

## Ecofisiologia e rendimento forrageiro do capim elefante roxo em função de adubação nitrogenada

Aires Souza, J.T.<sup>1</sup>; de Farias Ramos, J.P.<sup>2</sup>; Fernandes Costa, R.<sup>2</sup>; Lima Araújo, D.<sup>3</sup>; Correia Guedes, P.L.<sup>2</sup>; Pontes Freitas, R.<sup>2</sup>; Silva Ribeiro, J.E.<sup>3</sup> e Ribeiro Cavalcante, V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional do Semiárido (INSA) Campina Grande. Paraíba. Brasil.

<sup>2</sup>Empresa Paraibana de Pesquisa. Extensão Rural e Regularização Fundiária - EMPAER. Paraíba. Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós Graduação em Agronomia - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. Brasil.

### PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Trocas gasosas.

Produtividade.

*Pennisetum purpureum*.

Nitrogênio.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Gas exchange.

Productivity.

*Pennisetum purpureum*.

Nitrogen.

### INFORMATION

Cronología del artículo.

Recibido/Received: 27.05.2018

Aceptado/Accepted: 30.06.2019

On-line: 15.10.2019

Correspondencia a los autores/Contact e-mail:

thyago.aires@insa.gov.br

### RESUMO

A maximização da produtividade vegetal é almejada em qualquer cultivo, inclusive de *Pennisetum purpureum*, entretanto, isto depende do estado nutricional das plantas, nesse aspecto o nitrogênio exerce função essencial. O objetivo da pesquisa foi avaliar os aspectos ecofisiológicos e o rendimento forrageiro do capim elefante roxo em função de adubação nitrogenada. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER), localizada no município de Alagoinha, estado da Paraíba, Brasil. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de 0, 20, 40, 60 e 80 kg de N ha<sup>-1</sup>. As variáveis avaliadas foram: índice de clorofila a, b e total, fotossíntese líquida, concentração interna de carbono, eficiência instantânea de carboxilação, eficiência do uso da chuva, pegada hídrica cultural, eficiência de uso do nitrogênio, produtividade de matéria verde e seca e capacidade de suporte para vacas leiteiras. O aumento das doses de N estimula positivamente os índices de clorofila, trocas gasosas, eficiência de uso da chuva, pegada hídrica cultural, produtividade e capacidade de suporte animal do capim elefante roxo, entretanto, reduz a eficiência de uso do N.

### Ecophysiology and forage yield of purple elephantgrass as a function of nitrogen fertilization

### SUMMARY

The maximization of vegetable productivity indices is sought in any cultivation, including of *Pennisetum purpureum*, however, this depends on the nutritional status of the plants, in this aspect the nitrogen exerts essential function. The objective of the research was to evaluate the ecophysiological aspects and forage yield of purple elephantgrass as a function of nitrogen fertilization. The experiment was accomplished at the Experimental Station of Alagoinha, belonging to the Paraíba Research Company, Rural Extension and Land Regularization, located in the municipality of Alagoinha, state of Paraíba, Brazil; A randomized block design was used with five treatments and four repetitions. The treatments consisted of the application of 0, 20, 40, 60 and 80 kg of N ha<sup>-1</sup>. The variables evaluated were: chlorophyll a, b and total index, liquid photosynthesis, internal carbon concentration, instantaneous carboxylation efficiency, rain use efficiency, cultural water footprint, nitrogen use efficiency, productivity of green and dry matter and carrying capacity for dairy cows. The increase of N doses positively stimulates the indexes of chlorophyll, gas exchange, rain use efficiency, cultural water footprint, productivity and animals carrying capacity of the purple elephant grass, however, reduces the efficiency of use of N.

### INTRODUÇÃO

Atualmente no mundo há uma busca constante pela maior eficiência dos sistemas produtivos, inclusive pecuários, isto pode ocorrer, dentre outras formas, pelo melhoramento genético das raças para os fins desejados, ou pelo

aumento da capacidade de suporte animal da propriedade rural através de manejos que potencializem a produtividade das plantas forrageiras (Silva et al. 2018, p. 258).

Na região Nordeste do Brasil a bovinocultura leiteira se destaca como uma das principais fontes de renda na

maioria das propriedades rurais, esta atividade tem como base alimentar animal o cultivo de gramíneas perenes, como o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) (Santos et al., 2013, p. 1034). Esta forrageira possui alta taxa de crescimento e produtividade, bom valor nutritivo e grande aceitação pelos animais, tanto picada no cocho como em pastejo direto (Santos et al., 2012, p. 503).

As condições edafoclimáticas do Agreste Paraibano, com precipitações acima de 1.000 mm anuais, favorecem a manutenção do crescimento, desenvolvimento e produtividade desta gramínea em altos níveis, fator determinante, principalmente para a redução de custos com suplementação hídrica via irrigação (Neves, 2017, p. 75). Apesar dos benefícios ambientais, os aspectos nutricionais e o rendimento das plantas forrageiras são afetados por diversos fatores, como: idade, altura de corte, características morfológicas e/ou anatômicas e adubação (Costa et al., 2016, p. 37). Dentre os nutrientes necessários para as plantas, o nitrogênio (N) é essencial quando se busca obter altas produtividades, pois, quando absorvido, aumenta o número de células em divisão e estimula o alongamento celular, potencializando, desse modo, as taxas de crescimento e o desenvolvimento das plantas, principalmente gramíneas (Martuscello et al., 2016, p. 569).

