acúmulo total de forragem. Esta variável teve maior correspondência com os resíduos pós pastejo, sendo que os resíduos de 50 cm proporcionaram maiores perdas de forragem em relação ao acúmulo, em comparação com os demais resíduos testados (Tabela 11).

Tabela 10 – Massa média de perdas por ciclo de pastejo (kg de MS.ha⁻¹), e proporção de material perdido em relação à massa seca total em pré pastejo, de pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo pós pastejo, com e sem adubação

Adubação	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
MASSA MÉDIA DE PERDAS POR CICLO DE PASTEJO				
Adubado	727,64±110,47 ^{Ba}	851,74±102,55 ^{Ba}	1376,18±221,55 ^{Aa}	985,19±324,29
Não adubado	2146,83±644,72 ^{Aa}	1835,61±558,44 ^{Aa}	1676,78±654,87 ^{Aa}	1886,41±609,28
Média	1437,24±865,81	1343,68±642,00	1526,48±487,35	
PROPORÇÃO DE MATERIAL PERDIDO EM RELAÇÃO A MASSA PRÉ PASTEJO				
Adubado	20,80±5,19	17,63±2,72	16,12±2,96	18,18±4,05
Não adubado	27,49±12,04	25,07±9,21	18,58±9,74	23,71±10,39
Média	24,14±9,43	21,35±7,51	17,35±6,91	
Probabilidade	Massa média por ciclo de pastejo		Proporção em relação à massa pré	
<i>Adub</i> ¹	<0,0001		0,0739	
<i>Alt</i> ²	0,6400		0,1213	
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²	0,0272		0,7169	

^{A,B} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{a,b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.

Tabela 11 – Proporção de material perdido em relação a o acúmulo total de forragem, em pastos de capim Tanzânia manejados em três alturas de resíduo pós pastejo, com e sem adubação

Adubação	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
Adubado	28,26±7,71	31,45±6,15	49,19±6,47	36,30±11,43
Não adubado	29,53±13,87	29,45±11,54	42,74±23,87	33,91±17,25
Média	28,90±10,60 ^b	30,45±8,78 ^b	45,97±16,84 ^a	
Probabilidade				
<i>Adub</i> ¹				0,6360
<i>Alt</i> ²				0,0200
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²				0,8186

^{a,b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.

Penati (2002), em trabalho com capim Tanzânia adubado, manejado com 33 dias de descanso, encontrou efeito da severidade da desfolha sobre as massas médias de material perdido por ciclo de pastejo. Os valores obtidos pelo autor foram de 624, 1175 e 1720 kg de MS.ha⁻¹ para os resíduos de 1000, 2500 e 4000 kg de MS verde.ha⁻¹ respectivamente. Pedreira et al. (2005), trabalhando com o capim Tanzânia, manejado com resíduo de 35 cm e 35 dias de descanso, e com o capim Elefante – Guaçu, manejado com resíduo de 45 cm e 40 dias de descanso, ambos adubados com nitrogênio, encontraram massas médias de material perdido a cada pastejo durante o período do verão de cerca de 1546 kg de MS.ha⁻¹ para o Tanzânia, e 1849 kg de MS.ha⁻¹ para o Guaçu.

No trabalho de Penati (2002), as massas de material perdido representaram 16%, 17% e 22% em relação à massa de forragem em pré pastejo, para os resíduos de 1000, 2500 e 4000 kg respectivamente. Já Pedreira et al. (2005), encontraram que a massa de forragem perdida representava cerca de 18,6 % da forragem pré pastejo para o capim Tanzânia, e 16,5% para o capim Guaçu.

Com relação à proporção que as perdas representam do acúmulo de forragem, Penati (2002) encontraram valores aproximados de 25, 33 e 53 % de perdas em capim Tanzânia, associadas aos resíduos de 1000, 2500 e 4000 kg de MS verde.ha⁻¹ respectivamente. Pedreira et al. (2005), encontraram perdas em relação ao acúmulo de cerca de 31,1 % para o capim Tanzânia, e 24,8 % para o capim Guaçu durante o verão. Já Carnevalli (2003), em capim Mombaça, encontrou valores de 11,6 e 27,9 % de perdas em relação ao acúmulo, para os resíduos de 30 e 50 cm de altura respectivamente.

