

Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão

Valéria Pacheco Batista Euclides⁽¹⁾, Fernando Paim Costa⁽¹⁾, Manuel Cláudio Motta Macedo⁽¹⁾, Renata Flores⁽²⁾ e Marcelo Paschoal de Oliveira⁽¹⁾

⁽¹⁾Embrapa Gado de Corte, Rod. BR 262, Km 04, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS. E-mail: val@cnpqg.embrapa.br, paim@cnpqg.embrapa.br, macedo@cnpqg.embrapa.br, marcelo@cnpqg.embrapa.br ⁽²⁾Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Av. Senador Felinto Muller, nº 2.443, Vila Ipiranga, CEP 79070-900 Campo Grande, MS. E-mail: renata@cnpqg.embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o ganho de peso vivo, a capacidade de suporte e a eficiência bioeconômica em pastos de *Panicum maximum*, cultivar Tanzânia, com aplicação de uma segunda dose de adubação nitrogenada no final do verão. Anualmente foram aplicados em cobertura: 50, 17,48, e 33,2 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente, em novembro. A metade da área recebeu 50 kg ha⁻¹ de N adicional em março. Os tratamentos foram pastos de capim-tanzânia com 50 e 100 kg ha⁻¹ de N. Os piquetes foram submetidos ao pastejo rotacionado. Foram utilizados quatro animais por piquete, e animais adicionais foram colocados e removidos para manter resíduos semelhantes pós-pastejo. Não houve efeito da adubação nitrogenada sobre o ganho médio diário. No entanto, o pasto adubado com 100 kg ha⁻¹ de N (1,8 UA ha⁻¹) resultou em maior capacidade de suporte e maior produtividade (780 kg ha⁻¹ por ano de PV) do que o adubado com 50 kg ha⁻¹ de N (1,5 UA ha⁻¹) e com 690 kg ha⁻¹ por ano de PV, em média. A eficiência da conversão do N em produto animal foi de 1,8 kg de PV por hectare para cada quilograma adicional de N aplicado. O uso da adubação nitrogenada no final do verão é uma alternativa bioeconomicamente viável para a produção sustentável de carne.

Termos para indexação: *Panicum maximum*, análise econômica, Cerrado, manejo de pastagem, oferta de forragem, taxa de lotação.

Biological and economic efficiency of *Panicum maximum* fertilized with nitrogen in the end of summer

Abstract – The objective of the work was to estimate animal live weight gain, the pasture carrying capacity, and the bioeconomic efficiency of *Panicum maximum*, cultivar Tanzânia pastures, with a second application of nitrogen fertilizer in the end of summer (March). Maintenance fertilizer was 50, 17.5 and 33.2 kg ha⁻¹ of N, P and K, respectively, applied annually in November. Besides, in half of the area, an additional 50 kg ha⁻¹ of N was applied in March. Treatments were tanzânia pastures with two levels of nitrogen fertilization, 50 and 100 kg ha⁻¹. The paddocks were submitted to a rotational grazing. Four steers were kept in each paddock, and additional steers were allocated and removed to assure similar postgrazing residues. There was no effect of N fertilization on average daily gain. However, the pasture fertilized with 100 kg ha⁻¹ de N (1,8 UA ha⁻¹) resulted in greater carrying capacity and productivity (780 kg ha⁻¹ of liveweight per year) than that observed in the one fertilized with 50 kg ha⁻¹ de N (1,5 UA ha⁻¹) and productivity of 690 kg ha⁻¹ per year of liveweight, on average. The efficiency of N conversion into animal product was 1.8 kg LW ha⁻¹ for each additional kilogram of N applied. Additional N fertilization in March, is a bioeconomically viable alternative for producing sustainable beef.

Index terms: *Panicum maximum*, economic analysis, Cerrado, forage allowance, pasture management, stocking rate.

Introdução

Duas são as rotas de obtenção de N pela planta, uma interna via senescência foliar, e a segunda externa via deposição de fezes e de urina ou por meio da aplicação de fertilizantes. Pela rota interna, há menores perdas de N no ecossistema pastagem do que pela externa, que

pode resultar em perdas por lixiviação e por emissões gasosas. O retorno do N, por meio da deposição feita pelo animal, é bastante heterogênea, o que além de resultar em baixa eficiência no uso do N, leva à criação de mosaicos dentro da pastagem e a modificações locais nos padrões de desfolhação (Braz et al., 2003).

É consenso na literatura relacionada à adubação nitrogenada que este nutriente é responsável pela sustentabilidade da produção, principalmente quando todos os demais estão com o suprimento adequado (Macedo, 1995; Werner et al., 1996; Cantarutti et al., 1999; Cantarella et al., 2002). Cadish et al. (1994) estimaram que o déficit anual de N, em gramíneas tropicais cultivadas em solos de cerrado, é da ordem de 60 a 100 kg ha⁻¹. Portanto, para manter a sustentabilidade da produção, alguma adubação nitrogenada de manutenção se faz necessária. Euclides et al. (2007) observaram que, em pastos de capim-tanzânia, a adubação com 50 kg ha⁻¹ de N por ano foi suficiente para manter a produção de forragem estável durante três anos, tendo requerido, todavia, a partir do quarto ano de utilização do pasto, o aumento da dose de N para 100 kg ha⁻¹ por ano.

Em sistemas com uso moderado de insumos, Werner (1971) sugeriu o uso estratégico do fertilizante nitrogenado para diminuir a estacionalidade da produção forrageira. Euclides et al. (2007) observaram que a aplicação de 50 kg ha⁻¹ por ano de N adicional, em março, diminuiu a estacionalidade da produção forrageira, além de produzir forragem de maior valor nutritivo durante o outono.

Vários resultados experimentais com diferentes gramíneas têm mostrado efeitos benéficos de quantidades crescentes de N por hectare, sobre a produção de matéria seca. Gomide (1985) apresentou resultados de vários experimentos com capim-colômbio, em que a eficiência de conversão atingiu até 32,1 kg de MS por quilograma de N aplicado. Respostas lineares

ao suprimento de N, em termos de perfilhamento e de produção de matéria seca do capim-tanzânia, também foram encontrados por Balsalobre et al. (2002).

