

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

FACULDADE DE ODONTOLOGIA e CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

CAMPUS DE ARAÇATUBA

**Características morfogenéticas, perdas de nitrogênio por volatilização,
reservas orgânicas e sistema radicular do capim-Tanzânia fertilizado
com doses de nitrogênio**

CECÍLIO VIEGA SOARES FILHO

ARAÇATUBA - SP

DEZEMBRO – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

FACULDADE DE ODONTOLOGIA e CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

CAMPUS DE ARAÇATUBA

**Características morfogenéticas, perdas de nitrogênio por volatilização,
reservas orgânicas e sistema radicular do capim-Tanzânia fertilizado
com doses de nitrogênio**

CECÍLIO VIEGA SOARES FILHO

Tese apresentada a Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para obtenção do Título de Professor Livre Docente na Disciplina de “Forragicultura e Pastagens”.

ARAÇATUBA - SP

DEZEMBRO – 2008

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da FOA / UNESP

S676c Soares Filho, Cecílio Viegas
Características morfológicas, perdas de nitrogênio por volatilização, reservas orgânicas e sistema radicular do capim-Tanzânia fertilizado com doses de nitrogênio / Cecílio Viegas Soares Filho. -- Araçatuba : [s.n.], 2009.
101 f. : il.

Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, Araçatuba, 2009.

1. Fertilizantes nitrogenados. 2. Pastagens. 3. Raízes. 4. Panicum maximum.

CDD 633.2

"Pros erros há perdão, pros fracassos, chance; pros amores impossíveis, tempo. De nada adianta cercar um coração vazio ou economizar alma. O romance cujo fim é instantâneo ou indolor não é romance. Não deixe que a saudade sufoque, que a rotina acomode, que o medo impeça de tentar. Desconfie do destino e acredite em você. Gaste mais horas realizando que sonhando, fazendo que planejando, vivendo que esperando, porque, embora quem quase morre esteja vivo, quem quase vive já morreu"

Luís Fernando Veríssimo

In memoriam ao meu pai (Cecílio Vieg
Soares) a minha mãe Remy de Araújo
Soares, a minha esposa Ila Cardim Rêgo,
aos meus filhos Lane Cardim Soares e
Igor Cardim Soares dedico e ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força que nos dá para superar as dificuldades;

A Universidade Estadual Paulista, a Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, Campus de Araçatuba por incentivar no meu crescimento da carreira universitária;

A todos os docentes e funcionários do Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal do Curso de Medicina Veterinária agradeço pela amizade e atenção dispensada;

Ao Prof. Titular Ulysses Cecato pela orientação no estágio de Pós-doutoramento e sobretudo pela amizade e conselhos profissionais e acadêmicos;

A minha esposa Ila Cardim Rêgo pela dedicação e carinho comigo e com meus filhos Lane Cardim Soares e Igor Cardim Soares;

A Universidade Estadual de Maringá por ter disponibilizado a infra-estrutura existente, bem como toda a ajuda necessária com mão-de-obra para a realização deste trabalho de pesquisa;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da Bolsa de estágio de Pós-Doutoramento Júnior (PDJ);

Aos alunos de Pós-Graduação em Zootecnia (UEM) Claudio Fabrício da Cruz Roma, Ossival Lolato Ribeiro, Kelem Cristina Basso e José Augusto, pela amizade e companheirismo na condução dos trabalhos;

Aos alunos da Graduação em Zootecnia (UEM) Renato, Juliana, Tatiana, Túlio, Flávio, Lais, Diana, Graciele e todos os membros do grupo Geforce pela amizade e companheirismo;

Aos professores Dr. Manoel Garcia Neto e Dr^a. Silvia Helena Veturoli Perri da Unesp –FOA pela amizade e valiosa contribuição nas análises estatísticas;

A minha mãe por estar sempre orando para que tudo saia bem.

SUMÁRIO

RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais.....	9
1.1 Introdução.....	9
1.2 Revisão de Literatura.....	10
CAPÍTULO 2 – Características morfo genéticas e estruturais do capim-Tanzânia fertilizadas com doses de nitrogênio sob pastejo.....	23
CAPÍTULO 3 – Perdas de amônia por volatilização em capim-Tanzânia adubada com uréia.....	59
CAPÍTULO 4 – Sistema radicular e reservas orgânicas de raízes e base do colmo do capim-Tanzânia fertilizada com doses de nitrogênio sob pastejo.....	76

Características morfogênicas, perdas de nitrogênio por volatilização, reservas orgânicas e sistema radicular do capim-Tanzânia fertilizado com doses de nitrogênio

RESUMO – O objetivo do trabalho foi estudar as características morfogênicas e estruturais do capim-Tanzânia, a produção de forragem, as perdas de nitrogênio (N) por volatilização, reservas orgânicas e a avaliação do sistema radicular sob doses de nitrogênio sob pastejo. O experimento foi instalado na área Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, no período de março de 2007 a março de 2008. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas, encontravam-se as doses de N (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N) e, nas sub-parcelas, as estações do ano. As perdas de N por volatilização foram quantificadas depois da adubação N (1, 2, 3, 6, 9, 12 e 15 dias). As amostragens das raízes foram realizadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. A aplicação do fertilizante N na pastagem foi parcelada em três aplicações. A produção de massa seca total e de lâmina foliar de forragem respondeu linearmente até 282 kg ha⁻¹ de N na estação do verão. A adubação nitrogenada exerce efeito positivo nas taxas de alongamento e aparecimento foliar, e no número de folhas vivas em plantas de capim-Tanzânia nas estações da primavera e verão. Elevadas adubações nitrogenadas associada a intervalos menores de pastejo promovem uma maior porcentagem de lâmina foliar; no manejo de pastos de capim-Tanzânia sob lotação rotacionada com altura de 70 cm na entrada dos animais para o pastejo e saída com 30 cm de altura do resíduo. A interação entre o nível de adubação e o período depois da aplicação de uréia foi significativa para a variável volatilização acumulada de N-NH₃. A aplicação da uréia acarreta perdas percentuais mais elevadas de N nos três primeiros dias após a aplicação. A perda média acumulada de N-NH₃ no período para as três estações do ano representou 28%, 20% e 16% do N aplicado nas adubações com 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N-uréia, respectivamente. A estação do ano influenciou no padrão e na quantidade das perdas, com menores valores encontrados na primavera, seguidos do verão e outono. Adubações maiores que 80 kg ha⁻¹ de N por aplicação pode acarretar grandes perdas por volatilização. A biomassa radicular apresentou tendência de acúmulo de massa até 100 kg ha⁻¹ de N em todas as estações avaliadas e independente da dose de N

utilizada cerca de 80% do sistema radicular do capim-Tanzânia estava concentrado na camada de 0 – 10 cm de profundidade. A adubação nitrogenada acima de 100 kg ha⁻¹ pode estimular o crescimento acelerado da planta forrageira, reduzindo sua capacidade de armazenamento de carboidratos não-estruturais (CNE) nas raízes. No entanto, favorecem o armazenamento de CNE e N-total na base do colmo. As concentrações de CNE e N-total foram mais elevadas no período do outono, demonstrando que sua utilização é maior na primavera devido às condições climáticas favoráveis ao crescimento da planta. Para a rebrota, a planta apresenta maior reserva de N-total na camada de 0-10 cm das raízes, bem como maior reserva de CNE na base do colmo.

Palavras-chave: *Panicum maximum*, uréia, raízes, base do colmo, perdas de N-NH₃, pastagem, carboidratos não-estruturais, N-total

Morphogenetic characteristics, losses of nitrogen volatilization, organic reserves and root system of Tanzaniagrass with fertilize nitrogen doses

ABSTRACT – The present research project had for objectives to study the variables morphogenesis and structural of grass-Tanzania, the forage production, the losses of nitrogen for volatilization, organic reserves and the evaluation of the system root under the effect of levels of nitrogen under grazing. The experiment was installed in the area Experimental Finance of Iguatemi of the State University of Maringá among April of 2007 to March of 2008. The used a completely randomized design, with plots subdivided with four repetitions. In the plots, they were the doses of N (150, 300 and 450 kg ha⁻¹ of N) and, in the subplots, the season. The losses of nitrogen for volatilization the subplots by the time after fertilization (1, 2, 3, 6, 9, 12 and 15 days). The samplings of the roots were accomplished in the depths of 0-10, 10-20 and 20-40 cm. The application of the fertilizer N in the pasture was parceled in three applications. The production of total dry mass and of sheet to foliate of forage answered lineally to 282 kg ha⁻¹ of N in the station of the summer. The fertilization nitrogen exercises positive effect in the prolongation taxes and emergence to foliate, and in the number of

live leaves in plants of Tanzaniagrass in the stations of the spring and summer. Elevated fertilization nitrogen associated to smaller intervals of grazing promote a larger sheet percentage to foliate; in the handling of pastures of Tanzaniagrass under capacity rotation with height of 70 cm in the entrance of the animals for the grazing and exit with 30 cm of height of the residue. The interaction between level of fertilization and the period after the urea application was significant for the variable accumulated volatilization of $\text{NH}_3\text{-N}$. The application of urea fertilizer in the pasture carries the highest percentage losses of N in the first three days after the application. The average cumulative loss of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the period for the three seasons of the year was 28%, 20% and 16% of N applied in the fertilizer with 50, 100 and 150 kg ha^{-1} of N-urea, respectively. The season of the year influenced the pattern and amount of losses, with lower values found in the spring, followed by the summer and autumn. Larger fertilizers than 80 kg ha^{-1} of N for application can cart great losses for volatilization. The biomass root presented tendency of mass accumulation up to 100 kg ha^{-1} of N in all of the stations appraised and independent of the dose of N used about 80% of the system root of Tanzaniagrass was concentrated in the layer of 0 - 10 cm of depth. A manuring N above 100 kg ha^{-1} it can stimulate the accelerated growth of the plant forage, reducing his capacity of storage of non structural carbohydrate (NSC) in the roots. However, they favor the storage of NSC and total N in the base of the stem. The concentrations of NSC and total N were higher in the period of the autumn, demonstrating that his use is larger in the spring due to the favorable climatic conditions to the growth of the plant. For the rebrota, the plant presents larger reservation of total N in the layer of 0-10 cm of the roots, as well as larger reservation of NSC in the base of the stem.

Word-Key: *Panicum maximum*, urea, root, base of the stem, loss N-NH_3 , pasture, non structural carbohydrate, total N

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os sistemas de produção de carne e leite estão relacionados à exploração de pastagens. Assim, quando se considera o mercado mundial, a criação de bovinos brasileira apresenta a vantagem comparativa do baixo custo de produção. Essas pastagens são ainda manejadas como mananciais inesgotáveis de nutrientes passíveis de serem transformados a baixos custos em proteína animal. No entanto, o aumento da competitividade não só por preço, mas também, por qualidade impõem mudanças no setor. A busca da melhoria da produtividade e da eficiência dos sistemas de produção tem na alimentação animal seu principal componente.

Para uma planta forrageira ter sucesso como pastagem é necessário que ela apresente algumas características como perenidade, rebrota rápida após a desfolha, tolerância à presença do animal, vigor, valor nutritivo adequado e, principalmente, qualidade. A qualidade da forragem sob condição de pastejo está diretamente relacionada à forma com que o alimento está disponível ao animal (fatores estruturais) determinando seu comportamento ingestivo e consumo. Assim, para que uma forragem com valor nutritivo adequado tenha boa qualidade é necessário que o animal consiga consumi-la em quantidade satisfatória. Se houver sucesso nessa etapa do processo, o desempenho animal estará assegurado, considerando que as condições de sanidade do rebanho estejam adequadas.

Para que se possa alcançar produção animal de forma eficiente e competitiva em sistemas de pastagens, a planta forrageira deve ser utilizada de forma mais racional, por meio de práticas de manejo sustentáveis que permitam alta produtividade e aproveitamento eficiente da forragem produzida, gerando, assim, máxima produtividade animal (GOMIDE; GOMIDE, 2001). Conciliar alta produção de forragem e perenidade do pasto, e elevada produção animal, exige uma adequação do manejo da desfolhação dentro de um equilíbrio que respeite os limites específicos da forrageira.

Em ecossistemas de pastagens, as necessidades de plantas e animais em pastejo são conflitantes, uma vez que a comunidade de plantas precisa manter sua área foliar com elevada eficiência fotossintética e os animais precisam ser alimentados com forragem de boa qualidade. Por essa razão, é importante compreender a inter-relação

dos componentes do sistema de pastagens (planta, animal e meio ambiente), o que passa, necessariamente, pelo entendimento das características estruturais do dossel forrageiro condicionadoras e determinantes de respostas tanto de plantas como de animais.

Nesse contexto, inúmeros trabalhos foram apresentados na literatura relativa a plantas forrageiras de clima tropical, com destaque para plantas da espécie *Panicum maximum*, que compõe uma proporção significativa da área de pastagens cultivadas no Brasil. Essa preferência é conseqüência, principalmente, de atributos como elevada produtividade quando devidamente adubada e manejada, entre outros. Contudo, apesar de diversos trabalhos de pesquisa discorrer acerca da caracterização dessa planta forrageira, inclusive valor nutritivo e desempenho animal, ainda existe uma grande dificuldade no planejamento e definição de estratégias de manejo do pastejo do *P. maximum* em função da grande variabilidade e inconsistência dos resultados obtidos nas diversas situações experimentais.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

O pastejo é a forma mais econômica de alimentar o ruminante dentre todas as modalidades de produção de alimentos, por isso deve-se direcionar atenção a este processo a fim de obter-se produção animal a custos mais baixos, tornando a atividade competitiva com outras áreas da agropecuária. Para tanto, faz-se necessário o pleno conhecimento da espécie forrageira e suas reações ao ambiente (ecologia) e, principalmente, ao manejo.

Fundamentalmente, em qualquer sistema de produção animal, um princípio básico deve nortear todas as tomadas de decisão e orienta todas as ações, ou seja, deve-se procurar sempre adequar e equacionar suprimento (S) e demanda (D) por alimentos. Todos os esforços e recursos são despendidos no sentido de que a quantidade de biomassa de forragem em oferta seja suficiente para atender as exigências tanto quantitativas como qualitativas do rebanho (SILVA; PEDREIRA, 1996).

O acúmulo de forragem entendido como a diferença entre o crescimento de partes da planta forrageira (síntese de tecidos) e a perda de outras (por senescência), é o aspecto mais importante do fator suprimento de forragem. Em pastagens, o objetivo do manejo do pastejo é encontrar a conciliação ideal entre as exigências conflitantes da planta forrageira (que precisa conservar sua área foliar para fotossíntese) e a necessidade fundamental de remover esses tecidos através do corte ou pastejo (PARSONS, 1988). Esse conflito é mais aparente em sistemas de pastejo em lotação contínua onde parte do crescimento da forragem é continuamente removido pelos animais em pastejo. Se a taxa bruta de produção de tecidos (crescimento) for igual à soma da remoção pelo pastejo e das perdas de tecido por senescência e morte, não serão observadas mudanças líquidas na massa média (estoque) de forragem na pastagem. Sob o aspecto quantitativo, condições de ambiente favoráveis tendem a aumentar a reserva média de forragem (massa de forragem), ao passo que, em outras épocas do ano, o acúmulo reduzido (e freqüentemente nulo) diminui a média do estoque anual. O valor nutritivo afeta o suprimento na medida em que exerce grande influência sobre o consumo. Este, todavia, é também influenciado por características morfológicas da planta (tais como porcentagem de folhas) e do relvado (tais como densidade), ou seja, a estrutura da pastagem (HODGSON, 1990).

O fenômeno de acúmulo líquido descrito é consequência direta da curta duração de vida de folhas individuais, que ao atingirem a maturidade, entram num processo irreversível de senescência (SILVA; PEDREIRA, 1996). Esse balanço entre as taxas de crescimento e morte sofre alterações com o tempo, mas é principalmente afetado pela maneira como a pastagem é manejada, podendo ter efeito marcante sobre o formato das curvas de acúmulo de forragem que se sucederão (HODGSON, 1990).

A estrutura do pasto pode ser definida como a distribuição e arranjo dos componentes da parte aérea da planta forrageira dentro de uma comunidade (LACA; LEMAIRE, 2000). Investigá-la significa conhecer como esta comunidade vegetal está usufruindo os recursos abióticos (luz, água e nutrientes), que lhe são disponibilizados, e como o animal está explorando esta produção primária que lhe é ofertada.

A adoção de avaliações das características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras, utilizando animais em pastejo como ferramenta de corte é indispensável para a obtenção de resultados representativos das condições nos sistemas

de produção. A desfolha e pisoteio reciclagem de nutrientes, compactação do solo e seletividade no pastejo realizadas pelos animais, impõe às pastagens variáveis impossíveis de serem simuladas em um corte mecânico (RODRIGUES; RODRIGUES, 1987; RODRIGUES; REIS, 1995).

A morfologia de uma espécie, em uma dada situação, é o resultado do processo conhecido como morfogênese (NABINGER; PONTES, 2001). Este processo é definido por Chapman e Lemaire (1993), como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço, sendo descrita em termos de taxa de aparecimento de novos órgãos (organogênese), taxa de expansão (crescimento) e taxa de senescência e decomposição. Gomide (1997) relata a morfogênese como o estudo da origem e do desenvolvimento dos diferentes órgãos de um organismo; sucessão de eventos determinantes da produção, expansão e forma vegetal no espaço.

Crescimento e desenvolvimento são dois processos distintos, porém bastante relacionados (NASCIMENTO JÚNIOR, 2001). Geralmente, os dois processos ocorrem simultaneamente. Segundo Wilhelm e McMaster (1995), crescimento pode ser definido como aumento irreversível na dimensão física de um indivíduo ou órgão, em determinado intervalo de tempo. Por outro lado, desenvolvimento inclui o processo de iniciação de órgãos (morfogênese) até a diferenciação, podendo incluir o processo de senescência. Deste modo, uma definição funcional de desenvolvimento, segundo esse autor, seria o processo em que as plantas, os órgãos ou as células passam por vários estádios identificáveis, durante o seu ciclo de vida.

A taxa de aparecimento e de alongamento foliar, e a longevidade das folhas ou seu tempo de vida útil são características morfogênicas determinadas geneticamente, podendo ser modificadas pela variação na temperatura, fertilidade e disponibilidade de água no solo, manejo de desfolha entre outros fatores (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; MAZZANTI, 1997). A ação direta destes fatores sobre as características morfogênicas determina as características estruturais das pastagens, como o número e tamanho de folhas e densidade de perfilhos, responsáveis pelo índice de área foliar. Por sua vez, o índice de área foliar, condicionado pelo manejo, influencia o número de perfilhos e o alongamento foliar (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; GOMIDE, 1997).

A luz e a temperatura foram os fatores climáticos determinantes das taxas de aparecimento e alongamento de folhas em Azevém (*Lolium perenne*), onde a área e peso foliares variaram inversamente com a intensidade de luz e temperatura. Porém, a

luz foi o fator preponderante para a área foliar, enquanto a temperatura teve maior efeito sobre o peso da folha (SILSBURY, 1970).

As taxas de aparecimento e alongamento de folhas são negativamente correlacionadas (ZARROUGH et al., 1984). Estes dois processos fisiológicos são determinantes do peso do perfilho (ZARROUGH; NELSON, 1980), e tem maior efeito sobre a massa da planta.

A taxa de aparecimento foliar mede a dinâmica do fluxo de tecido das plantas. Segundo Lemaire e Chapman (1996), esta ocupa lugar central na morfogênese, pois influencia diretamente sobre cada um dos componentes da estrutura do relvado como tamanho da folha, densidade populacional e folhas por perfilho. Esta taxa varia entre e dentro de espécies, sendo largamente afetada pelas flutuações sazonais como temperatura, intensidade de luz e fotoperíodo (LANGER, 1979). Para Van Esbroeck et al. (1997), a temperatura é o fator que exerce maior influência, possibilitando que a taxa de aparecimento de folhas seja expressa em graus-dia.

O equilíbrio entre a taxa de aparecimento foliar e a senescência do perfilho é altamente dependente do regime de desfolha do pasto, o qual determina a evolução do índice de área foliar (IAF), que parece ser o fator mais importante na determinação do aparecimento e na senescência dos perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). O IAF expressa a cobertura de folhas em relação à superfície do solo.

Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento da pastagem, devido a sua função na fotossíntese como ponto de partida para a formação de novos tecidos (GOMIDE; GOMIDE, 2000), onde a taxa de alongamento da folha é o maior componente do crescimento do perfilho (MAZZANTI et al., 1994).

O alongamento da lâmina foliar cessa com a exposição da lígula, apresentando-se completamente expandida, quando a folha é dita adulta (LANGER, 1972). Assim, o processo de senescência é iniciado, cuja intensidade varia conforme as estações do ano, fatores ambientais e manejo.

A taxa de alongamento foliar correlaciona-se positivamente com o rendimento forrageiro (HORST et al., 1978) e o rendimento por perfilho, mas negativamente com o número de perfilhos por planta (NELSON et al., 1977). Como o número de perfilhos por planta depende da taxa de aparecimento foliar, observa-se correlação negativa entre esta medida e a taxa de alongamento foliar (ZARROUGH et al., 1984).

Barbosa et al. (1996) observaram que as maiores taxas de aparecimento e expansão de folhas de cultivares de *Panicum maximum* ocorreram no verão e as menores no inverno, enquanto a senescência foi elevada no inverno e na primavera.

Grant et al. (1981) demonstraram que a taxa de alongamento foliar é positivamente correlacionada com a quantidade de folhas verdes remanescentes no perfilho após a desfolhação. Esta taxa, praticamente não é afetada pela desfolha que remova apenas duas a três folhas por perfilho, mas é diminuída em cerca de 15 a 20% quando todas as folhas de um perfilho são removidas (DAVIES, 1974), relatando a intensa força de demanda dos meristemas foliares por assimilados após a desfolhação.

A duração de vida das folhas determina o número máximo de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE, 1997). Segundo Nabinger (1996) esta variável morfogênica é o determinante do equilíbrio entre o fluxo de crescimento e o fluxo de senescência. Desta forma, quando um perfilho atinge o seu número máximo de folhas vivas, passa a haver um equilíbrio entre a taxa de surgimento de folhas e a senescência de folhas que excederam o seu período de duração (NABINGER, 1999). No manejo de pastagem o conhecimento da duração da vida das folhas é indispensável, pois além de indicar o potencial de rendimento da espécie em máxima quantidade de material vivo por área, também é um indicador fundamental para a intensidade de pastejo contínuo.

Sob pastejo contínuo, a proporção da lâmina foliar removida a cada pastejo é relativamente constante, e está em torno de 50% (MAZZANTI; LEMAIRES, 1994). Santos et al. (1999), observaram que os capins Tanzânia e Mombaça, submetidos ao pastejo a cada 28, 38 e 48 dias, ao longo do ano, apresentaram entre 4 a 6 folhas vivas por perfilho e aumento do comprimento foliar com o intervalo entre pastejo. O perfilhamento de gramíneas forrageiras tem sido apontado como a característica mais importante para a obtenção da produtividade. Como todas as variáveis morfogênicas, este também é determinado ou controlado geneticamente. Embora existam diferenças genéticas, o perfilhamento geralmente é influenciado por fatores ambientais como temperatura, intensidade luminosa, fotoperíodo, solo e água (LANGER, 1979). Hoffmann et al. (1995) encontraram aumento no perfilhamento de acordo com o aumento das doses de fósforo aplicadas, e um maior perfilhamento ocorreu na *Brachiaria decumbens* em relação ao capim Colômbia devido à braquiária apresentar geneticamente maior potencial de perfilhamento.

A desfolha pode provocar uma tendência a diminuir a taxa de aparecimento foliar (TapF) da rebrota após uma desfolha severa, o que pode ser consequência do aumento no comprimento da bainha das folhas sucessivas, causando um atraso no surgimento de novas folhas acima do cartucho. Desta forma, a TapF de pastagens mantidas em baixo IAF por desfolhação freqüente, aparenta ser maior do que a observada em pastejo rotacionado (NABINGER, 1999).

Em pastagens com baixa densidade populacional de perfilhos, a decapitação dos meristemas apicais através do pastejo intermitente pode favorecer o perfilhamento, uma vez que cessa a inibição hormonal das gemas laterais e basais, que são ativadas e dão início ao crescimento de novos perfilhos (CORSI; SANTOS, 1995).

Segundo Gomide (1997), quatro tipos de folhas podem ser observadas durante o desenvolvimento do perfilho: folhas senescentes, folhas completamente expandidas, folhas emergentes (que estão se desenvolvendo dentro do tubo formado pelas bainhas foliares das folhas completamente expandidas – pseudocolmo) e folhas em expansão.

Dentre as práticas de manejo, a utilização de nitrogênio em pastagens é uma das medidas que mais incremento traz à produção, pois o nitrogênio é o macro nutriente mais importante para o crescimento e desenvolvimento da pastagem, proporcionando a planta maior velocidade de crescimento, longevidade das lâminas foliares (CECATO et al., 1994), aumento no número, peso e tamanho dos perfilhos e índice de área foliar (IAF). Além disso, sua utilização também tem proporcionado o incremento significativo da produção e da qualidade da forragem, e conseqüentemente, o aumento na produção animal por área (CORSI; NUSSIO, 1993).