Essa dependência ocorre devido às funções vitais do N na planta, sendo constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila, além de afetar as taxas de iniciação e expansão foliar (Souza et al., 2011, p. 998). A deficiência deste macronutriente pode provocar má formação e baixa densidade de clorofila nas folhas, além de prejuízo às trocas gasosas, reduzindo a eficiência fotossintética das plantas, principalmente em gramíneas  $C_4$ , como o capim elefante, onde o N pode representar até 5 % da sua matéria seca (Barhoumi et al., 2010, p. 154)

Neste contexto, objetivou-se avaliar os aspectos ecofisiológicos e o rendimento forrageiro do capim elefante roxo em função de adubação nitrogenada.

**MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada de junho a agosto de 2017 na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Pa-

raíba S.A. – EMEPA-PB, localizada na mesorregião do agreste paraibano, no município de Alagoinha, estado da Paraíba, Brasil. A estação fica situada nas coordenadas geográficas 6° 57' 00" S e 35° 32' 42" W, com altitude de 154 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo  $As'$ , quente e úmido (Alvares et al., 2013, p. 713), com a época chuvosa iniciando-se entre os meses de fevereiro e março, prolongando-se até julho ou agosto. A precipitação ocorrida durante o período experimental (300,3 mm) se encontra na **Tabela I**, o solo da área foi classificado como LUVISSOLO CRÔMICO Pálico abruptico (Embrapa, 2013, p. 167).

O experimento foi realizado em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas, que foram dimensionadas com área de 25 m<sup>2</sup>. O capim elefante foi cultivado em espaçamento de 1 x 0,2 m<sup>-1</sup> entre fileiras e plantas, respectivamente, correspondente à uma densidade de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> e 125 plantas por parcela. Utilizou-se a ureia (45 % de N) como fonte de nitrogênio. Assim, os tratamentos foram 0, 20, 40, 60 e 80 kg de N/ha<sup>-1</sup>, ou seja, 0; 44,5; 89; 133,5 e 178 kg de ureia/ha<sup>-1</sup>, calculadas com base na recomendação de Santos et al. (2008, p. 134). A adubação foi realizada de forma parcelada, sendo a primeira efetuada após o corte de uniformização na capineira e a segunda após 30 dias.

Antes do plantio, foram colhidas 15 amostras simples do solo na profundidade de 0–40 cm da área experimental, em seguida transformadas em uma amostra composta encaminhada para o laboratório de solos do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba em Areia-PB para caracterização quanto à fertilidade, os resultados se encontram na **Tabela II**.

As variáveis avaliadas foram índice de clorofila *a* (Cl a), *b* (Cl b) e total (Cl total), fotossíntese líquida (A), concentração interna de carbono (Ci), eficiência instantânea de carboxilação (ECi), eficiência do uso da chuva (EUC), pegada hídrica cultural (PHC), eficiência de uso do nitrogênio (EUN), produtividade de matéria verde (PMV), produtividade de matéria seca (PMS) e capacidade de suporte para vacas leiteiras (CS).

A determinação da clorofila a, b e total foi realizada por um método não destrutivo em uma folha recém-expandida de dois perfilhos por parcela, sendo aferidas medições na parte mediana da folha no horário compreendido entre 08h30 e 09h30, utilizando-se um

**Tabela I.** Dinâmica da precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental (Dynamics of rainfall precipitation occurred during the experimental period).

Período Experimental (Dias)	Dias sem chuva	Dias com chuva	Dias com chuva > 10 mm	%
62	28	34	7	20,6
Dias com chuva entre 5-10 mm	%	Dias com chuva < 5 mm	%	Precipitação Total (mm)
8	23,5	19	55,9	300,3

**Tabela II.** Atributos químicos do solo quanto à fertilidade na camada de 0-40 cm do solo (Soil chemical attributes regarding fertility in the layer of 0-40 cm of soil).

pH	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	V%	CTC	M.O	
H <sub>2</sub> O (1:2,5)	mg/dm <sup>3</sup>	-----cmolc/dm <sup>3</sup> -----									g/kg
6,15	5,62	171	0,40	5,25	0,5	3,55	1,70	55,12	11,03	18,68	

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M; M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black; V%:saturação de base.

clorofilômetro eletrônico (ClorofiLog Falker CFL 1030, Brasil).

Nas mesmas folhas e no mesmo horário, foram avaliadas a fotossíntese líquida (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a concentração interna de carbono (Ci) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), utilizando-se um analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA) (ACD, model LCPro SD, Hoddesdon, UK), com temperatura ajustada a 25 °C, irradiação de 1.400  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e fluxo de ar de 200  $\text{mL min}^{-1}$ . De posse dos dados supracitados, foi calculada a eficiência instant\u00e2nea de carboxila\u00e7\u00e3o ECi [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})$ ] relacionando a fotoss\u00edntese líquida (A) com a concentra\u00e7\u00e3o interna de carbono (Ci).