No entanto, segundo Hodgson (1990), a planta, para consecução do seu processo fundamental de alimentação, utiliza a energia solar, a água e os nutrientes do solo para a produção de tecido vegetal. Em um sistema de produção animal há mais dois importantes estádios a serem considerados, pois primeiro a planta deve ser consumida para, só então, ser convertida em produto animal. Cada um desses estádios tem a sua própria eficiência, e a sua combinação é que irá determinar a produção animal alcançada (quilograma de peso vivo por área). Assim, a eficiência da adubação nitrogenada deveria ser expressada em produto animal, o que para bovinos de corte pode traduzir-se em quilogramas de ganho de peso por quilo de N aplicado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção animal, a taxa de lotação e a eficiência bioeconômica de pastos de *Panicum maximum*, cultivar Tanzânia, com e sem a aplicação de adubação de N no final do verão.

Material e Métodos

Este experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, de novembro de 1993 a abril de 1999. O padrão climático da região é segundo Köppen, o da faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido. A precipitação média anual é de 1.560 mm, e o período considerado de seca vai de maio a setembro (30% da precipitação anual). O balanço hídrico do período experimental encontra-se na Figura 1.

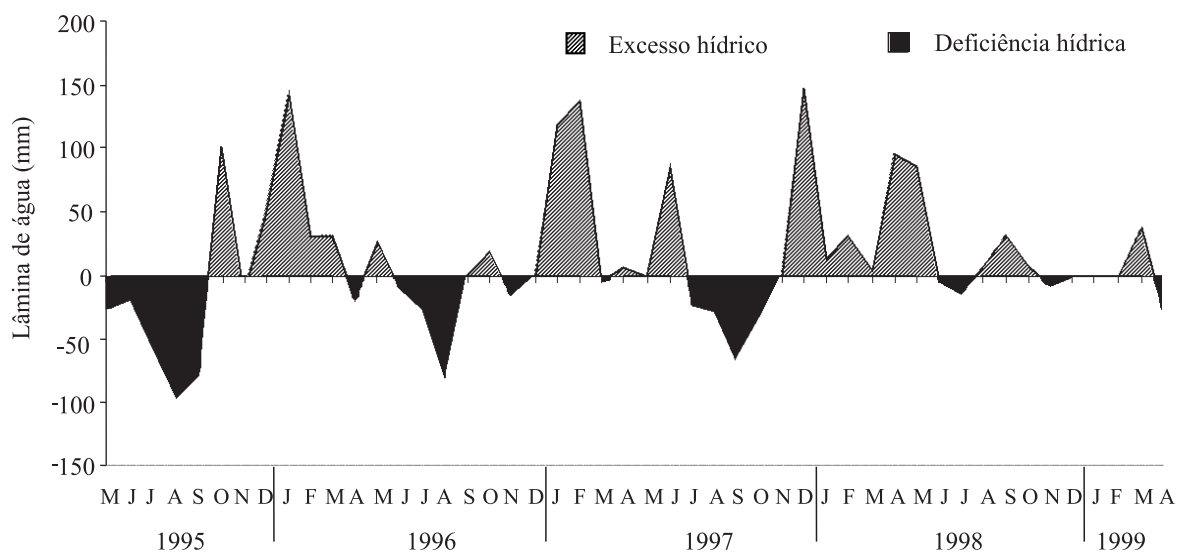


Figura 1. Balanço hídrico mensal, de maio de 1995 a abril de 1999.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 1999). Após a derrubada da vegetação de cerrado e preparo do solo, foram feitas a correção e a adubação, que consistiram de 3,7 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 73%), 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 75 kg ha⁻¹ de K₂O e 50 kg ha⁻¹ de FTE BR-12. Foram semeados 2 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis de capim-tanzânia (*Panicum maximum*, cultivar Tanzânia). Após a cobertura das sementes, com a passagem de uma grade niveladora fechada, foi feita a compactação do solo com um rolo compactador, constituído de pneus.

Anualmente, em outubro, foram aplicados em cobertura 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O e, em novembro, 50 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia e de sulfato de amônio, em anos alternados. Em setembro de 1995 e 1997, foram aplicados, em cobertura, 1,2 e 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 80%), respectivamente, com o objetivo de se manter a saturação por bases do solo em pelo menos 40%. A metade da área recebeu 50 kg ha⁻¹ de N adicional, em março, na forma de uréia e sulfato de amônio em anos alternados.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com dois tratamentos, 50 e 100 kg ha⁻¹ de N, e duas repetições. Os pastos foram implantados em fevereiro de 1994, mas por problemas operacionais, só foi possível iniciar o experimento em maio de 1995.

Os piquetes de 1,5 ha foram subdivididos em seis, manejados sob lotação intermitente, com sete dias de utilização e 35 dias de descanso. Cada piquete foi pastejado por quatro novilhos Nelore (animais avaliadores), distribuídos ao acaso. Animais reguladores, da mesma categoria, foram colocados e removidos de cada piquete, de acordo com a disponibilidade de forragem, assegurando, entre os tratamentos, resíduos pós-pastejo em torno de 2,5 t ha⁻¹ de matéria seca. Anualmente, em maio, os animais foram substituídos por outros animais da mesma categoria.

Os animais receberam água e uma mistura mineral completa, à vontade. O manejo sanitário dos animais foi o recomendado pela Embrapa Gado de Corte. A cada 42 dias, todos os animais eram pesados, após jejum de 15 horas. Por meio do ganho diário de peso dos animais-teste, estimou-se a qualidade do pasto. Foi também computado o número de dias em que os animais adicionais permaneceram na pastagem. Assim, os animais-teste e os adicionais, combinados, possibilitaram as estimativas da capacidade suporte e da produção por área.

A eficiência da adubação nitrogenada foi estimada, tendo-se dividido o acréscimo no ganho de peso corporal

(PC) por área, quando se aumentou a adubação nitrogenada de 50 para 100 kg ha⁻¹ de N; por 50 kg adicional de N aplicado, expressada em quilograma de PV por quilograma de N aplicado.

Os pastos foram amostrados no pré e no pós-pastejo. Para se estimar a massa de forragem, foram cortadas, a 15 cm do solo, 24 amostras de 1 m², ao acaso, em cada piquete, as quais foram divididas em duas subamostras: uma foi secada e pesada, e a outra foi separada em lâmina foliar, colmo (bainha e colmo) e material morto (Euclides et al., 2007). A oferta de lâminas foliares foi calculada, tendo-se utilizado a massa de matéria seca de lâminas foliares média, presente durante o período, dividida pelo total de PC.

O ganho médio diário, a taxa de lotação e a oferta de lâminas foliares foram analisadas por meio de modelo matemático com os efeitos fixos de tratamento, bloco, e mês dentro de ano experimental, e as interações entre esses, de acordo com Steel & Torrie (1980).

