

Produtividade de forragem e morfogênese de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob níveis de nitrogênio

Newton de Lucena Costa^{1*}, Claudio Ramalho Townsend^{2**}, Fabíola Helena dos Santos Fogaça³, João Avelar Magalhães⁴, Amaury Burlamaqui Bendahan¹, Francisco José de Seixas Santos⁵

¹Eng. Agr., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR, Brasil.

²Zootecnista, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

³Zootecnista, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI, Brasil.

⁴Méd. Vet., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI, Brasil.

⁵Eng. Agr., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI, Brasil.

*Autor para correspondência, E-mail: newtonlucena@yahoo.com.br

**in memoriam

RESUMO. O efeito da adubação nitrogenada (0, 60, 120, 180 e 240 kg de N ha⁻¹) sobre a produção de forragem e características morfológicas e estruturais de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi avaliado em condições de campo. A adubação nitrogenada afetou positiva e significativamente (P<0,05) a produção de matéria seca verde (MSV), o perfilhamento, a senescência e as características morfológicas e estruturais da gramínea. Os maiores rendimentos de MSV, taxa de expansão foliar, tamanho médio de folhas, número de folhas perfilho⁻¹ e índice de área foliar foram obtidas com a aplicação de 221,5; 206,9; 188,6; 180,5 e 205,5 kg de N ha⁻¹, respectivamente. A eficiência de utilização de N foi inversamente proporcional às doses de N aplicadas.

Palavras chave: folhas, matéria seca, perfilhamento, senescência

Forage yield and morphogenesis of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu under nitrogen levels

ABSTRACT. The effect of nitrogen levels (0, 60, 120, 180 and 240 kg of N ha⁻¹) on green dry matter (GDM) yield and morphogenetic and structural characteristics of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, was evaluated under field conditions. Nitrogen fertilization increased significantly (P<0.05) GDM yields, tillering, senescence and grass morphogenetic and structural characteristics. Maximum GDM yields, leaf elongation rates, leaf length, number of leaves plant⁻¹ and leaf area index were obtained with the application of 221.5; 206.9; 188.6; 180.5 and 205.5 kg of N ha⁻¹, respectively. The nitrogen efficiency utilization was inversely proportional to the increased nitrogen levels.

Keywords: dry matter, leaves, senescence, tillering

Introdução

Em Roraima, a pecuária é uma atividade econômica em plena expansão e as pastagens cultivadas constituem o principal recurso forrageiro para a alimentação dos rebanhos. O fogo é uma prática comumente utilizada no manejo das pastagens, pois apresenta baixo custo e fácil aplicação. Sua principal finalidade é a eliminação da biomassa seca acumulada e não consumida pelos animais durante o período de

estiagem, proporcionando uma rebrota mais tenra, palatável e de melhor valor nutritivo, notadamente, em períodos de escassez de forragem (Costa et al., 2013). A queima incorpora, sob a forma de cinzas, todos os nutrientes não voláteis da biomassa, o que implica em aumento do pH e da fertilidade do solo, favorecendo o estabelecimento e crescimento das pastagens. No entanto, a alta

fertilidade é temporária, pois o nitrogênio (N) pode ser perdido por lixiviação, volatilização ou imobilização, sendo a sua deficiência apontada como uma das principais causas da degradação das pastagens (Costa et al., 2009).

As pastagens cultivadas, notadamente as formadas exclusivamente com gramíneas, necessitam de uma fonte para a reposição do N (química ou biológica), com o objetivo de manter a produção de forragem, e conseqüentemente evitar sua degradação (Nabinger & Carvalho, 2009). O N é o principal nutriente para a manutenção da produtividade e persistência de uma pastagem de gramínea, sendo o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, sendo responsável por características estruturais da planta (tamanho de folha, densidade de perfilho e folhas por perfilho), além de características morfológicas (taxas de aparecimento, alongamento e senescência foliar) (Lemaire et al., 2011, Santos et al., 2012). Nos solos deficientes em N, o crescimento e o desenvolvimento da planta tornam-se lentos, a produção de perfilhos é negativamente afetada e o teor de proteína torna-se deficiente para o atendimento das exigências do animal (Costa et al., 2009).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e características morfológicas e estruturais de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, nos cerrados de Roraima.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista, durante o período de maio a setembro de 2013. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: $pH_{H_2O} = 4,7$; $P = 1,8$ mg/kg; $Ca + Mg = 0,98$ cmol_c.dm⁻³; $K = 0,03$ cmol_c.dm⁻³; $Al = 0,58$ cmol_c.dm⁻³; $H+Al = 2,64$ cmol_c.dm⁻³.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com três repetições. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de nitrogênio (0; 60; 120; 160 e 240 kg de N/ha), aplicados sob a forma de ureia. O tamanho das parcelas foi de 2,0 x 2,0 m, sendo a área útil de 1,0 m². A aplicação do nitrogênio foi parcelada em duas vezes, sendo metade quando da roçagem da pastagem, ao