A produtividade de mat\u00e9ria verde (PMV) em  $\text{Mg/ha}^{-1}$  foi determinada atrav\u00e9s da colheita das plantas aos 60 dias ap\u00f3s o corte de uniformiza\u00e7\u00e3o, considerando-se o peso m\u00e9dio da parcela e em seguida multiplicados pela popula\u00e7\u00e3o de plantas por hectare. Ap\u00f3s este processo, retirou-se uma sub amostra de cada tratamento para pr\u00e9-secagem em estufa a 65°C por 72 horas, a fim de quantificar o teor de mat\u00e9ria seca (MS) de acordo com metodologia preconizada pela AOAC (1990), em seguida a produtividade de mat\u00e9ria seca (PMS) tamb\u00e9m em  $\text{Mg/ha}^{-1}$  foi obtida pelo produto da multiplica\u00e7\u00e3o da PMV e os teores de MS. A partir destes valores calculou-se a EUC dada em  $\text{kg MS ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ , estimada pela divis\u00e3o da PMS em  $\text{kg/ha}^{-1}$  pela quantidade de chuva acumulada durante o per\u00edodo experimental (Tabela I). A pegada h\u00eddrica cultural  $\text{m}^3 \text{H}_2\text{O Mg MS ha}^{-1}$  foi calculada dividindo-se a precipita\u00e7\u00e3o observada durante o ciclo de cultivo pela PMS da cultura (Carvalho & Menezes, 2014, p. 143), enquanto que a efici\u00eancia de utiliza\u00e7\u00e3o do nitrog\u00eanio (EUN) foi determinada relacionando-se o rendimento de MS com a dose de N aplicada.

Foi realizada uma simula\u00e7\u00e3o da capacidade de suporte (CP) do capim elefante (CE) em um hectare para vacas em lacta\u00e7\u00e3o por um per\u00edodo de 180 dias. Conhecendo a produ\u00e7\u00e3o de mat\u00e9ria seca (PMS) por  $\text{ha}^{-1}$  e levando-se em considera\u00e7\u00e3o que uma vaca com peso m\u00e9dio vivo de 400 kg de (PV) consumindo 3% do PV x 60 % CE na dieta com base na mat\u00e9ria seca, 20% de volumoso, 19% de concentrado e 1% de minerais. Utilizou-se a formula:  $\text{CP} = (\text{PMS/ha})/\text{consumo individual} \times 180 \text{ dias}$ , onde a CP=quantidade de animais.

Os resultados foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia pelo teste F, em seguida, os dados que apresentaram efeito significativo relativo \u00e0s doses de nitrog\u00eanio foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de regress\u00e3o polinomial, utilizando para o processamento dos dados o software estat\u00edstico Statistical Analysis System (SAS/STAT 9.3 (2011).

## RESULTADOS E DISCUSS\u00c3O

As doses de nitrog\u00eanio aplicadas ao solo propiciaram comportamento quadr\u00e1tico ao \u00edndice de clorofila a, onde a m\u00e1xima efici\u00eancia f\u00edsica (43,76) foi obtida quando adubou-se com 80  $\text{kg de N ha}^{-1}$  ou 178  $\text{kg de ureia ha}^{-1}$ , incremento de 32,6 % em rela\u00e7\u00e3o \u00e0 m\u00ednima efici\u00eancia f\u00edsica (33,0) obtida na dose de 11,71  $\text{kg de N}$

$\text{ha}^{-1}$  ou 26  $\text{kg de ureia ha}^{-1}$  e de 36 % sobre as plantas que n\u00e3o receberam fertiliza\u00e7\u00e3o com nitrog\u00eanio (Figura 1A). Souto et al. (2015, p.1038) obtiveram eleva\u00e7\u00e3o dos teores de pigmentos fotossint\u00e9ticos em fun\u00e7\u00e3o do aumento das doses de cloreto de pot\u00e1ssio na cultura de noni (*Morinda citrifolia* L.), correlacionando isto com a eleva\u00e7\u00e3o dos teores de nitrog\u00eanio foliar, haja visto que sendo esse elemento \u00e9 um dos principais precursores da mol\u00e9cula de clorofila (M\u00f3gor et al., 2013, p.366). Diversos autores verificaram rela\u00e7\u00e3o direta entre a aduba\u00e7\u00e3o nitrogenada e os incrementos dos \u00edndices de clorofila, como Souza et al. (2011, p. 998) em plantas c\u00ed-