Os resultados do presente trabalho, em conjunto com os demais resultados apresentados, indicam que os resíduos pós pastejo devem estar relacionados principalmente com as quantidades de forragem perdida por ciclo de pastejo, com o total de forragem perdida ao longo do ano, e com a proporção que as perdas representam do acúmulo de forragem. De forma geral não se observou grandes variações nas perdas em relação a massa de forragem em pré pastejo, que parece ser de cerca de 16 a 22 % em pastagens adubadas (PENATI, 2002; PEDREIRA, 2005). É possível, entretanto, que a proporção de perdas em relação a massa de forragem em pré pastejo seja maior que isso em pastagens não adubadas, manejadas com intervalos entre pastejo longos e alta severidade de desfolha, como pôde ser observado no presente experimento, em que as perdas em relação à massa pré foram de 25,07 e 27,5% para os tratamentos não adubados com resíduo de 30 e 20 cm.

4.8 Densidade populacional de perfilhos

Apesar das diferenças numéricas, não houve efeito das alturas de resíduo pós pastejo sobre a densidade populacional de perfilhos dos pastos ao final do período experimental. Já com relação a adubação, a densidade populacional de perfilhos foi maior nos tratamentos adubados, em comparação com os não adubados (Tabela 12).

Tabela 12 – Densidade populacional de perfilhos em pré pastejo (perfilhos/m²), ao final do período experimental, em pastos de capim Tanzânia manejados com três alturas de resíduo pós pastejo, com e sem adubação

Adubação nitrogenada	Altura de pastejo			Média
	20	30	50	
Adubado	705,68±73,47	685,12±54,33	625,34±86,71	672,04±76,01 ^A
Não adubado	550,56±68,79	516,78±32,31	494,90±68,83	520,74±59,72 ^B
Média	628,11±105,77	600,94±98,22	560,11±100,85	
Probabilidade				
<i>Adub</i> ¹				<0,0001
<i>Alt</i> ²				0,1202
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²				0,8314

^{A,B} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.

Santos (2002), estudando o perfilhamento de pastagens de capim Tanzânia adubado, manejado com 33 dias de descanso e três resíduos pós pastejo (1000, 2500 e 4000 kg de MS verde.ha⁻¹), encontrou variações na densidade populacional de perfilhos entre épocas do ano, a qual foi de 619 perfilhos.m⁻² na primavera para cerca de 447 perfilhos.m⁻² no restante do ano, mas não obteve efeito das intensidades de desfolha sobre esta variável.

Também trabalhando com capim Tanzânia adubado, porém manejado com frequência de desfolha dada pela interceptação luminosa e resíduos pós pastejo de 25 e 50 cm, Barbosa (2004) obteve diferenças na densidade populacional de perfilhos entre épocas do ano e em função da frequência de desfolha. Entretanto o autor encontrou efeito do resíduo pós pastejo na densidade populacional de perfilhos apenas no inverno, quando as densidades foram maiores nos tratamentos com resíduo mais alto (470 perfilhos.m⁻²) em relação ao resíduo mais baixo (340 perfilhos.m⁻²). As densidades encontradas por Barbosa (2004) no verão foram de 654 e 614 perfilhos.m⁻² respectivamente para os resíduos de 25 e 50 cm.

Uebele (2002), trabalhando com capim Mombaça adubado, manejado em dois resíduos pós pastejo (30 e 50 cm), com frequências de desfolha de 95 e 100% de interceptação luminosa, também encontraram efeito apenas da época do ano sobre a densidade populacional de perfilhos, a qual que foi de 344 perfilhos.m⁻² na primavera, para 400 e 384 perfilhos.m⁻² no verão e no outono respectivamente. Em trabalho que seguiu o mesmo protocolo experimental de Uebele (2002), Carnevalli (2003) também não encontrou efeito dos resíduos pós pastejo sobre a densidade populacional de perfilhos de pastos de capim Mombaça manejados com 95% de I.L., nos períodos de verão e outono/inverno. Entretanto, na primavera, os pastos manejados com resíduo de 30 cm apresentaram maior densidade populacional de perfilhos (430 perfilhos.m⁻²) que os pastos manejados com resíduo de 50 cm (360 perfilhos.m⁻²).