A uréia uma das formas mais usadas de reposição do nutriente no sistema, que é empregada largamente nas pastagens brasileiras, contudo, devido às características intrínsecas deste fertilizante, podem ocorrer significativas perdas por volatilização do $N-NH_3$, maximizadas quando a aplicação é feita em solos degradados, além do que, essa perda depende de fatores como clima, solo e manejo, bem como a interação entre eles (HARGROVE et al., 1988).

O sucesso na utilização de pastagens tropicais depende não só da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da planta forrageira a ser utilizada, como também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com a manutenção da capacidade produtiva da pastagem.

Para que se identifique a condição que maximiza a eficiência de produção e colheita é necessário um banco de informações sobre as características morfogênicas que determinam a estrutura da pastagem (BARBOSA, 2004). Trabalhos conduzidos no Brasil em casa de vegetação com capim Mombaça (GARCEZ NETO et al., 2002) demonstraram efeito significativo da fertilização nitrogenada sobre a taxa de aparecimento de folhas (TA_pF) e também para a taxa de alongamento das folhas (TAIF).

Há evidências crescentes de que degradações estruturais e na compactação do solo em áreas de pastagens sob sistemas intensivos de exploração podem ser prejudicial à estrutura do solo causando compactação a qual adversamente influencia o movimento de ar, água e nutrientes e processos químicos e biológicos nos solos. Essa degradação estrutural também afeta raízes na pastagem, crescimento de brotos e a saúde da planta. Portanto, o dano no solo causado pelas patas de animais de pastagem pode influenciar produtividade das pastagens.

Com base no exposto, fica evidente a importância do manejo do pastejo para o sucesso de sistemas de produção animal em pastagens e de como é necessário o gerenciamento de eficiências parciais dos processos de produção visando maximizar os ganhos do sistema, respeitando-se os limites da planta forrageira. Com a finalidade de conhecer melhor as relações de causa e efeito da estrutura do dossel forrageiro, o presente trabalho teve por objetivos estudar as características morfofisiológicas, perdas de nitrogênio por volatilização, reservas orgânicas e sistema radicular do capim-Tanzânia fertilizado com doses de nitrogênio sob pastejo.

Referências

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv Tanzânia) submetido a frequências e intensidade de pastejo.** 2004. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 2004. 205p.

BARBOSA, M. A. A. F.; et al. Dinâmica do aparecimento, expansão e senescência de folhas em diferentes cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: SBZ, 1996. p. 101-103.

CECATO, U.; et al. Influência da frequência de corte, de níveis e formas de aplicação de nitrogênio sobre a produção e taxa de crescimento do capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq cv. Aruana). **Revista Unimar**, Maringá-PR, v. 16, p. 277-216. 1994.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.87-116.

CORSI, M.; SANTOS, P. M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 275-304.

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

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

GARCEZ NETO, A.F.; et al. Avaliação das características morfogênicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p.39-40.

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

GOMIDE, J. A. Morfogênese e Análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: GOMIDE, J. A. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...**Viçosa: UFV, 1997. p. 411-429.

GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Utilização e manejo de pastagens. In: MATTOS, R.S.M. (Ed.). A produção animal na visão dos brasileiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001, p.808-825.

GRANT, S.A.; et al. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perene* swards. **Grass and Forage Science**, v.36, p.155-168, 1981.

HARGROVE, W.L. Soil environmental and management factors influencing ammonia volatilization under field conditions. In. BOCK, B.R.; KISSEL, D.E. (Ed.). **Ammonia volatilization from urea fertilizers**. Muscle Shoals: Tennessee Valley Authority, 1988. p. 17-36. (Bulletin, Y-206).

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

HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.19, n.5, p. 715-719, 1978.

HOFFMANN, C. R.; et al. O nitrogênio e o fósforo no crescimento da braquiária e do colônio em amostras de um Latossolo da região noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 79-86, 1995.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring Sward Structure. In: MANNETJE, L., JONES, R.M. (Eds.) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.103-121.

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

LANGER, R.H. **How grasses grow**. 2 ed. [S.I.]: Institute of biology. Studies in biology, 34. 1979.

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

LEMAIRE, E.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**, p.3-36, 1996.

MAZZANTI, A. Adaptación de especies forrajeras a la defoliación. In: JOBIM, C. C. et al. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...**, Maringá-PR, 1997. p. 75-84.

MAZZANTI, A.; et al. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, p.11-120, 1994.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Eds.). Fundamentos do Pastejo Rotacionado. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 213-252.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; et al. (Eds.) Produção de bovinos a pasto. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 15-96.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageira e estrutura do pasto. In: MATTOS, W. R. S. et al. (Eds.) A Produção Animal na Visão dos Brasileiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001, p.808-825.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. Fisiologia do crescimento e composição química. Disponível em: <[http:// www.forragicultura.com.br](http://www.forragicultura.com.br)>. Acesso em 07 out. 2003.

NELSON, C. J.; et al. mechanism of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 17, n. 3, 1977. 444-452.

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

RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Bases para o estabelecimento do manejo de capins do gênero Panicum. In: PEIXOTO, A.M., et al. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1995. p. 197-217.

RODRIGUES, L.R A., RODRIGUES, T J.D. **Ecofisiologia de plantas forrageiras**. In: CASTRO, P. R., et al. (Ed.) Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 203-230.

SANTOS, P. M.; et al. Características morfogênicas e taxa de acúmulo de forragem do capim-Mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.843-851, 2004.

SILVA, C.S.; PEDREIRA, C.G.S. Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., Piracicaba, 1996. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996, p. 97-122.

SILSBURY, J. H. Leaf growth in pasture grasses. **Tropical Grassland**, v. 4, n. 1, p. 17-36, 1970.

VAN ESBROECK; G. A.; et al. Leaf appearance rate and final leaf number of swithgrass cultivars. **Crop Science**, v.37, n.1, p.864-870, 1997.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

ZARROUGH, K. M.; NELSON, C. J. Regrowth of genotypes off tall Fescue differing in yield per tiller. **Crop Science**, v.20, p.540-544, 1980.

ZARROUGH, K. M.; et al. Inter-relationship between rates of leaf appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, v.24, n. 3, p. 565-568, 1984.

CAPÍTULO 2 - Características morfogênicas e estruturais do capim-Tanzânia fertilizadas com doses de nitrogênio sob pastejo

RESUMO: O objetivo do trabalho foi estudar as características morfogênicas e estruturais e a produção de forragem do capim-Tanzânia sob doses de nitrogênio (N) nas estações de outono, inverno, primavera e verão sob pastejo. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi, Maringá, PR, no período de março de 2007 a março de 2008. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas, encontravam-se as doses de N (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N) e, nas sub-parcelas, as estações do ano. A aplicação do fertilizante uréia na pastagem foi parcelada em três vezes. A produção de massa seca total e de lâmina foliar de forragem respondeu linearmente até 282 kg ha⁻¹ de N na estação do verão. A adubação nitrogenada exerce efeito positivo nas taxas de alongamento e aparecimento foliar, e no número de folhas vivas em plantas de capim-Tanzânia nas estações da primavera e verão. Elevadas adubações nitrogenadas associada a intervalos menores de pastejo promovem uma maior porcentagem de lâmina foliar; no manejo de pastos de capim-Tanzânia sob lotação rotacionada com altura de 70 cm na entrada dos animais para o pastejo e saída com 30 cm de altura do resíduo.

Palavras-chave: *Panicum maximum*, uréia, pastagem, taxa aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar, filocrono

Introdução

O pastejo é a forma mais prática econômica de alimentar o ruminante dentre todas as modalidades de produção de alimentos, por isso deve-se direcionar atenção a este processo a fim de obter-se produção animal a custos mais baixos, tornando a atividade competitiva com outras áreas da agropecuária. Para tanto, faz-se necessário o pleno conhecimento da espécie forrageira e suas reações ao ambiente (ecologia) e, principalmente, ao manejo.

O acúmulo de forragem entendido como a diferença entre o crescimento de partes da planta forrageira (síntese de tecidos) e a perda de outras (por senescência, morte de tecidos e consumo por animais), é o aspecto mais importante do fator suprimento de forragem. Em pastagens, o objetivo do manejo do pastejo é encontrar a conciliação ideal entre as exigências conflitantes da planta forrageira (que precisa conservar sua área foliar para fotossíntese) e a necessidade fundamental de remover esses tecidos através do corte ou pastejo (PARSONS, 1988).

O fenômeno de acúmulo líquido descrito é consequência direta da curta duração de vida de folhas individuais, que ao atingirem a maturidade, entram num processo irreversível de senescência (SILVA; PEDREIRA, 1996). Esse balanço entre as taxas de crescimento e morte sofre alterações com o tempo, mas é principalmente afetado pela maneira como a pastagem é manejada, podendo ter efeito marcante sobre o formato das curvas de acúmulo de forragem que se sucederão (HODGSON, 1990).

A estrutura do pasto pode ser definida como a distribuição e arranjo dos componentes da parte aérea da planta forrageira dentro de uma comunidade (LACA; LEMAIRE, 2000). Investigá-la significa conhecer como esta comunidade vegetal está usufruindo os recursos abióticos (luz, água e nutrientes), que lhe são disponibilizados, e como o animal está explorando esta produção primária que lhe é ofertada.

A adoção de avaliações das características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras, utilizando animais em pastejo como ferramenta de corte é indispensável para a obtenção de resultados representativos das condições nos sistemas de produção. A desfolha e pisoteio reciclagem de nutrientes, compactação do solo e seletividade no pastejo realizadas pelos animais, impõe às pastagens variáveis impossíveis de serem simuladas em um corte mecânico (RODRIGUES; RODRIGUES, 1987; RODRIGUES ; REIS, 1995).

A morfologia de uma espécie, em uma dada situação, é o resultado do processo conhecido como morfogênese (NABINGER; PONTES, 2001). Este processo é definido por Chapman e Lemaire (1993), como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço, sendo descrita em termos de taxa de aparecimento de novos órgãos (organogênese), taxa de expansão (crescimento) e taxa de senescência e decomposição. Gomide (1997) relata a morfogênese como o estudo da origem e do

desenvolvimento dos diferentes órgãos de um organismo; sucessão de eventos determinantes da produção, expansão e forma vegetal no espaço.

A taxa de aparecimento e de alongamento foliar, e a longevidade das folhas ou seu tempo de vida útil são características morfogênicas determinadas geneticamente, podendo ser modificadas pela variação na temperatura, fertilidade e disponibilidade de água no solo, manejo de desfolha entre outros fatores (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; MAZZANTI, 1997). A ação direta destes fatores sobre as características morfogênicas determina as características estruturais das pastagens, como o número e tamanho de folhas e densidade de perfilhos, responsáveis pelo índice de área foliar. Por sua vez, o índice de área foliar, condicionado pelo manejo, influencia o número de perfilhos e o alongamento foliar (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; GOMIDE, 1997).

A taxa de aparecimento foliar mede a dinâmica do fluxo de tecido das plantas. Segundo Lemaire e Chapman (1996), esta ocupa lugar central na morfogênese, pois influencia diretamente sobre cada um dos componentes da estrutura do relvado como tamanho da folha, densidade populacional e folhas por perfilho. Esta taxa varia entre e dentro de espécies, sendo largamente afetada pelas flutuações sazonais como temperatura, intensidade de luz, solo, água e fotoperíodo (LANGER, 1979). Para Van Esbroeck et al. (1997), a temperatura é o fator que exerce maior influência, possibilitando que a taxa de aparecimento de folhas seja expressa em graus-dia.

Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento da pastagem, devido a sua função na fotossíntese como ponto de partida para a formação de novos tecidos (GOMIDE; GOMIDE, 2000), onde a taxa de alongamento da folha é o maior componente do crescimento do perfilho (MAZZANTI et al., 1994).

Barbosa et al. (1996) observaram que as maiores taxas de aparecimento e expansão de folhas de cultivares de *Panicum maximum* ocorreram no verão e as menores no inverno, enquanto a senescência foi elevada no inverno e na primavera.

A duração de vida das folhas determina o número máximo de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE, 1997). Segundo Nabinger (1996) esta variável morfogênica é o determinante do equilíbrio entre o fluxo de crescimento e o fluxo de senescência. Desta forma, quando um perfilho atinge o seu número máximo de folhas vivas, passa a haver um equilíbrio entre a taxa de surgimento de folhas e a senescência de folhas que excederam o seu período de duração (NABINGER, 1999). No manejo de pastagem o conhecimento da duração da vida das folhas é indispensável, pois além de indicar o

potencial de rendimento da espécie em máxima quantidade de material vivo por área, também é um indicador fundamental para a intensidade de pastejo contínuo.

Sob pastejo contínuo, a proporção da lâmina foliar removida a cada pastejo é relativamente constante, e está em torno de 50% (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994). Santos et al. (2004), observaram que o capim-Mombaça, submetidos ao pastejo a cada 28, 38 e 48 dias, ao longo do ano, apresentaram entre 4 a 6 folhas vivas por perfilho e aumento do comprimento foliar com o intervalo entre pastejo. O perfilhamento de gramíneas forrageiras tem sido apontado como a característica mais importante para a obtenção da produtividade. Como todas as variáveis morfogênicas, este também é determinado ou controlado geneticamente.

Dentre as práticas de manejo, a utilização de nitrogênio em pastagens é uma das medidas que mais incremento traz à produção, pois o nitrogênio é o macro nutriente mais importante para o crescimento e desenvolvimento da pastagem, proporcionando a planta maior velocidade de crescimento, longevidade das lâminas foliares (CECATO et al., 1994), aumento no número, peso e tamanho dos perfilhos e índice de área foliar (IAF). Além disso, sua utilização também tem proporcionado o incremento significativo da produção e da qualidade da forragem, e conseqüentemente, o aumento na produção animal por área (CORSI; NUSSIO, 1993).

O sucesso na utilização de pastagens tropicais depende não só da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da planta forrageira a ser utilizada, como também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com a manutenção da capacidade produtiva da pastagem.

Para que se identifique à condição que maximiza a eficiência de produção e colheita é necessário um banco de informações sobre as características morfogênicas que determinam a estrutura da pastagem (BARBOSA, 2004). Trabalhos conduzidos no Brasil em casa de vegetação com capim Mombaça (GARCEZ NETO et al., 2002) demonstraram efeito significativo da fertilização nitrogenada sobre a taxa de aparecimento de folhas (TApF) e também para a taxa de alongamento das folhas (TAIF).

Com base no exposto, fica evidente a importância do manejo do pastejo para o sucesso de sistemas de produção animal em pastagens e de como é necessário o gerenciamento de eficiências parciais dos processos de produção visando maximizar os ganhos do sistema, respeitando-se os limites da planta forrageira. Com a finalidade de

conhecer melhor às relações de causa e efeito da estrutura do dossel forrageiro, o objetivo do trabalho foi estudar as características morfogênicas e estruturais e a produção de forragem do capim-Tanzânia sob doses de nitrogênio nas estações de outono, inverno, primavera e verão sob pastejo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, estabelecida em área experimental da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, no período de março de 2007 a março de 2008. A localização geográfica é 23° 25'S de latitude e 51° 57'O de longitude com uma altitude média de 550 metros. O clima predominante desta região é o Cfa subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köppen, com verões quentes, baixa frequência de geadas severas e uma tendência de concentração das chuvas no período do verão (CORRÊA, 1996). Os dados climáticos ocorridos no período experimental foram coletados no posto meteorológico da FEI, e estão representados na Figura 1.

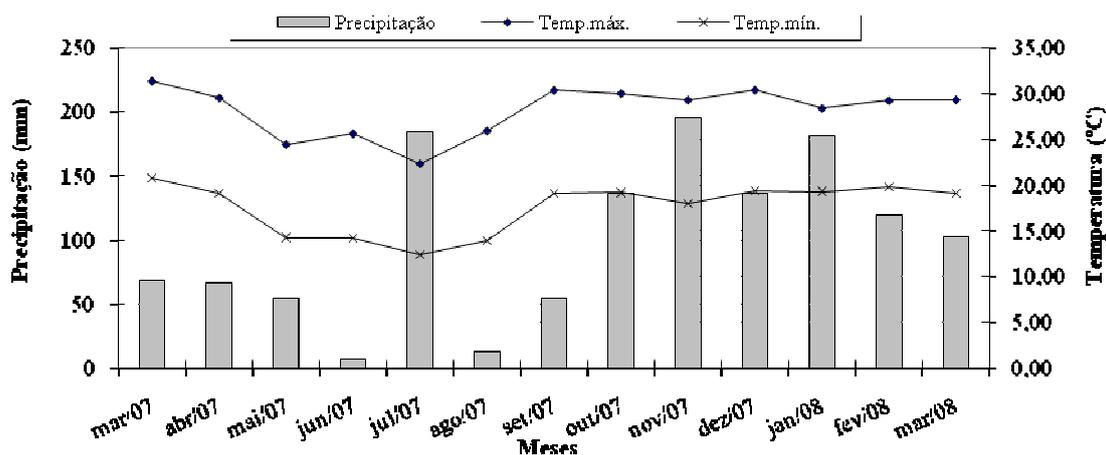


FIGURA 1 - Médias de temperaturas máxima e mínima mensais do ar (°C) e precipitação pluviométrica (mm dia⁻¹) ocorridas durante o período experimental (2007/2008). Fonte: Laboratório de Sementes da FEI.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), com as seguintes características químicas (Tabela 1). Na instalação do experimento o solo foi corrigido com 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples (18% de P₂O₅). A correção da acidez foi realizada com calcário dolomítico para elevar a saturação por bases a 60%, segundo Werner et al. (1996). A aplicação do nitrogênio (N) foi parcelada em três vezes sendo uma na estação do outono (18 de abril/2007), na estação da primavera (12 de novembro/2007) e na estação do verão (24 de janeiro/2008), utilizando como fonte de N a uréia (45% de N). Junto com a primeira aplicação do N foi aplicado 60 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio (60% de K₂O).

Tabela 1 – Atributos químicos¹ do solo das pastagens de capim-Tanzânia no início do período experimental, março de 2007.

Dose N Kg ha ⁻¹	Prof. cm	P ² mg/dm ³	C g/dm ³	pH CaCl ₂	H+Al -----mmol/dm ³ -----	Ca ³	Mg ³	K ²	SB ⁴	CTC ⁵	V ⁶ %
0	0-10	24,33	7,53	5,08	3,12	1,50	0,88	0,21	2,60	5,72	45,45
0	10-20	16,95	3,23	4,63	3,23	1,01	0,40	0,09	1,50	4,73	31,51
150	0-10	21,80	2,94	5,03	3,17	1,46	0,90	0,17	2,53	5,70	44,04
150	10-20	7,70	2,94	4,60	3,18	1,11	0,47	0,06	1,64	4,81	33,94
300	0-10	22,70	10,08	4,98	3,36	1,63	0,77	0,14	2,54	5,90	43,03
300	10-20	18,20	4,11	4,80	3,06	1,25	0,38	0,06	1,68	4,74	35,44
450	0-10	20,98	7,83	5,05	3,18	1,40	0,75	0,17	2,32	5,50	41,97
450	10-20	7,17	4,21	4,75	3,11	1,11	0,47	0,07	1,64	4,75	34,39

¹Foram coletadas 20 subamostras por tratamento para compor uma amostra; ²Extraído por Melich 1; ³Ca e Mg - extraídos com KCl 1mol L⁻¹; ⁴Soma de Bases; ⁵Capacidade de troca de cátions; ⁶Porcentagem de saturação por bases.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. Nas parcelas, encontravam-se as doses de N (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N) e, nas sub-parcelas as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão). A aplicação dos tratamentos foi analisada nos períodos de coletas realizadas ao longo de todo o período de avaliação da pastagem. A

uréia foi aplicada a lanço nas parcelas no início da manhã do dia seguinte à saída dos animais do piquete.

O experimento foi instalado numa área de 1.600 m² dividida com 16 piquetes, cada dois piquetes com bebedouro, separados entre si por um corredor para facilitar a movimentação dos animais até o centro de manejo, contendo cada um deles com uma área média de 100 m². Cada parcela foi pastejada no sistema de pastejo rotacionado com no máximo um dia e meio de ocupação e o período de descanso foi variável de acordo com os tratamentos impostos. Os animais entravam quando o pasto atingia aproximadamente 70 cm de altura e saía com um resíduo de mais ou menos 30 cm, segundo Barbosa (2004). Os animais utilizados no experimento como ferramenta de manejo para rebaixar a pastagem foram novilhas com peso vivo ao redor de 300 kg de peso vivo.

As avaliações de produção de matéria seca e componentes morfológicos da forragem eram realizadas semanalmente com a mensuração da altura das plantas nas parcelas experimentais (leitura de 20 pontos representativos por parcela) e quando a pastagem atingia aproximadamente 70 cm de altura do solo era realizada a avaliação. A massa de forragem foi mensurada por meio do uso de um quadrado de ferro com 1 m², sendo retirada duas amostras por unidade experimental. Os quadros foram posicionados em pontos representativos de cada piquete e a forragem contida no interior do quadro foi cortada a 30 cm de altura do solo e foi obtido o peso de massa verde de forragem. Para a avaliação foram retiradas duas alíquotas de forragem, sendo uma para a determinação da massa seca de forragem e a outra para separação dos componentes morfológicos da forragem. Essa alíquota foi separada nas frações lâmina foliar verde, pseudocolmo (colmo + bainha) e material morto, as quais foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas. Os valores de massa seca verde no campo foram convertidos para tonelada de massa seca de forragem por hectare e os componentes morfológicos expressos como proporção (%) da massa de forragem.

Para a análise das características morfogênicas foram marcados 10 perfilhos com fio de telefone, representativos da pastagem, sendo cinco dentro da touceira e cinco ao redor da touceira, durante o período de rebrota da pastagem. Os perfilhos foram marcados três dias após o rebaixamento da pastagem com os animais. Foram mensurados o comprimento das lâminas foliares e a altura da lígula da primeira folha

expandida inicialmente. Semanalmente era realizada uma mensuração para registrar o comprimento das lâminas foliares e o número de novas folhas surgidas em cada um dos perfilhos. As medidas foram realizadas na pastagem até atingir aproximadamente 70 cm de altura do solo, sendo retiradas as hastes de arame, avaliada a massa de forragem e rebaixada novamente com os animais e assim sucessivamente. Os dados foram digitados em planilha Excel® para o cálculo das variáveis. A partir dessas informações foram calculadas as seguintes variáveis:

- **Taxa de Aparecimento de Folhas (TapF):** Número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação – folhas/perfilho.dia.
- **Filocrono (FIL):** Inverso da taxa de aparecimento de folhas – dias/folha/perfilho.
- **Taxa de Alongamento de Folhas (TAIF):** Somatório de todo alongamento da lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação – cm/perfilho.dia.
- **Duração de vida de folhas (DVF):** Período de tempo entre o aparecimento de uma folha até sua morte. Estimada a partir da seguinte equação proposta por Lemaire e Chapman (1996): $DVF = NFV \times \text{Filocrono (dias)}$
- **Número de Folhas Verdes (NFV):** Número médio de folhas em alongamento e alongadas por perfilho desconsiderando folhas senescentes de cada perfilho.
- **Comprimento final da Lâmina Foliar (CFLF):** Comprimento médio de todas as folhas presentes no perfilho sendo medido do ápice foliar até a lígula (cm).
- **Taxa de alongamento de colmos (TAIC):** Somatório de todo alongamento de colmo/pseudocolmo por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação – cm/perfilho.dia.
- **Taxa de senescência (TSe):** é o valor senescido dividido pelo período do início da senescência até o final, ou a folha que morreu, ou acabou o ciclo. – cm dia^{-1} .

Os dados foram testados quanto à normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias e as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se SAS (SAS INSTITUTE, 1999), no procedimento GLM para o modelo de parcelas subdivididas no tempo, sendo as doses de N considerada como tratamentos principais e estações do ano

como sub-parcela. As médias foram comparadas pelo teste F e teste de médias SNK, ao nível de significância de 5%. Foram realizadas as análises de regressão em função das doses de N. Para encontrar a dose de N ótima foram realizadas análises de regressão através dos modelos não lineares propostos segundo a metodologia de Vedenov e Pesti (2007).

Resultados e Discussão

A produção de massa seca de forragem total foi significativa para a interação doses de N x estações do ano (Tabela 2). As equações de regressão para a produção de massa seca de forragem total apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$) nas estações do ano (Figura 2) em função do aumento das doses de N aplicado no capim-Tanzânia. Durante a estação do inverno apresentaram efeito quadrático decrescente. Este fato pode ser explicado porque nos tratamentos dose zero e 150 kg ha^{-1} de N não atingiu a altura desejada para a realização do corte e, portanto acumulou da estação do outono e o corte foi realizado no final do inverno. Enquanto que os tratamentos que receberam 300 e 450 kg ha^{-1} de N foram avaliados no meio do outono e depois só no final do inverno devido às condições climáticas ocorridas no período (Figura 1) e, portanto a produção por corte foi menor.

