



## USO DO NITROGÊNIO EM PASTAGENS TROPICAIS

**Antonio Leandro Chaves Gurgel<sup>1</sup>, Gelson dos Santos Difante<sup>2</sup>, Denise Baptaglin Montagner<sup>3</sup>, Alexandre Romeiro de Araujo<sup>3</sup>, Emmanuel L. de Lima Veras<sup>4</sup> Bárbara Martins Brixner<sup>5</sup>, Jéssica Gomes Rodrigues<sup>1</sup>, Marislayne de Gusmão Pereira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando em Produção Animal – Universidade Federal Rio Grande do Norte. Email: antonioleandro09@gmail.com

<sup>2</sup>Professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: [gelson.difante@ufms.br](mailto:gelson.difante@ufms.br)

<sup>3</sup>Pesquisador (a) da Embrapa Gado de Corte. Email: [denise.montagner@embrapa.br](mailto:denise.montagner@embrapa.br)

<sup>4</sup>Doutorando em Ciência Animal - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: [emmanuel.veras@hotmail.com](mailto:emmanuel.veras@hotmail.com)

<sup>5</sup>Graduanda em Zootecnia, bolsista de iniciação, UFMS, Campo Grande, MS, BRA. Email: [barbarabrixner@hotmail.com](mailto:barbarabrixner@hotmail.com)

**Resumo:** A produção de ruminantes no Brasil representa um importante seguimento da economia e um dos principais fatores responsáveis pela produção é o elevado potencial produtivo dos pastos quando manejados adequadamente. A adubação nitrogenada é fundamental para manutenção da produtividade das pastagens, pois a deficiência desse nutriente representa um dos primeiros fatores desencadeadores do processo de degradação das pastagens. O nitrogênio afeta diretamente os processos fotossintéticos, estimula a atividade enzimática e a síntese das enzimas responsáveis pela fixação de CO<sub>2</sub>, Rubisco em plantas C<sub>3</sub> e fosfoenolpiruvato carboxilase nas plantas C<sub>4</sub>, o que acarreta maior eficiência de captação de CO<sub>2</sub> atmosférico, também exerce influência direta nas fases fotoquímica e bioquímica. Todos esses processos fisiológicos são facilmente observados de forma macro nas características da planta forrageira. Com a maior disponibilidade de nitrogênio no solo, e por consequência na célula, todos os processos fotossintéticos são potencializados, tem-se observado alterações na estrutura do perfilho com destaque para o tamanho, peso e taxa de aparecimento. No entanto, estes resultados devem estar associados a informações ambientais e econômicas para recomendar o melhor nível de adubação nitrogenada em pastagens tropicais.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada, ciclo do nitrogênio, forragicultura, resposta da planta

## USE OF NITROGEN IN TROPICAL PASTURES

**Abstract:** The production of ruminants in Brazil represents an important follow-up of the economy, one of the main factors responsible for the production is the high productive potential of the pastures when properly managed. Nitrogen fertilization is essential for the maintenance of pasture productivity, and its lack is one of the first factors triggering the degradation process. Nitrogen directly affects the photosynthetic processes, stimulates the enzymatic activity and the synthesis of the enzymes responsible for the fixation of CO<sub>2</sub>, Rubisco in C<sub>3</sub> plants and phosphoenolpyruvate carboxylase in the C<sub>4</sub> plants, which causes greater atmospheric CO<sub>2</sub> capture efficiency, exerts a direct influence on the phases photochemistry and biochemistry. All these physiological processes are easily observed in a macro way in the characteristics of the forage plant. With the higher availability of nitrogen in the soil, and consequently in the cell, all the photosynthetic processes are potentiated, changes in the structure of the tiller have been observed, with emphasis on size, weight and appearance rate. However, these results should be associated to environmental and economic information to recommend the best level of nitrogen fertilization in tropical pastures.

**Keywords:** forage farming, nitrogen cycle, nitrogen fertilization, plant response



## INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes no Brasil representa um importante seguimento da economia, um dos principais fatores responsáveis pela produção é o elevado potencial produtivo dos pastos quando manejados adequadamente. Entretanto, apesar da grande área ocupada com pastagens no Brasil, muitas unidades de produção não expressam toda sua capacidade produtiva devido ao manejo inadequado do pasto, principalmente no tocante ao manejo da fertilidade do solo. Falhas no manejo de adubação acarretam em insucesso para a atividade, o que diminui a capacidade de gerar renda e pode torná-la financeiramente insustentável ao longo dos anos.