O presente experimento, em conjunto com os demais resultados apresentados, demonstra que o efeito da severidade da desfolha sobre a densidade populacional de perfilhos deve sofrer influência de outros fatores o que acaba gerando resultados confusos. Neste sentido, a frequência de desfolha parece ter uma influência mais clara sobre a densidade populacional de perfilhos, que aumenta quanto maior a frequência de pastejos (BARBOSA, 2004).

A densidade populacional de perfilhos é fruto da dinâmica de aparecimento e morte dos perfilhos ao longo das épocas do ano. O manejo do pastejo parece ter influência sobre esta dinâmica, e portanto, deve interferir na densidade populacional final.

De maneira geral, pesquisas com forrageiras tropicais têm mostrado uma tendência de maiores taxas tanto de mortalidade como de aparecimento de perfilhos em regimes de pastejos mais intensos (alturas mais baixas) no caso de sistemas que trabalham com lotação contínua (CARVALHO, 2000; SBRISSIA, 2004). Em lotação intermitente, maiores frequências de desfolha podem estar relacionadas com maiores taxas de mortalidade e maiores taxas de aparecimento de perfilhos (UEBELE, 2002; BARBOSA, 2004; GIACOMINI, 2007). Já com relação á severidade da desfolha, parece haver maior consenso a respeito de seu efeito sobre a taxa de mortalidade de perfilhos (UEBELE, 2002; BARBOSA, 2004; GIACOMINI, 2007), do que sobre a taxa de aparecimento de perfilhos (UEBELE, 2002; BARBOSA, 2002). Além disso, os trabalhos

têm mostrado que o aparecimento de novos perfilhos é extremamente dependente da disponibilidade de nitrogênio nos momentos em que há estímulo ao perfilhamento, como por exemplo, após a decapitação de meristemas e na presença de elevada disponibilidade de luz na base das touceiras (SANTOS; THORNTON; CORSI, 2002).

Estes resultados apontam para uma maior renovação da população de perfilhos em pastagens mantidas mais baixas (lotação contínua), ou sob desfolhas mais severas e frequentes (lotação intermitente), que proporcionariam redução da idade média dos perfilhos da pastagem. Isto só seria possível mantendo suprimento adequado de nitrogênio no sistema, para que a pastagem possa compensar as altas taxas de mortalidade com altas taxas de aparecimento. A redução da idade média da população de perfilhos pode ser benéfica, uma vez que os perfilhos mais novos têm se mostrado mais produtivos e de melhor qualidade para os animais (SANTOS, 2002; BARBOSA, 2004; PAIVA, 2009; CAMINHA, 2009).

4.9 Composição botânica da pastagem

A porcentagem de área dos piquetes tomadas por plantas invasoras não foi influenciada pela adubação, tendo sido influenciada apenas pelas alturas de resíduo pós pastejo. A infestação por plantas invasoras foi relativamente baixa para todos os tratamentos, mas mesmo assim, as alturas de resíduo de 20 cm estiveram relacionadas com uma maior presença de invasoras (Tabela 13).

Dentro dos resíduos de 20 cm (que apresentaram maior infestação) observou-se ainda uma diferença visual, não analisada estatisticamente, em relação às espécies infestantes mais presentes nos piquetes com e sem adubação. Nos adubados, da média de 5,6% de área ocupada por plantas invasoras, 3,6 % correspondiam às espécies tiririca (*Cyperus rotundus*), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e pé-de-galinha (*Eleusine indica*). Já nos piquetes não adubados, da média de 4,4 % de área ocupada por invasoras, 4,0% corresponderam à braquiárias, sobretudo decumbens (*Brachiaria decumbens*), e à anileira (*Indigofera hirsuta*).

Tabela 13 – Porcentagem da área total dos piquetes ocupada por plantas infestantes, em pastagens de capim Tanzânia manejadas em três alturas de resíduo pós pastejo, com e sem adubação

Adubação	Altura de resíduo pós pastejo (cm)			Média
	20	30	50	
Adubado	5,60±2,61	0,80±1,10	1,60±1,67	2,67±2,79
Não adubado	4,40±5,18	2,80±3,03	1,20±1,79	2,80±3,61
Média	5,00±3,92 ^a	1,80±2,39 ^b	1,40±1,65 ^b	
Probabilidade				
<i>Adub</i> ¹				0,8870
<i>Alt</i> ²				0,0088
<i>Adub</i> ¹ x <i>Alt</i> ²				0,3597

^{a,b} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ Adub: fator adubação.