O ganho de peso por área foi analisado por meio de modelo matemático com os efeitos fixos de tratamento, bloco e ano de avaliação, e as interações entre esses (Steel & Torrie, 1980). Foram, ainda, analisadas as correlações entre as respostas do animal e as características estruturais e químicas da forrageira.

Todas as análises foram feitas pelo método dos quadrados mínimos, pelo procedimento General Linear Model (SAS Institute, 1996). Os comandos Random e Test foram utilizados, para a identificação e a realização dos testes apropriados para cada variável independente. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; no caso de interações significantes, a comparação de média foi realizada por meio de contrastes, a 5% de probabilidade.

A viabilidade econômica da aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N em capim-tanzânia foi avaliada por meio da técnica da orçamentação parcial, cujos aspectos conceituais são descritos por Hoffmann et al. (1984) e Barnard & Nix (1994). Exemplos de uso desta técnica, na avaliação de resultados experimentais, podem ser vistos em Costa et al. (1982, 1992) e Sousa et al. (1983). No presente estudo, calcularam-se custos, benefícios e benefícios líquidos (benefícios menos custos) adicionais por hectare, em relação à aplicação de 50 kg. A dose de 50 kg ha⁻¹ de N é uma recomendação generalizada, para garantir o balanço anual de N do sistema solo-pasto-animal próximo de valores positivos, sem acentuação do déficit (Macedo, 2004). Por isso, foi tratado, na orçamentação parcial realizada, como tratamento-testemunha.

O cálculo dos custos adicionais levou em conta os seguintes itens: adubo nitrogenado; distribuição do adubo; insumos como sal mineral, vacina contra aftosa, vermífugo e outros medicamentos, demandados pelos animais adicionais, resultantes da maior capacidade de suporte; e juros sobre o capital imobilizado nos animais adicionais.

Como a adubação foi feita com uréia e sulfato de amônio, aplicados de forma alternada ao longo dos anos de experimentação, optou-se por considerar a média do custo dessas duas fontes de nitrogênio. Os preços dos insumos, vigentes na praça de Campo Grande, referem-se a novembro de 2006 (Boletim Pecuário Semanal, 2006b), mês em que foi adquirido o adubo para o experimento. O preço do macho Nelore de 151 kg, usado no cálculo dos juros, foi aquele ocorrente em Campo Grande em maio de 2007 (Boletim Pecuário Semanal, 2007).

Os benefícios adicionais foram calculados com base no aumento de produção, em razão da maior capacidade de suporte (média das estações das águas e da seca, para os cinco anos observados), do tratamento com 100 kg de N, uma vez que os ganhos de peso por animal não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. As capacidades de suporte consideradas foram: para a adubação de 50 kg de N, 2,73 novilhos por hectare, e para a adubação de 100 kg de N, 3,16 novilhos por hectare. A capacidade de suporte adicional, da ordem de 0,43 novilho por hectare, foi

multiplicada pela média geral do peso final dos novilhos (305 kg), tendo-se obtido, assim, a produção adicional de 130 kg de peso vivo. Esse produto foi valorado monetariamente, tendo-se considerado o preço do quilograma de um novilho vivo Nelore de 305 kg, em Campo Grande, em maio de 2007 (Boletim Pecuário Semanal, 2007).

A viabilidade de sistemas de produção, que usam adubo nas pastagens, está sujeita a incertezas nos preços dos adubos e dos bovinos, entre outras variáveis. Para levar em conta este fato, calcularam-se as variações nos preços do adubo e do novilho que tornam nulos os benefícios líquidos adicionais, além do que se tem prejuízo. Adicionalmente, processou-se a análise com preços do gado, vigentes em maio de 2006 (Boletim Pecuário Semanal, 2006a).

Resultados e Discussão

As massas de forragem, as porcentagens dos componentes morfológicos e o valor nutritivo dos pastos foram apresentados por Euclides et al. (2007). O pasto adubado com 100 kg ha⁻¹ de N (N100) suportou maior taxa de lotação (TL), do que aquele adubado com 50 kg ha⁻¹ de N (N50); as médias anuais das taxas de lotação (TL) foram de 2,3 e 2±0,07 UA ha⁻¹, respectivamente. Foi observada, também, interação entre os efeitos das doses de adubação nitrogenada e mês, dentro de ano experimental (Figura 2). A adubação dos