A adubação nitrogenada é fundamental para manutenção da produtividade das pastagens, sendo que sua falta representa um dos primeiros fatores desencadeadores do processo de degradação (Macedo, 2005), porém, desenvolvimento de práticas culturais de adubações com nitrogênio exigem o conhecimento de como estas afetam as características do solo e do pasto, pois, o nitrogênio, entre os nutrientes, é o principal responsável pelo aumento da produção de forragem, principalmente nas espécies com elevado potencial produtivo, desde que os demais nutrientes essenciais e as condições físicas do solo estejam adequadas.

Mesmo que a produção das forrageiras possa ser melhorada com a adubação nitrogenada, a utilização do nitrogênio tem sido limitada pelo custo, em virtude da extensão das áreas envolvidas e da necessidade de aplicações frequentes, além de poder ser facilmente perdido quando não associado à fração orgânica do solo (Vitor et al., 2008). Portanto, é essencial conhecer a dinâmica desse nutriente no ecossistema pastagem e sua implicação na produção primária, tendo em vista um equilíbrio produtivo e financeiro. O objetivo dessa revisão é realizar um levantamento bibliográfico sobre o uso do nitrogênio em pastagens tropicais.

## DESENVOLVIMENTO

### Nitrogênio

O nitrogênio é o elemento mais presente na atmosfera terrestre (70%), e exigido em maior quantidade pela maioria das plantas, desempenha inúmeras funções e constitui moléculas de importância vital para a vida na terra. Especificamente na planta, é um dos mais importantes constituintes de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e enzimas, promove o crescimento e dá a pigmentação verde das plantas (Taiz & Zeiguer, 2006).

A forma como esse nutriente move-se através dos compartimentos do sistema é denominado de ciclo do nitrogênio (Figura 1), sendo considerado um sistema aberto dentro do ecossistema pastagens, por isso está sujeito a entradas e saídas. As principais formas de entrada de nitrogênio no sistema são através da deposição atmosférica, fixação biológica de gás nitrogênio ( $N_2$ ) atmosférico, incorporação via adubação química e reciclagem de nitrogênio no sistema solo/planta/animal.

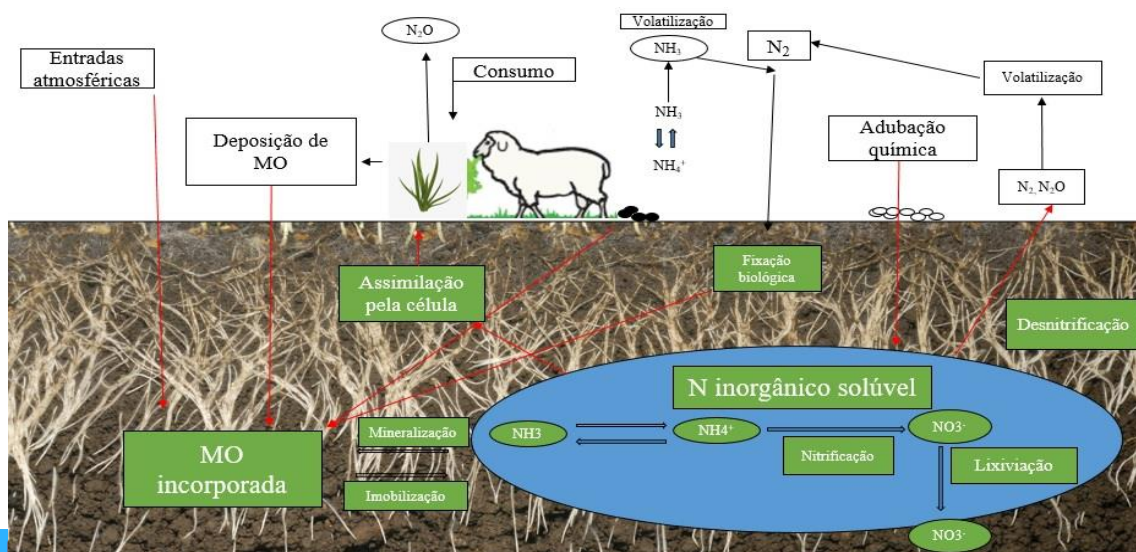




Figura 1. Ciclo detalhado do nitrogênio com as principais entradas e saídas do nutriente no sistema solo/planta/animal (Adaptado de Cantarella, 2007).