² Alt: fator altura.

Quanto às diferenças observadas entre pastos adubados e não adubados Pitelli (2006) comenta a possibilidade de existência de plantas invasoras nos diferentes sistemas, uma vez que existem espécies adaptadas a todos os tipos de ambientes, destacando-se o nível e a frequência de perturbações (pastejos), além da disponibilidade de fatores de crescimento (fertilidade do solo, água, luz e temperatura).

Em relação aos pastos adubados, observou-se grande agressividade da tiririca na colonização dos espaços entre as touceiras, e nos locais onde a pastagem apresentava falhas. Esta invasora pareceu interferir negativamente apenas na rebrota das touceiras mais baixas, sendo que na maior parte dos casos a daninha era completamente encoberta pela pastagem após poucos dias da saída dos animais. Não se sabe, entretanto, o nível infestação a partir do qual a presença de tiririca em pastagens intensivamente adubadas poderia ser prejudicial. Segundo Corsi, Andreucci e Goulart (2007), o nível de tolerância à presença de invasoras em pastagens deve ser menor quanto maior a produtividade da forrageira.

Entre as pastagens não adubadas, o elevado período de descanso proporcionado pelo manejo através da interceptação luminosa pode ter reduzido a

velocidade de infestação dos piquetes pelas braquiárias. Essa espécie tende a ser mais competitiva em pastos não adubados e manejados mais baixos, devido á sua menor exigência em fertilidade, porte menor e menor preferência pelos animais em comparação ao capim Tanzânia em estágio vegetativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como tem sido mostrado pela maioria dos trabalhos, o intervalo entre pastejos em pastos manejados com base em características estruturais do dossel (ex: interceptação luminosa) foi variável em função da disponibilidade de fatores de crescimento no ambiente. Assim, recomendações com base em dias fixos de ocupação e descanso poderiam resultar em pastagens em diferentes estágios fenológicos/fisiológicos ao longo do ano, podendo prejudicar o desenvolvimento da forragem e sobretudo o desempenho dos animais. No presente trabalho, considerando-se os tratamentos que chegaram a interceptar 95% da luz incidente, o índice de interceptação luminosa em combinação com alturas de resíduo pré-determinadas se mostraram eficazes em proporcionar um padrão de estrutura da pastagem no momento da entrada e saída dos animais, definido por características como altura do dossel, massa de forragem e proporção de componentes morfológicos. Entretanto este padrão mostrou variação entre tratamentos, sendo modificado pela adubação e altura pós pastejo.

Apesar do índice de interceptação luminosa ter sido eficaz na manutenção de padrões de estrutura da pastagem na maioria dos tratamentos, nos pastos não adubados, sobretudo nos resíduos de 20 e 30 cm, as pastagens chegaram a permanecer entre 178 a 197 dias em rebrota sem que atingissem o nível de 95% de interceptação luminosa. A baixa disponibilidade de nitrogênio nos pastos não adubados pode ter sido intensificada pela deposição de material vegetal com baixa relação C/N após as roçadas de uniformização realizadas no início de 2009, em associação com a constante deposição de mais material vegetal no solo após cada pastejo (perdas por pastejo). As folhas das plantas nestes ambientes com baixa disponibilidade de nitrogênio apresentaram formato distinto das folhas dos pastos adubados, com estrutura mais rígida e ereta (Figura 16). Além disso, em decorrência do crescimento diferenciado de alguns indivíduos em relação à outros, o que culminava no preterimento dos indivíduos mais vigorosos pelos animais, a variabilidade de altura entre as plantas de um mesmo piquete tendeu a aumentar nos pastos não adubados. Estes dois fatos

em conjunto contribuía para maior penetração de luz no dossel, e para redução dos valores de interceptação luminosa.

Quanto às diferenças observadas na estrutura das pastagens em resposta aos tratamentos tem-se que, de modo geral, pastagens não adubadas parecem apresentar maior altura e maior massa de forragem em pré pastejo, com maior proporção de material morto, em relação à pastagens não adubadas, o que pode levar a um aumento da proporção de material perdido.