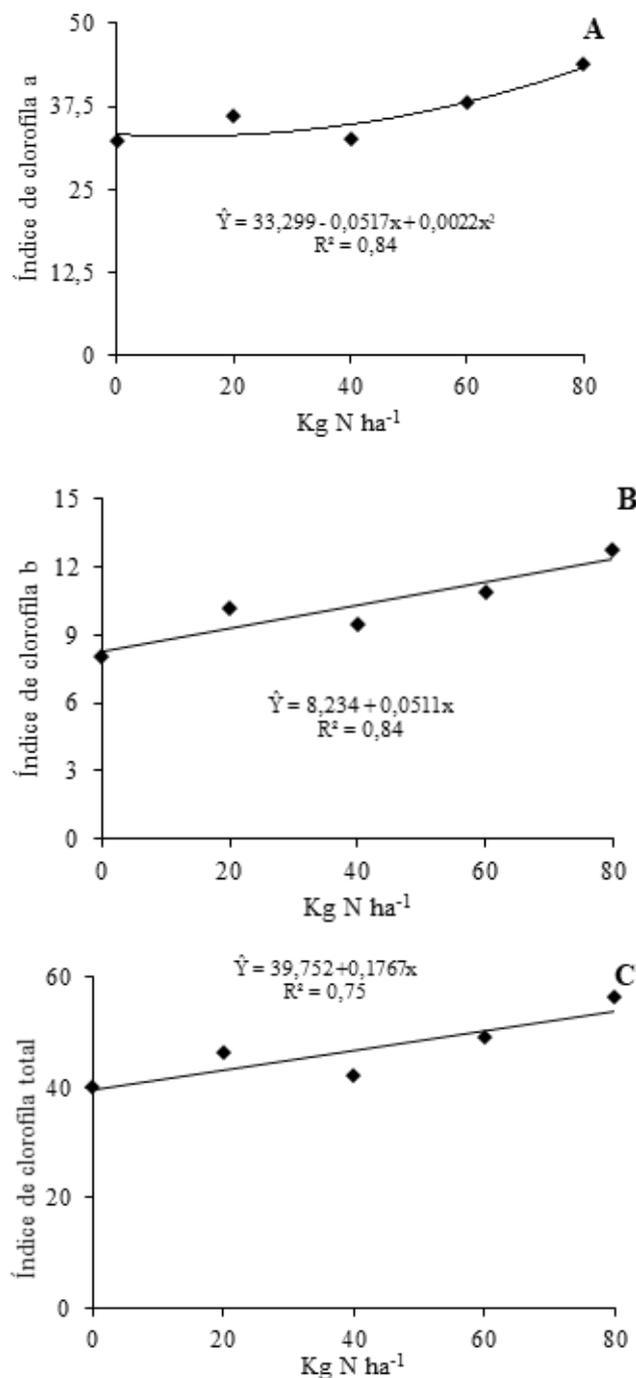


Figura 1. Índices de clorofila a (A), b (B) e total (C) de capim elefante em fun\u00e7\u00e3o de aduba\u00e7\u00e3o nitrogenada (Indices of chlorophyll a (A), b (B) and total (C) of elephant grass as a function of nitrogen fertilization).

tricas, Godoy et al. (2007 p.41) em milho (*Zea mays* L.) e Costa et al. (2008 p. 1604) em capim marandu (*Urochloa brizantha*, cv. Marandu).

Os índices de clorofila *b* e total responderam linearmente às doses de adubação nitrogenada, obtendo valores máximos (12,78 e 56,54) ao se adubar com 80 kg de N ha<sup>-1</sup>, incremento respectivo a 59 e 40,5 % em comparação às plantas cultivadas sem adubação nitrogenada (Figuras 1B e C). Ferreira (2017, p.78) obteve resposta quadrática para o índice de clorofila conforme aumentou-se as doses de nitrogênio aplicadas ao solo, relacionando este resultado ao papel essencial do N no metabolismo das plantas, principalmente gramíneas, participando diretamente da biossíntese de proteínas e clorofilas.

Souto et al. (2015 p.1038) ressaltam que o aumento nos teores de clorofila *b* é uma característica importante, pois esta capta energia de outros comprimentos de onda e transfere para a clorofila *a*, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese. O aumento dos teores de clorofila pode estar relacionado a um bom estado nutricional das plantas, uma vez que a clorofila é uma forma indireta para avaliar a nutrição das plantas (Morgado et al., 2011, p. 74,; Taiz & Zeiger, 2017, p. 186).

O aumento das doses de N exerceu comportamento quadrático sobre a taxa de fotossíntese líquida (Figura 2A), as plantas obtiveram máxima atividade fotossintética (24,07 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) quando adubadas com a dose de 38,59 kg de N ha<sup>-1</sup>, incremento de 18,7% em relação às plantas cultivadas sem adubação nitrogenada (20,27 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Situação semelhante foi obtida por Menezes (2015, p.49) ao adubar capim elefante verde com a dose máxima de 79,8 Mg de composto orgânico ha<sup>-1</sup>, obtendo taxa fotossintética de 26,9 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

O incremento das doses de ureia causou depleção na concentração interna de carbono (Ci) das plantas de capim elefante roxo (Figura 2B) até 63,33 μmol mol<sup>-1</sup> com a adição de 31,52 kg de N ha<sup>-1</sup>, entretanto, a partir deste ponto a Ci das plantas elevaram-se, alcançando o seu máximo (115,85 μmol mol<sup>-1</sup>) com a dose de 80 kg de N ha<sup>-1</sup>, incremento de 83 %. A eficiência instantânea de carboxilação elevou-se quadraticamente até 0,4 mols de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>/mol de CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup> na dose máxima estimada de 37,5 kg de N ha<sup>-1</sup>, superioridade de 39,4 % em comparação com a testemunha (Figura 2C).

Freire et al. (2014, p.88) ressaltam que o aumento da Ci, como verificado ao se adicionar 80 kg de N ha<sup>-1</sup> no solo cultivado com capim elefante, indica que o CO<sub>2</sub> não está sendo utilizado para a síntese de açúcares durante o processo fotossintético, o que propicia acúmulo desse gás, os autores apontam que pode haver a interferência de um fator não estomático nesse processo, podendo resultar em danos ao aparelho fotossintético das plantas.