Para a estação de outono observamos que a adubação nitrogenada promoveu significativo ($P < 0,05$) aumento de produção de massa seca de forragem nos tratamentos de 300 e 450 kg ha^{-1} de N (Figura 2). Isto demonstra que o capim-Tanzânia responde bem a adubação produzindo o dobro de massa seca nesta época do ano e proporcionando forragem de alta qualidade. Na estação da primavera não foi encontrado diferenças ($P > 0,05$) de produção nas doses de N empregadas ($150, 300$ e 450 kg ha^{-1} de N), exceto para o não adubado que produziu 47% da maior produção obtida (Tabela 2). Na estação do verão a resposta foi marcante a fertilização N e os tratamentos com 300 e 450 kg ha^{-1} de N apresentaram a maior produção ($P < 0,05$) em relação aos demais. O experimento propiciou seis cortes para a dose zero, sete cortes para a dose 150 kg ha^{-1} e oito cortes para as doses de 300 e 450 kg ha^{-1} de N. Sendo assim os tratamentos 300 e 450 propiciaram um ciclo de pastejo a mais que a dose de 150 e dois a mais que o tratamento testemunha. Em média a produção de matéria seca de forrageira total

ocorrida durante o verão foi 33% maior do que a obtida na primavera. Para encontrar a resposta máxima da fertilização nitrogenada em cada estação do ano foram adotados os modelos de regressão não lineares segundo Vedenov e Pesti (2007). Sendo assim foram ajustadas as equações de regressão lineares que apresentaram mais alto grau de correlação (Figura 3). O modelo proposto por Vedenov e Pesti (2007) apresenta várias equações, mas na análise dos dados foram utilizadas as equações de regressão lineares com linha quebrada (broken line).

Tabela 2 – Produção de massa seca total (PMST) em $t\ ha^{-1}$, massa seca de lâmina foliar (PMSFo), massa seca de colmo+bainha (PMSCo), massa seca de material morto (PMSMM) de capim-Tanzânia fertilizado com doses de N nas estações do ano.

Estação do ano	Doses de N ($kg\ ha^{-1}$)			
	0	150	300	450
	Produção de massa seca total ($t\ ha^{-1}$)			
Outono	1,43 Cb	1,53 Cb	2,59 Ca	2,91 Ca
Inverno	2,42 Bba	2,36 Ca	1,01 Cb	1,06 Db
Primavera	2,96 Bb	4,93 Ba	5,25 Ba	5,60 Ba
Verão	4,48 Ac	6,55 Ab	8,53 Aa	8,22 Aa
	Produção de massa seca de lâmina foliar ($t\ ha^{-1}$)			
Outono	0,73 Db	0,89 Cb	1,90 Ca	2,02 Ca
Inverno	1,27 Ca	1,32 Ca	0,66 Cb	0,69 Db
Primavera	2,61 Bb	4,44 Ba	4,82 Ba	5,22 Ba
Verão	3,95 Ac	5,95 Ab	7,31 Aa	7,06 Aa
	Produção de massa seca de colmos + bainha ($t\ ha^{-1}$)			
Outono	0,09 Bb	0,08 Bb	0,14 Bab	0,20 Ba
Inverno	0,10 Ba	0,10 Ba	0,01 Bb	0,04 Cab
Primavera	0,06 Ba	0,11 Ba	0,11 Ba	0,13 BCa
Verão	0,37 Ab	0,50 Aab	0,83 Aa	0,80 Aa
	Produção de massa seca de material morto ($t\ ha^{-1}$)			
Outono	0,61 Ba	0,11 Bb	0,55 Aa	0,69 Aa
Inverno	1,04 Aa	0,64 Ab	0,34 Ab	0,34 Ab
Primavera	0,29 Ca	0,39 Ba	0,30 Aa	0,25 Aa
Verão	0,16 Ca	0,10 Ba	0,39 Aa	0,36 Aa

Médias seguidas de letras distintas maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

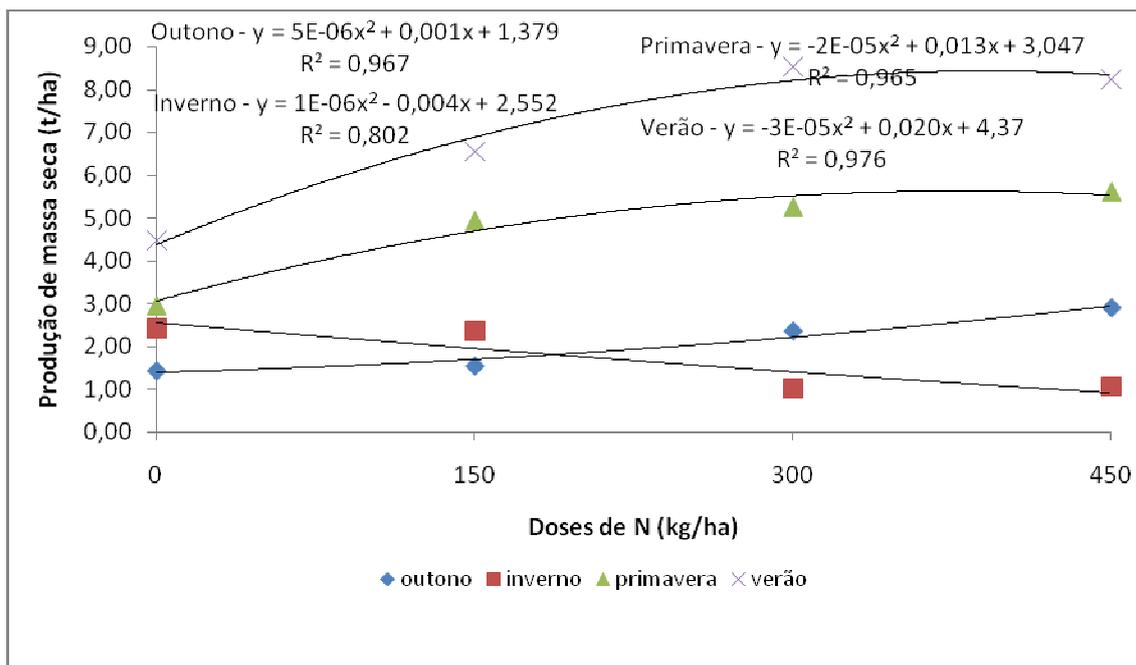


FIGURA 2 – Produção de massa seca de forragem total ($t\ ha^{-1}$) nas estações de crescimento (outono, inverno, primavera e verão) em capim-Tanzânia em função das doses de N em 2007/2008.

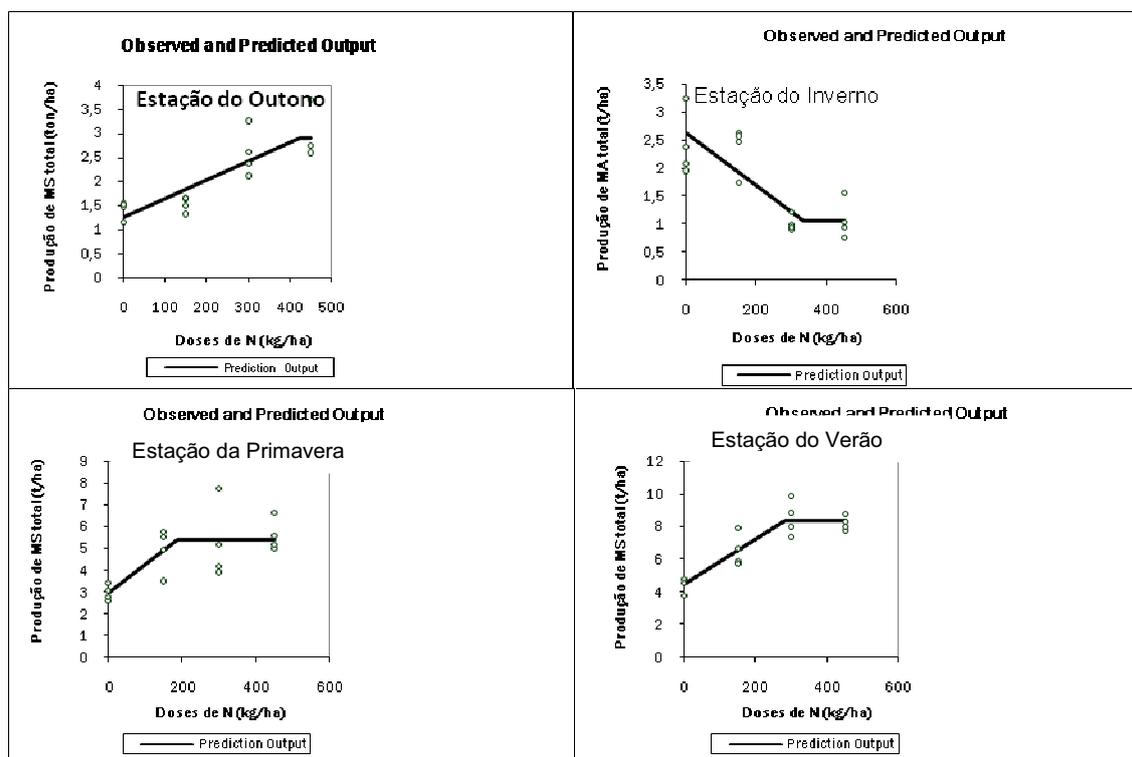


FIGURA 3 – Produção de massa seca de forragem total ($t\ ha^{-1}$) nas estações de crescimento (outono, inverno, primavera e verão) em capim-Tanzânia em função das doses de N em 2007/2008.

Na estação do outono respondeu linearmente até 424 kg ha⁻¹ de N, representada pela equação $Y = - 0,0039 + 1,2906x$ ($R^2=72\%$); na estação de inverno diminuiu linearmente até 334 kg ha⁻¹ de N, representada pela equação $Y = 0,0047 + 1,106x$ ($R^2=67\%$); na estação da primavera a resposta foi linear até 187 kg ha⁻¹ de N, representada pela equação $Y = - 0,0131 + 1,5425x$ ($R^2=53\%$) e na estação do verão a resposta máxima foi de 282 kg ha⁻¹ de N, representada pela equação $Y = - 0,0138 + 1,8334x$ ($R^2=84\%$). Resultados superiores foram obtidos por Crociolli et al. (2007) que avaliando o capim-Xaráes com o objetivo de estudar o uso de fontes (ajifer, uréia e sulfato de amônio) e doses de N (0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) obtiveram resposta máxima acumulada até a dose de 482 kg ha⁻¹ de N.

A produção de massa seca de forragem de lâmina foliar foi significativa para a interação doses de N x estações do ano (Tabela 2). As equações de regressão para a produção de massa seca de lâmina foliar apresentaram efeito quadrático ($P<0,05$) nas estações do ano (Figura 4) em função do aumento das doses de N aplicado no capim-Tanzânia. Durante a estação do inverno apresentaram efeito quadrático decrescente, pelos mesmos motivos explicados anteriormente. Na estação do outono observa-se que a adubação nitrogenada promoveu um significativo ($P<0,05$) aumento de produção de massa seca de lâmina foliar para os tratamentos de 300 e 450 kg ha⁻¹ de N.

Resultados similares foram relatados por Cecato et al. (2000), onde a aplicação de N promove na planta um aumento dos constituintes celulares, e do vigor de rebrota resultando na melhoria da produção de massa de forragem e lâmina foliar. Na estação da primavera não foi observada diferenças ($P>0,05$) entre as doses de N utilizadas, com exceção do tratamento sem adubação. Na estação do verão o tratamento com 300 kg ha⁻¹ de N produziu 46% a mais ($P<0,05$) que o sem adubação. Podemos verificar uma resposta ao incremento da fertilização N nas estações da primavera e verão para os componentes de massa de forragem total e massa de lâmina foliar (Figuras 2 e 4). A produção de MS de forragem de lâmina foliar obtida no verão apresentou um incremento da ordem de 30% em relação à obtida na primavera.

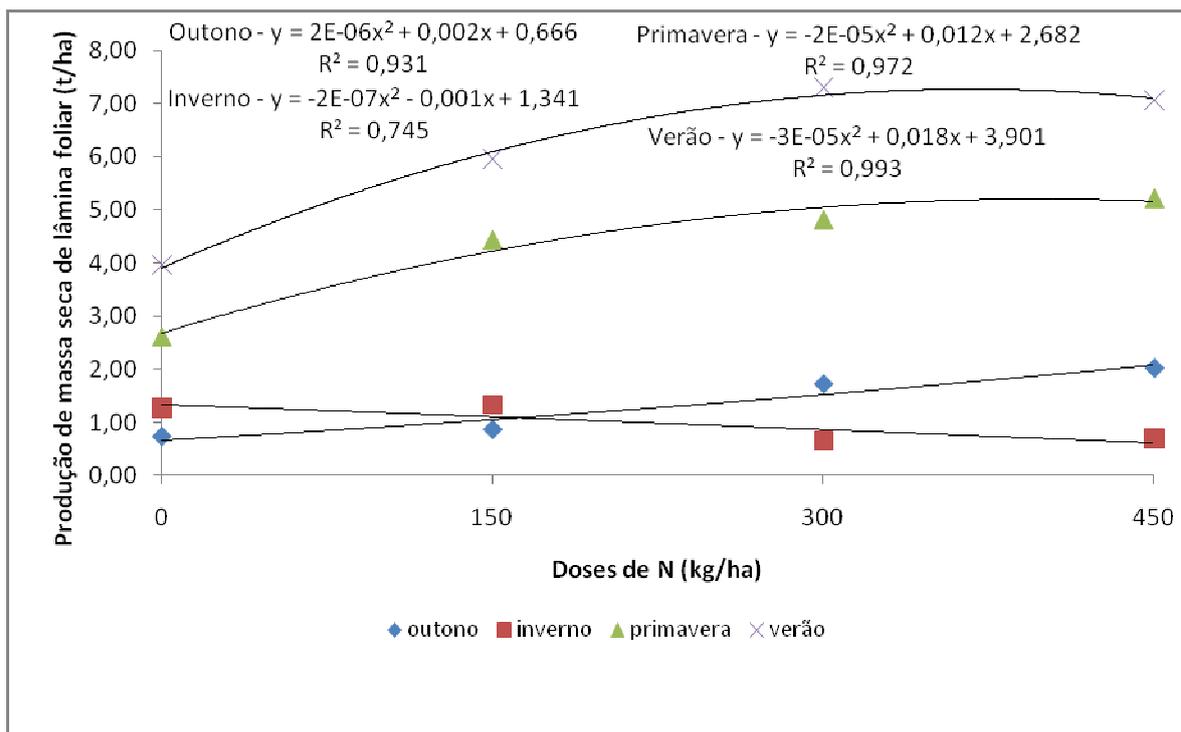


FIGURA 4 – Produção de massa seca de lâmina foliar ($t\ ha^{-1}$) nas estações de crescimento (outono, inverno, primavera e verão) em capim-Tanzânia em função das doses de N em 2007/2008.

Para encontrar a resposta máxima da fertilização nitrogenada da produção de MS de forragem de lâmina foliar em cada estação do ano foram adotados os modelos de regressão não lineares segundo Vedenov e Pesti (2007).

Na estação do outono respondeu linearmente até $367\ kg\ ha^{-1}$ de N, representada pela equação $Y = - 0,0039 + 1,202x$ ($R^2=78\%$); na estação de inverno diminuiu linearmente até $343\ kg\ ha^{-1}$ de N, representada pela equação $Y = 0,0021 + 1,687x$ ($R^2=52\%$); na estação da primavera a resposta foi linear até $197\ kg\ ha^{-1}$ de N, representada pela equação $Y = - 0,0122 + 1,5021x$ ($R^2=58\%$) e na estação do verão a resposta máxima foi de $242\ kg\ ha^{-1}$ de N, representada pela equação $Y = - 0,0133 + 1,718x$ ($R^2=84\%$) (Figura 5).

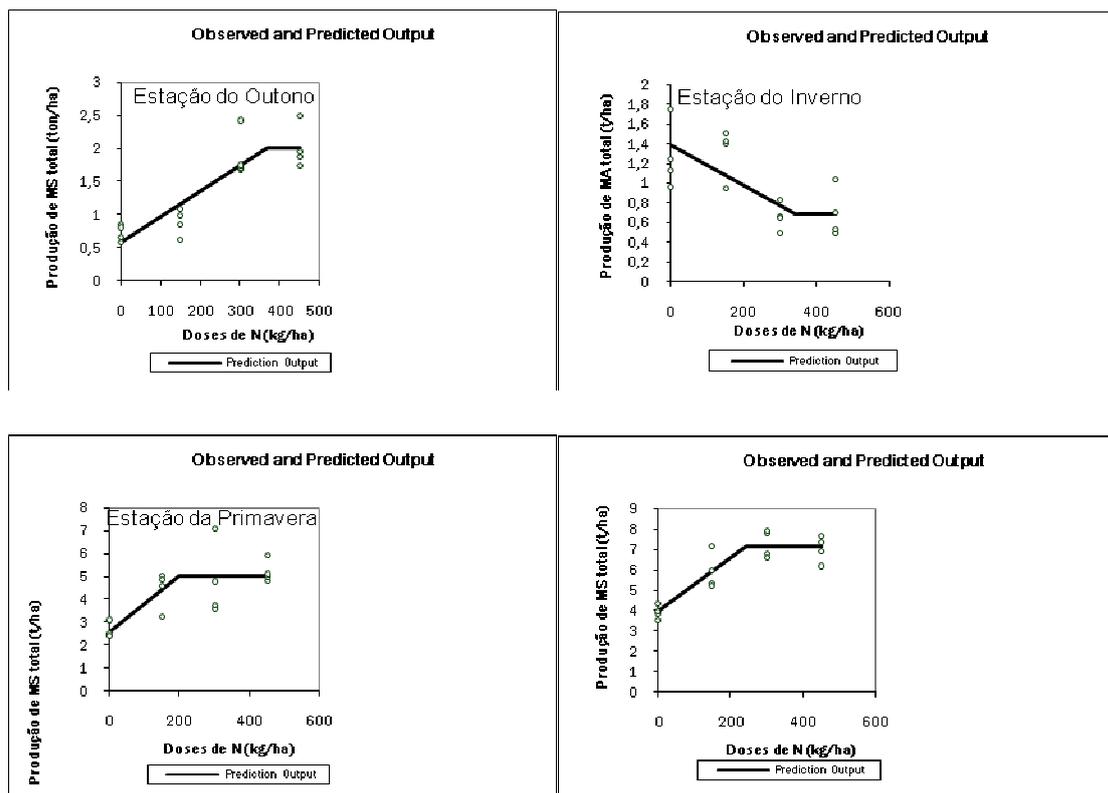


FIGURA 5 – Produção de massa seca de lâmina foliar ($t\ ha^{-1}$) nas estações de crescimento (outono, inverno, primavera e verão) em capim-Tanzânia em função das doses de N em 2007/2008.

Dentre as práticas de manejo, a utilização de N em pastagens é uma das medidas que mais incremento tem sobre a produção de massa, pois ele é o macro nutriente muito importante para o aumento do número, tamanho, crescimento e desenvolvimento de folhas e dos perfilhos na pastagem, proporcionando à planta maior velocidade de crescimento e também longevidade das lâminas foliares. A produção de massa seca de gramíneas tropicais em resposta a níveis crescentes de N é normalmente linear até certo limite, que variam principalmente com o potencial genético forrageiro, e com as condições climáticas. Barbosa (1997) trabalhando com o capim-Mombaça em condições subtropicais verificaram que a máxima capacidade de resposta foi obtida com a aplicação de $600\ kg\ ha^{-1}$ de N por ano. No entanto, Cecato et al. (2000), trabalhando com capim-Marandu com níveis crescentes de N no período do verão, obtiveram um aumento na produção de matéria seca total e de lâmina foliar até aproximadamente $433\ kg\ ha^{-1}$ de N. No presente experimento obtivemos uma resposta na estação do verão de $282\ kg\ ha^{-1}$ de N, ou seja, a massa de forragem foi crescente à medida que se elevaram

os níveis de N aplicados ao solo, sendo a resposta maior nas épocas da primavera e verão.

A produção de massa seca de forragem de colmos + bainha foi significativa para a interação doses de N x estações do ano (Tabela 2). Com relação às épocas de avaliação observou-se um efeito significativo ($P < 0,05$) das doses de N para a estação do verão onde o acúmulo de colmo + bainha foi mais pronunciado. Para o efeito dos tratamentos na estação da primavera e verão não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) entre as doses de N utilizadas no capim-Tanzânia.

Na medida em que se elevou os níveis de N, este promoveu na planta um incremento em peso de colmo + bainha (Tabela 2), o que concorda com os resultados obtidos por Cano et al. (2002), que trabalhando com capim-Tanzânia em alturas de manejo diferentes com a aplicação de 250 kg ha^{-1} de N, obtiveram um aumento linear na produção de massa de colmo + bainha. Isto demonstra que a estrutura da pastagem é afetada e necessita-se buscar meios de controlar a participação dos colmos na forragem em oferta, pois com o aumento dos colmos reduz a qualidade da forragem, o acesso dos animais as porções mais tenras do pasto, prejudicando o desempenho animal.

A produção de massa seca de forragem de material morto foi significativa para a interação doses de N x estações do ano (Tabela 2). Com relação às épocas de avaliação observa-se que nas estações de outono e inverno a quantidade de material morto presente na pastagem foi maior, sobretudo devido às condições climáticas ocorridas durante a condução de período experimental (Figura 1). Com o devido manejo correto da pastagem durante as estações da primavera e verão houve uma forte diminuição deste componente, indicando que por meio do manejo pode-se reduzir esta variável indesejável na produção forrageira. Para o efeito dos tratamentos na estação da primavera e verão não foi encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) entre as doses de N utilizadas no capim-Tanzânia.

A porcentagem de lâmina foliar na forragem foi significativa para a interação doses de N x estações do ano (Tabela 3). Com relação às épocas de avaliação observamos que nas estações de outono e inverno a porcentagem de lâmina foliar presente na pastagem foi menor, sobretudo devido às condições de manejo e climáticas ocorridas durante a condução de período experimental (Figura 1). Com o devido manejo correto da pastagem durante as estações da primavera e verão ocorreu um aumento significativo ($P < 0,05$) da porcentagem variando de 51% no outono para 91% no verão.

Com a adequação do manejo imposto na condução do experimento observou-se que a estrutura da pastagem foi fortemente modificada e que o acúmulo líquido de forragem produzida apresentava uma elevada proporção de lâminas foliares, característica essa altamente desejável de ser obtida num programa de manejo sustentável de pastagens para animais de alta performance. Para o efeito dos tratamentos nas estações do inverno, primavera e verão não foram encontrados diferenças significativas ($P>0,05$) entre as doses de N utilizadas para o capim-Tanzânia.

Tabela 3 – Porcentagem de lâmina foliar, de colmo+bainha e de material morto de capim-Tanzânia fertilizado com doses de N nas estações do ano.

Estação do ano	Doses de N (kg ha^{-1})			
	0	150	300	450
Porcentagem de lâmina foliar				
Outono	51,07 Bb	82,55 Aa	73,30 Ba	69,55 Ba
Inverno	52,57 Ba	64,08 Ba	65,03 Ba	64,68 Ba
Primavera	88,05 Aa	89,95 Aa	92,09 Aa	93,24 Aa
Verão	88,34 Aa	90,85 Aa	85,64 Aa	85,84 Aa
Porcentagem de colmo+bainha				
Outono	6,52	7,66	5,46	6,85
Inverno	4,31	4,89	1,29	3,78
Primavera	2,08	2,16	2,10	2,24
Verão	8,19	7,62	9,74	9,75
Porcentagem de material morto				
Outono	42,40 Aa	9,79 Bc	21,24 Bb	23,60 Bb
Inverno	43,12 Aa	31,03 Aa	33,67 Aa	31,54 Aa
Primavera	9,87 Ba	7,89 Ba	5,81 Ca	4,52 Ca
Verão	3,46 Ba	1,53 Ba	4,62 Ca	4,41 Ca

Médias seguidas de letras distintas maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si pelo teste de SNK ($P<0,05$).

A porcentagem de lâmina foliar verde teve um efeito sazonal nas estações, variando de 51 a 83% no outono, de 53 a 65% no inverno, de 88 a 93% na primavera e de 86 a 91% no verão. Isto evidencia que o manejo do pastejo associado à adubação N promoveu uma grande quantidade de lâmina foliar nas estações da primavera e verão. Estes resultados foram superiores ao encontrados por Brâncio et. al. (2004) que avaliaram três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo.

A porcentagem de colmos + bainha na forragem não foi significativa para o efeito das doses de N e das estações do ano (Tabela 3). Com relação às épocas de avaliação observamos que nas estações de outono e inverno a porcentagem de colmos +

bainha presente na pastagem foi maior devido às condições de manejo que estavam sendo estabelecidas e observou-se que a partir da estação da primavera este componente aumentou. Na estação do verão observou-se que com o aumento das doses de N este componente passou de 8,19% para 9,75%, sem adubação e 450 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

A porcentagem de material morto na forragem foi significativa para o efeito da interação doses de N x estações do ano (Tabela 3). Com relação às épocas de avaliação observamos que nas estações de outono e inverno a porcentagem de material morto presente na pastagem foi maior devido às condições de manejo que estavam sendo estabelecidas e observou-se que a partir da estação da primavera este componente diminuiu significativamente ($P < 0,05$). Para o efeito dos tratamentos nas estações do inverno, primavera e verão não foram encontrados diferenças ($P > 0,05$) entre as doses de N utilizadas para o capim-Tanzânia. A porcentagem de material morto nos meses de outono e inverno teve uma participação maior, ao redor de 35%, mas com o manejo correto da pastagem este reduziu sensivelmente nas estações da primavera (7%) e verão (4%), demonstrando que é possível por meio do manejo aumentar a oferta de forragem e o consumo pelos animais.