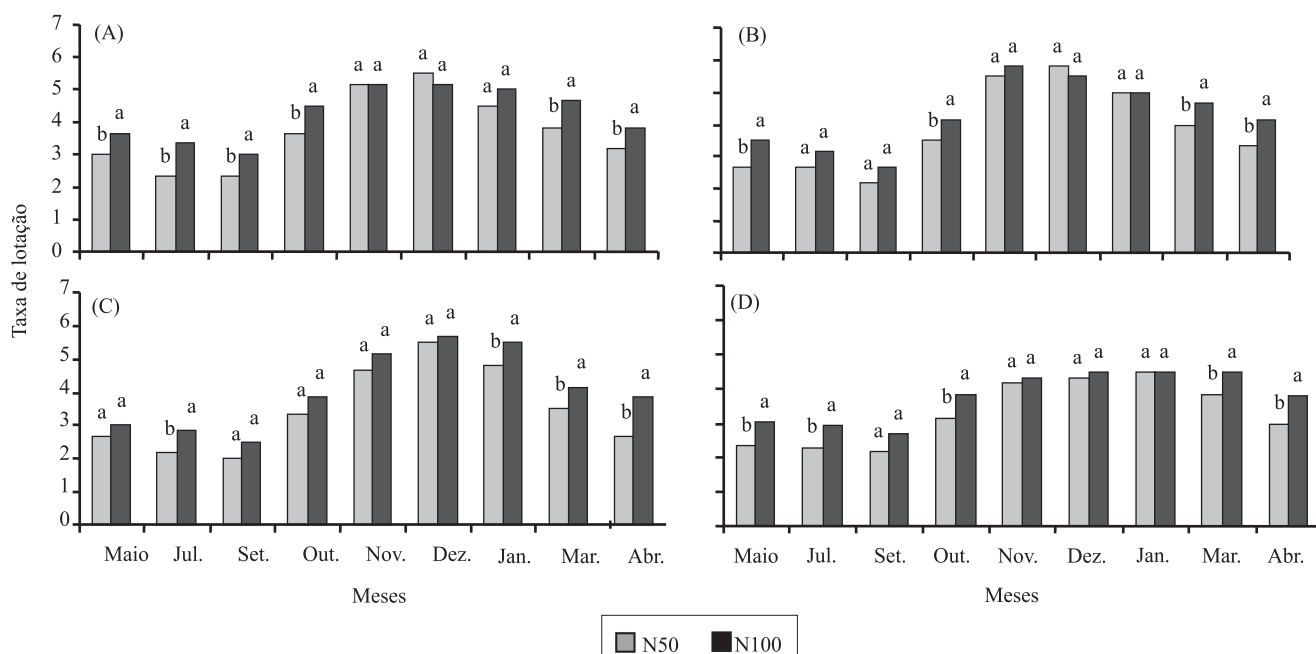


Figura 2. Médias dos quadrados mínimos, para as taxas de lotação (novilhos de 250 kg por hectare) dos pastos de *P. maximum* cultivar Tanzânia, com dois níveis de adubação nitrogenada (N50 e N100) para os anos de 1995/1996 (A), 1996/1997 (B), 1997/1998 (C) e 1998/1999 (D).

50 kg ha⁻¹ de N adicional, aplicada em março, resultou em aumento da TL a partir desse mês, e se prolongou, conforme o ano, por parte ou por todo o período seco. Isto pode ser explicado pelo maior acúmulo de forragem, durante o outono, nos pastos adubados em março, o que resultou em maior massa de forragem para ser utilizada no período seco (Euclides et al., 2007), e possibilitou o aumento da TL.

Independentemente da dose de adubação nitrogenada e do ano experimental, as TLs foram maiores no período das águas, quando comparada ao período seco (Figura 2). Essa variação na taxa de lotação foi consequência do manejo adotado, uma vez que ela foi ajustada de acordo com a massa de forragem. Houve grande variação na disponibilidade de forragem entre os períodos das águas e o seco, consequência, principalmente, do déficit hídrico (Figura 1), e as produções médias de forragem de 2,5 e 1,4 t ha⁻¹ (pasto com N50) e de 2,8 e 1,7 t ha⁻¹ de matéria seca verde (pasto com N100), respectivamente, para os períodos das águas e seco (Euclides et al., 2007), o que resultou em decréscimo na TL de 2,4 para 1 UA ha⁻¹. Variações nas taxas de lotação, ao longo do ano, também foram observadas por Penati (2002) e Maya (2003), em pastos de capim-tanzânia.

Foram, também, observadas diferenças significativas entre os anos. As TLs foram semelhantes nos dois primeiros anos e superiores ao terceiro que, por sua vez, foi superior ao quarto ano, com médias de 2,27, 2,21, 2,09 e 1,95±0,09 UA ha⁻¹, respectivamente. Não houve interação ($p>0,05$) entre os efeitos de ano experimental e adubação nitrogenada. Assim, provavelmente, parte do decréscimo da capacidade de suporte dos pastos de capim-tanzânia pode ser explicada pelo teor de fósforo no solo. A análise de solo da camada arável apresentou queda nos teores médios de P, disponível no extrator de Mehlich-1, tendo mostrado a seguinte dinâmica: 1,70, 2,79, 2,21, 3,35, 1,98 e 1,71 mg dm⁻³, nos anos de 1994 (antes da adubação de estabelecimento), 1994 (depois da adubação), 1995, 1996, 1997 e 1998, respectivamente, apesar da adubação anual de manutenção de 1995 em diante, de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os valores médios de P no solo, no extrator da resina trocadora de ânions, dessa mesma dinâmica, foram, respectivamente aos anos mencionados: 3,40, 6,72, 4,13, 3,88, 3,73 e 3,01 mg dm⁻³. Os teores de P no solo, para o estabelecimento do capim-tanzânia em Latossolo argiloso do Cerrado, segundo Vilela et al. (2002), devem ser ao redor de 4 e 8 mg dm⁻³, em Mehlich-1 e na resina trocadora de ânions, respectivamente. Macedo (2004) e Sousa et al. (2004)

indicam que os teores de P no solo deveriam ser mantidos em torno de 80%, no mínimo, em relação aos exigidos para o estabelecimento, e que, para produções animais de 500 kg ha⁻¹ por ano de PC ou mais, devem ser aplicados de 40 a 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ por ano. Assim, a dose de P₂O₅ utilizada, de 40 kg ha⁻¹ por ano, não teria sido suficiente para manter o potencial produtivo do capim-tanzânia, mesmo na dose de N100, principalmente em relação à oferta de massa seca verde e lâminas foliares, fontes determinantes da produção animal em pasto. Macedo (2004) demonstrou haver alta correlação positiva entre os teores de P e a produção de massa seca verde, em forrageiras tropicais no Cerrado.

Não houve efeitos das doses de adubação nitrogenada e do ano experimental sobre o ganho diário médio (GMD). Os animais ganharam, em média, 455 e 430±44 g por novilho, nos pastos adubados com N50 e N100, respectivamente. A falta de resposta do GMD à adubação nitrogenada também foi observada por Canto (2003), com adubação nitrogenada de 300 a 700 kg ha⁻¹. No entanto, os animais ganharam mais peso durante o período das águas, comparado ao período seco (Figura 3), que foi, em média, 616 e 160±32 g por novilho por dia, respectivamente. Uma vez que existe alta correlação entre consumo de nutrientes digestíveis e ganho por animal, pode-se admitir que o menor ganho de peso, durante o período seco, foi consequência de menor ingestão de nutrientes nesse período. Isto pode ser confirmado pelos consumos médios de matéria seca de 2,3 e 3% do PV, para os períodos da seca e das águas, respectivamente, encontrados por Brâncio et al. (2003), que trabalharam na mesma área, com as mesmas doses de adubação nitrogenada, em pastos de capim-tanzânia.

Houve, também, interação entre doses de adubação nitrogenada e mês, dentro de ano, para o ganho diário médio (Figura 3). Independentemente da dose de adubação nitrogenada, variações, ao longo do ano, no GMD de animais, em pastos de capim-tanzânia, também foram observadas por Penati (2002), Maya (2003) e Difante (2005).

Entre as características estruturais dos pastos, as de maior importância são aquelas que determinam o consumo voluntário de nutrientes digestíveis (Mertens, 1994). Cosgrove (1997) sugeriu que a produção do animal em pasto apresenta dependência direta do consumo diário de forragem e indireta dos efeitos que o processo de pastejo exerce sobre a composição da forragem, a estrutura do relvado e a produtividade do pasto. Assim, além do valor nutritivo da forrageira, as características estruturais do pasto tornam-se

importantes controladores do consumo de forragem pelos animais.