Observou-se que menores alturas residuais estiveram relacionadas com menor massa total e de folhas em pós pastejo, e que a proporção de folhas em pós pastejo tende a ser semelhante se o a interrupção da rebrota puder ser feita no momento correto (95% de I.L.). Entretanto, os resultados mostraram que, se a interrupção da rebrota for atrasada, permitindo alongamento de colmos (caso dos tratamentos não adubados com resíduo de 20 e 30 cm), existe grande dificuldade de rebaixamento dos pastos até resíduos mais baixos, sendo que nesse processo haverá intensa remoção de folhas, e a proporção de folhas será menor quanto mais baixo for o resíduo desejado, podendo chegar a cerca de 13%. Quanto à estrutura do pasto em pré pastejo, o rebaixamento da altura de resíduo parece estar relacionado com menor altura e massa pré pastejo, além de maiores proporções de folha e menores proporções de material morto na massa total.

As diferenças observadas nas características estruturais da pastagem em pré e pós pastejo podem ter tido maior relação com o consumo e com o aproveitamento de forragem, uma vez que se verificou efeito das alturas pós pastejo sobre a quantidade de forragem perdida, e sobre a proporção que esta representou do acúmulo. Não se verificou, entretanto, efeito das alturas em pós pastejo sobre a produção de forragem total e em diferentes épocas do ano. Após um período de adaptação, as pastagens podem ter se adaptado às condições de frequência de severidade de desfolha vigentes, resultando em intervalos entre pastejo (verão) e acúmulos de forragem semelhantes.

As adaptações aos diferentes resíduos provavelmente foram relacionadas com a densidade populacional de perfilhos (DPP) e com a idade média da população total de perfilhos, apesar de não terem sido verificadas diferenças entre as DPP em função desta característica, e de não ter sido analisada a demografia do perfilhamento. A

compensação entre tamanho e densidade populacional de perfilhos em pastagens, tem sido estudada e confirmada na literatura (MATHEW, 1995, SIBRISSIA, 2004), mas a capacidade de detecção das diferenças pode ter sido limitada pela grande variabilidade encontrada (Tabela 12). Considerando acúmulo de forragem semelhante, manejos do pastejo que proporcionem maior densidade populacional de perfilhos podem ser mais interessantes em função da conservação do solo e da densidade de forragem ofertada para os animais, a qual, associada a uma maior renovação dos perfilhos, com perfilhos mais jovens e tecidos menos lignificados, poderia proporcionar forragem de melhor qualidade. O aumento da densidade populacional de perfilhos esteve fortemente relacionado com a disponibilidade de nitrogênio, concordando com os resultados obtidos na literatura (SANTOS, 2002), associada com adequada frequência de desfolha (95% de I.L.).

Considerando-se que não houve diferença entre resíduos para o acúmulo de forragem, a produção média dos tratamentos adubados foi de 19514 kg de MS.ha⁻¹ e a produção média dos tratamentos não adubados foi de 8897 kg de MS.ha⁻¹. Assim, a diferença na quantidade de forragem produzida em função da adubação foi de cerca de 10617 kg de MS.ha⁻¹ nos 198 dias de avaliação. O reduzido período considerado não permite cálculo das eficiências relativas à adubação, mas pode-se perceber que esta dificilmente chegaria a valores satisfatórios. Os níveis de adubação adotados foram efetivos em garantir suprimentos contrastantes de nutrientes entre tratamentos adubados e não adubados durante todo o período experimental. Porém, é possível que a resposta à adubação tenha sido reduzida observando-se as condições climáticas durante o período e às limitações da área em termos de profundidade de solo.

A viabilidade da adubação nitrogenada não se restringe à análise do aumento na produtividade da forrageira em função da quantidade de nutriente aplicado, estando atrelada também à eficiência com que esta forragem é colhida e com o desempenho dos animais em pastejo (MARTHA JUNIOR; VILELA; BARIONI, 2004). As diferentes quantidades de material perdido em relação ao acúmulo total de forragem são indicativos da menor viabilidade econômica da adubação intensiva de pastagens, associada com a manutenção de resíduos elevados. No presente experimento, as perdas em relação ao acúmulo para os tratamentos adubados foram de

aproximadamente 28%, 31% e 49% para os resíduos de 20, 30 e 50 cm respectivamente. Considerando-se que a massa residual fique constante, esses valores levariam a eficiências de pastejo de cerca de 70% para os resíduos de 20 e 30 cm, e de 50% para os resíduos de 50 cm, o que estaria de acordo com os valores obtidos por Penati (2002), porém estaria ainda aquém do que se tem colocado como potencial, já que Carnevalli (2003) obteve eficiências de colheita acima 80%.