A deposição atmosférica ocorre quando a amônia e outros compostos nitrogenados (originados do solo, vegetais e queima de petróleo) presentes na atmosfera são incorporados ao solo por meio das chuvas. A quantidade adicionada via precipitação é dependente da proximidade de centros de manejo de animais. As descargas elétricas (relâmpagos) também podem converter  $N_2$  da atmosfera em óxido, e posteriormente, nitrato (Cantarella, 2007).

A fixação biológica de nitrogênio é realizada por espécies de cianobactérias e de bactérias que são capazes de transformar  $N_2$  em amônia ( $NH_3$ ), sendo por isso chamadas fixadoras de nitrogênio, esse processo é limitado em plantas  $C_4$ , e bem mais comum em leguminosas (Fagan et al., 2007). O nitrogênio também é incorporado através da reciclagem, ou seja, parte do nitrogênio que é extraído e assimilado pela célula da planta é consumido pelo animal, volta ao sistema através das fezes e urina dos animais, a reciclagem também ocorre pela deposição da matéria orgânica oriunda do material senescente da planta forrageira (Williams e Haynes, 1995; Monteiro e Werner, 1997).

A maior parte do nitrogênio (N) que é incorporado no solo de forma natural irá compor principalmente a fração orgânica do solo (Figura 1), esta representa o principal estoque de nitrogênio na maioria dos solos brasileiros, sendo que a mineralização dessa fração, representa uma importante fonte de nitrogênio para as gramíneas tropicais, e os processos de mineralização e imobilização do nitrogênio são tidos como um subciclo dentro do ciclo do nitrogênio. Esses processos ocorrem concomitantemente, porém, de forma antagonista.

A mineralização é entendida como transformação do N orgânico para formas inorgânicas ( $NH_4^+$  ou  $NH_3$ ). O processo é intermediado por microrganismos heterotróficos do solo, portanto as condições do solo para que ocorra a mineralização do N orgânico são aquelas que favorecem a atividade dos microrganismos: pH de 6 a 7, condições aeróbias, umidade em torno de 50 a 70% da capacidade de retenção de água do solo, temperatura entre 40 e 60 °C (Moreira & Siqueira, 2002). O processo de imobilização é definido como a transformação do N do inorgânico para N orgânico. Os responsáveis são microrganismos que incorporam o N inorgânico disponível no solo às suas células. Como esses dois processos ocorrem concomitantemente e são antagonistas, a prevalência de um sobre o outro dependerá da relação carbono/nitrogênio (C/N) do material. A condição de equilíbrio, na qual a mineralização é aproximadamente igual a imobilização, ocorre quando a relação C/N da matéria orgânica está na faixa de 20 a 30. Nesse caso a disponibilidade de N não é afetada (Cantarella, 2007).

O resíduo de gramíneas tropicais tem alta relação de C/N (50), nessa circunstância, os microrganismos do solo recorrem ao nitrogênio inorgânico do solo para sustentar crescimento da população, promovido pela disponibilidade de carbono no solo (Addiscott, 2004). Com isso, em sistemas de produção animal em pasto, a imobilização do N do solo é predominante.

Os processos de nitrificação e desnitrificação são outros eventos importantes em relação a dinâmica do N no solo. Os óxidos de nitrogênio (NO e  $N_2O$ ) são produtos das reações de nitrificação e desnitrificação. A nitrificação produz relativamente mais NO e a desnitrificação é o processo dominante na produção do  $N_2O$  (Davidson et al., 1993), sendo favorecida por condições de anaerobiose do solo. A nitrificação é favorecida pela presença de  $NH_4^+$ , por condições adequadas de aeração do solo e pela maior ciclagem de nitrogênio no sistema.

É importante ainda ressaltar que, apenas o nitrogênio proveniente dos processos naturais (deposição atmosférica, fixação biológica de gás nitrogênio ( $N_2$ ) atmosférico), na maior parte dos solos brasileiros, não é suficiente para suprir as necessidades nutricionais de plantas forrageiras (Fagundes et al., 2006), desse modo, a principal forma de se incorporar nitrogênio no solo, é por meio da adubação com fontes químicas de nitrogênio, dentre essas fontes, a ureia é a mais utilizada, uma vez que possui maior concentração de nitrogênio (45%), o que diminui os custos com transporte e aplicação, alta solubilidade, menor corrosividade e maior facilidade de manipulação (Yano et al., 2005). Porém, caso não seja incorporada ao solo pela água da chuva ou irrigação perdas de nitrogênio podem ocorrer por volatilização (Civardi et al., 2011).