A produção acumulada de massa seca de forragem total durante o período experimental (abril/2007 a março/2008) está representada nas equações de regressão na Figura 6. Barros et al. (2000) trabalhando com capim-Tanzânia obtiveram valores inferiores para produção de massa seca, variando de 7,6 a 11,34 t/ha com aplicação de 60 e 180 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. O modelo da regressão foi ajustado segundo Vedenov e Pesti (2207) e encontrou-se que a produção acumulada de massa seca de forragem total apresentou resposta até 226 kg ha⁻¹ de N, representada pela equação $Y = - 0,0273 + 1,1747x$. Observa-se na Figura 6 que a produção de massa de lâminas foliares produzidas em relação à produção de massa seca total de forragem é bastante elevada (85%) e equitativa com o aumento das doses de N. É importante ressaltar que para se ter sucesso no manejo de pastagens busca-se oferecer para os animais em pastejo elevada proporção de folhas, o que ficou comprovado que pode ser conseguido manipulando a estrutura do pasto com a modelagem através da adubação N.

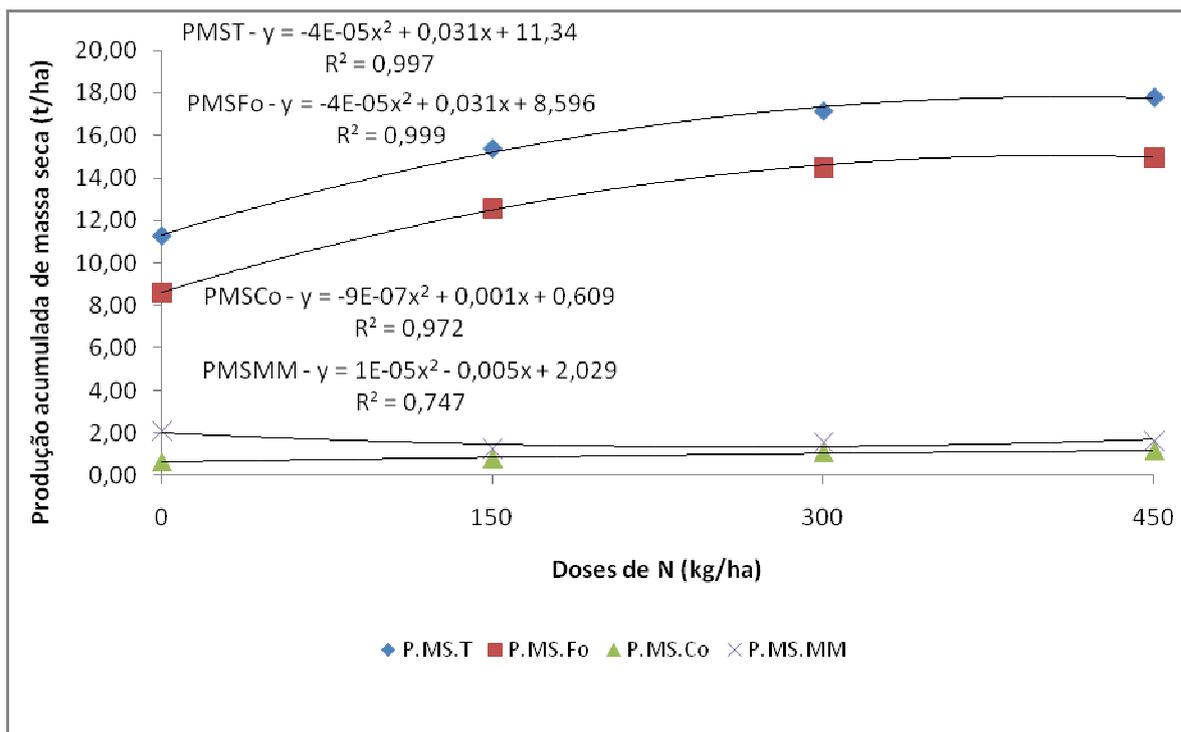


FIGURA 6 – Produção acumulada de massa seca total (PMST, $t\ ha^{-1}$), massa seca de lâmina foliar (PMSFo), massa seca de colmo+bainha (PMSCo) e massa seca de material morto (PMSMM) em capim-Tanzânia fertilizado com doses de N em 2007/2008.

A eficiência da produção de massa seca total de forragem e de massa seca de lâminas foliares pode ser expressa em termos de kg de massa seca produzida por kg de N aplicado em relação à dose zero. No presente experimento observou-se uma eficiência de 27, 20 e 14 kg de MS/kg de N aplicado ao solo para as doses de 150, 300 e 450 $kg\ ha^{-1}$ de N, respectivamente, ou seja, à medida que houve o incremento da dose aplicada no solo diminuiu a eficiência. Gostaríamos de salientar que esses valores obtidos corroboram com os obtidos na literatura nacional (BARBOSA, 2004) quando o capim é cortado acima de 30 cm de altura do solo.

A produtividade do capim é controlada basicamente pelo fornecimento de N, desde que fatores do solo, do clima e da planta não sejam limitantes. O capim-Tanzânia responde bem a adubação N, pois produziu 2,8 e 4,1 t/ha de massa seca de forragem (pré-pastejo), no período de crescimento de 26 e 27 dias na primavera e verão, respectivamente com o uso de 450 $kg\ ha^{-1}$ de N. Resultados semelhantes foram obtidos na região Noroeste do Paraná por Lugão (2001) trabalhando com o acesso BRA-006998 de *Panicum maximum*, chegando a produzir 5,02 t/ha de MS no período de crescimento de 40 dias no verão, com o uso de 398 $kg\ ha^{-1}$ de N por ano. Barbosa (2004)

trabalhando com capim-Tanzânia obtiveram produções inferiores às encontradas no presente experimento.

A aplicação de doses crescentes de N proporciona ao capim-Tanzânia aumento do acúmulo de massa de forragem e massa de lâmina foliar verde nas estações do outono, primavera e verão, porém isso não ocorre para a massa de material morto e de colmos. Esses resultados demonstram que, pastagens de capim-Tanzânia adequadamente manejadas e adubadas com N, na região Noroeste do Paraná é uma alternativa viável para sistemas de produção baseados na utilização intensiva de pastagens.

Avaliação das características morfológicas e estruturais da pastagem

O número de ciclos e os intervalos entre pastejos verificados durante todo o período experimental foram influenciados pelas doses de N. O tratamento sem adubação apresentou 5 ciclos de pastejo e uma média de 56 dias de intervalo entre pastejos (Figuras 7 e 8). O tratamento com 150 kg ha⁻¹ de N proporcionou um ciclo a mais (6 ciclos) e uma média de 50 dias de intervalo entre pastejo. No entanto, os tratamentos que receberam 300 e 450 kg ha⁻¹ de N apresentaram 8 ciclos e uma média de 42 dias de intervalo entre pastejo, sendo que no auge do verão apresentou 27,7 dias de intervalo entre pastejo. Resultados semelhantes foram obtidos por Carnevalli (2003) em capim-Mombaça e Barbosa (2004) com capim-Tanzânia.

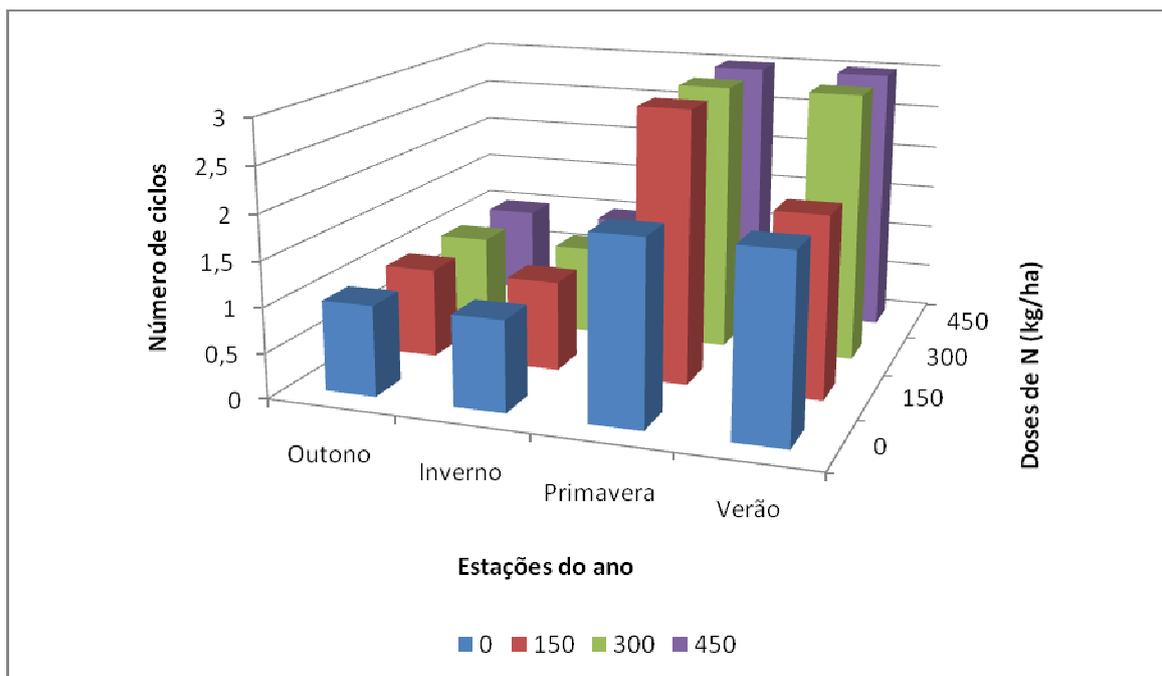


FIGURA 7 – Número total de ciclos de pastejo durante o período experimental para o capim-Tanzânia submetido a doses de N em função das estações do ano.

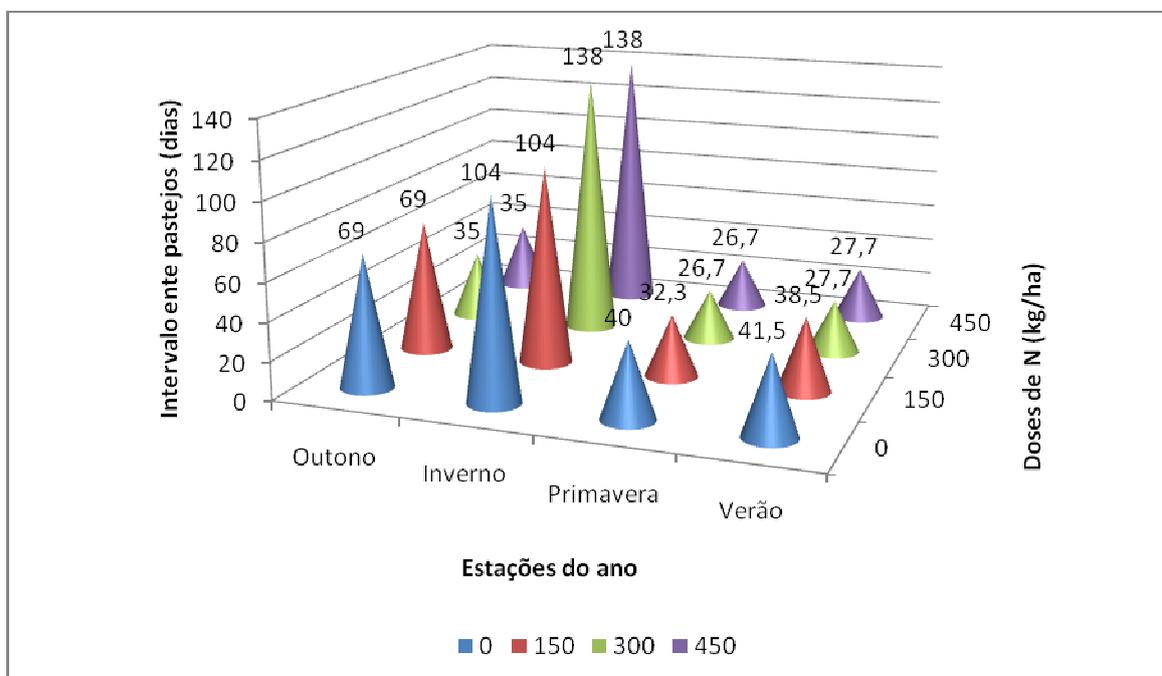


FIGURA 8 – Intervalo entre pastejos (em dias) durante o período experimental para o capim-Tanzânia submetido a doses de N em função das estações do ano.

O número de ciclos e os intervalos entre pastejos para cada época do ano revelaram uma forte estacionalidade de produção para o capim-Tanzânia. A velocidade de recuperação do pasto após a desfolhação é dependente dos fatores edafo-climáticos vigentes em um dado momento. Flutuações nas condições climáticas e estresses modificam a morfologia e a taxa de desenvolvimento, limitando a produção e alterando o valor nutritivo das plantas forrageiras (BUSTON; FALES, 1994). Nas estações de crescimento em que ocorreram condições climáticas favoráveis, a velocidade de recuperação do pasto foi mais rápida reduzindo os intervalos entre pastejos e aumentando, assim, o número de ciclos de pastejo. Maior concentração de ciclos de pastejo durante as estações de crescimento (primavera e verão) também foi registrada por Carnevalli (2003) em capim-Mombaça e por Barbosa (2004) com capim-Tanzânia. O reduzido número de ciclos de pastejo para o tratamento sem adubação (5) foi consequência do longo período de rebrotação que começou no outono e se estendeu até o final do inverno. Nesta época foram verificados intervalos entre pastejos de até 104 dias. De acordo com Uebele (2002), a implicação prática dos resultados é simples, ou seja, estratégias de manejo do pastejo baseadas em períodos de descanso fixos são potencialmente perigosas, podendo resultar em perdas significativas em produção e qualidade de forragem. Wendling et al. (2004) demonstraram, em capim-Elefante, que períodos de descanso de 24 dias apresentaram menor disponibilidade de massa seca de folhas verdes em relação a períodos de descanso de 30 dias, entretanto a massa de forragem apresentou melhor valor nutritivo promovendo incremento na produção de leite.

Os resultados de taxa de aparecimento foliar e taxa de alongamento foliar, de capim-Tanzânia nas estações do ano estão representados na Tabela 4. Os dados foram analisados considerando o ciclo de pastejo (em dias) como co-variável. Para a taxa de aparecimento de folhas (TApF) foi registrado efeito da interação doses de N x estação do ano. As maiores taxas de aparecimento de folhas foram verificadas durante a primavera e o verão e os menores durante o inverno. Os efeitos das doses de N e estações do ano apresentaram comportamentos distintos (Tabela 4 e Figura 9). As doses de N apresentaram um efeito linear sobre a TApF, sendo que as doses de 300 e 450 kg ha⁻¹ de N foram superiores na estação do outono. Os valores variaram de 0,04 (sem adubação nitrogenada) para 0,09 folhas/dia (450 kg ha⁻¹ de N), com aumento de 56% nessa variável quando comparado à ausência de aplicação de N. Essa amplitude de

valores é inferior àquela verificada por Cavalcante et al. (2002), em *Brachiaria decumbens* sob pastejo, em que os valores variaram entre 0,079 e 0,107 folhas/perfilho/dia.

Tabela 4 – Médias de taxa de aparecimento foliar (folhas/perfilho.dia) e taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia) de capim-Tanzânia em função das doses de N nas estações do ano.

Estação do Ano	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
	0	150	300	450
Taxa de aparecimento foliar (folhas/perfilho.dia)				
Outono	0,04 Bb	0,04 Bb	0,09 Aa	0,08 Aa
Inverno	0,04 Ba	0,04 Ba	0,03 Bb	0,03 Bb
Primavera	0,08 Aa	0,07 Aa	0,09 Aa	0,09 Aa
Verão	0,07 Aa	0,07 Aa	0,07 Aa	0,08 Aa
Taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia)				
Outono	1,63 Bc	2,03 Bc	3,65 Ab	4,34 Aa
Inverno	1,58 Ba	1,44 Ba	0,88 Bb	1,11 Bc
Primavera	4,13 Aa	4,37 Aa	5,33 Aa	5,56 Aa
Verão	3,77 Aa	4,52 Aa	4,50 Aa	4,73 Aa

Médias seguidas de letras distintas maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Para a taxa de alongamento de folhas (TAIF), houve efeito da interação doses de N x estação do ano. A TAIF foi fortemente influenciada pela época do ano, com maiores valores registrados durante as épocas de alta disponibilidade de fatores de crescimento como a primavera e o verão (Tabela 4 e Figura 10). Entretanto, durante a primavera e o verão, a TAIF não variou com as doses de N. Santos et. al. (2004) trabalhando com capim-Mombaça relatou valores de taxa de alongamento de folhas superiores aos encontrados no presente experimento de 1,82; 1,5; 6,58 e 9,51 cm/perfilho.dia nas estações do ano outono, inverno, primavera e verão,

respectivamente. No presente trabalho ficou evidente a estacionalidade das taxas de alongamento das folhas, sendo que estas são maiores nos períodos de temperatura e precipitação mais elevados. Para o azevém foi determinado que a temperatura era responsável por 60,4% da variabilidade na taxa de alongamento foliar (BAKER; YOUNGER, 1987). Isso se reflete na produção de forragem. No caso do capim-Elefante, Ferraris et al. (1986) determinaram que a temperatura ótima para o crescimento foi de 33/28°C, sendo a temperatura base para o desenvolvimento foi de 13°C (MEDEIROS et al., 2002). Cecato et al. (1996) observaram que 81% da produção do capim-Mombaça se concentrou no período de maior precipitação e temperatura.

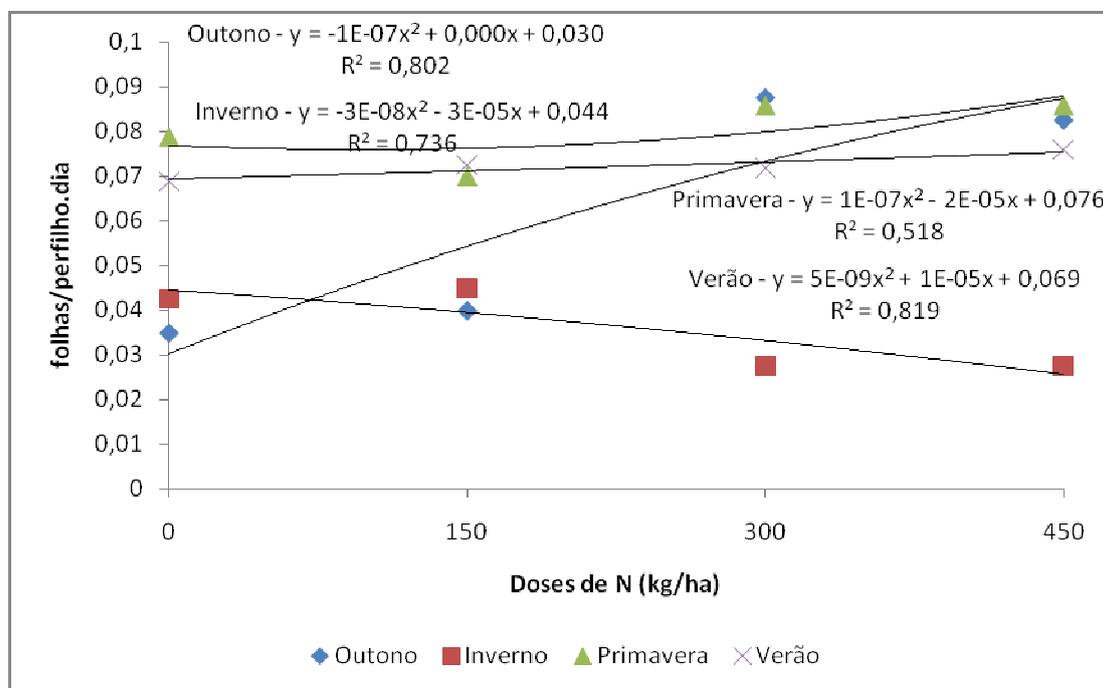


FIGURA 9 – Taxa de aparecimento foliar (folhas/perfilho.dia) de capim-Tanzânia em função das doses de N e estação do ano.

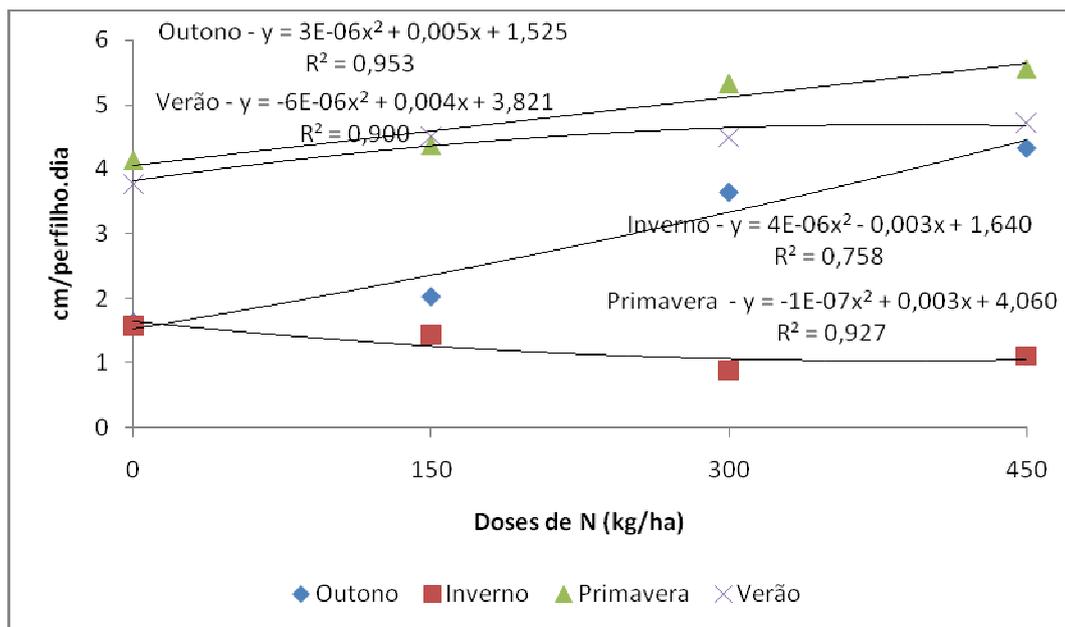


FIGURA 10 – Taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia) de capim-Tanzânia em função das doses de N e estação do ano.

Observou-se que o incremento na TAlF foi de até 31% para a mais elevada dose de N (450 kg ha⁻¹ de N) em relação à ausência de adubação nitrogenada. Em alguns trabalhos avaliando os efeitos do N sobre a taxa de alongamento foliar, também foram obtidos resultados semelhantes (GASTAL; NELSON, 1994; DURU; DUCROCQ, 2000). Esse aumento na TAlF, promovido pela adubação nitrogenada, é atribuído por Volenec et al. (1996) à maior produção de células. Em gramíneas, o alongamento foliar está restrito a uma zona na base da folha em expansão protegida pelo pseudocolmo (SKINNER; NELSON, 1995). A capacidade da planta em expandir suas folhas é dependente da taxa de alongamento do meristema intercalar (zonas de divisão celular). Essa zona de alongamento é um local ativo de grande demanda por nutrientes (SKINNER; NELSON, 1995). Segundo Gastal e Nelson (1994), o maior acúmulo de N encontra-se na zona de divisão, explicando a resposta positiva do capim-Tanzânia à adubação nitrogenada. Resultados semelhantes foram encontrados por Martuscello et al. (2005), que trabalharam com capim-Xaraés e encontraram efeito positivo das doses de N sobre a TAlF.

A relação entre a TAlF e TApF determina o comprimento final lâminas foliares (CFLF). Dessa forma, variações na TAlF e TApF por meio de práticas de manejo (e.g. fertilização e frequência de desfolhação) ou flutuações climáticas podem

ocasionar variações no CFLF. Foram registrados menores valores de CFLF para a dose de 300 kg ha⁻¹ N independente da época do ano (Tabelas 4 e 5), embora entre os tratamentos não diferisse significativamente. De fato, os tratamentos com doses maiores de N foram pastejados numa menor frequência de tempo (Figura 8) o que acarretou numa diminuição do comprimento da bainha foliar, provavelmente consequência de redução da fase de multiplicação celular, acarretando semelhante comprimento final da lâmina como demonstrado por Duru e Ducrocq (2000). De acordo com Lemaire e Chapman (1996), o CFLF é uma característica plástica responsiva à intensidade de desfolhação, sendo esta característica uma estratégia morfológica de escape da planta ao pastejo. O CFLF variou de acordo com as estações do ano sendo os maiores valores de comprimento das lâminas foliares foram registrados durante o outono (Tabela 5).

O CFLF apresentou o comportamento inverso da TAIF, ou seja, incrementos na TAIF com o aumento das doses de N estiveram associados positivamente, no entanto, o CFLF não respondeu as doses de N empregadas. Na primavera e verão os maiores valores de TAIF para as doses de 300 e 450 kg ha⁻¹ de N não resultaram em incrementos no CFLF. Barbosa (2004) trabalhando com capim-Tanzânia obteve resposta positiva para estes dois parâmetros avaliados em função dos seus tratamentos estudados (alturas de resíduo (25 e 50) x IAF (90, 95 e 100% de IL).