O comportamento dos resíduos pós pastejo em relação às perdas de forragem nos pastos não adubados teve comportamento semelhante ao observado nos pastos adubados. Entretanto, neste caso a maior proporção de material perdido nos resíduos mais elevados pode representar uma vantagem, pois a deposição de material vegetal proveniente das perdas por pastejo ocorre de maneira uniforme na área, e este material está menos sujeito aos processos de volatilização e lixiviação de nutrientes, em comparação com a reciclagem através da deposição de fezes e urina (DEBEUX Jr. et al., 2007). As maiores perdas por pastejo, em associação com a maior reserva de nutrientes na massa pós pastejo pode proporcionar menor extração de nutrientes do solo, e maior longevidade da pastagem. Entretanto, é possível que a constante deposição de material vegetal com baixa relação C/N no solo mantenha o nitrogênio imobilizado, e este poderia ser limitante à produtividade (DEBEUX Jr. et al., 2007; BODDEY et al., 2004).

O manejo do pastejo influenciou também a competição entre espécies dentro da pastagem. O principal fator avaliado atuando sobre o aparecimento de plantas invasoras foi a altura de resíduo pós pastejo, sendo que tanto em pastos adubados como não adubados, o resíduo pós pastejo de 20 cm permitiu maior infestação. Apesar da maior tolerância para a presença de plantas daninhas em pastagens não adubadas, devido às baixas produtividades dos sistemas, o que eleva o nível crítico de controle (CORSI; ANDREUCCI; GOULART, 2007), a presença de invasoras consiste em um importante contribuinte para degradação e necessidade de reforma de pastagens extensivas. Além disso, em sistemas de baixa produtividade os custos com reforma de pasto e controle de plantas invasoras podem representar parcela significativa do custo de produção. Assim, o manejo do pastejo com maiores alturas de resíduo em pastagens não adubadas poderia ser vantajoso, se fosse efetivo em reduzir a

infestação por plantas daninhas e aumentar a longevidade da pastagem, reduzindo a necessidade de reformas. Já em pastagens adubadas, o manejo do pastejo provavelmente estará mais focado na produtividade animal, sendo importante quantificar os danos causados pela presença de plantas infestantes em diferentes níveis de infestação e de produtividade, para se obter o nível de dano econômico.

6 CONCLUSÕES

- O manejo do pastejo com interrupção da rebrota aos 95% de interceptação luminosa em combinação com altura de resíduo pós pastejo pré-determinada, permite obtenção de um padrão morfológico/estrutural da pastagem definido por características como altura, massa de forragem, densidade de forragem, proporção de componentes morfológicos, dentre outros. Mantidas as condições de manejo do pastejo, essas características deverão sofrer alterações entre as estações do ano, porém dentro de limites aceitáveis.
- Estas características morfológicas/estruturais da pastagem parecem ser dependentes da altura de resíduo pós pastejo escolhida e do manejo da fertilidade do solo. Entretanto esta relação não é consenso entre os trabalhos disponíveis, havendo necessidade de mais estudos.
- Alturas de resíduo mais baixas devem estar relacionadas com menor altura aos 95% de interceptação luminosa, maior proporção de folhas e menor proporção de material morto na massa de forragem em pré pastejo.
- Pastagens não adubadas parecem estar relacionadas com maior proporção de material morto em pré pastejo e, devido á diferenças na morfologia das folhas e na densidade populacional de perfilhos, podem apresentar maior altura aos 95% de I.L..
- As diferenças observadas na altura em pré pastejo, em função da altura de resíduo e da adubação, apontariam para a necessidade de maior detalhamento das recomendações de manejo do pastejo com base na altura do dossel. Entretanto, em virtude desta relação não ter sido relatada em outros trabalhos com interrupção da rebrota aos 95% de interceptação luminosa, ela precisa ser confirmada.
- As diferenças nas características morfológicas/estruturais da forragem em função de variação na altura de resíduo parecem proporcionar maiores quantidades de forragem perdida após cada pastejo e maiores proporções de perdas em relação ao

acúmulo total. Entretanto, são necessários mais trabalhos com o intuito de possibilitar a previsão da quantidade de material perdido, já que esta variável é um dos componentes da eficiência de utilização da forragem produzida, e visto que existem diferenças entre os resultados disponíveis na literatura.