As principais saídas de nitrogênio do sistema ocorrem através de erosão, remoção pelas plantas e animais, lixiviação, desnitrificação e volatilização da amônia (Monteiro & Werner, 1997). Como visto,



parte desse nitrogênio retorna ao ecossistema pastagens, todavia o balanço do total que entra e do que sai é negativo, em função de saídas que são irreversíveis, como a extração pelas plantas e posterior assimilação do nitrogênio no tecido animal, perdas por lixiviação e erosão. Portanto, para manter o pasto produtivo e de forma longeva é crucial conhecer as respostas da planta ao nitrogênio, bem como manejos que possibilitem a utilização racional desse nutriente.

### **Respostas da planta ao nitrogênio**

O nitrogênio, entre os nutrientes, é o principal responsável pelo aumento da produção de forragem, principalmente nas espécies com elevado potencial produtivo, desde que os demais nutrientes essenciais e as condições físicas do solo estejam adequadas, as gramíneas tropicais apresentam elevado potencial de resposta à adubação nitrogenada se comparadas àquelas de clima temperado. Respostas lineares na produção de forragem até 300 kg ha<sup>-1</sup> ano de nitrogênio são relatados para gramíneas forrageiras temperadas na Europa (Jarvis et al., 1995), enquanto, para as tropicais, são encontradas respostas lineares até doses anuais de 400 a 600 kg ha<sup>-1</sup> (Campos et al., 2016; Bernadi et al., 2018).

A deficiência de nitrogênio nas plantas é facilmente caracterizada pelo amarelecimento das folhas mais velhas. Também provoca a redução da fotossíntese, cessando seu crescimento, o que afeta diretamente na produção de biomassa, retardando o desenvolvimento produtivo dos ruminantes (Cantarella, 2007).

O nitrogênio afeta diretamente os processos fotossintéticos, estimula a atividade enzimática e a síntese das enzimas responsáveis pela fixação de CO<sub>2</sub>, Rubisco em plantas C<sub>3</sub> e fosfoenolpiruvato carboxilase nas plantas C<sub>4</sub>, o que acarreta maior eficiência de captação de CO<sub>2</sub> atmosférico, exerce influência direta nas fases fotoquímica e bioquímica. Na fase fotoquímica, atua na síntese de clorofila do tipo A, responsável pela captação da luz, processo fundamental para as demais etapas da fotossíntese, já na fase bioquímica está associado a biossíntese proteica/enzimática ligada a fotossíntese (Taiz e Zeiguer, 2006).

Todos esses processos fisiológicos são facilmente observados de forma macro nas características da planta forrageira. Com a maior disponibilidade de nitrogênio no solo, e por consequência na célula, todos os processos fotossintéticos são potencializados, tem-se observado alterações na estrutura do perfilho com destaque para o tamanho, peso e taxa de aparecimento (Alencar et al., 2010), é observado maior taxa de alongamento do colmo e folha, maior taxa de aparecimento e menor duração de vida da folha (Basso et al., 2010; Braz et al., 2011), essas variáveis morfológicas interagem com as variáveis estruturais (Difante et al., 2011) o que proporciona maior acúmulo e disponibilidade de forragem.

A taxa de acúmulo de forragem está diretamente ligada as variáveis estruturais do pasto, bem como variáveis de produção e produtividade animal, taxa de lotação e ganho por hectare, o que justifica conhecer o comportamento dessa variável em função da adubação nitrogenada. Dessa forma, Hoeschl et al. (2007) relataram respostas lineares a adubação nitrogenada para taxa de acúmulo de forragem no capim-tanzânia. Os fatores que explicam as maiores taxas de acúmulo de forragem em pastos que recebem maiores quantidades de N estão relacionadas com o aumento do índice de área foliar, maior taxa fotossintética por unidade de área foliar e por unidade de área de solo e ainda ao aumento da densidade populacional de perfilhos, todos esses fatores interagem e atuam conjuntamente (Hoeschl et al., 2007).