Euclides et al. (1999) observaram, para as cultivares de *P. maximum*, Colômbio, Tanzânia e Tobiata, independência entre a massa de forragem total e o consumo de forragem; no entanto, encontraram correlação positiva entre massa de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) e a ingestão de forragem pelos animais. Almeida et al. (2000) e Gontijo Neto et al. (2006) também observaram que a oferta de MSLF pode limitar o consumo voluntário de forragem, e conseqüentemente a produção animal.

Assim, optou-se por expressar a oferta diária de forragem em MSLF. As ofertas de MSLF foram semelhantes entre os pastos adubados com N50 e N100, em média 19,1 e 19,5±0,7 kg de MSLF por 100 kg de peso corporal (PC), respectivamente. No entanto, a oferta diária de LF foi maior no período das águas do que no seco, em média 23,1 e 15,8±0,9 kg de MSLF por 100 kg de PC, respectivamente (Figura 4). Houve também efeito de ano experimental, com as médias de 19,2, 18,6, 21,6 e 23,2±1,2 kg de MSLF por 100 kg de PC, para o primeiro, segundo, terceiro e quarto anos, respectivamente. Apesar

destas variações, pode-se assumir que o ajuste da taxa de lotação, ao longo dos anos, foi adequada uma vez que foi observada correlação positiva entre a massa de LF no pré-pastejo e o GMD, tanto no período das águas ($r = 0,86$) quanto no seco ($r = 0,71$), e não houve correlação ($p > 0,28$) entre o ganho de peso corporal e a taxa de lotação, nos períodos das águas ($r = 0,37$) e no seco ($r = 0,41$), o que indica que os pastos foram manejados em suas capacidades de suporte.

Durante o período das águas (outubro a abril), independentemente do nível de adubação nitrogenada e do ano experimental, as ofertas de LF foram superiores a 20 kg de MSLF por 100 kg de PC (Figura 4), valor este encontrado por Gontijo Neto et al. (2006), em pastos de capim-tanzânia, como sendo a oferta de MSLF em que os animais apresentaram ingestão máxima de matéria seca. Isto indica que a oferta de forragem não foi fator limitante do consumo e, conseqüentemente, do desempenho animal, o que pode ser confirmado pela ausência de correlação ($p = 0,54$) entre o GMD e a oferta de MSLF (Tabela 1).

Esta grande variação no GMD, durante o período das águas, não pode ser explicada pelas variações nos

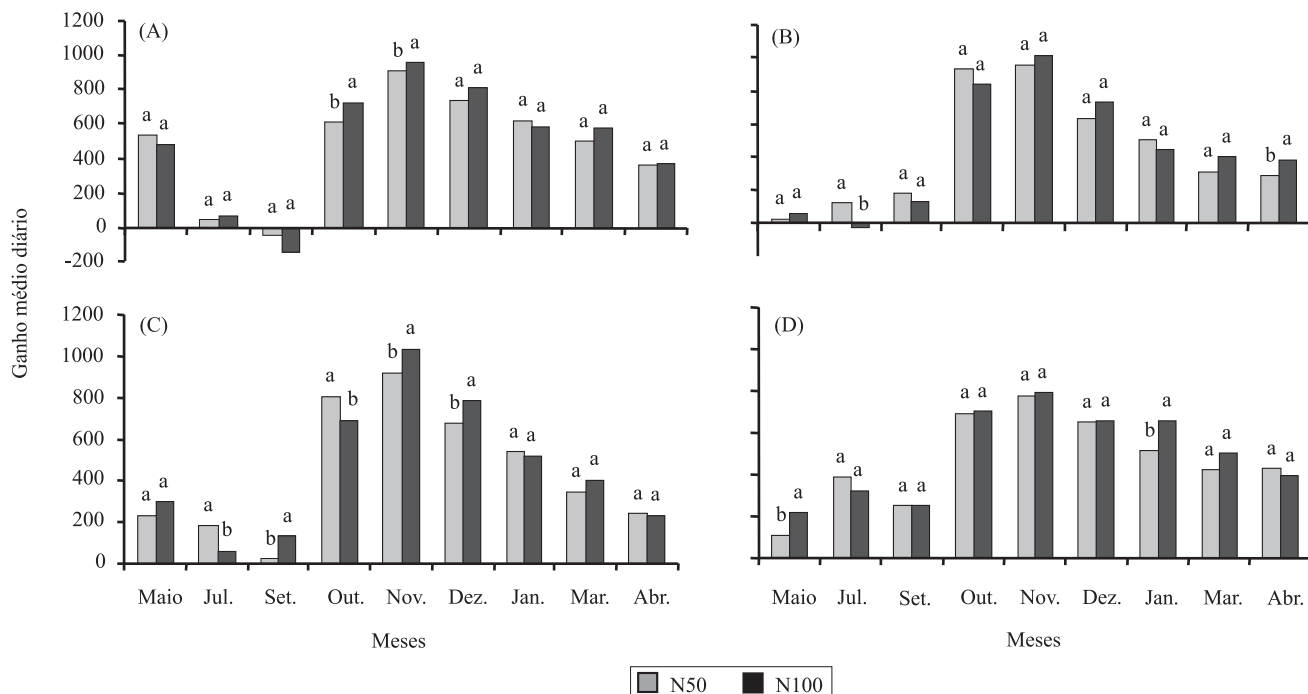


Figura 3. Médias dos quadrados mínimos, para ganho médio diário (gramas por animal por dia) dos animais em pastos de *P. maximum*, cultivar Tanzânia, com dois níveis de adubação nitrogenada (N50 e N100) para os anos de 1995/1996 (A), 1996/1997 (B), 1997/1998 (C) e 1998/1999 (D).

conteúdos de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e lignina em detergente ácido (Euclides et al., 2007), mas, provavelmente, possa ser explicada pelas variações na relação lâmina foliar:colmo (LF:Co) e pelos teores de digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) (Euclides et al., 2007), uma vez que o GMD foi altamente correlacionado à relação LF:Co e à DIVMO (Tabela 1).

Apesar do acréscimo nos teores de PB e de DIVMO, do pasto que recebeu 50 kg ha⁻¹ de N adicional de 10,9 para 13,1, e de 9,7 para 11,3% de PB, e do acréscimo de 59,3 para 63,5%, e de 57,9 para 60,3% de DIVMO, em março e abril, respectivamente (Euclides et al., 2007), não houve reflexo nos GMDs (Figura 3). Provavelmente, isso tenha sido conseqüência dos decréscimos nas relações LF:Co e LF:MM, nesses meses, em relação aos demais do período das águas (Euclides et al., 2007). Este fato indica que provavelmente a estrutura do pasto influenciou os processos de seleção e de prensão da forragem.