- É necessário estudo da demografia do perfilhamento em pastagens manejadas sob combinações entre severidade de desfolha e adubação, para melhor compreensão da possibilidade de ocorrência de compensação entre tamanho e densidade populacional de perfilhos, além da taxa de renovação da população de perfilhos.
- São necessários mais trabalhos para esclarecer o comportamento das forrageiras sob variações em altura de resíduo e adubação, com relação ao acúmulo de forragem, características do consumo pelos animais em pastejo, e valor nutritivo da forragem consumida.
- Em estudos com plantas forrageiras deve-se dar atenção especial para o período de adaptação da pastagem aos tratamentos impostos. Além disso, deve-se atentar para a grande variabilidade espacial das pastagens em geral, o que leva a necessidade de unidades experimentais maiores, para seja possível a coleta de um número adequado de unidades amostrais.

REFERÊNCIAS

AVICE, J.C.; OURRY, A.; LEMAIRE, G.; BOUCAUD, J. Nitrogen and carbon flows estimated by ^{15}N and ^{13}C pulse-chase labelling during regrowth of alfafa. **Plant Physiology**. Rockville, v. 112, p. 281-290, 1996.

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.

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 583-593, 2002.

BODDEY, R.M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R.M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O.C.; REZENDE, C.P.; CANTARUTTI, R.B.; PEREIRA, J.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 103; p. 389-403, 2004.

BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, W.A. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. chap. 2, p. 37-67.

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.

CAMINHA, F.O. **Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes**. 2009. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CARARETO, R. **Uso de uréia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis entre desfolhas**. 2007. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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.

CARVALHO, A.B.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. manejadas em quatro intensidades de pastejo.** 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

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.

CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K. da; DA SILVA, S.C.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J.C.; NABINGER, C.; AMARAL, M.F.; CARASSAI, I.J.; MARTINS, R.S.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N.; AMARAL, G.A. do; GONDA, H.L.; POLI, C.H.E.C.; SANTOS, D.T. dos. Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastejo rotativo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 61-93.

CASTILLA, C.E.; AYARZA, M.A.; SANCHEZ, P.A. Carbon and potassium dynamics in grasslegume grazing systems in the Amazon. In: POWELL, J.M. (Ed.). **Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of Saharan Africa.** Ethiopia: ILCA, 1995. v. 2, p. 192-210.

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

CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 275-303.

CORSI, M.; ANDREUCCI, M.P.; GOULART, R.C. Efeito de plantas daninhas na produtividade de pastagens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AMAZÔNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS, 1., 2007, Belém. **Anais...** Belém: 2007. p. 139-161.

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.; 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.; 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.

_____. Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 97-121.

DANCKWERTS J.E.; GORDON A.J. Long-term partitioning, storage and remobilization of ^{14}C assimilated by Lolium perenne (cv. Melle). **Annals of Botany**, Oxford, v. 59, p. 55-56, 1987.

DE VISSER, R.; VIANDEN, H.; SCHNYDER, H. Kinetics and relative significance of remobilized and current C and N incorporation in leaf and root growth zones of Lolium perenne after defoliation: assessment by ^{13}C and ^{15}N steady state labeling. **Plant, Cell & Environment**, Nottingham, v. 20, p. 37-46, 1997.

DEBEUX Jr., J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E.; MATHEWS, B.W.; SCHOLBERG, J.M.; SANTOS, H.Q. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 915-928, 2007.

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

DIFANTE, G.S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. 74 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

DONAGHY, D.J.; FULKERSON, W.J. The importance of water soluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne* (L.). **Grass and Forage Science**, Oxford. v. 53, p. 401-407, 1997.

FULKERSON, J.W.; DONAGHY, D.J. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 41, p. 261-275, 2001.