A facilidade com que o animal apreende a forragem é um fator importante determinado pela estrutura da pastagem, pois para uma mesma quantidade de massa de forragem disponível pode-se observar diferentes níveis de consumo (Brâncio et al., 2003). A composição morfológica do pasto diz muito a respeito de como a forragem está disponível ao animal bem como a facilidade com que esta será colhida influenciando o consumo e o desempenho do animal.

Dessa forma Canto et al., (2013) relataram respostas lineares a adubação nitrogenada (100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup>) para massa de forragem e de seus constituintes morfológicos, principalmente folha, no capim-tanzânia. Quando se aumenta a oferta de folhas tem-se observado maior consumo de forragem (Difante et al., 2010; Euclides et al., 2015) o consumo de forragem é a variável que mais se relaciona com o desempenho animal.

Além de influenciar as características morfológicas e estruturais, o valor nutritivo é influenciado pela disponibilidade de nitrogênio para as plantas como observado por Magalhães et al., (2007), os quais relatam que espécies forrageiras sem nenhum tipo de manejo produzem forragem de baixo valor nutritivo, devido à presença de altos percentuais de fibras na constituição da parede celular atrelado a baixos teores



de proteína, cálcio e fósforo. Santos et al., (2009) relatam que a maior absorção de N pelas plantas acarreta em um maior teor de N nos tecidos ocasionando também a maior presença de proteína, fato que está ligado diretamente a produção de tecido foliar. Castagnara et al., (2011) ao avaliarem o efeito da adubação nitrogenada em diferentes espécies de gramíneas forrageiras constataram que a fertilização nitrogenada contribui na melhora do valor nutritivo das forrageiras. Maiores acúmulos de produtos nitrogenados e proteínas causam diluição da fração de parede celular, incrementando a digestibilidade (Van Soest, 1994).

Como visto as plantas forrageiras são altamente responsivas ao nitrogênio com respostas lineares positivas para a produção de forragem e valor nutritivo, até 600 kg ha<sup>-1</sup> (Campos et al., 2016; Bernadi et al., 2018). Porém o comportamento é inverso quando se analisa eficiência da adubação com o aumento das doses de nitrogênio (Quaresma et al., 2011; Rowlings et al., 2016), porém também pode ser encontrada resposta quadrática, com aumento da eficiência até um certo patamar e posterior queda (Castagnara et al., 2011). A divergência dos resultados na literatura está ligada à capacidade da planta em absorver e acumular N em seus tecidos, sob mediação de condições climáticas e da disponibilidade do elemento no solo.

O N da adubação mineral é rapidamente disponível para as plantas na solução do solo, mas o N que não é absorvido pelas raízes é perdido por lixiviação ou volatilização, ou então incorporado à matéria orgânica do solo (Bernadi et al., 2018). A aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, no início do período chuvoso, seguida de aplicação adicional de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio dois meses antes do período seco, tem efeito significativo e eficiente na produtividade dos pastos e dos animais, e representa a forma mais economicamente eficiente de se utilizar o nitrogênio em pastagens tropicais para produção animal (Euclides et al., 2007).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação nitrogenada promove aumento considerável no acúmulo forragem e de lâminas foliares, além de promover melhorias no valor nutritivo das plantas forrageiras. No entanto, estes resultados devem estar associados a informações ambientais e econômicas para recomendar o melhor nível de adubação nitrogenada em pastagens tropicais.

Outro fato importante na utilização do nitrogênio e que vêm sendo negligenciado nas pesquisas, é quantificar dose de nitrogênio que promove a máxima eficiência econômica. Além de outros benefícios do nitrogênio de difícil quantificação monetária, como a melhoria das propriedades químicas e físicas do solo e da própria pastagem, em longo prazo.

### LITERATURA CITADA

- ADDISCOTT, T.M. Nitrate, agriculture and the environment. Wallingford. CABI Publishing, 2004. 279p.
- ALENCAR, C.A.B.; OLIVEIRA, R.A.; CÔSER, A.C. et al. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.48-58, 2010.
- BASSO, K.C.; CECATO, U.; LUGÃO, S.M.B. et al. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.976-989, 2010.
- BERNARDI, A.; SILVA, A.W.L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.2, p.545-553, 2018.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo: Disponibilidade de Forragem, Altura do Resíduo Pós-Pastejo e Participação de Folhas, Colmos e Material Morto. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.32, n.1, p.55-63, 2003.
- BRAZ, T.G.S.; FONSECA, D.M.; FREITAS, F.P. et al. Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7 p.1420-1427, 2011.
- CAMPOS, F.P.; NICÁCIO, D.R.O.; SARMENTO, P. et al. Show more Chemical composition and in vitro ruminal digestibility of hand-plucked samples of Xaraes palisade grass fertilized with incremental levels of nitrogen. **Animal Feed Science and Technology**. v.215, p.1-12, 2016.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375- 470.