Para o filocrono foram registrados efeitos das estações do ano. O maior valor de filocrono ocorreu durante o inverno ($P < 0,05$) e os menores durante a primavera e o verão. A estação do outono apresentou comportamento intermediário (Tabela 5). Resultados semelhantes também foram relatados por Martuscello et al. (2005) que encontraram valores de 11,45 e 8,81 dias para os tratamentos sem adubação e com 120 mg dm⁻³ de N, respectivamente.

Tabela 5 – Médias de comprimento final da folha (CFLF, cm), filocrono (dias/folha/perfilho), número de folhas vivas (NFV), duração de vida das folhas (DVF, dias), taxa de alongamento do colmo (TAIC, cm/perfilho.dia) e taxa de senescência foliar (TSe, cm dia⁻¹) de capim-Tanzânia em função das doses de N nas estações do ano.

Tratamentos Doses de N	CFLF (cm)	Filocrono (dias/fol./perf)	NFV	DVF (dias)	TAIC (cm/perf. dia ⁻¹)	TSe (cm dia ⁻¹)
0 kg ha ⁻¹	26,69	18,37	4,27	74,91	0,17 b	0,56
150 kg ha ⁻¹	26,98	17,17	4,62	76,43	0,26 a	0,54
300 kg ha ⁻¹	24,77	16,50	4,65	74,00	0,20 ab	0,49
450 kg ha ⁻¹	26,36	16,09	4,54	68,97	0,21 ab	0,50
Estações						
Outono	29,56 a	19,63 b	3,61 b	70,05 b	----	----
Inverno	25,85 b	30,62 a	3,73 b	114,67 a	----	----
Primavera	25,87 b	13,24 c	4,94 a	65,41 b	0,10 b	0,51 a
Verão	25,19 b	14,46 c	4,79 a	66,21 b	0,33 a	0,53 a
CV(%)	11,2	19,9	12,5	19,4	60,0	38,4

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

O número de folhas verdes por perfilho (NFV) variou significativamente para as estações do ano (Tabela 5). Os maiores valores de NFV foram registrados durante a primavera e o verão em relação às demais épocas do ano, as quais não diferiram entre si. No inverno foram verificados os menores valores de NFV para os tratamentos, e se manteve constante para todos os tratamentos.

Para a duração de vida das folhas (DVF) houve efeito significativo para as estações do ano (Tabela 5). As doses de N não diferiram entre si e apresentaram comportamento distinto em relação às épocas do ano. A DVF foi maior durante o inverno em relação às demais épocas do ano. Ocorreu redução de 48 dias na duração de vida das folhas do inverno para o verão. A DVF durante a primavera e o verão foi semelhante entre os tratamentos. A maior duração de vida da folha durante o inverno

para as doses de 300 e 450 kg ha⁻¹ foi devida ao ciclo mais longo de pastejo (Figura 8) que teve início no outono e se estendeu até o final do inverno. Com base nos resultados, pode-se inferir que as plantas na ausência de N permaneceram mais tempo com suas folhas vivas em detrimento da expansão de novas folhas. Assim, os resultados de decréscimo na DVF com as doses de N são explicados pela maior renovação de tecidos em plantas adubadas com nitrogênio. A estimativa para DVF variou de 74,9 dias para as plantas sem adubação nitrogenada e 68,9 para as plantas adubadas com 450 kg ha⁻¹ de N. Mazzanti et al. (1994) ressaltaram que, em geral, ocorre diminuição na DVF em alta disponibilidade de N, pelo aumento da taxa de alongamento foliar e pelo maior tamanho final das folhas.

O número de folhas verdes por perfilho é resultante do produto entre a TApF e a duração de vida de folhas. De maneira geral o NFV variou pouco quando as médias dos tratamentos foram avaliadas dentro das épocas do ano. Durante o inverno não foram registradas diferenças entre os tratamentos, e o NFV foi mantido principalmente pela maior DVF durante esse período. Durante o verão o NFV se manteve semelhante àquela da primavera, conseqüência da elevada TApF (Tabela 5) uma vez que a DVF foi significativamente reduzida. Durante o outono foi registrado menor valor de NFV em virtude da diminuição da DVF e da TApF. É importante ressaltar que, para os tratamentos com as maiores doses de N empregadas, o NFV basicamente refletiu o número total de folhas produzida pelo perfilho. Esse fato é válido para as estações em que ocorreram maiores taxas de crescimento, tais como primavera e verão, o mesmo comportamento não tendo sido verificado durante o inverno.

Para a taxa de senescência foliar (TSe) não foi verificado diferença significativa entre as doses de N e as estações do ano (Tabela 5). Santos et al. (2004) não encontraram efeito da interação entre pastejos e períodos de avaliação. A TSe relatada por estes autores foi maior (0,74 cm/perfilho.dia) com 28 dias de descanso, do que a verificada no presente experimento. Barbosa et al. (1996) não observaram aumento do número de folhas senescentes no capim-Mombaça durante 35 dias de crescimento no verão e 49 dias no outono. Os resultados do presente estudo concordam dos obtidos por esses autores, embora de magnitude menor, o que pode ser decorrente de diferenças no período de crescimento, na fertilidade do solo, no nível de adubação (WILMAN; MARES-MARTINS, 1977; PEARSE; WILMAN, 1984).

Para a taxa de alongamento de colmo (TAIC) foi registrado efeito significativo para as doses de N e estação do ano (Tabela 5). Foram verificados valores mais elevados de TAIC durante o verão ($P < 0,05$) em relação à primavera. Na média das doses de N utilizadas a TAIC foi maior significativamente que no tratamento sem adubação, embora não diferem estatisticamente. Esse fato indica, portanto, que a adubação N favorece o alongamento de colmo. Os dados obtidos apresentam tendência de que a adubação N associada a intervalos menores de pastejo (doses de 300 e 450 kg ha⁻¹ de N) é uma ferramenta importante no controle e desenvolvimento de colmos e, conseqüentemente, da estrutura do dossel forrageiro.

Conclusão

A produção de massa seca total e de lâmina foliar de forragem respondeu linearmente até 282 kg ha⁻¹ de N na estação do verão;

A adubação nitrogenada exerce efeito positivo nas taxas de alongamento e aparecimento foliar, e no número de folhas vivas em plantas de capim-Tanzânia nas estações da primavera e verão.

Elevadas adubações nitrogenadas associada a intervalos menores de pastejo promovem uma maior porcentagem de lâmina foliar; no manejo de pastos de capim-Tanzânia sob lotação rotacionado com altura de 70 cm na entrada dos animais para o pastejo e saída com 30 cm de altura do resíduo.

Referências

BAKER, A.M.; YOUNGER, A. Factors affecting the leaf extension rate of perennial ryegrass in spring. **Grass and Forage Science**, v.42, p.381-390, 1987.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv Tanzânia) submetido a frequências e intensidade de pastejo.** 2004. Tese (Doutorado). Universidade federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 2004. p. 205.

BARBOSA, M.A.A.F. **Influência da adubação e frequência de corte na produção e nas variáveis morfogênicas do capim Mombaça *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 1997. 110p. Dissertação (Mestrado Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 1997.

BARBOSA, M. A. A. F.; et al. Dinâmica do aparecimento, expansão e senescência de folhas em diferentes cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: SBZ, 1996. p. 101-103.

BARROS, C.O.; et. al. Rendimento e composição química do capim-Tanzânia estabelecido com milheto, em três doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37.; 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROM, FOR-351. 2000.

BRÂNCIO, P.A.; et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Sob pastejo. 2 – Proporções de folha, talo e material morto da pastagem e seletividade em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROM, 2004.

BUSTON, D.R.; FALES, S.L. Plant environment and quality. In: FAHEY JUNIOR, G.C. (ed.). **Forage quality, evaluation and utilization.** Lincoln: University of Nebraska, 1994. p.155-199.

CANO, C.C.P.; et al. Produção de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de**

Zootecnia, Viçosa, v. 33, n.6 supl. 2, p.1949-1958, 2004.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Tese (Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva) Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2003.

CAVALCANTE, M.A.B.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Características morfogênicas e estruturais do relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Recife, 2002. **Anais...** Recife, SBZ. 2002. p.101-103.

CECATO, U.; et al. Influência da frequência de corte, de níveis e formas de aplicação de nitrogênio sobre a produção e taxa de crescimento do capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq cv. Aruana). **Revista Unimar**, Maringá-PR, v. 16 : p. 277-216. 1994.

CECATO, U.; et al. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) cv. Marandu). **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.817-822, 2000.

CECATO, U.; et al. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* Jacq In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Fortaleza, 1996. **Anais...** Fortaleza, SBZ. 1996. p.109-111.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. P.87-116.

CÔRREA, A.R. Forrageiras: aptidão climática do Estado do Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G., MORAES, A., CORRÊA, E.A.S. et al. **Forragicultura no Paraná**. Londrina: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 1996. 2. p.15-22.

CROCIOLLI, C.A., et al. Teores de proteína bruta e massa de matéria seca acumulada na *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória em resposta a fontes e doses nitrogenadas In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP DRACENA, 3., 2007, Dracena. **Anais...** Dracena: Unesp, 2007.

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

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 171p.

FERRARIS, R.; et al. Effect of temperature and solar radiation on the development of dry matter and attributes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Australian Journal of Agricultural Research**. v.37, p.621-632-1986.

GARCEZ NETO, A.F.; et al. Avaliação das características morfológicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p.39-40.

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

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

GOMIDE, J. A. Morfogênese e Análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: GOMIDE, J. A. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...**Viçosa: UFV, 1997. p. 411-429.

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

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring Sward Structure. In: MANNETJE, L., JONES, R.M. (Eds.) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.103-121.

LANGER, R.H. **How grasses grow**. 2 ed. [S.I.]: Institute of biology. Studies in biology, 34. 1979.

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

LEMAIRE, E.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I., ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**, 1996, p.3-36.

LUGÃO, S.M.B. **Produção de forragem e desempenho animal em pastagens de *Panicum maximum* (acesso BRA-006998) adubadas com nitrogênio na região noroeste do Paraná.** 2001. 151f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

MARTUSCELLO, J.A.; et al. Características morfognênicas e estruturais do capim-Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1485, 2005.

MAZZANTI, A. Adaptación de especies forrajeras a la defoliación. In: JOBIM, C. C. et al. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá-PR, 1997. p. 75-84.

MAZZANTI, A.; et al. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, p.11-120, 1994.

MEDEIROS, H.R. et al. Temperatura base de gramíneas forrageiras estimada através do conceito de unida foto térmica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais...** Recife:SBZ, 2002.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Eds.). Fundamentos do Pastejo Rotacionado. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 213-252.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A.M., et al. (Eds.) Produção de bovinos a pasto. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE

PASTAGEM, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 15-96.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageira e estrutura do pasto. In: MATTOS, W. R. S. et al. (Eds.) A Produção Animal na Visão dos Brasileiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001, p.808-825.

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

PEARSE, P.J.; WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and leaf in field swards. **Journal of Agricultural Science**, v.103. p.405-413, 1984.

RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Bases para o estabelecimento do manejo de capins do gênero Panicum. In: PEIXOTO, A.M., et al. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1995. p. 197-217.

RODRIGUES, L.R A., RODRIGUES, T J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P. R., et al. (Ed.) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987, p. 203-230.

SAS – Statistical analysis system institute. **SAS/STAT Procedure guide personal computers**. 9. ed. Cary, NC. Inst, 1999. 334p.

SANTOS, P. M.; et al. Características morfo genéticas e taxa de acúmulo de forragem do capim-Mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.843-851, 2004.

SILVA, S. C., PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal:UNESP, FCAV, 1997, p1-62.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1,p.4-10, 1995.

UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2002.

VAN ESBROECK; G. A.; et al. Leaf appearance rate and final leaf number of swithgrass cultivars. **Crop Science**, v.37, n.1, p.864-870, 1997.

VEDENOV, D.; PESTI, G.M. A comparison of methods of fitting several models to nutritional response data. **Journal Animal Science**. v.86, n.2, p.500-507, 2007.

VOLENEC, J.J.; et al. A role to nitrogen reserves in the resprout of forages and tolerance for stress. **Physiologia Plantarum**, v.97, p.185-193, 1996.

WENDLING, I.J.; et al. Produção de leite de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de capim-elefante (cv. Pioneiro) submetido a dois períodos de descanso. In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande, MS, **Anais...**, Campo Grande: SBZ, 2004. CD ROM (Forragicultura).

WILMAN, D.; MARES MARTINS, V.M. Senescence and death of herbage during periods of regrowth in ryegrass and red and white clover, and the effect of applied nitrogen. **Journal of Applied Ecology**, v.14, p.615-620, 1977.

WERNER, J.C.; et al. Forrageiras. In: RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO, 2 ed. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. p. 263-273.

CAPÍTULO 3 - Perdas de amônia por volatilização em capim-Tanzânia adubada com uréia

RESUMO – As perdas gasosas são os principais fatores de ineficiência do uso de fertilizantes nitrogenados nas pastagens. Com o objetivo de estimar a perda N-NH₃ por volatilização foi realizado um experimento com capim-Tanzânia adubada com uréia nas estações de outono, primavera e verão. Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo com quinze repetições. Nas parcelas, as doses de N-uréia (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N-uréia) e, nas subparcelas, o período depois da adubação nitrogenada (1, 2, 3, 6, 9, 12 e 15 dias). A interação entre o nível de adubação e o período depois da aplicação de uréia foi significativa para a variável volatilização acumulada de N-NH₃. A aplicação da uréia acarreta perdas percentuais mais elevadas de N nos três primeiros dias após a aplicação. A perda média acumulada de N-NH₃ no período para as três estações do ano representou 28%, 20% e 16% do N aplicado nas adubações com 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N-uréia, respectivamente. A estação do ano influenciou no padrão e na quantidade das perdas, com menores valores encontrados na primavera, seguidos do verão e outono. Adubações maiores que 80 kg ha⁻¹ de N por aplicação pode acarretar grandes perdas por volatilização.

Palavras-chave: *Panicum maximum*, fertilizante nitrogenado, pastagem, uréia

Introdução

O nitrogênio (N) é o nutriente mais importante, em termos de quantidade, maximizando a produção de matéria seca das gramíneas forrageiras, propiciando maior taxa de lotação e maior produção de carne por área, sendo também uma das principais causas da degradação das pastagens (PRIMAVESI et al., 2001).

As perdas decorrentes da fertilização nitrogenada com uréia sempre foram bastante estudadas em razão de sua importância econômica. Quando se aplica uréia na superfície do solo, esta sofre o processo de hidrólise (na presença de água e urease), formando amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂) e água (SENGIK; KIEHL, 1995).

Dependendo das condições do meio, a amônia pode ser perdida ou retida no sistema. Em condições em que a retenção da amônia no solo não é favorecida, poderão ocorrer perdas de grande significância por volatilização. Em pastagens, quando é feita a aplicação da uréia na superfície do solo em grandes quantidades, ocorre diminuição da capacidade de troca de cátions e aumento da saturação por amônia (KIEHL, 1989), favorecendo as perdas de N por volatilização.

Além da existência de urease na liteira, outro fator que contribui para as perdas por volatilização é o alto pH deste material. Estudos com cana-de-açúcar, sem queima, mostram que as perdas diárias de N por volatilização da amônia aumentaram com o aumento do pH da palhada presente na superfície dos solos (KONG et al., 1991). Em trabalhos com adubação verde, Myazawa et al. (2000) também verificaram efeito alcalinizante dos resíduos vegetais de diferentes espécies.

A alta concentração de N da uréia, sua facilidade de manipulação, torna esse fertilizante potencialmente superior às demais fontes sob o ponto de vista econômico, o que justifica mais estudos de sua eficiência, principalmente em pastagens sob exploração intensiva.

O processo de volatilização tem recebido enfoque nos últimos anos, devido a sua contribuição para a deterioração da qualidade do ar e prejuízos econômicos pela baixa eficiência de recuperação do fertilizante aplicado (PRIMAVESI et al., 2004) sendo definido como a transferência da amônia gasosa do solo para a atmosfera, então é necessário que haja amônia próxima à superfície do solo, onde o íon amônio (NH_4^+), precursor da amônia, é constantemente formado no solo pela mineralização da matéria orgânica, pela decomposição de resíduos de origem animal e vegetal e pela hidrólise de fertilizantes amídicos e amoniacaais.

O objetivo deste trabalho foi quantificar as perdas de nitrogênio (N-NH_3) por volatilização em pastagem de capim-Tanzânia adubada com N-uréia avaliadas nas estações do outono, primavera e verão sob pastejo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, estabelecida em área experimental da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, no período de março de 2007

a março de 2008. A localização geográfica é 23° 25'S de latitude e 51° 57'O de longitude com uma altitude média de 550 metros. O clima predominante desta região é o Cfa subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köppen, com verões quentes, baixa frequência de geadas severas e uma tendência de concentração das chuvas no período do verão (CORRÊA, 1996). Os dados climáticos ocorridos no período experimental foram coletados no posto meteorológico da FEI, e estão representados nas Figuras 1, 2 e 3.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), com as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) = 4,8; (Ca = 1,0; Mg = 0,7; K = 0,09; CTC = 4,8 cmol_c dm⁻³); P = 9,0 mg dm⁻³; C = 12,7 g dm⁻³ e V = 38,6%. Na instalação do experimento o solo foi corrigido com 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples (18% de P₂O₅). A correção da acidez foi realizada com calcário dolomítico para elevar a saturação por bases a 60%, segundo Werner et al. (1996). A aplicação do nitrogênio (N) foi na estação do outono (18 de abril/2007), na estação da primavera (12 de novembro/2007) e na estação do verão (24 de janeiro/2008), utilizando como fonte de N a uréia (45% de N). Junto com a primeira aplicação do N foi aplicado 60 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio (60% de K₂O).

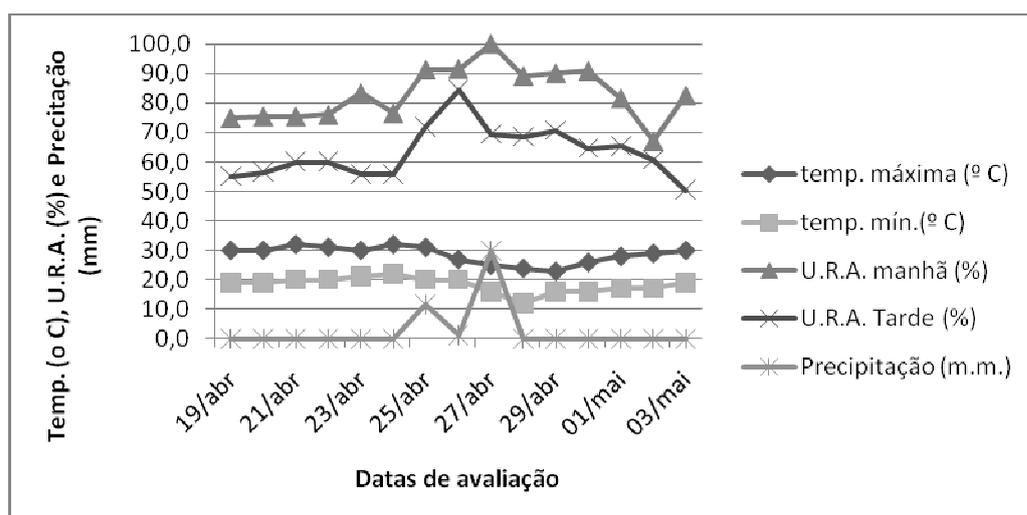


FIGURA 1 - Médias de temperaturas máxima e mínima diárias do ar (°C), umidade relativa do ar pela manhã e tarde (%) e precipitação pluviométrica (mm dia⁻¹) ocorridas durante o período de coletas na estação do outono (2007/2008). Fonte: Estação meteorológica da FEI.

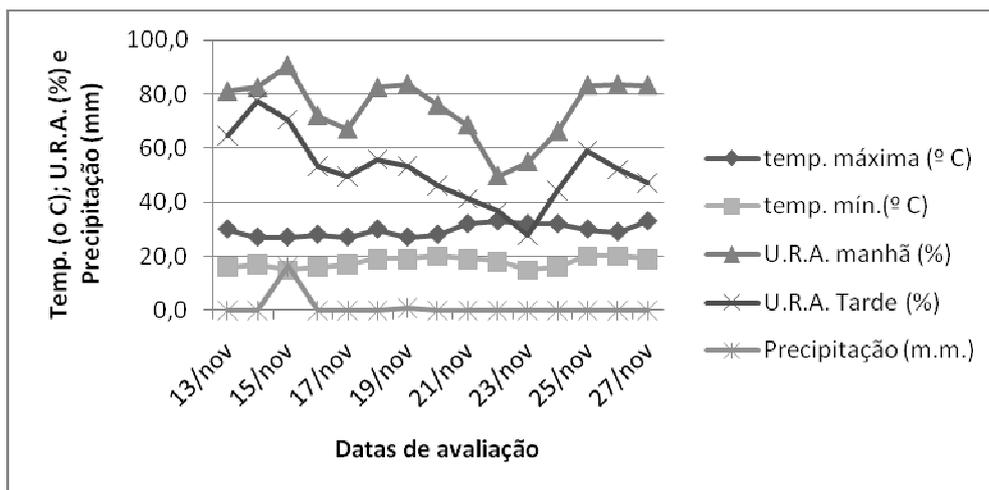


FIGURA 2 - Médias de temperaturas máxima e mínima diárias do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar pela manhã e tarde (%) e precipitação pluviométrica (mm dia^{-1}) ocorridas durante o período de coletas na estação da primavera (2007/2008). Fonte: Estação meteorológica da FEI.

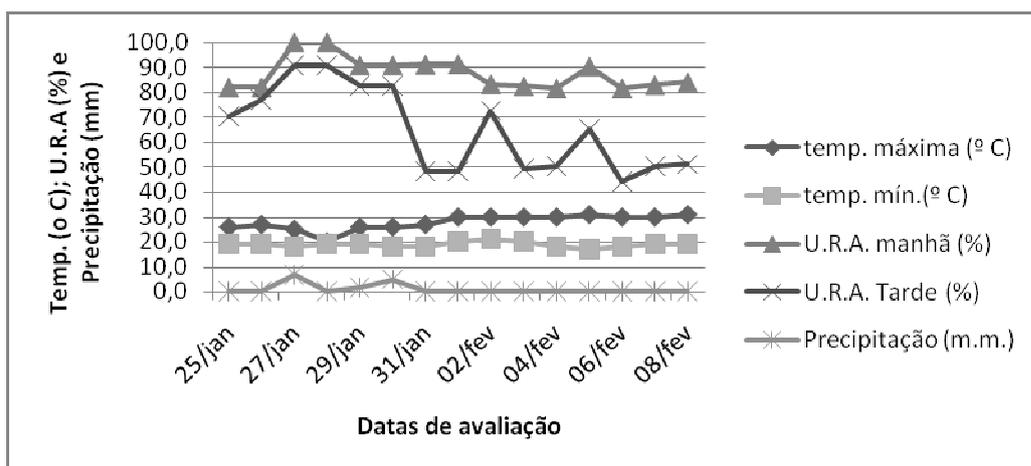


FIGURA 3 - Médias de temperaturas máxima e mínima diárias do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar pela manhã e tarde (%) e precipitação pluviométrica (mm dia^{-1}) ocorridas durante o período de coletas na estação do verão (2007/2008). Fonte: Estação meteorológica da FEI.

O padrão e a extensão de volatilização de N-NH_3 , em razão de diferentes doses de adubação e de períodos depois da aplicação de uréia, foram avaliados na área não vegetada com coletores, distribuídas aleatoriamente em um piquete de 100 m^2 . A área não vegetada correspondeu à superfície do solo não ocupada pela área basal das touceiras. No início das avaliações, no dia seguinte à retirada dos animais dos piquetes, a altura do resíduo pós-pastejo foi de cerca de 30 cm.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo com 15 repetições. Nas parcelas, encontravam-se as doses de N-uréia (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) e, nas sub-parcelas, o período depois da adubação nitrogenada (1, 2, 3, 6, 9, 12 e 15 dias). O tratamento controle (0 kg ha⁻¹ de N) foi considerado como branco (i.e., as perdas de N-NH₃ que ocorrem no sistema sem a influência do fertilizante nitrogenado) e usado para corrigir as perdas de N-NH₃ nas adubações com 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N. A aplicação dos tratamentos foi analisada nas coletas realizadas nas estações do ano de outono (19/04 a 03/05/2007), primavera (13 a 27/11/2007) e verão (25/01 a 08/02/2008). A uréia foi aplicada a lanço nas parcelas no início da manhã do dia seguinte à saída dos animais do piquete.

As medidas de volatilização de N-NH₃ foram realizadas por meio de coletores, semi-abertos estáticos desenvolvidos conforme Marsolla e Miyazawa (1999). Os coletores foram constituídos de frasco plástico transparente tipo PET, de 2 litros, sem a base, com diâmetro de 0,10 m e altura de 0,35 m, mantidos a 0,05 m da superfície do solo e presos a uma estaca de madeira, de modo a permitir a circulação de ar no interior do coletor para simular as condições naturais de campo. Foram colocados três a três por estaca de madeira, constituindo 15 coletores (repetição) por tratamento. Foi suspenso dentro do coletor com o auxílio de um arame inoxidável, uma fita de papel de filtro com 0,025 m de largura e 0,25 m de comprimento, que foi mantida em contato e embebida com 25 mL de solução captora de H₂SO₄ 0,05 mol L⁻¹ + glicerina 2% (v v) contida dentro de um tubo graduado de 15 mL com o objetivo de absorver o N-NH₃. Em cada momento de amostragem, novas fitas de papel filtro e soluções de ácido sulfúrico, conforme procedimentos indicados acima foram repostas. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas sob refrigeração até o momento da análise.