No período seco (maio a setembro), todavia, as ofertas de MSLF estiveram sempre abaixo de 20 kg de MSLF por 100 kg de PC (Figura 4), o que indica que a oferta

de forragem limitou o consumo e, conseqüentemente a produção animal. Nesse período, o GMD foi positivamente correlacionado à oferta de MSLF (Tabela 1). O GMD também foi influenciado pela quantidade de forragem, pela estrutura do dossel e pelo conteúdo de PB.

Nesse período, o conteúdo de PB da forragem foi sempre inferior aos 12% (Euclides et al., 2007) considerado por Ulyatt (1973) como o necessário para a produção máxima, para todos os propósitos, em um rebanho de bovino de corte, o que explica a alta correlação entre o GMD e conteúdo de PB na forragem disponível.

Outro ponto digno de menção, durante o período seco, foi que a relação LF:MM pode ter sido tão ou mais importante que a relação LF:Co (Tabela 1), tendo influenciado o processo de seleção do animal por LF. Isto indica que o acréscimo de material morto, associado ao decréscimo de LF, ao longo do período seco (Euclides et al., 2007), dificultou os processos de seleção e de prensão da LF, tendo induzido o decréscimo na ingestão de forragem e, conseqüentemente, na produção animal. Este fato corrobora a observação feita por Walker (1995), que sugeriu que a seleção da dieta é fator

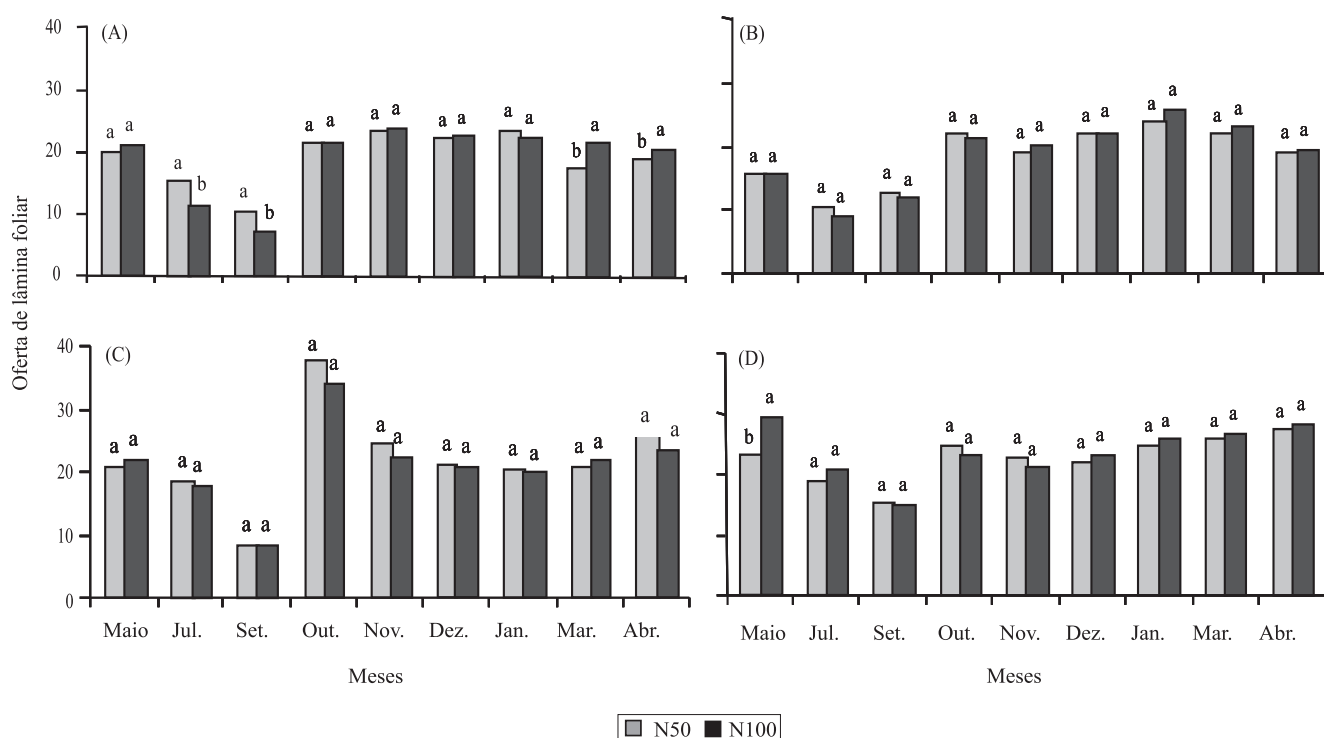


Figura 4. Médias dos quadrados mínimos, para as ofertas de lâminas foliares (quilograma de matéria seca por 100 quilograma de peso corporal) dos pastos de *P. maximum*, cultivar Tanzânia, com dois níveis de adubação nitrogenada (N50 e N100) para os anos de 1995/1996 (A), 1996/1997 (B), 1997/1998 (C) e 1998/1999 (D).

determinante no processo que influencia a condição nutricional do animal.

O pasto adubado com N100 apresentou maior produtividade do que o adubado com N50, e as médias foram de 690 e 780±9,04 kg ha⁻¹ de PC por ano, respectivamente. Foi também observada diferença entre anos, cujas médias foram de 799, 757, 717 e 667±12,8 kg ha⁻¹ de PC por ano, respectivamente, para o primeiro, o segundo, o terceiro e o quarto anos. No entanto, não houve interação entre níveis de adubação e ano experimental. A produtividade média anual obtida foi inferior à encontrada por Maya (2003), de 1.670 kg ha⁻¹ de PC por ano, em pastagens de capim-tanzânia. Ressalta-se que a menor adubação nitrogenada, utilizada neste experimento, justifica a menor produtividade obtida.