início do experimento, e metade decorridos 45 dias. Durante o período experimental foram realizados três cortes a intervalos de 45 dias.

Os parâmetros avaliados foram rendimento de matéria seca verde (MSV), eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), número de perfilhos m⁻² (NP), número de folhas perfilho⁻¹ (NFP), taxa de aparecimento de folhas (TAF), taxa de expansão foliar (TEF), taxa de senescência foliar (TSF), tamanho médio de folhas (TMF) e índice de área foliar (IAF). A EUN foi determinada relacionando-se o rendimento de MSV com a dose aplicada de N. A TEF e a TAF foram calculadas dividindo-se o comprimento acumulado de folhas e o número total de folhas no perfilho, respectivamente, pelo período de rebrota. O TMF foi determinado pela divisão do alongamento foliar total do perfilho pelo número de folhas. Para o cálculo da área foliar foram coletadas amostras de folhas verdes completamente expandidas, procurando-se obter uma área entre 200 e 300 cm². As amostras foram digitalizadas e a área foliar estimada com o auxílio de planímetro ótico eletrônico (Li-Cor 3100C). Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com ar forçado a 65°C até atingirem peso constante, obtendo-se a MS foliar. A área foliar específica (AFE) foi determinada através da relação entre a área de folhas verdes e a sua MS (m²/g MS foliar). O IAF foi determinado a partir do produto entre a MS total das folhas verdes (g de MS/m²) pela AFE (m²/g de MS foliar). A TSF foi obtida dividindo-se o comprimento da folha que se apresentava de coloração amarelada ou necrosada pela idade de rebrota.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão considerando o nível de significância de 5% de probabilidade. Para se estimar a resposta dos parâmetros avaliados aos níveis de N, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A adubação nitrogenada afetou ($P < 0,05$) os rendimentos de MSV, sendo a relação quadrática e o máximo valor estimado com a aplicação de 221,5 kg de N ha⁻¹ (3.772 kg de MSV ha⁻¹). A eficiência de utilização de N foi inversamente proporcional às doses de N aplicadas, sendo a relação linear e definida pela equação $Y = 52,13 -$

0,1641 X ($r^2 = 0,89$). (Tabela 1). Tendências semelhantes foram reportadas por Costa et al. (2009) que constatarem máximos rendimentos de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *B. decumbens* com a aplicação de 175,2 e 232,9 kg de N ha⁻¹, respectivamente, contudo as maiores taxas de eficiência de utilização do N foram registradas sob doses entre 80 e 120 kg de N ha⁻¹. A EUN é afetada pelas espécies forrageiras, estágio de desenvolvimento das plantas, doses aplicadas e seu fracionamento, frequência de utilização das pastagens, fatores ambientais e fertilidade do solo. Reduções na EUN e RAN podem estar associadas a perdas de N por lixiviação, volatilização de NH₃ e desnitrificação, notadamente com a utilização de elevadas doses de N e sob condições de alta umidade do solo (Nabinger & Carvalho, 2009). O NP foi positiva e linearmente afetado pela adubação nitrogenada

($Y = 694 + 1,1867 X - r^2 = 0,94$). A correlação entre NP e rendimento de MS foi positiva e significativa ($r = 0,95$; $P < 0,01$), a qual explicou em 90% os incrementos verificados nos rendimentos de MS da gramínea, em função da adubação nitrogenada (Tabela 1).