A perda acumulada de amônia por volatilização (em % e kg ha⁻¹ de N) foi calculada a partir de medidas tomadas nos dias 1, 1+2, 1+2+3, 1+2+3+6, 1+2+3+6+9, 1+2+3+6+9+12 e 1+2+3+6+9+12+15.

Os dados foram testados quanto à normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias e as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se SAS (SAS INSTITUTE, 1999), no procedimento GLM para o modelo de parcelas subdivididas no tempo, sendo as doses de N considerada como tratamentos principais e os períodos de

coleta como sub-parcela. As análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada estação do ano avaliada (outono, primavera e verão). As médias foram comparadas pelo teste de médias SNK, ao nível de significância de 5%. Foram realizadas as análises de regressão em função das doses de N e ajuste de modelos de regressão múltipla (superfície de resposta) em função das doses de N e dias após a aplicação de N.

Resultados e Discussão

As perdas de N-NH₃ por volatilização na estação do outono foi significativa para a dose N-uréia, para os dias após a aplicação, e para a interação dose N-uréia x dias após a aplicação (Figura 5a). As perdas de N-NH₃ por volatilização foram maiores significativamente para as doses de 100 e 150 kg ha⁻¹ de N. No entanto, as perdas de N-NH₃ por volatilização diária observadas demonstraram que no sexto dia houve a maior perda, seguido do 9^o, 2^o e 3^o dia após a aplicação do N (Figura 4a). Foi verificado que nos primeiros dias da adubação N, as perdas são mais elevadas em função da maior quantidade de N presente no solo da pastagem e devido principalmente as condições climáticas (MARTHA JÚNIOR et al., 2004.). Houve perda acumulada de N-NH₃ por volatilização de 78% até o sexto dia após a aplicação, do total perdido durante o período de avaliação (Figura 4a), sendo que nos três primeiros dias a temperatura estava muito alta, ocorreu uma precipitação de 12,8 mm três dias antes da aplicação e outra de 11,8 mm no sétimo dia após a aplicação da uréia (Figura 1). Isto deve ter contribuído para que houvesse maior perda de N-NH₃ durante esse período.

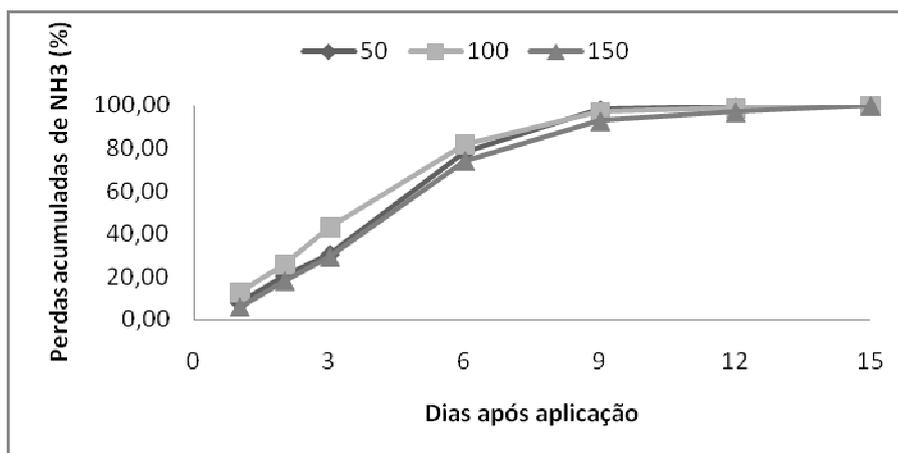
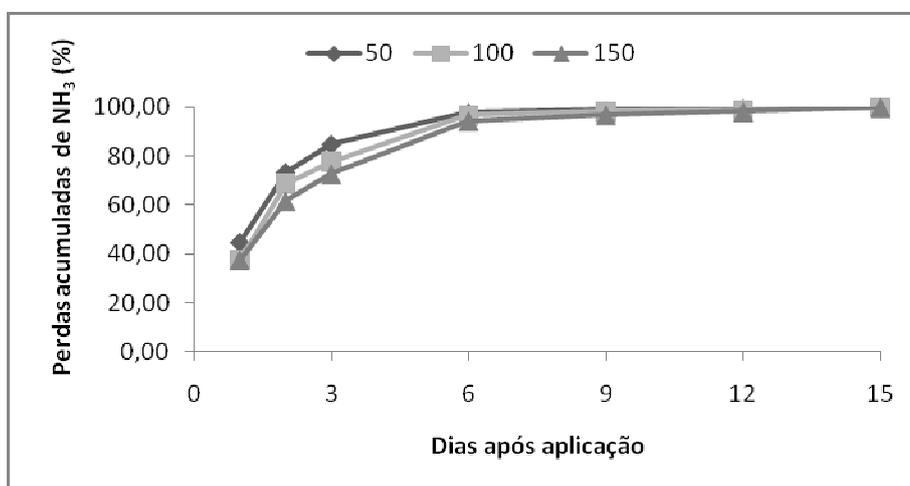
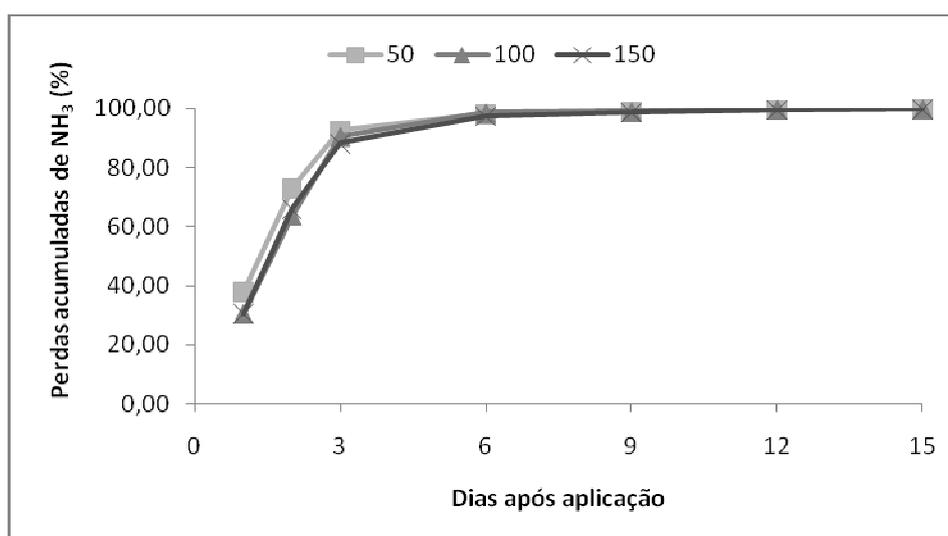
Figura (a) Estação do Outono**Figura (b) Estação da Primavera****Figura (c) Estação do Verão**

FIGURA 4 - Perdas acumuladas de N-NH₃ (%) por volatilização em pastagem de capim-Tanzânia na estação do outono (a), estação da primavera (b) e estação do verão (c).

Figura (a) Estação do Outono

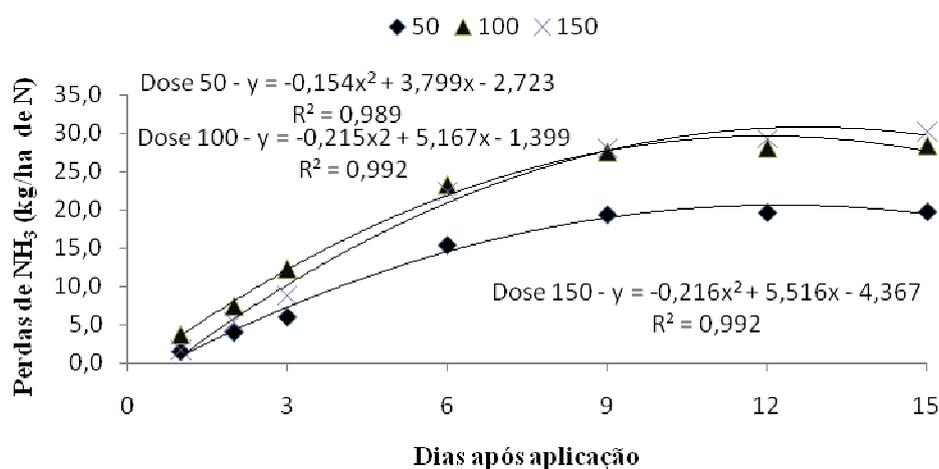


Figura (b) Estação da Primavera

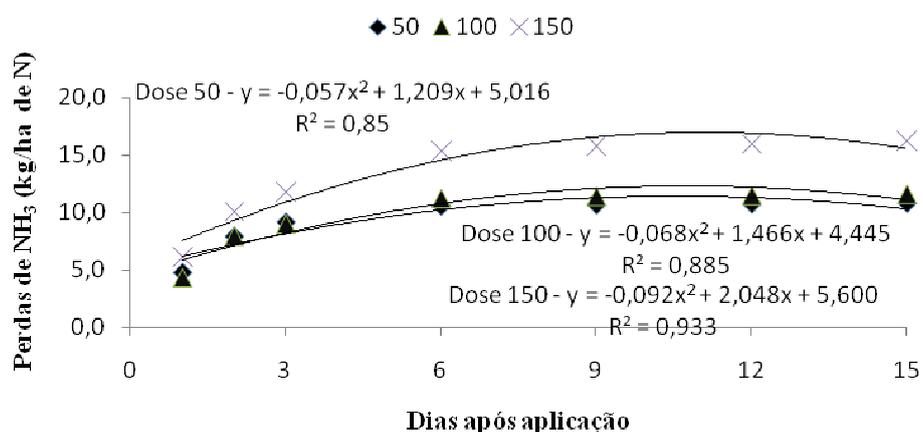


Figura (c) Estação do Verão

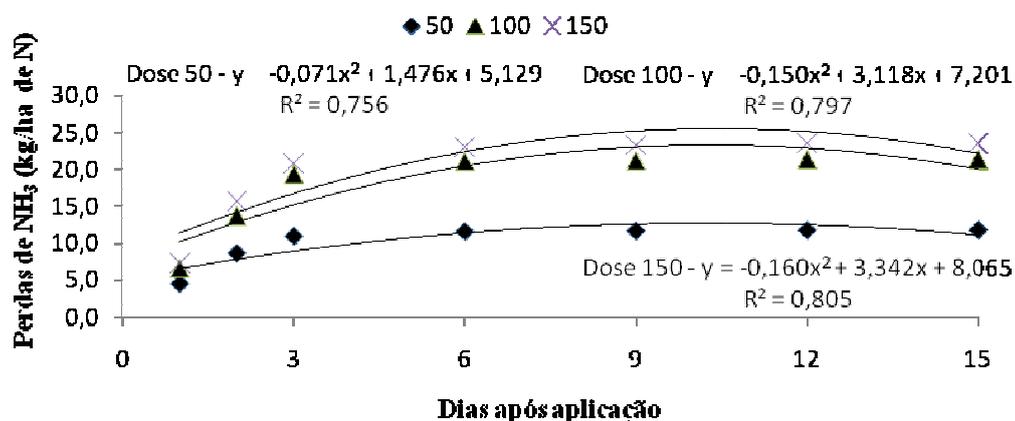


FIGURA 5 - Perdas acumuladas de N-NH_3 (kg ha^{-1} de N) por volatilização em pastagem de capim-Tanzânia na estação do outono (a), estação da primavera (b) e estação do verão (c).

Estes resultados corroboram os obtidos de Martha Júnior et al. (2004), que encontraram perdas acumuladas até o terceiro dia de 78 a 92% do total de perdas por N-NH₃, trabalhando com capim-Tanzânia fertilizado com doses de N-uréia. Lara & Trivelin (1990) obtiveram resultados semelhantes, onde cerca de 95% da quantidade total de N-NH₃, absorvido pelo coletor, proveniente do fertilizante, foi nos primeiros seis dias após a aplicação. Como nessa situação a quantidade de água não é suficiente para promover a infiltração do fertilizante no perfil do solo, a amônia concentra-se na superfície do solo, aumentando a probabilidade de perdas. No presente experimento as perdas foram similares das encontradas na literatura, no entanto a pastagem encontrava-se com uma grande quantidade de material morto sobre o solo, e isto deve ter contribuído para retenção da umidade na superfície do solo, favorecendo a sintetização da urease pelos microorganismos, que intensifica o processo de hidrólise da uréia, favorecendo as perdas por volatilização. Após o nono dia até o décimo quinto dia a média das perdas acumuladas de N-NH₃ das doses de N foram diminuindo do total perdido em relação à quantidade de adubo aplicado no solo, indicando que ocorreu a movimentação do N do fertilizante para as camadas mais profundas do solo, facilitando o contato íon-raiz com melhor aproveitamento do fertilizante pela planta, ou a imobilização do N pelos microrganismos e ainda a adsorção de formas de N-NH₄⁺ passíveis de serem convertidas a NH₃ nas cargas negativas das partículas do solo, com efeito negativo no processo de volatilização (HARGROVE et al., 1988).

As perdas acumuladas de N-NH₃ aumentaram exponencialmente com incremento da dose de N, sendo de 20, 28 e 30 kg ha⁻¹ de N para as doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 5a). Constataram-se maiores valores de volatilização acumulada (kg ha⁻¹ de N) nas doses mais elevadas de N-uréia. Entretanto, a porcentagem de perdas em relação ao N total por dose aplicada foi de 39%, 28% e 20% para as doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, evidenciando que as porcentagens de perda de amônia foram decrescentes ao longo do período estudado.

Nas doses maiores, mesmo em condições semelhantes, às perdas são mais elevadas, no entanto, as porcentagens dos tratamentos que receberam maior dose de N foram os que apresentaram menores perdas, em relação à quantidade total aplicada. Estes resultados evidenciam que em condições de temperaturas elevadas e baixa precipitação as perdas podem variar menos entre as doses de N. Estes resultados devem estar associados ao curto período de avaliação e baixa precipitação pluvial após a fase

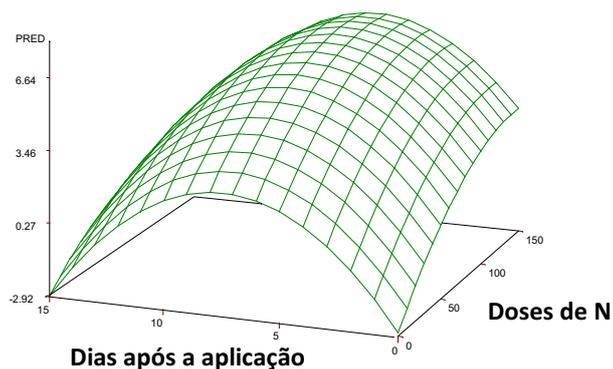
inicial da implantação das coletas e das condições climáticas adversas a adubação nitrogenada com uréia e pelo efeito das médias de temperatura máxima de 28,5°C consideradas elevadas (Figura 1). Primavesi et al. (2001) trabalhando com uréia em solos ácidos observaram que as perdas de N- NH₃ por volatilização em pastagens situaram-se na faixa de 10 a 25% do N aplicado, durante a estação de crescimento.

O melhor ajuste da regressão múltipla na estação do outono com melhor ajuste foi à quadrática (Figura 6a). Observa-se que as perdas de N foram maiores nos primeiros seis dias após a aplicação, estando de acordo com os resultados obtidos por Lara & Trivelin (1990) e Martha Júnior et al., (2004).

A análise canônica da superfície de resposta obteve-se como ponto estacionário o ponto de máximo de coordenadas 6,6 dias após a aplicação e 132 kg ha⁻¹ de N para as doses e o valor no ponto estacionário de 6,7 (perdas de amônia em kg ha⁻¹).

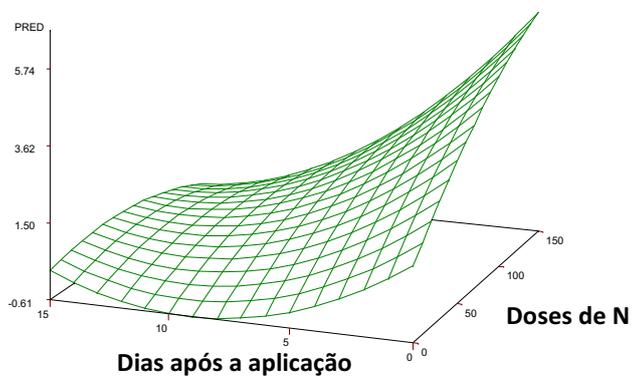
As perdas de N-NH₃ por volatilização na estação da primavera foi significativa para a dose N-uréia, para os dias após a aplicação, e para a interação dose N-uréia x dias após a aplicação (Figura 5b).

As perdas de N-NH₃ por volatilização foram maiores significativamente para a dose de 150 kg ha⁻¹ de N. No entanto, as perdas de N-NH₃ por volatilização diária observadas demonstraram que no primeiro dia houve a maior perda, seguido do 2º, 3º e 6º dia após a aplicação do N (Figuras 4b e 5b). Tais resultados também demonstram em que nos primeiros dias da adubação N, as perdas são mais elevadas em função da maior quantidade de N presente no solo da pastagem e devidas principalmente às condições climáticas (MARTHA JÚNIOR et al., 2004.).



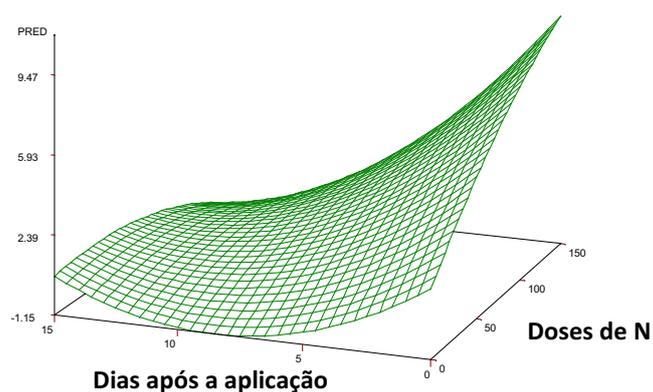
$$Y = -2,76 + 1,38 \text{ dias} + 0,074 \text{ doses N} - 0,093 \text{ dias}^2 - 0,0013 \text{ doses N} \times \text{dias} - 0,00025 \text{ doses N}^2$$

$R^2 = 52\%$, Figura (a) Estação do Outono



$$Y = 1,43 - 0,446 \text{ dias} + 0,042 \text{ doses N} + 0,024 \text{ dias}^2 - 0,0021 \text{ doses N} \times \text{dias} - 0,000087 \text{ doses N}^2$$

$R^2 = 74\%$, Figura (b) Estação da Primavera



$$Y = 1,43 - 0,446 \text{ dias} + 0,042 \text{ doses N} + 0,024 \text{ dias}^2 - 0,0021 \text{ doses N} \times \text{dias} - 0,000087 \text{ doses N}^2$$

$R^2 = 74\%$, Figura (c) Estação do Verão

FIGURA 6 - Superfície de resposta tridimensional para a estação do outono (a), estação da primavera (b) e estação do verão (c) para dias após a aplicação em função das doses de N na pastagem de capim-Tanzânia.

De acordo com Figura 4b, verificou-se perda acumulada de N-NH₃ por volatilização de 78% até o terceiro dia após a aplicação, do total perdido durante o período de avaliação, sendo que nos três primeiros dias a temperatura estava muito elevada (27°C), ocorreu uma precipitação de 16,2 mm no terceiro dia após a aplicação da uréia (Figura 2). Isto deve ter contribuído para que houvesse maior perda de N-NH₃ durante esse período devido a atividade da uréase e liteira no solo. Estes resultados corroboram os obtidos por Martha Júnior et al. (2004), que encontraram perdas acumuladas até o terceiro dia de 78 a 92% do total de perdas por N-NH₃, trabalhando com capim-Tanzânia fertilizado com uréia. Após o sexto até o décimo quinto dia a média das perdas acumuladas de N-NH₃ das doses de N foram diminuindo do total perdido em relação à quantidade de adubo aplicado no solo, indicando que ocorreu a movimentação do N do fertilizante para as camadas mais profundas do solo.

As perdas acumuladas de N-NH₃ aumentaram exponencialmente em função das doses de N, sendo de 11; 12 e 16 kg ha⁻¹ de N para as doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 5b). Entretanto, a porcentagem de perdas em relação ao N total por dose aplicada foi de 21%; 12% e 11% para as doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Semelhante a coleta da estação do outono, na primavera também apresentou o mesmo padrão de perdas de amônia, isto, possivelmente, se deve às condições climáticas similares. Martha Júnior. et al. (2004) trabalhando com capim-Tanzânia fertilizado com N observaram perda acumulada de N-NH₃ de 48%, 41% e 42% do N aplicado para as doses de 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N-uréia, respectivamente.

Primavesi et al. (2006) verificaram que aplicação de até 500 kg ha⁻¹ de N, parceladas em cinco vezes, na forma de uréia ou de nitrato de amônio, não proporcionaram perdas significativas de nitrato para o lençol freático. Os resultados indicam não haver risco de contaminação do lençol freático em solos profundos de textura média ocupados por gramínea tropical manejada intensivamente quando não se utilizam adubações nitrogenadas superiores a capacidade de ciclagem da forrageira e quando se considera o potencial de fornecimento do solo.

O estudo da regressão múltipla na estação da primavera com melhor ajuste foi à quadrática (Figura 6b). Observa-se que as perdas de N foram maiores nos primeiros três dias após a aplicação, estando de acordo com os resultados de Lara & Trivelin (1990) e

Martha Júnior et al., (2004). Na estação da primavera as perdas ocorreram até o sexto dia após a aplicação, estabilizando após esse período.

Assim, obteve-se como ponto estacionário o ponto de mínimo de coordenadas com 12,85 dias após a aplicação e 83 kg ha^{-1} de N para a dose e o valor no ponto estacionário de 0,31 (perdas de amônia em kg ha^{-1}).

As perdas de N-NH_3 por volatilização na estação do verão foi significativa para a dose N-uréia, para os dias após a aplicação, e para a interação dose N-uréia x dias após a aplicação (Figura 5c). As perdas de N-NH_3 por volatilização diárias demonstraram que no primeiro e segundo dia houve a maior perda, seguido do 3º e 6º dia após a aplicação do N (Figura 4c). Segundo Cantarella et al. (1999), nos primeiros dias da adubação N, as perdas são mais elevadas em função da maior quantidade de nitrogênio presente no solo da pastagem e devido principalmente as condições climáticas. Conforme se observa na Figura 4c verificou-se uma perda acumulada de N-NH_3 por volatilização de 90% até o terceiro dia após a aplicação, do total perdido durante o período de avaliação, sendo que nos três primeiros dias a temperatura estava muito elevada, ocorreu uma precipitação de 6,6 mm no terceiro dia após a aplicação da uréia (Figura 3). Isto deve ter contribuído para que houvesse maior perda de N-NH_3 durante esse período. Estes resultados corroboram com os obtidos pelos autores citados anteriormente. Do sexto dia até o décimo quinto dia a média das perdas acumuladas de N-NH_3 das doses de N foram diminuindo do total perdido em relação à quantidade de adubo aplicado no solo, indicando que ocorreu a movimentação do N do fertilizante para as camadas mais profundas do solo, facilitando o contato íon-raiz com melhor aproveitamento do fertilizante pela planta.

As perdas acumuladas de N-NH_3 aumentaram exponencialmente à medida que se aumentaram as doses de aplicação de N, sendo de 12; 21 e 24 kg ha^{-1} de N para as doses de 50, 100 e 150 kg ha^{-1} de N, respectivamente, (Figura 5c). Entretanto, a porcentagem de perdas em relação ao N total; por dose aplicada foi de 23%; 21% e 16% para as doses de 50, 100 e 150 kg ha^{-1} de N, respectivamente. Nas doses maiores aplicadas, mesmo em condições semelhantes às perdas foram mais elevadas, no entanto, as porcentagens dos tratamentos que receberam maior dose de N foram os que apresentaram menores perdas, em relação à quantidade total aplicada. Estes resultados evidenciam que nas três estações do ano avaliadas as perdas acumuladas de amônia

apresentaram o mesmo padrão de comportamento. Martha Júnior. et al. (2004b) avaliando a pastagem de capim elefante observaram que as perdas foram maiores na estação do verão do que no outono. As condições climáticas no momento da aplicação da adubação e durante o período de avaliação, principalmente a temperatura e a precipitação podem ter refletido no padrão e na extensão das perdas por volatilização (WHITEHEAD, 1995).

Oliveira et al. (2003) avaliando o processo de eficiência de fertilização com N-uréia em capim Braquiária brizantha associada com a aplicação de cloreto de potássio e superfosfato simples, encontrou que a recuperação de N proveniente das fertilizações com N-uréia na coroa da planta e no sistema radicular mostrou-se correlacionada com a massa seca da parte aérea, promovendo diferentes rendimentos de matéria seca de forragem na parte aérea.