A expressiva redução da eficiência instantânea de carboxilação observado nas folhas de capim elefante roxo a partir da aplicação de 37,5 kg de N ha<sup>-1</sup>, possivelmente é um reflexo das altas taxas fotossintéticas (Figura 2A), em relação à depleção ocorrida na concentração interna de carbono das plantas (Figura 2B), pois, se o

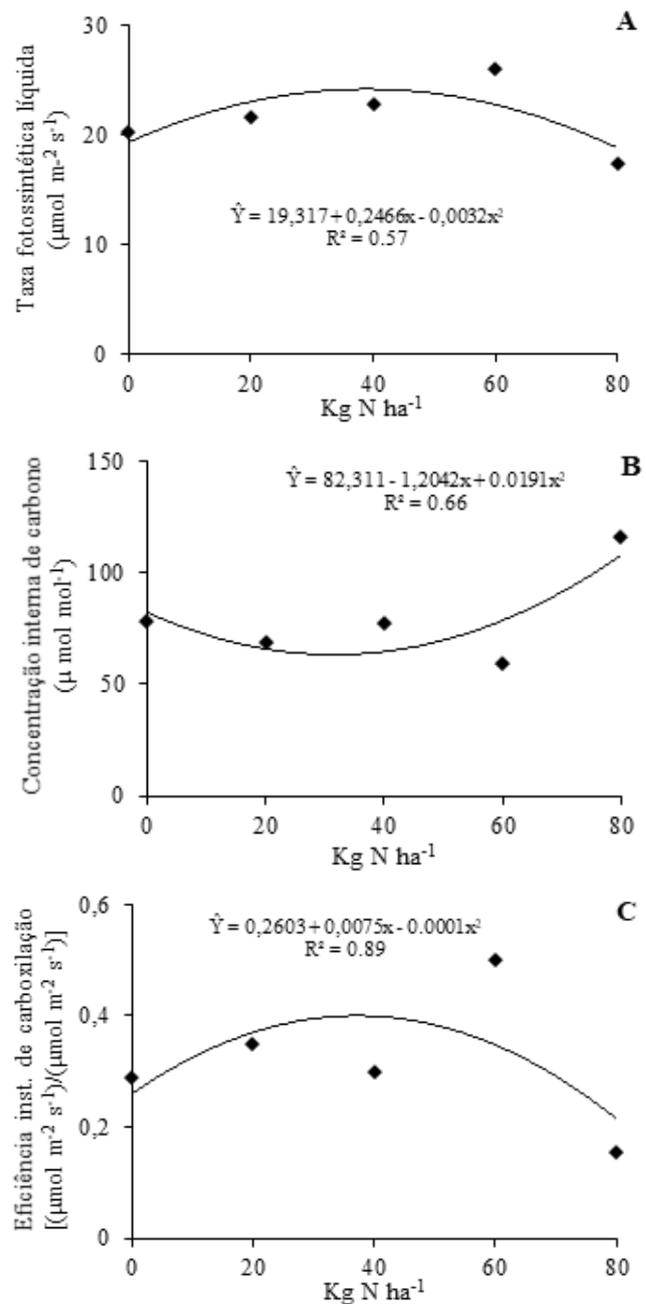
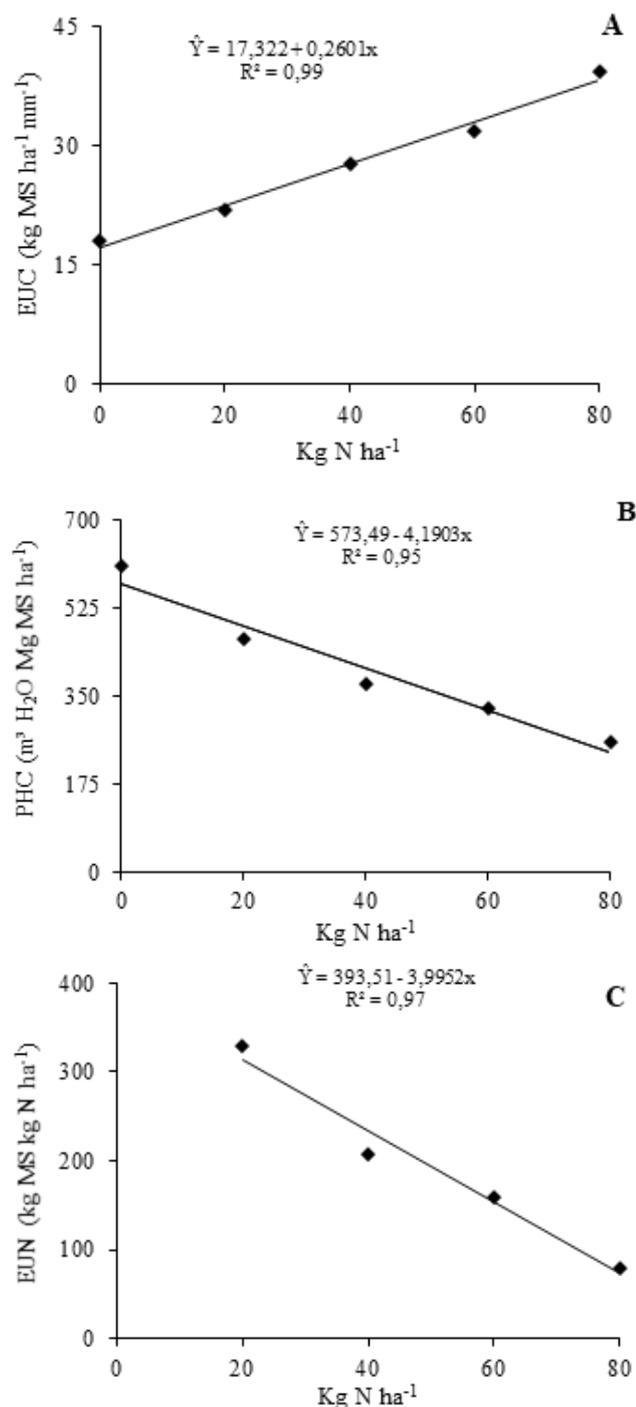


Figura 2. Taxa fotossintética líquida (A), concentração interna de carbono (B) e eficiência instantânea de carboxilação (C) de capim elefante em função de adubação nitrogenada (Liquid photosynthetic rate (A), internal carbon concentration (B) and instantaneous efficiency of carboxylation (C) of elephantgrass as a function of nitrogen fertilization).

