

Trocas gasosas em capim-massai submetido à adubação nitrogenada e manejado sob lotação rotativa com ovinos¹

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu², Marcos Neves Lopes³, Magno José Duarte Cândido⁴, Claudivan Feitosa de Lacerda⁵, Marlos Alves Bezerra⁶, Rodrigo Gregório da Silva⁷

¹Parte da dissertação de mestrado do segundo autor, financiada pela BNB/FUNDECI

²Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE. e-mail: rpompeu@cnpq.embrapa.br

³Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFC, Fortaleza. Bolsista da CAPES. e-mail: lopesvv@yahoo.com.br

⁴Prof. Departamento de Zootecnia da UFC. Pesquisador do CNPq e Tutor do PET Zootecnia/UFC. e-mail: magno@ufc.br

⁵Prof. Departamento de Engenharia Agrícola da UFC. Pesquisador do CNPq. e-mail: cfeitosa@ufc.br

⁶Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza/CE. e-mail: marlos@cnpq.embrapa.br

⁷Prof. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, Campus Avançado do Tauá. e-mail: rgsico@yahoo.com.br

Resumo: Objetivou-se avaliar as trocas gasosas do capim-massai sob doses crescentes de adubação nitrogenada (0; 400; 800 e 1200 kg de N ha⁻¹ano⁻¹) num delineamento inteiramente casualizado, com a média obtida através de quatro ciclos de pastejo e duas repetições. Utilizou-se o aparelho medidor de trocas gasosas – IRGA, modelo LCI BioScientific. Observou-se efeito linear crescente da adubação nitrogenada sobre a condutância estomática do capim-massai. A taxa de transpiração foliar e a taxa de fotossíntese líquida apresentaram efeito quadrático. A concentração interna de CO₂, relação fotossíntese/transpiração e relação fotossíntese/condutância revelaram resposta linear às doses de adubos nitrogenados. As trocas gasosas do capim-massai foram favorecidas pelas doses crescentes de nitrogênio, podendo ser recomendada para máxima eficiência biológica uma dose 852 kg N•ha⁻¹•ano⁻¹.

Palavras-chave: fotossíntese líquida, *Panicum maximum* x *Panicum infestum*, transpiração foliar

Gas exchange in massai grass submitted to the nitrogen fertilization and managed under intermittent grazing by sheep

Abstract: This trial was carried out to evaluate the gas exchange of massai grass under increasing nitrogen fertilization levels (0; 400; 800 e 1200 kg de N ha⁻¹year⁻¹) in a entirely randomized design with the average obtained by four grazing cycles and two replicates and two replicates. The gas change meter LCI BioScientific model were used. The leaf stomatal conductance increased with the nitrogen levels increasing. The leaf transpiration rate and the net photosynthesis rate presented square effect. The internal CO₂ concentration, the photosynthesis:transpiration and the photosynthesis:conductance manifested linear effect to the N fertilization. The gas exchange were favored by the increasing nitrogen fertilizer levels, recommending an application of nitrogen to the 852 kg •ha⁻¹•year⁻¹ to reach a maximum biological efficiency.

Keywords: leaf transpiration, net photosynthesis, *Panicum maximum* x *Panicum infestum*

Introdução

As gramíneas forrageiras tropicais pertencentes ao gênero *Panicum*, ocupam lugar de destaque na intensificação dos sistemas de produção em pastagem. Dentre as espécies do gênero *Panicum*, o capim-massai oriundo do cruzamento entre as espécies *Panicum maximum* x *Panicum infestum* demonstra ser uma opção forrageira bastante promissora para a exploração de pequenos ruminantes, devido ao pequeno incremento em alongamento de hastes, elevado perfilhamento, alta capacidade de rebrotação após corte ou pastejo, elevada produção de biomassa, além de apresentar uma excelente cobertura de solo. Respostas de trocas gasosas numa forrageira manejada intensivamente com adubação nitrogenada são essenciais para um melhor entendimento de como ocorre o processo de produção de forragem e para o estabelecimento de doses de adubação que representem a máxima eficiência biológica da planta. Porém, estudos dessa natureza são escassos, razão pela qual, este trabalho foi conduzido para avaliar as trocas gasosas em capim-massai pastejado por ovinos, sob quatro doses de adubo nitrogenado.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em pastagem de *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai, pertencente ao Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará - NEEF/DZ/UFC, em Fortaleza - CE, entre setembro e dezembro de 2009. O delineamento

experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (controle - sem adubação; 400; 800 e 1200 kg de N ha⁻¹ano⁻¹) com as médias obtidas através de quatro ciclos de pastejo e duas repetições (piquetes de 42,3 m²). O solo da área experimental é classificado como Argissolo amarelo, possuindo como material de origem sedimentos areno-argilosos da formação barreira. A dose de nitrogênio (uréia) para cada tratamento foi dividida em duas parcelas, sendo a primeira metade aplicada logo após a saída dos animais do piquete e a segunda, na metade do período de descanso, via solução aquosa. A pastagem de capim-massai foi manejada sob irrigação por aspersão fixa de baixa pressão (P.S. < 2,0 kgf/cm²), com lâmina de 7,0 mm/dia em turno de rega de três dias e tempo de irrigação de oito horas. Os ciclos de pastejo (número de dias) para cada dose analisada foram determinados a partir estudos conduzidos por Lopes (2010) com capim-massai adubado com nitrogênio em casa de vegetação, sendo utilizada a variável filocrono (verificada pelo referido autor) para determinação do período de descanso a ser adotado, em função do número de folhas vivas por perfilho preconizado para o manejo da referida gramínea. A altura residual do pasto para saída dos animais foi determinada com base no índice de área foliar residual (IAF) igual a 1,0. Ao término de cada ciclo de pastejo (pré-pastejo), obedecendo ao período de descanso adotado para a forrageira (22; 18; 16 e 13 dias para as doses 0,0 – controle; 400; 800 e 1200 kg de N ha⁻¹ano⁻¹, respectivamente). A altura residual do pasto para saída dos animais (ovinos mestiços de Morada Nova) foi determinada com base no índice de área foliar residual (IAF) igual a 1,0. As avaliações das trocas gasosas foram realizadas na condição pré-pastejo do pasto, sendo utilizado um analisador de CO₂ por radiação infravermelho (“Infra Red Gas Analyser - IRGA”, modelo LCI BioScientific). Em cada uma das unidades experimentais (piquetes), foram escolhidas folhas recém-expandidas em cinco perfilhos, sendo efetuadas as leituras na parte mediana da folha, sempre entre 09h00min e 11h00min. No momento das leituras o solo apresentava-se com umidade próxima a capacidade de campo. As variáveis analisadas foram: taxa de transpiração da folha (E, μmol•m⁻²•s⁻¹); temperatura da folha (TFOL, em °C), taxa de fotossíntese foliar (A, μmol•m⁻²•s⁻¹), concentração de dióxido de carbono na folha (Ci, ppm), condutância estomática (gs, μmol•m⁻²•s⁻¹), relação fotossíntese/transpiração (A/E, uso eficiente da água) e a relação fotossíntese/condutância (A/g_s, uso eficiente da água intrínseca), mediante à fonte de luz natural. Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student (P<0,05) e no coeficiente de determinação. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, adotou-se o procedimento GLM, do programa estatístico SAS (SAS Institute, 2003).

Resultados e Discussão

Observou-se efeito linear crescente (P>0,05) da adubação nitrogenada sobre a condutância estomática (gs) do capim-massai, estimada em 0,192 e 0,676 μmol•m⁻²•s⁻¹ para os níveis de adubação 0 e 1200 kg•ha⁻¹•ano⁻¹, respectivamente. Os resultados superiores para gs nas maiores doses de adubação pode ter sido reflexo do maior número de perfilhos (2380 perf/m² com ausência de N, contra 4735 perf./m² na dose 1200 kg N•ha⁻¹•ano⁻¹) a partir das gemas basais, com elevação da demanda hídrica, refletindo em uma maior abertura estomática como mecanismo para atender a absorção de CO₂ do meio externo e regular a temperatura da folha através da transpiração (Slatyer, 1967).

Tabela 1 – Parâmetros fisiológicos em pastagem de *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai adubado com nitrogênio e pastejado por ovinos em lotação rotativa

Variável	Dose de nitrogênio (kg•ha ⁻¹ •ano ⁻¹)					Equação
	0	400	800	1200	CV (%)	
gs (μmol•m ⁻² •s ⁻¹)	0,202	0,335	0,537	0,673	38,20	$\hat{y} = 0,192 + 0,000404**N$; R ² =0,57
E (μmol•m ⁻² •s ⁻¹)	3,26	5,18	6,05	5,54	16,96	$\hat{y} = 3,24 + 0,006496**N - 0,00000381**N^2$; R ² =0,63
A (μmol•m ⁻² •s ⁻¹)	17,91	27,27	33,73	35,89	15,49	$\hat{y} = 17,84 + 0,0286**N - 0,0000112**N^2$; R ² =0,73
Ci (ppm)	117,0	119,5	141,3	142,8	16,34	$\hat{y} = 115,28 + 0,0248**N$; R ² =0,23
TFOL (°C)	37,82	38,17	36,38	36,21	2,76	$\hat{y} = 38,14 - 0,00165**N$; R ² =0,36
A/E	5,49	5,29	5,64	6,61	16,18	$\hat{y} = 5,198 + 0,000926**N$; R ² =0,16
A/g _s	98,17	82,19	65,52	60,27	25,99	$\hat{y} = 96,099 - 0,0326**N$; R ² =0,49

Condutância estomática (gs), taxa de transpiração foliar (E), taxa de fotossíntese (A), concentração interna de CO₂ (Ci), temperatura da folha (TFOL), relação fotossíntese: transpiração (A/E) e relação fotossíntese: condutância (A/g_s); \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão para cada variável analisada; R² = coeficiente de determinação; significativo ao nível de 1% (***) e 5% (*).