FULKERSON, W.J.; SLACK, K.; LOWE, K.F. Variation in the response of Lolium genotypes to defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 45, p. 1309 – 1317, 1994.

GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2007. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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.

GOULART, R.C.D. **Mecanismos envolvidos na escolha de locais de pastejo por bovinos de corte.** 2006. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

HAYNES, J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, New York, v. 49, p. 119-199, 1993.

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

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

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.

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

LEMAIRE, G.; MILLARD, P. An ecophysiological approach to modelling resource fluxes in competing plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, p. 15-28, 1999.

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.

- MARTHA JR., G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G.; SOUSA, D.M.G.; BARCELLOS, A.O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 155-216.
- 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.
- MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Reciclagem de nutrientes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 55-84.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-771.
- OURRY, A.; BOUCAUD, J.; SALETTE, J. Nitrogen mobilization from stubble and roots during re-growth of defoliated perennial ryegrass. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 39, p. 803-809, 1988.
- _____. Partitioning and remobilization of nitrogen during re-growth in nitrogen deficient ryegrass. **Crop Science**, Madison, v.30, p.1251-1254, 1990.
- OURRY, A.; KIM, T.H.; BOUCAUD, J. Nitrogen reserves mobilization during re-growth of *Medicago sativa* L. **Plant Physiology**, Rockville, v. 105, p. 831-837, 1994.
- 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.; 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.

PEDREIRA, C.G.S.; ROSSETO, F.A.A.; SILVA, S.C.; NUSSIO, L.G.; MORENO, L.S.B.; LIMA, M.L.P.; LEME, P.R. Forage yield and grazing efficiency on rotationally stocked pastures of 'Tanzania-1' guineagrass and 'Guaçu' elephantgrass. **Scientia Agricola**, Piracicaba: USP, ESALQ, v.62, p.433-439, 2005.

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.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PITELLI, R.A. Ecologia de plantas invasoras em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 413-424.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; SILVA, G.A.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n.3, p. 562-568, 2006.

REZENDE, C.P.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in *Brachiara* pastures in the Atlantic Forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling Agroecosystem**, Amsterdam, v. 54, 99-112, 1999.

ROBBINS, G.B.; BUSHHELL, J.J.; MCKEON, G.M. Nitrogen immobilization in decomposing litter contributes to productivity decline in ageing pastures of green panic (*Panicum maximum* var. *trichoglume*). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 113, p. 401-406, 1989.

RYLE, G.J.A.; POWEL, C.E. Defoliation and regrowth in graminaceous plant: the role of current assimilate. **Annals of Botany**, Oxford, v. 39, p. 297-310, 1975.

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.

SANTOS, P.M.; THORNTON, B.; CORSI, M. Nitrogen dynamics in the intact grasses *Poa trivialis* and *Panicum maximum* receiving contrasting supplies of nitrogen. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 378, p. 2167-2176, 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS OnlineDoc® 9.1.3.** Cary, 2007. Disponível em: <<http://support.sas.com/onlinedoc/913/docMainpage.jsp>>. Acesso em: 21 fev. 2011.

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

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua.** 2004. 199 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.; 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.

SCHNYDER, H.; DE VISSER, R. Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation: the regrowing tiller and its component functionally distinct zones. **Plant Physiology.** Rockville, v. 119, p. 1423-1435, 1999.

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.

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, 2004. 719 p.

THOMAS, H.; STODDART, J.L. Leaf senescence. **Annual Review of Plant Physiology,** Palo Alto, v. 31, p. 83-111, 1980.

THORNTON, B.; MILLARD, P.; BAUSENWEIN, U. Reserve formation and recycling of carbon and nitrogen during regrowth of defoliated plants. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; DE MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** Oxford: CABI Publ., 2000. p. 85-99.

THORTON, B.; MILLARD, P.; DUFF, E.I.; BUCKLAND, S.T. The relative contribution of remobilization and root uptake in supplying nitrogen after defoliation for regrowth of laminae in four grass species. **New Phytologist,** London, v. 124, p. 689-694, 1993.

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.

VOLTOLINI, T.V. **Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras.** 2006. 167 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

WILKINSON, S.R.; LOWREY, R.W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Ed.). **Chemistry and biochemistry of herbage.** London: Academic Press, 1973. v. 2, p. 247-315.