Como em outras culturas, o aumento na produtividade é a principal ferramenta utilizada por técnicos e por produtores para reduzir o custo de produção. No entanto, diferentemente das culturas, a eficiência da adubação nitrogenada em pastagem depende, em última instância, da conversão do pasto em produto animal. Assim, quando se aumentou a adubação nitrogenada de 50 para 100 kg ha⁻¹, houve acréscimos de 2,2, 2,0, 1,7 e 1,6 kg ha⁻¹ de peso corporal, para cada quilograma adicional de N aplicado. Segundo Martha Júnior et al. (2004), a média da eficiência da adubação nitrogenada, sobre a produção animal, é de 1,45 kg de ganho de peso por quilograma de N aplicado, para um potencial estimado de 3,5 a 4 kg de ganho de peso por quilograma de N e, em apenas 30 e 13% dos casos, a eficiência do uso de fertilizante nitrogenado pode ser considerada boa (acima de 1,8 kg de GPV por quilograma de N) e excelente

(acima de 2,4 kg de GPV por quilograma de N), respectivamente.

Verifica-se na Tabela 2 que o aumento da quantidade de N aplicado na pastagem, de 50 para 100 kg por hectare, custou R\$ 165,74 ha⁻¹ por ano. Como contrapartida, esse adubo “extra” resultou em benefício adicional, avaliado em R\$ 258,17 ha⁻¹ por ano. O benefício líquido adicional foi, então, de R\$ 92,43 ha⁻¹ por ano.

A análise de sensibilidade teve os seguintes resultados: o aumento máximo no preço do adubo, em termos percentuais, que mantém economicamente atrativa a adubação suplementar, mantidos constantes os demais preços, é de 69%. Por sua vez, o preço do quilograma do novilho vivo produzido poderia cair até 36%, abaixo daquele preço em que a adubação suplementar não seria economicamente viável.

Considerando-se que no ano de 2007 os preços da pecuária de corte iniciaram um processo de recuperação, a análise foi também realizada para preços do gado, vigentes em maio do ano anterior (2006). Neste caso, foram obtidos os seguintes valores: benefício adicional de R\$ 215,14 ha⁻¹ por ano; custo adicional de R\$ 163,11 ha⁻¹ por ano; benefício líquido adicional de R\$ 52,03 ha⁻¹ por ano.

Os números apresentados indicam certa folga para a viabilidade da adubação, em caso de aumentos ocasionais de preço do adubo nitrogenado ou quedas no preço dos bovinos. Esses resultados favoráveis, no entanto, precisam ser vistos com certa cautela, e cada caso deve ser avaliado criteriosamente, tendo-se em conta suas particularidades, antes de recomendar-se a adubação.

Além disso, dois pontos merecem menção: como o preço dos adubos é altamente dependente do câmbio, mudanças na política cambial que venham a desvalorizar o real poderão influenciar esses preços de forma drástica e reduzir os ganhos da adubação. O segundo ponto diz respeito à resposta dos animais à adubação. Diferentes categorias animais apresentam diferentes respostas à adubação das pastagens. A estratégia de uso da pastagem adubada é, portanto, fundamental para o resultado econômico desta tecnologia.

As vantagens da adubação nitrogenada não se restringem ao aumento da capacidade de suporte e conseqüente maior produção. Diversos benefícios de difícil quantificação monetária, como a melhoria das propriedades químicas e físicas do solo e da própria pastagem, em longo prazo, poderiam aumentar tais benefícios. Quantificá-los e incluí-los na análise apresentam-se como desafio para futuros trabalhos.

Tabela 1. Correlações entre ganho médio diário e oferta de matéria seca de lâminas foliares (MSLF), massa de lâminas foliares (MLF), relação entre lâminas foliares e colmos (LF:Co), relação entre lâminas foliares e material morto (LF:MM), digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) e proteína bruta (PB), dos pastos de capim-tanzânia, durante os períodos das águas e da seca.

Variável	Ganho médio diário	
	Período das águas	Período da seca
MSLF (kg MSLF por 100 kg de PC)	ns	0,96**
MLF (kg ha ⁻¹)	0,63*	0,91**
LF:Co ⁽¹⁾	0,90**	0,81*
LF:MM ⁽¹⁾	ns	0,93**
DIVMO (%) ⁽²⁾	0,70*	ns
PB (%) ⁽²⁾	ns	0,96**

⁽¹⁾ Amostras retiradas no pré-pastejo. ⁽²⁾ Amostras que simulam o pastejo animal. ns Não-significativo. * e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 2. Custos⁽¹⁾, benefícios e benefícios líquidos adicionais da adubação de pastagem de capim-tanzânia com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, tendo como testemunha a adubação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Custos adicionais	Unidade	Quantidade	Preço (R\$)	Valor (R\$)
Adubação adicional				
Uréia equivalente a 50 kg de N	kg	110	0,99	108,90
Sulfato de amônio equivalente a 50 kg de N	kg	235	0,68	159,80
Média do custo das duas fontes de N	R\$ ha ⁻¹ por ano	-	-	134,35
Distribuição de adubo	ha	1	15,00	15,00
Custo da adubação adicional	R\$ ha ⁻¹ por ano	-	-	149,35
Juros sobre capital - novilhos adicionais				
Número de novilhos adicionais	Cabeças ha ⁻¹	0,43	-	-
Peso dos novilhos no início do pastejo	kg	151	-	-
Preço do kg de peso vivo do macho Nelore no início do pastejo	R\$	-	2,56	-
Valor dos animais adicionais	R\$ ha ⁻¹	-	-	165,25
Juros reais (6% ao ano) sobre animais adicionais	R\$ ha ⁻¹ por ano	-	-	9,92
Sal mineral adicional				
Consumo do sal mineral	g UA ⁻¹ por dia	60	-	-
Consumo anual	sacos 30 kg	0,16	-	-
Preço do sal mineral (66 g de fósforo)	R\$ 30 kg ⁻¹	-	24,32	-
Gasto adicional com sal mineral	R\$ ha ⁻¹ por ano	-	-	3,85
Vacina aftosa adicional				
Consumo por cabeça por ano	doses	2	-	-
Consumo por ha por ano, incluindo-se perda de 10%	doses	0,94	-	-
Preço da vacina aftosa (oleosa)	dose 5 mL	-	1,05	-
Gasto adicional com vacinação contra aftosa	R\$ ha ⁻¹ por ano	-	-	0,99
Vermífugo adicional				
Vermifugações por ano	número	3	-	-
Consumo de vermífugo (1 mL por 10 kg de peso vivo)	mL	29,24	-	-
Consumo de frascos de vermífugo	250 mL	0,12	-	-
Preço do frasco de Levamisole	250 mL	-	12,00	-
Gasto adicional com vermífugo	R\$ ha ⁻¹ por ano	-	-	1,40
Outros produtos veterinários adicionais				
10% do gasto com vacinas e vermífugos	R\$ ha ⁻¹ por ano	-	-	0,24
Total de custos adicionais	R\$ ha⁻¹ por ano	-	-	165,74
Benefícios adicionais				
Aumento na capacidade de suporte	cabeças ha ⁻¹	0,43	-	-
Peso dos novilhos ao final do período	kg	305	-	-
Produção adicional de peso vivo	kg ha ⁻¹ por ano	130,388	-	-
Preço do kg de peso vivo do macho Nelore no final do pastejo	R\$	-	1,98	-
Total de benefícios adicionais	R\$ ha ⁻¹ por ano	-	-	258,17
Benefícios líquidos adicionais	R\$ ha⁻¹ por ano	-	-	92,43

⁽¹⁾Preços vigentes em Campo Grande: para insumos, em novembro de 2006; para o gado, em maio de 2007.