A taxa de transpiração foliar (E) apresentou efeito quadrático (P<0,05) com o máximo de 6,29 μmol•m⁻²•s⁻¹, com adubação equivalente a 852 kg N•ha⁻¹•ano⁻¹. Tal fato ocorreu devido à elevação na produção de biomassa de forragem verde até tal dose, levando ao aumento da fotossíntese líquida do dossel e consequentemente da demanda hídrica das plantas com maior absorção de água pelas raízes (Yin et al., 2009). A

taxa de fotossíntese líquida (A) apresentou padrão de resposta quadrático ($P < 0,05$) com os níveis crescentes de adubação nitrogenada, com o máximo de $36,09 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, com $1276 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$. Esse efeito do nitrogênio, que estimula a fotossíntese, é decorrente da maior incitação à atividade enzimática e da maior síntese da enzima ribulose-1,5-bisfosfato-carboxilase-oxigenase, responsável pela fotossíntese, entre outras, associado ao efeito também sobre a E, que favorece a fotossíntese (Cabrera-Bosquet et al., 2009). A concentração interna de CO_2 revelou resposta linear crescente ($P < 0,05$) às doses de adubos nitrogenados, podendo ser atribuída à elevação da gs, favorecendo a absorção de CO_2 do meio externo. Contudo, tal fato não era esperado tendo em vista que há elevação da atividade das enzimas carboxilativas com o aumento da adubação nitrogenada, favorecendo a carboxilação das moléculas orgânicas e reduzindo a concentração de dióxido de carbono livre no mesófilo (Pan et al., 2004). Observou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) da adubação nitrogenada sobre a temperatura foliar, sendo reduzida em $0,00165^\circ\text{C}$ para cada quilograma de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ adicionado. Tal fato ocorreu devido ao aumento da taxa de transpiração foliar nas maiores doses de N e a transpiração constituir o mecanismo primário de regulação da temperatura da folha, dissipando parte da energia proveniente da radiação solar (Slatyer, 1967). A relação fotossíntese/transpiração (A/E), que representa a eficiência do uso da água instantânea e expressa quantitativamente o comportamento momentâneo das trocas gasosas na folha, apresentou resposta linear crescente ($P < 0,05$) à adubação nitrogenada, em decorrência do maior incremento da taxa fotossintética quando comparada à transpiração foliar com elevação das doses de N, proporcionando melhor desenvolvimento da planta, com um sistema radicular mais consolidado, e dessa forma respondendo de forma mais eficiente aos fatores do meio (adubação, radiação, temperatura, umidade do ar). A relação fotossíntese/condução (A/gs) apresentou resposta linear crescente ($P < 0,05$) à elevação das doses de adubação nitrogenada, demonstrando maior eficiência do processo fotossintético e podendo ser atribuída à maior densidade de estômatos por unidade de área foliar proporcionada pelas maiores doses de nitrogênio (Larcher, 2006). Ainda, de acordo com o autor, a melhor relação entre absorção de CO_2 e perda de água é alcançada quando há elevado número de estômatos parcialmente fechados, com a relação A/E alcançando valores mais altos e A/gs chegando a valores mais baixos. Em algumas variáveis, foi verificada falta de ajuste dos dados na equação de regressão, podendo ter sido decorrente à sensibilidade das folhas na ocasião da mensuração das trocas gasosas, tendo em vista que apesar dos cuidados de seu manuseio no ato da avaliação, alguns perfis em resposta à manipulação da folha pode ter alterado sua condição fisiológica através do fechamento dos estômatos, repercutindo nos resultados obtidos e não podendo ser detectados durante a avaliação no campo.

Conclusões

As trocas gasosas do capim-massai foram favorecidas pelas doses crescentes de nitrogênio, podendo ser recomendada para máxima eficiência biológica uma dose $852 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$.

Literatura citada

- CABRERA-BOSQUET, L.; ALBRIZIO, R.; ARAUS, J.L. et al. Photosynthetic capacity of field-grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. **Environmental and Experimental Botany**, v.67, n.1, p.145–152, 2009.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Editora RiMa, 2006. 550p.
- LOPES, M.N. **Adubação nitrogenada em capim-massai: trocas gasosas, morfologia e composição químico-bromatológica**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2010. 156f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal do Ceará, 2010.
- PAN, Y.; HON, J.; JENKINS, J. et al. Importance of foliar nitrogen concentration to predict forest productivity in the Mid-Atlantic Region. **Forest Science**, v. 50, n. 3, p.279-289, 2004.
- SLATYER, R.O. **Plant-water relationships**. New York : Academic Press, 1967. 366p.
- YIN, C.; PANG, X.; CHEN, K. The effects of water, nutrient availability and their interaction on the growth, morphology and physiology of two poplar species. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, n. 1, p. 196-203, 2009.