Os resultados da regressão múltipla na estação do verão tiveram o melhor ajuste na forma quadrática (Figura 6c). Observa-se que as perdas de N foram maiores nos primeiros três dias após a aplicação, estando de acordo com os resultados de Lara & Trivelin (1990) e Martha Júnior et al., (2004).

A análise canônica da superfície de resposta obteve-se como ponto estacionário o ponto de mínimo de coordenadas de 12,33 dias após a aplicação e 77 kg ha^{-1} de N para a dose e o valor no ponto estacionário de 0,25 (perdas de amônia em kg ha^{-1}). Martha Júnior et al. (2004) avaliando o efeito de doses de N relata que adubações maiores que 80 kg ha^{-1} de N as perdas por desnitrificação seriam bastante expressivas. Esses autores verificaram que a combinação de elevada umidade do solo, ausência de chuvas durante o primeiro dia depois da adubação e temperatura elevada determinou baixa eficiência agrônômica do N-uréia aplicado em pastagem de capim-Tanzânia.

Conclusão

A aplicação do fertilizante uréia na pastagem acarretou perdas porcentuais mais elevadas de N nos três primeiros dias após a aplicação.

A estação do ano influencia no padrão e na quantidade das perdas, com menores valores encontrados na primavera, seguido do verão e outono.

Adubações maiores que 80 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia por aplicação pode acarretar grandes perdas por volatilização.

Referências

CANTARELLA, H.; et al. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., Londrina, 1999. **Anais...** STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos, Londrina, 1999. p. 82-87.

CÔRREA, A.R. Forrageiras: aptidão climática do Estado do Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G., et al. Forragicultura no Paraná. Londrina: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 1996. p.15-22.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 171p.

HARGROVE, W.L. Soil environmental and management factors influencing ammonia volatilization under field conditions. In. BOCK, B.R.; KISSEL, D.E. (Ed.). **Ammonia volatilization from urea fertilizers.** Muscle Shoals: Tennessee Valley Authority, 1988. p. 17-36.

KIEHL, J.C. Distribuição e retenção de amônia no solo após a aplicação de uréia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, p. 75-80, 1989.

KONG, W.P.; et al. Ammonia loss form urea/potassium chloride mixtures applied to sugarcane trash. **Proceeding Australia Society Sugar Cane Technol.**, p. 59-65, 1991.

LARA, W. A. R.; TRIVELIN, P. C.O.; Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado da uréia aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 345 – 352, 1990.

MARTHA JUNIOR, G.B.; et al. Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. **Grass and Forage Science**, v. 59, p. 80-90, 2004b.

MARTHA JUNIOR, G.B.; et al. Perda de amônia por volatilização em pastagem de Capim-Tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, p. 2240-2247, 2004.

MARSOLLA, T.; MYAZAWA, M. Determinação espectrofotométrica de amônia volatilizada do solo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE LA CIÊNCIA DEL SUELO, XIV., 1999, Temuco. **Anais...** Temuco: 1999. 374p.

MYAZAWA, M.; et al. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Informações Agronômicas**, v. 92, p.1-8, 2000.

PRIMAVESI, O.; et al. **Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastercross sob manejo rotacionado: eficiências e perdas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 30).

PRIMAVESI, O.; et al. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.35, n. 3, p.683-690, 2006.

PRIMAVESI, A.C.; et al. Adubação nitrogenada em capim-Coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 68-78, 2004.

OLIVEIRA, P.P.A.; et al. Eficiência da fertilização nitrogenada com uréia (^{15}N) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu associada ao parcelamento de superfosfato simples e cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.27, jul./ago. 2003.

SAS – Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT Procedure guide personal computers**. 9. ed. Cary, NC. Inst, 1999. 334p.

SENGIK, E.; KIEHL, J.C. Controle da volatilização de amônia em terra tratada com uréia e turfa pelo emprego de sais inorgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 455-461, 1995.

WERNER, J.C.; et al. Forrageiras. In: RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO, 2 ed. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. p. 263-273.

WHITEHEAD, D.C. **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 1990. 397p.

CAPÍTULO 4 - Sistema radicular e reservas orgânicas de raízes e base do colmo do capim-Tanzânia fertilizada com doses de nitrogênio sob pastejo

RESUMO – O estudo objetivou quantificar os teores de carboidratos não-estruturais (CNE) e de nitrogênio (N) total, nas raízes e base do colmo, a biomassa radicular, área, comprimento, diâmetro e densidade de raízes em pastagem de capim-Tanzânia adubada com doses de N e avaliada nas estações de outono, primavera e verão. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi, Maringá, PR, no período de março de 2007 a março de 2008. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas, encontravam-se as doses de N (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) e, nas sub-parcelas, as profundidades de coleta de raízes. As amostragens das raízes foram realizadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. A biomassa radicular apresentou tendência de acúmulo de massa até 100 kg ha⁻¹ de N em todas as estações avaliadas e independente da dose de N utilizada cerca de 80% do sistema radicular do capim-Tanzânia estava concentrado na camada de 0 – 10 cm de profundidade. A adubação nitrogenada acima de 100 kg ha⁻¹ pode estimular o crescimento acelerado da planta forrageira, reduzindo sua capacidade de armazenamento de CNE nas raízes. No entanto, favorecem o armazenamento de CNE e N-total na base do colmo. As concentrações de CNE e N-total foram mais elevadas no período do outono, demonstrando que sua utilização é maior na primavera devido às condições climáticas favoráveis ao crescimento da planta. Para a rebrota, a planta apresenta maior reserva de N-total na camada de 0-10 cm das raízes, bem como maior reserva de CNE na base do colmo.

Palavras-chave: *Panicum maximum*, fertilizante nitrogenado, pastagem, carboidratos não-estruturais, N-total, raízes, base do colmo

Introdução

Há evidências crescentes de que a degradação estrutural e a compactação do solo em áreas de pastagens sob sistemas intensivos de exploração pode ser prejudicial à estrutura do solo causando compactação a qual adversamente influencia o movimento de ar, água e nutrientes e processos químicos e biológicos nos solos. Essa degradação estrutural também afeta raízes na pastagem, crescimento de brotos e a saúde da planta. Portanto, o dano no solo causado pelas patas dos animais na pastagem pode influenciar produtividade das pastagens.

Neste sentido para obter o sucesso de produtividade nas criações a pasto é necessário então, garantir a persistência e a produtividade da espécie forrageira ao longo dos anos, o que depende em grande parte da formação e do desenvolvimento satisfatório do sistema radicular da planta.

O estudo do sistema radicular tem sido tema atual de pesquisas, pois é um parâmetro eficaz para avaliação dos efeitos do uso do solo, principalmente no que diz respeito à sua relação com o sistema solo-planta (PAGOTTO, 2001). As raízes são o elo de ligação entre a parte aérea da planta e o solo.

A produtividade e manejo adequado das pastagens requerem, dentre outros fatores, um bom conhecimento das características morfofisiológicas das plantas forrageiras - raízes e das condições edafoclimáticas em que se encontram - rizosfera, a fim de melhor compreensão sobre seu desenvolvimento.

Entretanto, as informações disponíveis sobre a produção de biomassa e aspectos morfológicos do sistema radicular são escassas (BONO et al. 2000), sobretudo devido à dificuldade de padronização metodológica para o estudo de desenvolvimento de raízes. A produção e “*turnover*” de raízes estão diretamente relacionadas ao carbono e a reciclagem de nutrientes. Todavia, também essa dinâmica do sistema radicular em pastagens é pouco conhecido devido, principalmente, às dificuldades técnicas inerentes aos estudos (HUTTON, 2001). Assim, informações sobre o efeito do manejo no ambiente em que as raízes se desenvolvem frequentemente são raras e, às vezes, controversas.

Por outro lado, devido ao conhecimento da importância que o sistema radicular representa em relação à produção e persistência da pastagem, passou a ser valorizado no manejo das pastagens, uma vez que, juntamente com a área foliar remanescente, a

emissão de novos perfilhos e a expansão foliar, são responsáveis por uma rebrota rápida e vigorosa da planta forrageira. Em relação aos carboidratos de reserva, os resultados de pesquisa ainda são muito controversos, pois apesar da redução do nível dos carboidratos não-estruturais que pode ocorrer após uma desfolha ou corte, alguns autores argumentam que a translocação de nutrientes da raiz para a planta é transitória e pouca significativa (HUMPHREYS, 1991). Ou seja, a planta passa a depender das reservas apenas quando a área foliar remanescente não é suficiente para fotossintetizar novo produto e continuar seu crescimento.

O fornecimento de nutrientes afeta o crescimento das raízes e sua morfologia e a densidade das raízes aumenta rapidamente nos locais de maior concentração do fertilizante (MARSCHNER, 1995). O pequeno volume e a má distribuição do sistema radicular ao longo do perfil do solo tornam a planta mais susceptível a déficits hídricos, prejudicando sua sustentação e restringindo a exploração de nutrientes a um pequeno volume de solo (MARSCHNER, 1995; SINGH, 1999).

As condições físicas do solo, nutrientes, umidade, temperatura e grau de desfolha têm grande influência na produção de forrageiras. Todavia, estes fatores atuam diretamente sobre o sistema radicular, que é suporte e a base para a produção de perfilhos e folhas, e, portanto, a produção de forragem. Para isto também devem ser considerados os carboidratos não-estruturais (CNE), que são utilizados pela planta como nutrientes para a sua manutenção e o desenvolvimento de futuros perfilhos e raízes (CECATO et al., 2001). Outro fator que atua como reservas orgânicas e influencia no CNE da planta é o nitrogênio (N). Volenec et al. (1996), relataram resultados para gramíneas em que o N armazenado contribuiu para a rebrota da parte aérea. Entretanto, a aplicação de N também pode promover alteração nos teores de CNE das forrageiras, acarretando redução dessas reservas porque estimula o crescimento, mobilizando estes compostos acumulados nas raízes e base do colmo. Fato esse que justifica o estudo do comportamento dessas reservas, principalmente com gramíneas tropicais que recebem adubação, uma vez que estudos dessa natureza são escassos no Brasil.

Os carboidratos não-estruturais, presentes nas hastes e raízes da planta, podem ser considerados como fontes de reserva para rebrota de pastagens (SILVA; PEDREIRA, 1997), principalmente em situações de baixos índices de área foliar e grande eliminação dos pontos de crescimento (meristemas) da planta (NABINGER, 1997). Entretanto a concentração dos CNE é reduzida mediante a ocasião da desfolha, e é dependente da intensidade e frequência da mesma (SMITH, 1973). Já foi confirmado

que o nível de concentração dos carboidratos de reserva da planta interfere no vigor de rebrota da pastagem, tanto em plantas tropicais (SOARES FILHO, 1991 e NASCIMENTO JÚNIOR, 2003) como em temperadas (ADJEI et al., 1988). Trabalhos já demonstraram que após pastejo intenso (desfolha severa) ocorre redução nos teores de CNE das raízes (HUMPHREYS, 1991), provavelmente por alocar esses produtos para a recuperação da parte aérea da planta. Os compostos nitrogenados, embora presentes em menores proporções nas raízes sejam de extrema importância, pois participam dos processos de formação de proteínas e ácidos nucleicos.

O estudo do sistema radicular de gramíneas e dos fatores que o influenciam é fundamental para definir critérios que viabilizem práticas de manejo e assegurem a persistência da pastagem. Assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar os teores de CNE e de N-total, nas raízes e base do colmo, a biomassa radicular, área, comprimento, diâmetro e densidade de raízes em pastagem de capim-Tanzânia adubada com doses de N e avaliada nas estações de outono, primavera e verão sob pastejo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, estabelecida em área experimental da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, no período de março de 2007 a março de 2008. A localização geográfica é 23° 25'S de latitude e 51° 57'O de longitude com uma altitude média de 550 metros. O clima predominante desta região é o Cfa subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köppen, com verões quentes, baixa frequência de geadas severas e uma tendência de concentração das chuvas no período do verão (CORRÊA, 1996). O período experimental foi de março de 2007 a março de 2008. Os dados climáticos ocorridos no período experimental foram coletados no posto meteorológico da FEI, e estão representados na Figura 1.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), com as seguintes características químicas (Tabela 1). Na instalação do experimento o solo foi corrigido com 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples (18% de P₂O₅). A correção da acidez foi realizada com calcário dolomítico para elevar a saturação por bases a 60%, segundo Werner et al. (1996). A aplicação do

nitrogênio (N) foi parcelada em três aplicações sendo uma na estação do outono (18 de abril/2007), na estação da primavera (12 de novembro/2007) e na estação do verão (24 de janeiro/2008), utilizando como fonte de N a uréia (45% de N). Junto com a primeira aplicação do N foi aplicado 60 kg ha^{-1} de K_2O , na forma de cloreto de potássio (60% de K_2O).

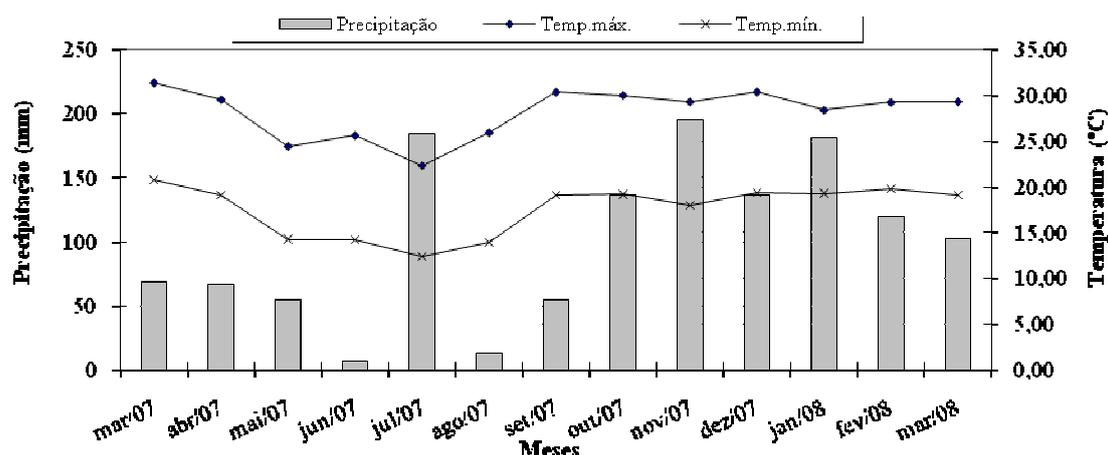


FIGURA 1 - Médias de temperaturas máxima e mínima mensais do ar ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluviométrica (mm dia^{-1}) ocorridas durante o período experimental (2007/2008). Fonte: Laboratório de Sementes da FEI.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas para as profundidades de coletas, com quatro repetições. Nas parcelas, encontravam-se as doses de N (0, 150, 300 e 450 kg ha^{-1} de N) e, nas subparcelas as profundidades de coleta de raízes (0-10 cm; 10-20 cm e 20-40 cm). A aplicação dos tratamentos foi analisada nas coletas realizadas cerca de quatorze dias após a adubação da pastagem. A uréia foi aplicada a lanço nas parcelas no início da manhã do dia seguinte à saída dos animais do piquete.

Tabela 1 – Atributos químicos¹ do solo das pastagens de capim-Tanzânia no início do período experimental, março de 2007.

Dose N	Prof.	P ²	C	pH	H+Al	Ca ³	Mg ³	K ²	SB ⁴	CTC ⁵	V ⁶
Kg ha ⁻¹	cm	mg/dm ³	g/dm ⁻³	CaCl ₂	-----mmol/dm ³ -----						%
0	0-10	24,33	7,53	5,08	3,12	1,50	0,88	0,21	2,60	5,72	45,45
0	10-20	16,95	3,23	4,63	3,23	1,01	0,40	0,09	1,50	4,73	31,51
150	0-10	21,80	2,94	5,03	3,17	1,46	0,90	0,17	2,53	5,70	44,04
150	10-20	7,70	2,94	4,60	3,18	1,11	0,47	0,06	1,64	4,81	33,94
300	0-10	22,70	10,08	4,98	3,36	1,63	0,77	0,14	2,54	5,90	43,03
300	10-20	18,20	4,11	4,80	3,06	1,25	0,38	0,06	1,68	4,74	35,44
450	0-10	20,98	7,83	5,05	3,18	1,40	0,75	0,17	2,32	5,50	41,97
450	10-20	7,17	4,21	4,75	3,11	1,11	0,47	0,07	1,64	4,75	34,39

¹Foram coletadas 20 subamostras por tratamento para compor uma amostra; ²Extraído por Melich 1; ³Ca e Mg - extraídos com KCl 1mol L⁻¹; ⁴Soma de Bases; ⁵Capacidade de troca de cátions; ⁶Porcentagem de saturação por bases.

O experimento foi instalado numa área de 1.600 m² dividida com 16 piquetes, cada dois piquetes com bebedouro, separados entre si por um corredor para facilitar a movimentação dos animais até o centro de manejo, contendo cada um deles com uma área média de 100 m². Cada parcela foi pastejada no sistema de pastejo rotacionado com no máximo um dia e meio de ocupação e o período de descanso foi variável de acordo com os tratamentos impostos. Os animais entravam quando o pasto atingia aproximadamente 70 cm de altura e saía com um resíduo de mais ou menos 30 cm, segundo Barbosa (2004). Os animais utilizados no experimento como ferramenta de manejo para rebaixar a pastagem foram novilhas com peso vivo ao redor de 300 kg de peso vivo.

As avaliações do sistema radicular foram realizadas nos períodos de outono, primavera e verão. Foi determinada a biomassa radicular da gramínea estratificada nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm através de três sub-amostras por parcela, utilizando-se um tubo cilíndrico de aço de 50 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, com abertura no meio para facilitar a estratificação das amostras. As amostras eram

acondicionadas em saco plástico resistente, identificadas e rapidamente encaminhadas a uma câmara fria, cuja temperatura era de -5°C . As raízes foram separadas do solo através de lavagens sucessivas em água corrente em peneiras com malha de 1 mm até que não fosse mais possível se identificar qualquer contaminação com solo. Logo a seguir as amostras de raiz eram colocadas em solução de água e álcool a 20% por 12 horas para posterior secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. As leituras do diâmetro, massa e comprimento de raízes foram realizadas por meio do aparelho DELTA T SCAN equipado com o programa de análise de imagem de raízes. No mesmo local de coleta de raiz coletou-se as amostras de base do colmo padronizadas a uma altura de 10 cm a partir da superfície do solo. O material coletado foi levado à estufa de ventilação forçada com uma temperatura de 105°C durante uma hora, para inibição das atividades enzimática e respiratória das células. Após esse período, a mesma estufa era regulada a uma temperatura de 65°C , onde as amostras permaneciam por 72 horas.

As amostras de base do colmo e raízes foram então moídas separadamente em moinhos tipo Willey utilizando-se peneiras de 1 mm, acondicionadas em recipientes plásticos, identificadas e armazenadas. Para a análise química dos CNE foi utilizado o método descrito por Smith (1973) e o N-total segundo AOAC (1990).

Os dados foram testados quanto à normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias e as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se SAS (SAS INSTITUTE, 1999), no procedimento GLM para o modelo de parcelas subdivididas, sendo as doses de N considerada como tratamentos principais e as profundidades de coleta de raízes como sub-parcela. As análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada estação do ano avaliada (outono, primavera e verão). As médias foram comparadas pelo teste F e teste de médias SNK para as raízes e pelo teste de Tukey para CNE e N-total, ao nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Os resultados da avaliação no início do experimento (abril/2007) estão apresentados na Tabela 2, onde foram realizadas amostragens médias e representativas em toda a área experimental, com seis repetições para cada profundidade de coleta.

Tabela 2 – Médias de biomassa radicular (BR, kg/m³), área (mm²), diâmetro (mm), comprimento (mm) e densidade de raízes (mm/cm³) de capim-Tanzânia no início do experimento em abril de 2007.

Profundidade	BR(kg/m ³)	Área(mm ²)	Diâmetro(mm)	Comp.(mm)	Dens.(mm/cm ³)
0-10 cm	3,00	996,95	0,25	3972,20	5,06
10-20 cm	0,61	1224,14	0,27	4485,77	5,71
20-40 cm	0,39	1086,67	0,24	4612,48	2,94

Pode-se observar inicialmente que a participação da biomassa do sistema radicular encontra-se de 0 a 10 cm (75,13%), de 10 a 20 cm (15,21%) e de 20 a 40 cm (9,66%) de profundidade, respectivamente.

As avaliações do sistema radicular foram realizadas cerca de duas semanas após a aplicação de nitrogênio na pastagem. Na estação do outono/2007 a biomassa radicular foi significativa para as profundidades de coleta de raiz (Tabela 3). Não foi observado efeito de tratamento ($P > 0,05$) em função das doses de N utilizadas. A profundidade de 0 a 10 cm apresentou a maior biomassa de raízes ($P < 0,05$) em relação às outras camadas. Estes resultados corroboram com os obtidos na literatura onde a biomassa radicular está concentrada na camada superficial do solo (SARMENTO et al., 2008).

Tabela 3 – Médias de biomassa radicular (BR, kg/m³), área (mm²), diâmetro (mm), comprimento (mm) e densidade de raízes (mm/cm³) de capim-Tanzânia submetido a doses de N em três profundidades na estação do outono de 2007.

Tratamentos					
Doses de N	BR(kg/m ³)	Área(mm ²)	Diâmetro(mm)	Comp.(mm)	Dens.(mm/cm ³)
0 kg ha ⁻¹	1,78	1222,65	0,25	4800,11	5,02
50 kg ha ⁻¹	1,32	1376,51	0,26	5164,09	5,53
100 kg ha ⁻¹	1,81	1013,16	0,26	4174,77	4,49
150 kg ha ⁻¹	1,23	1122,15	0,28	3981,76	4,25
Profundidades					
0-10 cm	3,71 a	1412,56 a	0,27a	5186,74 a	6,53 a
10-20 cm	0,78 b	1043,35 b	0,26	3970,12 b	5,06 b
20-40 cm	0,11 c	1162,44 ab	0,26	4433,69 b	2,89 c
CV(%)	37,8	29,2	9,4	21,8	22,3

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Pode-se verificar que à medida que se elevou as doses de N até 100 kg ha⁻¹ aumentou a biomassa radicular e depois diminuiu sensivelmente com a dose de 150 kg ha⁻¹. Estes resultados corroboram com os encontrados por Sarmiento et al. (2008), que avaliando o efeito do N no sistema radicular do capim Milênio encontrou valores máximos de massa de raízes no pós-pastejo na dose de 197 kg ha⁻¹. Outra hipótese constatada é que as raízes das plantas apresentaram um crescimento inicial lento após a adubação nitrogenada, indicando que possivelmente atrasou o crescimento e o aparecimento de novas raízes em detrimento de ter utilizado o N para a fitomassa aérea. A biomassa radicular apresentou a participação na camada superficial de 0 a 10 cm de profundidade de 81,7%, de 10 a 20 cm (15,7%) e de 20 a 40 cm (2,6%).

Em um Latossolo Vermelho, textura argilosa, Bono et al. (2000) não detectaram aumento de produção de biomassa radicular de capim-Tanzânia em lotação intermitente com o aumento da dose de N de 50 para 100 kg ha⁻¹, no entanto, houve

melhora na sua distribuição relativa no perfil do solo, pois as raízes atingiram maiores profundidades na dose de 100 kg ha⁻¹. Estes resultados corroboram com os obtidos considerando-se que a adubação foi parcelada em três aplicações observa-se um aumento da dose de N de 50 para 100 kg ha⁻¹ (Tabela 3).

A área radicular apresentou efeito significativo para as profundidades (Tabela 3). Na profundidade de coleta de raízes de 0 a 10 cm apresentou a maior área radicular ($P < 0,05$) em relação à camada de 10 a 20 cm. Para a característica diâmetro das raízes não apresentaram efeito significativo para os tratamentos e profundidades avaliadas. A aquisição de nutrientes pelas plantas no solo ocorre pelo crescimento das raízes e por meio de suas ramificações. Dessa maneira, a quantidade absorvida de nutrientes é determinada pela área superficial total de raízes e pela taxa de absorção por unidade de superfície de raiz (ANGHINONI; MEURER, 1999).

O comprimento das raízes e a densidade de raízes apresentaram efeito significativo para as profundidades avaliadas (Tabela 3). A profundidade de 0 a 10 cm apresentou o maior comprimento radicular e densidade de raízes ($P < 0,05$) em relação às demais camadas estudadas.

A deficiência de N prejudica o crescimento do sistema radicular (WHITEHEAD, 1990). Muller et al. (2001) verificaram menor densidade de raízes em pastagem degradada de capim-colonião (963 raízes contadas em telas de 50 x 50 cm) em comparação a uma pastagem produtiva (1190 raízes). Neste experimento, não foi verificado este efeito porque a pastagem encontrava-se com bom vigor de rebrota, não apresentava sinais de degradação e encontrava-se com boa fertilidade do solo (Tabela 1), o qual não apresentou diferença estatística em relação ao tratamento testemunha das doses de N estudadas.

As raízes têm como função primária a fixação da planta no solo, além da absorção de água e de íons. Funções como armazenamento, síntese de reguladores de crescimento, dispersão e propagação podem ser consideradas secundárias. Além disso, as raízes de plantas cultivadas em condições adequadas de solo podem ser consideradas secundárias. Além disso, as raízes de plantas cultivadas em condições adequadas de solo podem se tornar importante fonte de matéria orgânica (ANGHINONI; MEURER, 1999).