- CANTO, M.W.; HOESCHL, A.R.; BONA FILHO, A. et al. Características do pasto e eficiência agronômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.43, n.4, p.682-688, 2013.
- CASTAGNARA, D.D.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A. et al. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 933. 2011.
- CIVARDI, E.A.; SILVEIRA NETO, A.N.; RAGAGNIN, V.A. et al. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.
- DAVIDSON, E.A.; MATSON, P.A.; BROOKS, P.D. Nitrous oxide emission controls and inorganic nitrogen dynamics in fertilized tropical agricultural soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.60, p.1145-1152, 1996.
- DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S.C. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.955-963, 2011.
- EUCLIDES, V.B.P.; CARPEJANI, G.C.; MONTAGNER, D.B. et al. Maintaining post-grazing sward height of Panicum maximum(cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**. v.73, 174–182, 2017.
- EUCLIDES, V.P.B.; COSTA, F.P.; MACEDO, M.C.M. et al. Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa agropécua brasileira**, v.42, n.9, p.1345-1355, 2007.
- EUCLIDES, V.P.B.; LOPES, F.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. Steer performance on Panicum maximum (cv. Mombaça) pastures under two grazing intensities. **Animal Production Science**. v.56, n.11, p. 1849-1856, 2015.
- FAGAN, E.B.; MEDEIROS, S.L.P.; MANFRON, P.A. et al. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja – revisão. **Revista da FZVA**, v.14, n.1, p. 89-106. 2007.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.
- HOESCHL, A.R.; CANTO, M.W.; BONA FILHO, A. et al. Produção de forragem e perfilhamento em pastos de capim tanzânia-1 adubados com doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, v.8, n.1, p.81-86, 2007.
- JARVIS, S.C.; SCHOLEFIELD, D.; PAIN, B.F. **Nitrogen Cycling in Grazing Systems**. In: BACON, P.E. (Ed.) Nitrogen Fertilization in the Environment. New York: Marcel Dekker Inc., 1995. p. 381-419.
- LAPEN, D.R.; TOPP, G.C.; GREGORICH, E.G. et al. Least limiting water range indicators of soil quality and corn production, Eastern Ontario, Canada. **Soil Till**, v.78, 151-170, 2004.
- MACEDO, M.C.M. Degradação de pastagens: conceitos, alternativas e métodos de recuperação. **Informe Agropecuário**, v.26, n.226, p.36-42, 2005.
- MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1240-1246, 2007.
- MONTEIRO, F.A. e WERNER, J.C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C E FARIA, V.P. Simpósio sobre o Manejo da Pastagem, 14, 1997. **Anais...Piracicaba: FEALQ**, 1997. p. 55-84.
- MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. microbiologia e bioquímica do solo. Lavras, Universidade federal de Lavras, 2002. 626p.
- QUARESMA, J.P.S.; ALMEIDA, R.G.; ABREU, J.G. et al. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (Cynodon spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** v.33, p.145-150, 2011.
- ROWLINGS, D.W.; SCHEER, C.; LIU, S. et al. Annual nitrogen dynamics and urea fertilizer recoveries from a dairy pasture using 15N; effect of nitrification inhibitor DMPP and reduced application rates. **Agric. Ecosyst. Environ.** v.216, p.216-225, 2016.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Nutritive value of sugarcane silage treated with chemical additives. **Scientia Agricola**. v.66, n.2, p.159-163, 2009.





- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.
- VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; MOREIRA, L.M. et al. Rendimento e composição química do capim-braquiária introduzido em pastagem degradada de capim-gordura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, p. 2107-2114, 2008.
- YANO, G.T.; TAKAHASHI, H.W.; WATANABE.T.S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina. Ciências Biológicas e da Saúde**, v.26, p.141-148, 2005.
- ZOU, C.; SANDS, R.; BUCHAN, G. et al. Least limiting water range: A potential indicator of physical quality of forest soils. **Australian Journal Soil Research**, v. 28, 947-958. 2000.