Conclusões

1. O efeito da adubação nitrogenada sobre o ganho de peso individual dos animais é menos consistente do que sobre o aumento da capacidade de suporte do pasto.

2. A aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, no início do verão, seguida de aplicação adicional de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio em março, tem efeito significativo e eficiente na produtividade do pasto.

3. O uso da adubação nitrogenada em pastagens, equilibrada com os outros nutrientes e combinada com a escolha adequada da categoria animal, pode ser alternativa bioeconomicamente viável para a produção sustentável de carne bovina.

Referências

- ALMEIDA, E.X. de; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O.E.L.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; SETELICH, E.A. Oferta de forragem de capim-elefante anão 'Mott' e o rendimento animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1288-1295, 2000.
- BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; CÁRDENAS, R.R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.519-528, 2003.
- BARNARD, C.S.; NIX, J.S. **Farm planning and control**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 600p.
- BOLETIM PECUÁRIO SEMANAL, São Paulo, v.13, n.659, p.2, 2006a.

- BOLETIM PECUÁRIO SEMANAL, São Paulo, v.13, n.686, p.5-7, 2006b.
- BOLETIM PECUÁRIO SEMANAL, São Paulo, v.14, n.711, p.2, 2007.
- BRÂNCIO, P.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; FONSECA, D.M. da; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1037-1044, 2003.
- BRAZ, S.P.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; BARBOSA, R.A. Caracterização da distribuição espacial das fezes por bovinos em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.787-794, 2003.
- CADISH, G.; SCHUNKE, R.M.; GILLER, K.E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. **Tropical Grassland**, v.28, p.43-52, 1994.
- CANTARELLA, H.; CORREA, L.A.; PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C. Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fealq, 2004. p.99-131.
- CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M.; FONSECA, D.M.; ARRUDA, M.L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F.T.T. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.332-341.
- CANTO, M.W. **Dinâmica de crescimento e produção animal em capim-tanzânia adubado com doses de nitrogênio**. 2003. 215p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://servicos.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20038140001016031P6>. Acesso em: 31 jul. 2007.
- COSGROVE, G.P. Grazing behaviour and forage intake. In: GOMIDE, J.A. (Ed.). INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1., 1997, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 1997. p.59-80.
- COSTA, F.P.; SOUSA, J.C. de; GOMES, R.F.C.; SILVA, J.M. da; EUCLIDES, V.P.B. Avaliação econômica de alternativas de suplementação mineral de novilhos em pastagem de colônia adubada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1083-1088, 1982.
- COSTA, J.B.D. da; WOLF, G.; SOUSA, J.C. de; COSTA, F.P. Suplementação mineral de novilhos nelorados em solo arenoso de mata e pastagens de capim-colônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p.1459-1466, 1992.
- DIFANTE, G. dos S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. 74p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: <http://servicos.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=200556632002017011P9>. Acesso em: 31 jul. 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; MEDEIROS, R.N. de; OLIVEIRA, M.P. de. Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1189-1198, 2007.
- EUCLIDES, V.P.B.; THIAGO, L.R.S.; MACEDO, M.C.M. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1177-1185, 1999.
- GOMIDE, J.A. Adubação de pastagens estabelecidas. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7., 1984, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fealq, 1985. p.33-60.
- GONTIJO NETO, M.M.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MIRANDA, L.F.; FONSECA, D.M. da; OLIVEIRA, M.P. de. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.60-66, 2006.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203p.
- HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J. de C.; SERRANO, O.; THAME, A.C. de M.; NEVES, E.M. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1984. 325p.
- MACEDO, M.C.M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região dos Cerrados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. e. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Potafos, 2004. p.359-400.
- MACEDO, M.C.M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fealq, 2004. p.317-355.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32.; SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1995. Brasília. **Anais**. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.28-62.
- MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G.; SOUSA, D.M.G. de; BARCELLOS, A.O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fealq, 2004. p.155-215.
- MAYA, F.L.A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem uso da irrigação**. 2003. 81p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-19082003-141322/> Acesso em: 21 jun. 2007.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. (Ed.). **Forage quality evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 1994. p.450-493.

- PENATI, M.A. **Estudo do desempenho animal e produção do capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduos pós-pastejo.** 2002. 143p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/111139/tde-17072002-155504/> Acesso em: 28 maio 2007.
- SAS INSTITUTE. **User Software:** changes and enhancements thorough release. Cary: SAS Institute, 1996. (Version 6.11).
- SOUSA, D.M.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Manejo da adubação fosfatada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais.** Piracicaba: Fealq, 2004. p.101-138.
- SOUSA, J.C. de; GOMES, R.F.C.; REZENDE, A.M.; ROSA, I.V.; CARDOSO, E.G.; GOMES, A.; COSTA, F.P.; OLIVEIRA, A.R. de; COELHO NETO, L.; CURVO, J.B.E. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim-colonião. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, p.311-318, 1983.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics.** New York: Mcgraw-Hill, 1980. 663p.
- ULYATT, M.J. The feeding value of herbage. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Ed.). **Chemistry and biochemistry of herbage.** London: Academic Press, 1973. v.3. p.131-178.
- VILELA, L.; SOARES, W.V.; SOUSA, D.M.G. de; MACEDO, M.C.M. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p.367-382.
- WALKER, J.W. Viewpoint: grazing management and research now and in the next millenium. **Journal of Range Management**, v.48, p.350-357, 1995.
- WERNER, J.C. Estudo de épocas da adubação nitrogenada em capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) para aumento de produção de forragem nas secas. **Boletim de Indústria Animal**, v.27/28, p.361-368, 1971.
- WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: IAC, 1996. p.261-273. (Boletim Técnico, 100).

Recebido em 21 de novembro de 2006 e aprovado em 16 de agosto de 2007