CO<sub>2</sub> interno diminui há um incremento no consumo de CO<sub>2</sub> nos cloroplastos, devido ao aumento da atividade fotossintética, com isso a relação A/Ci também será elevada (LIMA et al., 2017, p.1500).

O aumento das doses de nitrogênio ao solo elevou de forma linear a eficiência de uso da chuva (EUC) pelas plantas ao nível de 0,2601 kg MS ha mm<sup>-1</sup> por aumento unitário da dose de ureia (Figura 3A). Ao relacionar o valor máximo (39,16 kg MS ha mm<sup>-1</sup>) quando da adição de 80 kg N ha<sup>-1</sup> com a EUC das plantas cultivadas no solo ausente de adubação (18,09 kg MS



**Figura 3.** Eficiência de uso da chuva (A), pegada hídrica cultural (B) e eficiência do uso do nitrogênio (C) por capim elefante em função de adubação nitrogenada (Efficiency of rainfall use (A), cultural water footprint (B) and efficiency of the use of nitrogen (C) by elephantgrass as a function of nitrogen fertilization).

ha mm<sup>-1</sup>), constata-se que o uso da ureia como fonte de N elevou a EUC em 116,5 %.

Rocha et al. (2017, p.40) cultivando milho (*Pennisetum glaucum*) sob doses crescentes de nitrogênio obtiveram tendência semelhante a observada neste trabalho, assim como estes autores, é importante destacar que nestas condições de precipitação (300,3 mm), a capacidade produtiva das plantas de capim elefante

roxo ainda não foi totalmente atingida, estando diretamente ligada à demanda de nitrogênio vegetal. Estes resultados possivelmente são consequência do aumento da absorção e assimilação de nitrato pelas plantas, haja vista que este acúmulo está diretamente ligado ao aumento do fornecimento do nutriente via adubação (Marschner, 2012, p. 140). Taiz & Zeiger (2017, p. 354) ressaltam que o N é o elemento mineral mais exigido pela maioria das culturas, principalmente pelas de metabolismo C<sub>4</sub>, como o capim elefante, sendo este constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos.

A pegada hídrica cultural contabiliza a quantidade de água consumida na produção de bens e serviços, estudos têm utilizado esta variável para designar o consumo de água por unidade de biomassa produzida em sistemas de produção vegetal (Carvalho & Menezes, 2014, p.143). Neste trabalho observou-se comportamento linear decrescente, onde a maior pegada hídrica ocorreu para as plantas cultivadas na ausência de adubação nitrogenada, 608,4 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O Mg MS ha<sup>-1</sup> (Figura 3B). Isto significa que o não uso de ureia na adubação de capim elefante roxo exigiu mais água por Mg de matéria seca produzida. Entretanto, a adição de 80 kg de N ha<sup>-1</sup> reduziu esta pegada para 259,2 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O Mg MS ha<sup>-1</sup>, depleção de 57,4 % na exigência hídrica da cultura.

Na Figura 3C observa-se que a eficiência de uso do nitrogênio foi inversamente proporcional às doses de N aplicadas, o aumento do fornecimento deste macronutriente de 0 para 80 kg ha<sup>-1</sup> propiciou uma depleção de 316,5 % na EUN. Mochel Filho et al. (2016, p. 75) ressaltam que a eficiência de utilização do nitrogênio é um importante fator de avaliação da eficiência e sustentabilidade da adubação nitrogenada, pois estima a dose que apresentou melhor resposta.

De acordo com Martha Júnior et al. (2007, p. 130) e Costa et al. (2016 p. 34) adubações maiores, a partir de 50 a 60 kg N/ha/ciclo de crescimento podem reduzir a eficiência do uso de N com aumento da dose fornecida, isto ocorre devido a perdas de nitrogênio por lixiviação e volatilização, que se tornam cada vez maiores com o aumento da dose de adubo nitrogenado.

O aumento no fornecimento de N elevou linearmente o rendimento forrageiro do capim elefante roxo em matéria verde e seca (PMV e PMS) até 70,2 e 11,76 Mg ha<sup>-1</sup>, incremento de 85,4 e 99,3 % em comparação à produtividade das plantas não tratadas com suplementação nitrogenada, 37,87 e 11,76 Mg ha<sup>-1</sup> de MV e MS, respectivamente, (Figura 4A e B). Martuscello et al. (2016, p.380) ressaltam que o aumento na PMV e PMS com o incremento na adubação nitrogenada é explicado pela ação do nitrogênio como fator controlador dos diferentes processos de crescimento e desenvolvimento vegetal, proporcionando aumento de produção através da maior fixação de carbono pelas plantas. Os resultados obtidos demonstram a alta demanda do capim elefante roxo por N, agindo este, como um estimulante e fonte de vigor, interferindo ativamente no rendimento forrageiro da cultura.