O N interfere intensamente na ativação dos tecidos meristemáticos (gemas axilares), pois seu déficit aumenta o número de gemas dormentes, enquanto que seu adequado suprimento permite o máximo perfilhamento da gramínea (Nabinger & Carvalho, 2009). Os perfilhos individuais têm duração de vida limitada e variável, em função de fatores bióticos e abióticos, e sua população pode ser mantida por uma contínua reposição dos perfilhos mortos, sendo este comportamento o ponto-chave para a perenidade das gramíneas (Lemaire et al., 2011, Santos et al., 2012)

Tabela 1. Rendimento de matéria seca verde (MSV - kg ha⁻¹), eficiência de utilização do nitrogênio (EUN - kg de MSV/kg de N ha⁻¹), número de perfilhos m⁻² (NP), número de folhas perfilho⁻¹ (NFP), tamanho médio de folhas (TMF - cm), índice de área foliar (IAF), taxa de aparecimento de folhas (TAF - folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹), taxa de expansão foliar (TEF - cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) e taxa de senescência foliar (TSF - cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em função da adubação nitrogenada. Médias de três cortes.

Variáveis	Doses de N ha ⁻¹					Equação de Regressão
	0	60	120	180	240	
MSV	1.817	2.789	3.211	3.857	3.711	$Y = 1.818 + 17,731 X - 0,0402 X^2$ ($R^2 = 0,97$)
EUN	---	46,5	26,7	21,4	15,5	$Y = 52,13 - 0,1641 X$ ($r^2 = 0,89$)
NP	672	773	859	935	947	$Y = 694 + 1,1867 X$ ($r^2 = 0,94$)
NFP	3,98	4,57	5,11	5,39	5,08	$Y = 3,92 + 0,01484 X - 0,000041 X^2$ ($R^2 = 0,97$)
TMF	19,6	22,5	24,8	26,7	25,1	$Y = 19,4 + 0,06752 X - 0,000179 X^2$ ($R^2 = 0,98$)
IAF	2,17	2,99	3,55	3,99	3,81	$Y = 2,14 + 0,01726 X - 0,000042 X^2$ ($R^2 = 0,98$)
TAF	0,0884	0,1016	0,1136	0,1198	0,1129	$Y = 0,09382 + 0,00011185 X - r^2 = 0,87$)
TEF	1,73	2,29	2,82	3,15	2,83	$Y = 1,61 + 0,01491 X - 0,000036 X^2$ ($R^2 = 0,98$)
TSF	0,098	0,131	0,157	0,175	0,198	$Y = 0,1046 + 0,00047 X$ ($r^2 = 0,98$)

A relação entre adubação nitrogenada e o NFP foi ajustada ao modelo quadrático de regressão e o máximo valor obtido com a aplicação de 180,5 kg de N ha⁻¹ (5,25 folhas perfilho⁻¹). Os valores obtidos foram superiores aos reportados por Luna et al. (2012) para *B. brizantha* cvs. Xaraés e Piatã, que estimaram 3,91 e 4,33 folhas verdes perfilho⁻¹, respectivamente. O principal efeito do N sobre o NFP seria o aumento na duração de vida das folhas por meio da manutenção de maior capacidade fotossintética por períodos mais longos, sem que haja remobilização interna significativa do N das folhas mais velhas (Garcez

Neto et al., 2002, Nabinger & Carvalho, 2009). Em *Panicum maximum* cv. Massai, a eficiência fotossintética foi diretamente proporcional aos níveis de N (0, 150, 300, 450 e 600 mg de N dm⁻³ de solo), como consequência da maior relação fotossíntese/transpiração, redução da condutância estomática e aumento do índice relativo de clorofila. Como o NFP é uma característica genética da espécie, pode-se inferir que plantas recebendo N irão atingir seu número máximo de folhas mais precocemente, em relação às não-adubadas, permitindo a possibilidade de colheitas mais frequentes, a fim de evitar perdas por

senescência foliar ([Alexandrino et al., 2011](#)).