Na estação da primavera a biomassa radicular não apresentou diferença para o efeito das doses de N, no entanto para as profundidades de coleta de raízes foram significativas (Tabela 4). A profundidade de 0 a 10 cm apresentou a maior quantidade de raízes ($P < 0,05$) em relação às outras camadas. Estes resultados corroboram com os obtidos na literatura onde a biomassa radicular está concentrada na camada superficial do solo (SARMENTO, 2005).

Tabela 4 – Médias de biomassa radicular (BR, kg/m^3), área (mm^2), diâmetro (mm), comprimento (mm) e densidade de raízes (mm/cm^3) de capim-Tanzânia em função de três profundidades na estação da primavera de 2007.

Tratamentos	BR(kg/m^3)	Área(mm^2)	Diâmetro(mm)	Comp.(mm)	Dens.(mm/cm^3)
Doses de N					
0	1,43	1213,97	0,27 b	4517,82	4,75
50 kg ha^{-1}	1,19	1207,92	0,27 b	4506,99	4,80
100 kg ha^{-1}	1,75	1215,09	0,30 a	4042,33	4,19
150 kg ha^{-1}	1,32	1256,94	0,30 a	4202,54	4,43
Profundidades					
0-10 cm	3,12 a	1202,13	0,28 b	4370,46	5,57 a
10-20 cm	0,95 b	1203,48	0,30 a	4076,69	5,19 a
20-40 cm	0,21 c	1264,83	0,28 b	4505,12	2,87 b
CV(%)	33,3	12,4	7,6	12,5	12,9

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Podemos constatar que embora as doses de N não apresentaram diferenças estatísticas a biomassa radicular apresentaram a mesma tendência da obtida na estação do outono, ou seja, observa-se um aumento da dose de N de 50 para 100 kg ha^{-1} . Estes resultados corroboram com os encontrados por Bono et al. (2000) e Sarmento et al. (2008). A biomassa radicular amostrada apresentou a grande maioria na camada superficial de 0 a 10 cm de profundidade (73,0%), de 10 a 20 cm (22,0%) e de 20 a 40 cm (5,0%).

A maior concentração de raízes de gramíneas perenes está na camada superficial do solo, principalmente na camada entre 0 e 10 cm, mas a densidade dessas raízes varia entre as espécies de capins (HODGSON, 1990; WHITEHEAD, 1990; CORRÊA et. al., 1999). O crescimento radicular é afetado pela concentração de nutrientes no solo, pela disponibilidade de água, por fatores físicos do solo e por práticas de manejo da planta (ANGHINONI; MEURER, 1999).

Na primavera a área radicular e o comprimento de raízes não apresentaram diferenças estatísticas para as doses de N e profundidades de coletas (Tabela 4). O diâmetro das raízes apresentou efeito significativo das doses de N e para as profundidades de coletas.

A densidade das raízes apresentou efeito significativo para as profundidades de coletas. A profundidade de 20 a 40 cm apresentou a menor densidade radicular ($P < 0,05$) em relação às outras camadas (Tabela 4).

Na estação do verão/2008 a biomassa radicular apresentou efeito apenas para as profundidades de coleta de raízes (Tabela 5). A profundidade de 0 a 10 cm apresentou a maior quantidade de raízes ($P < 0,05$) em relação às outras camadas. Estes resultados corroboram com os obtidos na literatura onde a biomassa radicular está concentrada na camada superficial do solo. Podemos observar na profundidade de 0 a 10 cm o mesmo comportamento em relação às outras épocas de avaliação (outono e primavera) em que à medida que se elevou as doses de N diminuiu sensivelmente a biomassa radicular. O crescimento radicular é afetado pela concentração de nutrientes no solo, pela disponibilidade de água, por fatores físicos do solo e por práticas de manejo da planta (ANGHINONI; MEURER, 1999). Na avaliação da estação do verão a biomassa radicular está concentrada na camada superficial de 0 a 10 cm de profundidade (83,0%), de 10 a 20 cm (10,0%) e de 20 a 40 cm (7,0%).

Tabela 5 – Médias de biomassa radicular (kg/m^3), área (mm^2), diâmetro (mm), comprimento (mm) e densidade de raízes (mm/cm^3) de capim-Tanzânia em função de três profundidades na estação do verão de 2008.

Tratamentos	BR(kg/m^3)	Área(mm^2)	Diâmetro(mm)	Comp.(mm)	Dens.(mm/cm^3)
Doses de N					
0	0,98	2099,69	0,32	5953,88	6,14
50 kg ha^{-1}	0,99	1842,57	0,32	5146,47	5,58
100 kg ha^{-1}	1,51	1784,96	0,32	5025,14	5,38
150 kg ha^{-1}	1,25	1658,03	0,30	4787,67	5,25
Profundidades					
0-10 cm	2,96 a	1969,64	0,31	5583,77	6,84 a
10-20 cm	0,37 b	1701,22	0,33	5062,18	6,34 a
20-40 cm	0,22 b	1868,08	0,30	5038,92	3,58 b
CV(%)	39,8	16,7	14,4	22,7	21,2

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

A maior concentração de raízes de gramíneas perenes está na camada superficial do solo, Sarmento (2005) concluiu que cerca de 60% do sistema radicular de *Panicum maximum* estavam concentrados nas camadas de 0 a 10 cm de profundidade.

A área radicular, o diâmetro e o comprimento das raízes não apresentaram efeito das doses de N e profundidades de coleta (Tabela 5). Já Sarmento (2005) encontrou que o crescimento máximo das raízes em densidades de comprimento foi obtido com as doses de 192 kg ha^{-1} de N e em densidade de massa com a dose de 197 kg ha^{-1} de N. Entretanto, Singh (1996) detectou aumento do comprimento radicular para *Panicum maximum* cv. Makueni até a dose de 200 kg ha^{-1} de N.

A densidade das raízes apresentou efeito para as profundidades de coletas (Tabela 5). A profundidade de 20 a 40 cm apresentou a menor densidade radicular ($P < 0,05$) em relação às outras camadas, e se observa que as doses de N não alteraram a densidade.

A adubação nitrogenada geralmente aumenta mais o crescimento da parte aérea que da raiz do capim (CORSI et al., 2001). Quando há deficiência severa de nitrogênio, a adição desse nutriente deve resultar em acréscimo na massa de raízes; mas quando o fornecimento é muito elevado, a massa de raízes tende a ser reduzida (WHITEHEAD, 1990). Santos et al. (2001) e Batista (2002), trabalhando em casa de vegetação e utilizando sílica como substrato, estimaram que as doses de N necessárias para a produção máxima de massa seca das raízes da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foram, em média, 296 e 462 mg/L, respectivamente. Por outro lado, em experimento conduzido em condição semelhante à anterior, Lavres Júnior e Monteiro (2003) estimaram que para a obtenção do comprimento máximo das raízes do *Panicum maximum* cv. Mombaça é necessário o fornecimento de doses de N mais elevadas que as utilizadas, que foram 28; 112; 210; 336 e 462 mg/L.

Chaparro et al. (1995) constataram no final do segundo ano de experimento, decréscimo linear na produção de massa seca radicular à medida que houve aumento na frequência e na intensidade de desfolha do capim-elefante anão, em decorrência da provável falta de energia proveniente da fotossíntese. Plantas pastejadas a 10 cm do solo, a cada três semanas, apresentaram as menores densidades de massa de raízes, enquanto que plantas pastejadas a 46 cm do solo, a cada 12 semanas, apresentaram densidades de raízes 30 vezes maiores (24 versus 733 g/m³ MS). Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2000), que observaram em maiores ofertas de forragem para os animais, que as plantas apresentaram sistema radicular mais desenvolvido.

Pagotto (2001) detectou redução na taxa de crescimento do sistema radicular do capim-Tanzânia irrigado imediatamente após o pastejo. Três dias após o pastejo praticamente não houve crescimento de raízes, enquanto que 30 dias após o pastejo, para os resíduos pós-pastejo de 1.000, 2.500 e 4.000 kg ha⁻¹ de massa seca verde, a densidade de raízes vivas foi em torno de 9,2; 14,2 e 16,5 mg/100 cm³, respectivamente.

Harris (1978) relatou que a redução no crescimento das raízes, imediatamente após o pastejo por meio de desfolhas frequentes e intensas, pode causar diminuição na absorção de água e de nutrientes pela planta. Posteriormente, Corsi et al. (2001) salientaram que essa perda de parte do sistema radicular não deve ser vista somente pelo aspecto negativo, pois isso parece ser uma estratégia fisiológica da planta forrageira

para proporcionar rápida recuperação da parte aérea e diminuição da demanda de carbono pelo sistema radicular.

Sarmento (2005) avaliando o acesso de *Panicum maximum* BRA 006998 sob pastejo sob o efeito de doses de nitrogênio (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹ de N) no sistema radicular encontrou que as densidades de comprimento e de massa das raízes apresentavam valores máximos nas doses 204, 206, 192 e 197 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. A autora detectou que o crescimento das raízes (em densidade de comprimento) aumentou, até 29 dias após o pastejo para as doses 0, 150 e 300 kg ha⁻¹ de N e, na dose 450 kg ha⁻¹ de N, o aumento foi linear.

A deficiência de nitrogênio resulta em menor crescimento do sistema radicular (WHITEHEAD, 1990). Nesse aspecto, Muller et al. (2001) verificaram menor densidade de raízes em pastagem degradada de capim-colonião 9.963 raízes (contadas em telas de 50 x 50 cm) comparada com a pastagem produtiva (1.190 raízes). No presente experimento, devido à pastagem estar estabelecida há cinco anos e apresentar um bom vigor de rebrota, um bom estande de plantas e teor de carbono orgânico (Tabela 1) na ausência da adubação nitrogenada não conseguimos constatar diferenças marcantes em todos os parâmetros avaliados, os quais podem estar associados também a boa quantidade de massa seca de lâminas foliares no pós-pastejo e ao índice de área foliar residual (30 cm de altura do solo). Thornton e Millard (1996) concluíram que a massa seca de raízes das espécies *Festuca rubra* e *Lolium perene* é inversamente proporcional às intensidades de desfolha e, portanto, diretamente proporcional ao índice de área foliar residual do capim. Como no presente experimento em todos os tratamentos eram respeitadas estas duas regras de manejo as diferenças no sistema radicular não foram observadas.

Embora não se obtivesse diferença estatística pode-se observar que a biomassa radicular apresentou tendência de acúmulo de massa até 100 kg ha⁻¹ de N em todas as estações avaliadas (Tabelas 3, 4 e 5) e independente da dose de N utilizada cerca de 80% do sistema radicular do capim-Tanzânia estava concentrado na camada de 0 – 10 cm de profundidade.

Os poucos trabalhos sobre plantas forrageiras sob pastejo que incluem o estudo de raízes, frequentemente limitam-se em avaliar o peso seco das raízes ao final

do experimento. Porém devemos estimular os estudos que avaliem a dinâmica do sistema radicular.

Com relação às reservas orgânicas das raízes foram quantificados nas estações do outono e primavera, os resultados demonstraram que o maior acúmulo de CNE ocorre quando se utiliza adubação N entre 50 e 100 kg ha⁻¹, sendo estas doses semelhantes entre si (Tabela 6). No tratamento que recebeu 150 kg ha⁻¹ de N, o menor teor de CNE pode ser explicado pelo seu crescimento acelerado, o que certamente levou a maior crescimento de folhas e colmo devido à maior disponibilidade de N proveniente da adubação mineral, fazendo com que a planta forrageira mobilizasse maiores quantidades de CNE para a rebrota. Esse comportamento é similar aos encontrados por Rodrigues et al. (2007), que, trabalhando com capim-Xaraés observaram efeito das doses de N no aumento dos teores de N-total e redução dos teores de CNE, sendo as raízes o órgão de armazenamento.

Tabela 6 – Teores de carboidratos não-estruturais (CNE, g kg⁻¹) e N-total (%) em raízes de capim-Tanzânia em função das doses de N, profundidade de coleta e estação do ano.

Tratamentos	CNE (g kg ⁻¹)	N-total (%)
0 kg ha ⁻¹ de N	0,47 bc	0,57 a
50 kg ha ⁻¹ de N	0,65 a	0,60 a
100 kg ha ⁻¹ de N	0,55 ab	0,57 a
150 kg ha ⁻¹ de N	0,38 c	0,61 a
Profundidade de coleta		
0 – 10 cm	0,44 b	0,76 a
10 – 20 cm	0,50 b	0,46 b
20 – 40 cm	0,59 a	0,43 b
Estações do ano		
Outono	0,53 a	0,57 b
Primavera	0,50 a	0,60 a

Letras diferentes nas colunas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As raízes apresentaram teores mais baixos de CNE. Esta observação é consistente com o relato da literatura, de que, em gramíneas o principal órgão de reserva é à base do colmo (DAVIES, 1974; NASCIMENTO et al., 1980).

Com relação ao N-total, não houve diferença entre as doses de N estudados. Nas diferentes profundidades estudadas (Tabela 6), obteve-se maior concentração de CNE na região de 20-40 cm, não havendo diferença entre 0-10 e 10-20 cm. No entanto, para o N-total, obteve-se maior concentração na camada de 0-10 cm. Este resultado sugere que as raízes, além de ser local de reservas orgânicas, utilizem os CNE mais para o seu crescimento, enquanto que as reservas nitrogenadas seriam primeiramente destinadas a rebrota, justificando as maiores concentrações de CNE e N-total em profundidades de coleta distintas. Segundo Volenec et al. (1996), para as gramíneas, o N armazenado contribui para a rebrota da parte aérea, e a desfolha causou grande variação nas relações fonte-dreno de N, sendo que os tecidos das raízes atuam como fonte e a rebrota da parte aérea como forte dreno.

De acordo com Chapman e Lemaire (1996), cerca de 80% do N presente na parte aérea, formada na primeira semana após o corte ou pastejo, podem ser provenientes da translocação a partir de raízes e hastes, sendo o restante proveniente da absorção via solo. Entretanto, o padrão de remobilização dessas reservas nitrogenadas até novo tecido está associado à quantidade de N presente no sistema solo-planta (CORSI et al., 2001).

Lemaire et al. (1992), trabalhando com alfafa, observaram que, duas semanas após o corte, 40 kg de N ha⁻¹ foram aparentemente removidos das raízes para a rebrota da parte aérea. As reservas nitrogenadas nas raízes, coroa, base do colmo ou estolão contribuem com cerca de 40% a 43% do N nas folhas após 14 a 24 dias de rebrota na alfafa (OURRY et al., 1994).

Com relação às estações do ano, não houve diferença para CNE, enquanto que o N-total foi maior na primavera, devido à adubação N ser parcelada no período experimental (outono e primavera), em que as plantas às armazenaram como fonte de reservas.

Os teores de CNE e N-total na base do colmo (Tabela 7), apresentaram a mesma tendência. Tanto os teores de CNE quanto de N-total foram maiores no

tratamento com maior adubação nitrogenada (150 kg ha^{-1}). Isto se justifica porque nos maiores níveis de MS, por estarem com maior quantidade de folhas verde e conseqüentemente, maior quantidade de tecidos fotossintetizante, verifica-se a maior concentração de CNE, assim como maior teor de N-total devido à adubação nitrogenada.

Tabela 7 – Teores de carboidratos não-estruturais (CNE, g kg^{-1}) e N-total (%) na base do colmo de capim-Tanzânia em função das doses de N e estação do ano.

Tratamentos	CNE (g kg^{-1})	N-total (%)
0 kg ha^{-1} de N	0,69 b	0,64 c
50 kg ha^{-1} de N	0,87 ab	0,86 b
100 kg ha^{-1} de N	0,81 ab	0,99 ab
150 kg ha^{-1} de N	0,93 a	1,05 a
Estações do ano		
Outono	1,26 a	0,94 a
Primavera	0,39 b	0,84 b

Letras diferentes nas colunas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O aumento nos teores de N-total nos órgãos de reservas promovido pelas maiores doses de N pode ser um fator favorável após a desfolha, tanto por corte ou pastejo desse cultivar, pois, segundo Chapman e Lemaire (1996), até cerca de 80% do nitrogênio presente na parte aérea das plantas formada na primeira semana, após o corte, podem ser provenientes da translocação do N a partir das raízes e das hastes, sendo o restante proveniente da absorção via solo. Com isso ressalta-se a importância da adubação N para a recuperação da planta após desfolha.

Os teores de CNE encontrados nas raízes variaram de $0,38$ a $0,65 \text{ g kg}^{-1}$. Já os teores de CNE na base do colmo variaram de $0,39$ a $1,26 \text{ g kg}^{-1}$. Esses teores estão abaixo da amplitude de variação para as gramíneas tropicais que, segundo Soares Filho (1991), Soares Filho et al. (1992), Carvalho et al. (2001) e Lupinacci (2002), de 10 a

140 g kg⁻¹, provavelmente devido porque as raízes foram avaliadas cerca de quatorze dias após o pastejo e adubação N e, portanto não ocorreu tempo suficiente para haver o acúmulo de CNE na planta.

Gomide et al. (2002) avaliando morfofisiologicamente a rebrota do capim-Mombaça encontrou que a desfolha reduziu os teores de CNE das raízes e base do colmo, principalmente nas plantas com desfolha total e nos primeiros cinco dias de idade de rebrota.

Nas estações do outono e primavera, observa-se que a concentração de CNE e N-total foram maiores no outono, devido às condições climáticas desfavoráveis para o crescimento da planta, ocorrendo economia das mesmas. No entanto, na estação da primavera, além de ser utilizado para a rebrota, o CNE apresentou maior redução quando comparado com o N-total. Isto pode sugerir que o CNE da base do colmo é mais utilizado para a rebrota do que o armazenado nas raízes. Segundo Evangelista e Rocha (1997), durante o inverno, a quantidade de reservas orgânicas diminui lentamente, pois a planta a utiliza em pequena escala. Entretanto, na primavera, com desenvolvimento inicial da parte aérea, a queda se acentua, porém, logo se estabiliza, pois a planta começa a sintetizar compostos orgânicos. Ocorre um aumento nas reservas durante o verão, chegando ao máximo durante o outono, quando começa a decrescer novamente.

Conclusão

A biomassa radicular da pastagem avaliada está concentrada 80% na camada superficial do solo.

A adubação nitrogenada acima de 100 kg ha⁻¹ pode estimular o crescimento acelerado da planta forrageira, reduzindo sua capacidade de armazenamento de CNE nas raízes. No entanto, favorecem o armazenamento de CNE e N-total na base do colmo.

As concentrações de CNE e N-total na base do colmo foram mais elevadas no período do outono, demonstrando que sua utilização é maior na primavera devido às condições favoráveis ao crescimento da planta.

A planta apresenta maior reserva de N-total na camada de 0-10 cm das raízes, bem como maior reserva de CNE na base do colmo.

Referências

ADJEI, M. B.; et al. Effect of stocking rate on the location of storage carbohydrates in the stubble of tropical grasses. **Tropical Grasslands**, v. 22, n.2, p.50-56, 1988.

ANGHINONI, I.; MEURER, E.J. Eficiência de absorção de nutrientes pelas raízes. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E ESTUDO DE CASOS. Aracajú, 1999. **Anais...** Aracajú: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 1999. p.57-88.

ALMEIDA, E.X.; et al. Oferta de forragem de capim elefante anão “Mott” e a dinâmica da pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.1281-1287, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. (Gaithersburg, Estados Unidos). **Official methods of analysis**. 15th ed. Richmond: AOAC, 1990. 1298 p.

BATISTA, K. **Respostas do capim-Marandu a combinações de doses de nitrogênio e enxofre**. 2002. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BONO, J.A.M.; et al. Biomassa e área do sistema radicular e resistência do solo à penetração em pastagens de *Panicum maximum* sob pastejo rotacionado (CD ROM). In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa:SBZ, 2000.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv Tanzânia) submetido a frequências e intensidade de pastejo.** 2004. 205p. Tese (Doutorado). Universidade federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2004.

CARVALHO, C.A.B.; et al. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Revista Scientia Agrícola**, v. 58, n.4, p. 667-674, 2001.

CÔRREA, A.R. Forrageiras: aptidão climática do Estado do Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G., et al. **Forragicultura no Paraná**. Londrina: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 1996. 2. p.15-22.

CORRÊA, M.R.; et al. Produção de raízes em cinco forrageiras tropicais sob pastejo rotacionado na região dos cerrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. (CD-ROM).

CORSI, M.; et al. Sistema radicular: dinâmica e resposta a regimes de desfolha. In: MATTOS, W.R.S. et al. (Eds). Produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2001. P.838-852.

CECATO, U.; et al. Teores de carboidratos não-estruturais, nitrogênio total e peso seco de raízes em Coastcross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) pastejado por ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.3, p.644-650, 2001.

CHAPARRO, C.J.; et al. Defoliation effects on “Mott” elephant grass productivity and leaf percentage. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, p.981-985, 1995.

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 171p.

EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. **Forragicultura**. Lavras-MG: UFLA/FAEP; 246p. 1997.

GOMIDE, C.A.; et al. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2165-2175, 2002.

HARRIS, W. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: WILSON, J.R. (ed.). **Plant relations in pastures**. Melbourne:CSIRO, 1978. P.67-85.

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

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture utilization**. Australia: Cambridge University Press. 206 p. 1991.

HUTTON, H.W. **The effect of nitrogen fertilization on short-term fine root dynamics in a Barrier Island dune Community.** Georgia: Old Dominion University, 2001. 44 p. Thesis (Master of Science). Old Dominion University, 2001.

LEMAIRE, G.; et al. Dynamics of accumulation and partitioning of N in leaves, stems and roots of Lucerne (*Medicago sativa* L.) in dense canopy. **Annals of Botany**, London, v.70, p.429-435, 1992.

LAVRES JÚNIOR., J.; MONTEIRO, F.A. Perfilamento, área foliar e sistema radicular do capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.32, p.1068-1075, 2003.

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

MULLER, M.M.L.; et al. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.1409-1418, 2001.

NABINGER, C. Eficiência sobre o uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1997, **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 213-252.

NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; et al. Alguns aspectos morfológicos de três gramíneas de clima tropical. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.1, p.142-158, 1980.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. Fisiologia do Crescimento e Composição Química. Disponível em: <[http:// www.forragicultura.com.br](http://www.forragicultura.com.br)>. Acesso em 07 out. 2003.

OURRY, A.; et al. Nitrogen reserve mobilization during growth of *Medicago sativa* L: relationship between availability and regrowth yield. **Plant Physiology**, New Delhi, v.105, p.831-837, 1994.

PAGOTTO, D.S. **Comportamento do sistema radicular, reservas orgânicas e mineralização líquida do nitrogênio do solo em pastagem irrigada de capim-Tanzânia submetida a diferentes intensidades de pastejo**. 2001. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2001.

RODRIGUES, R.C.; et al. Reservas orgânicas, relação parte aérea-raiz e C-N e eliminação do meristema apical no capim-Xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. **Revista Ciência animal Brasileira**, v.8, n.3, p.505-514, 2007.

SANTOS, I. P. A., et al. Resposta a fósforo, micorriza e nitrogênio de Braquiarião e amendoim forrageiro consorciados. 1. Rendimento de matéria seca da parte aérea e da raiz. **Ciências Agrotécnicas**, v.25, n.5, p. 1206-1215, 2001.

SARMENTO, P. **Respostas agronômicas e morfológicas de *Panicum maximum* (acesso BRA-006998) sob pastejo, à adubação nitrogenada**. 2005. 92f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

SARMENTO, P.; et al. Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. Cv. IPR-86 Milênio adubado com nitrogênio e submetido à lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.27-34, 2008.

SOARES FILHO, C.V. **Variação sazonal de parâmetros bioquímicos-fisiológicos em *Braquiária decumbens* estabelecida em pastagens.** Piracicaba, 1991. 110f. Dissertação (Mestrado) – Escola superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOARES FILHO, C. V.; et al. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. 2.Variação sazonal de parâmetros bioquímico-fisiológicos.. **Revista Pasturas Tropicales**, v.14, p.7-13, 1992.

SAS – Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT Procedure guide personal computers.** 9. ed. Cary, NC. Inst, 1999. 334p.

SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal:UNESP, FCAV, 1997, p1-62.

SINGH, K.A. Effect of age, cutting interval, nitrogen ad farmyard manure on root-growth parameters of forage grasses in an acid inceptisol. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.66, p.38-44, 1996.

SINGH, K.A. Effect of nitrogen levels on yield, root biomass distribution, nitrogen recovery by forage grasses and changes in soil properties of acid Inceptisol. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.69, p.551-554, 1999.

SMITH, D. The nonstructural carbohydrates. In: BUTTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Ed) **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, 1973. p. 105-155.

THORNTON, B.; MILLARD, P. Effects of severity of defoliation on root functioning in grasses. **Journal of Range Management**, York Street, v.49,p.443-447, 1996.

VOLENEC, J.J.; OURRY, A.; JOERN, B.C. A role to nitrogen reserves in the resprout of forages and tolerance for stress. **Physiologia Plantarum**, v. 97, p. 185-193, 1996.

WERNER, J.C.; et al. Forrageiras. In: RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO, 2 ed. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. p. 263-273.

WHITEHEAD, D.C. **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 1990. 397p.