Na Figura 4C, observa-se que houve crescimento linear (P<0,05) para a capacidade de suporte do capim

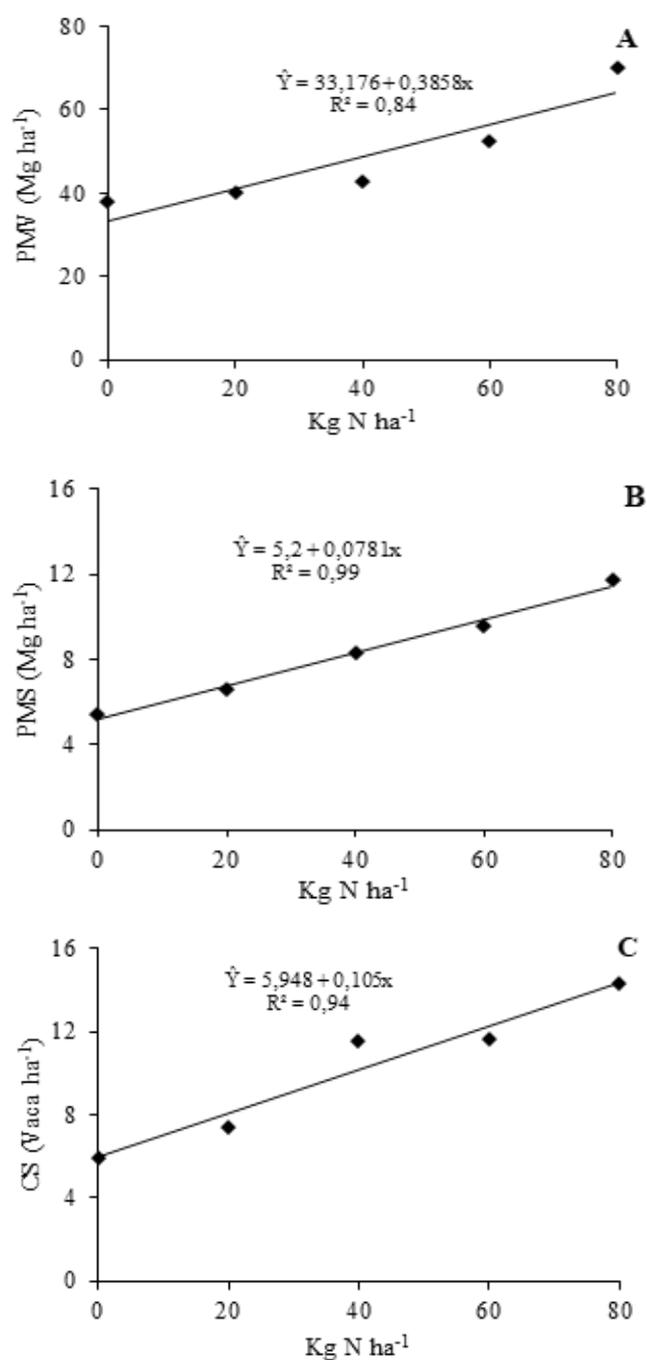


Figura 4. Produtividade de matéria verde (A), produtividade de matéria seca (B) e capacidade de suporte para vacas em lactação (C) de capim elefante em função de adubação nitrogenada (Green matter yield (A), dry matter yield (B) and support capacity for lactating cows (C) of elephantgrass as a function of nitrogen fertilization).

elefante em função da adubação nitrogenada para vacas zebuínas em lactação, quando adubou-se com 80 kg N ha<sup>-1</sup> o aumento na capacidade de suporte chegou a 142% quando comparado ao tratamento controle (0 kg N ha<sup>-1</sup>).

Em consequência ao estímulo no rendimento do capim elefante, o maior benefício da intensificação da adubação nitrogenada é o incremento no ganho animal por área, haja vista que a produtividade animal é função do seu potencial genético de produção e do meio ambiente onde ele está inserido, sendo a alimen-

tação o mais importante fator do meio. O primeiro passo a ser dado quando se objetiva o aumento da produtividade animal de forma prática e econômica é produzir alimentos em quantidades e qualidade para os animais.

## CONCLUSÃO

O aumento das doses de adubação nitrogenada estimula os índices de clorofila, trocas gasosas, eficiência de uso da chuva, pegada hídrica cultural e produtividade do capim elefante roxo, elevando consequentemente a capacidade de suporte para bovinos leiteiros;