A TAF foi positiva e linearmente afetada pela adubação nitrogenada ($Y = 0,09382 + 0,00011185 X - r^2 = 0,87$), enquanto que para a TEF, o TMF e o IAF o efeito foi quadrático e os valores máximos obtidos com a aplicação de 206,9; 188,6 e 205,5 kg de N ha⁻¹. A correlação entre rendimento de MS e a TEF foi positiva e significativa ($r = 0,93$; $P < 0,01$), enquanto que com a TAF a correlação foi positiva, porém não significativa ($r = 0,75$; $P > 0,05$). [Alexandrino et al. \(2011\)](#) constataram efeito quadrático da adubação nitrogenada (0, 45, 90, 180 e 360 mg de N kg solo⁻¹) sobre a TAF, TEF e TMF de *B. brizantha* cv. Marandu, estimando os valores máximos com a aplicação de 335; 325 e 347 mg N/kg solo, respectivamente. Para [Lemaire et al. \(2011\)](#), a TEF, ao responder ao suprimento de N, seria o principal agente modificador da TAF. Folhas sucessivas aparecendo em níveis de inserção muito próximos, mas sob elevadas taxas de alongamento, suportadas pelo suprimento adicional de N, estabeleceriam maior TAF em decorrência de seu efeito positivo sobre o número e o tamanho das células produzidas na zona de divisão celular. A TEF e a TAF apresentam correlação negativa, indicando que quanto maior a TAF, menor será o tempo disponível para o alongamento das folhas ([Garcez Neto et al., 2002](#), [Santos et al., 2012](#)). Neste trabalho a correlação entre estas duas variáveis foi positiva e significativa ($r = 0,91$; $P < 0,05$), possivelmente, como consequência das condições ambientais favoráveis, as quais permitiram que as plantas expressassem seu máximo potencial de crescimento.

A TSF foi diretamente proporcional às doses de N aplicadas, sendo a relação ajustada ao modelo linear de regressão ($Y = 0,1046 + 0,00047 X - r^2 = 0,98$). Resultados semelhantes foram reportados por [Costa et al. \(2009\)](#) para *B. brizantha* cv. Marandu, que constataram maiores TSF com a aplicação de 120 (0,159 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), 160 (0,168 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) e 180 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ (0,175 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). A senescência é um processo natural que caracteriza a última fase de desenvolvimento de uma folha, o qual é iniciado após a completa expansão das primeiras folhas, cuja intensidade se acentua progressivamente com o aumento da área foliar, a qual implica no sombreamento das folhas inseridas na porção inferior do colmo ([Silva et al., 2009](#), [Lemaire et al., 2011](#)). A senescência apesar do efeito negativo sobre a

qualidade da forragem representa um importante processo fisiológico no fluxo de tecidos da gramínea, pois em torno de 35; 68; 86 e 42% do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, respectivamente, podem ser reciclados das folhas senescentes e utilizados para a produção de novos tecidos foliares ([Sarmiento et al., 2006](#), [Costa et al., 2013](#)).

Conclusões

A adubação nitrogenada afeta positivamente o rendimento de forragem e as características morfogênicas e estruturais da gramínea. A eficiência de utilização de nitrogênio é inversamente proporcional às doses aplicadas. O processo de senescência foliar da gramínea é acelerado com o aumento das doses de nitrogênio.

Referências Bibliográficas

- Alexandrino, E., Cândido, M. J. D. & Gomide, J. A. (2011). Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim| Mombaça mantido sob diferentes alturas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 12, 59-71.
- Costa, N. L., Gianluppi, V., Braga, R. M. & Bendahan, A. B. (2009). *Alternativas tecnológicas para a pecuária de Roraima*. Boa Vista: Embrapa Roraima, 35p. (Documentos 19).
- Costa, N. L., Moraes, A., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V., Oliveira, R. A. & Rodrigues, A. N. A. (2013). Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 541-548.
- Garcez Neto, A., Nascimento Júnior, D. & Regazzi, A. J. (2002). Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 1890-1900.
- Lemaire, G., Hodgson, J. & Chabbi, A. (2011). *Grassland productivity and ecosystem services*. Cabi, Wallingford. 312p.
- Luna, A. A., Difante, G. S., Araújo, I. M. M. & Lima, C. L. D. (2012). Características morfogênicas de gramíneas forrageiras no Nordeste do Brasil. *Revista Científica de Produção Animal*, 14, 138-141.

- Nabinger, C. & Carvalho, P. C. F. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, 13, 18-27.
- Santos, M. R., Fonseca, D. M., Gomes, V. M., Silva, S. P., Silva, G. P. & Reis, M. (2012). Correlações entre características morfológicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. *Ciência Animal Brasileira*, 13, 49-56.
- Sarmiento, G., Silva, M. P., Naranjo, M. E. & Pinillos, M. (2006). Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. *Journal of Tropical Ecology*, 22, 203-212.
- Silva, C. C. F., Bonomo, P., Pires, A. J. V., Maranhão, C. M. A., Patês, N. M. S. & Santos, L. C. (2009). Características morfológicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 657-661.

Article History:*Received 15 July 2016**Accepted 8 August 2016**Available on line 24 August 2016*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.