Entretanto, a eficiência de uso do nitrogênio reduz-se conforme há acréscimo nas doses de N adicionadas ao solo.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvares, C, Stape, J, Sentelhas, P, Gonçalves, J & Sparovek, G 2013, 'Köppen's climate classification map for Brazil.', *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728.
- Association of official Analytical Chemists, 1990, AOAC. 'Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists'. 15.ed. Arlington: 1117p.
- Barhoumi, Z, Atia, A, Rabhi, M, Djebail, W, Abdelly, C & Smaoui, A 2010, 'Nitrogen and NaCl salinity effects on the growth and nutrient acquisition of the grasses *Aeluropus litoralis*, *Catapodium rigidum*, and *Brachypodium distachyum*', *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 173, n. 1, p. 149- 157.
- Carvalho, A & Menezes, R 2014, 'Pegadas hídricas em sistemas agropecuários na região semiárida do Nordeste do Brasil', *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 8, n. 1, p. 142-148.
- Costa, K, Faquim, V, Oliveira, I & Rodrigues, R 2008, 'Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. II – nutrição nitrogenada da planta', *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1601-1607.
- Costa, N, Paulino, V, Magalhães, J, Rodrigues, B & Santos, F 2016, 'Eficiência do nitrogênio, produção de forragem e morfogênese do capim-massai sob adubação', *Revista Nucleus*, v.13, n.2, p. 31-40.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2013, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 'Sistema Brasileiro de Classificação de Solos', 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Ferreira, A 2017, 'Doses de nitrogênio no milho safrinha sob efeito residual da co-inoculação na cultura da soja', Dissertação de Mestrado, visto em 20 de Maio, <http://portal.unemat.br/media/files/AUREANE%20CRISTINA%20TEIXEIRA%20FERREIRA.pdf>
- Freire, J, Dias, T, Cavalcante, L, Fernandes, P & Lima Neto, A 2014, 'Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta', *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 1, p. 82-91.
- Godoy, L, Fernandes, D, Souto, L & Villas Boas, R 2007, 'Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*', *Ciência Rural*, v.37, n.1, p.38-44.
- Lima, G, Dias, A, Gheyi, H, Soares, L, Nobre, R, Pinheiro, F & Silva, A 2017, 'Gas exchanges and production of colored cotton under salt stress and nitrogen fertilization', *Bioscience Journal*, v. 33, n. 6, p. 1495-1505.
- Marschner, P 2012, 'Mineral Nutrition of Higher Plants'. 3. ed. London: Elsevier.
- Martha Júnior, G, Vilela, L & Sousa, D 2007, 'Adubação nitrogenada', In: Martha Júnior, G, Vilela, L, Sousa, D, 'Cerrado: Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens', Planaltina – DF', Ed. Embrapa Cerrados, p. 117-144.
- Martuscello, J, Majerowicz, N, Cunha, D, Amorim, P & Braz, T 2016, 'Características produtivas e fisiológicas de capim-elefante submetido

- à adubação nitrogenada', *Archivos de Zootecnia*, v. 65, n. 252, p. 565-570.
- Meneses, A 2015, 'Morfologia de capim elefante adubado com composto orgânico proveniente da produção e do abate de pequenos ruminantes', Dissertação de Mestrado, visto em 09 de Maio, <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138331/1/cnpc-2015-Morfofisiologia.pdf>
- Mochel filho, W, Carneiro, M, Andrade, A, Pereira, E, Andrade, A, Cândido, M, Magalhães, J, Rodrigues, B, Santos, F & Costa, N 2016, 'Produtividade e composição bromatológica de Panicum maximum cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada', *Revista de Ciências Agrárias*, v.39, n.1, 81-88.
- Mógor, Á, Barbizan, T, Pauletti, V, Oliveira, J & Bettoni, M 2013, 'Teores de clorofila em cultivares de tomateiro submetidas a aplicações foliares de magnésio', *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 4, p. 363-369.
- Morgado, M, Fialho, J, Bruckner, C, & Melo, L 2011, 'Nondestructive estimation of chlorophyll content in yellow passion fruit leaves', *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 1, n. 1, p. 74-78.
- Neves, T 2017, 'Aproveitamento energético do biossólido gerado por indústria têxtil como fertilizante para produção de capim-elefante – *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone', Dissertação de Mestrado, visto em 20 de Abril, <http://www.cear.ufpb.br/arquivos/ppger/documentos>
- Rocha, J, Santos, A, Silveira Júnior, O, Silva, R, Santos, J & Oliveira, L 2017, 'Características agronômicas do milheto sob efeito de nitrogênio nos sistemas consorciado e monocultivo' *Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.11, n. 1, p. 37-43.
- Santos, D, Lira, M, Dubeux Júnior, J, Santos, M & Mello, A 2008, 'Recomendação de adubação para a palma forrageira', In: F Cavalcanti (ed.), *Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª Aproximação*, Instituto Agrônomo de Pernambuco, Recife, PE.
- Santos, R, Azevedo, V, Freire, F, Rocha, A, Tavares, J & Freire, M 2012, 'Extração e eficiência de uso de nutrientes em capim-elefante na presença de gesso', *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.497-505.
- Santos, R, Freire, F, Azevedo, V, Rocha, A & Tavares, J 2013, 'Produção de capim elefante e movimentação de cátions em função de gesso mineral', *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.10, p.1030-1037.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT 9.3®, 2011, User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc., Cary NC, USA. 8621 p.
- Silva, M, Silva, A, Nascif, C & Gameiro, A 2018, 'Interações entre indicadores zootécnicos e econômicos na análise e gestão da eficiência de fazendas leiteiras' *Revista Empreendedorismo, Gestão e Negócios*, v. 7, n. 7, p. 245-262.
- Souto, A, Cavalcante, L, Gheyi, H, Nunes, J, Oliveira, F, Oresca, D 2015, 'Photosynthetic pigments and biomass in noni irrigated with saline waters with and without leaching', *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.19, n.11, p.1035-1041.
- Souza, T, Salomão, L, Andrade, T, Bôas, R, Quaggio, J 2011, 'Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigadas', *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 3, p. 993-1003.
- Taiz, L & Zeiger, E 2017, 'Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal', 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 819p.