

Características produtivas e fisiológicas de capim-elefante submetido à adubação nitrogenada

Martuscello, J.A.¹; Majerowicz, N.²; da Cunha, D.N.F.V.¹; de Amorim, P.L.³ e Braz, T.G.S.⁴

¹Universidade Federal de São João Del-Rei. Departamento de Zootecnia. Minas Gerais. Brasil.

²Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Brasil.

³Universidade Federal de Alagoas. Alagoas. Brasil.

⁴Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Minas Gerais. Brasil.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Metabolismo do nitrogênio.
Nitrito redutase.
Pennisetum purpureum.
Proteína bruta.

ADDITIONAL KEYWORDS

Crude protein.
Nitrate reductase.
Nitrogen metabolism.
Pennisetum purpureum.

INFORMACIÓN

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 12.06.2015
Aceptado/Accepted: 05.08.2016
On-line: 15.10.2016
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
janaina@ufsj.edu.br

RESUMO

A produção de forragem foi estudada avaliando-se a parte aérea e o sistema radicular, a atividade *in vitro* da enzima nitrito redutase e o conteúdo de pigmentos fotossintéticos em plantas de *Pennisetum purpureum* cv. Cameroon submetidas a doses de nitrogênio. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (ausência de adubação nitrogenada, 50, 100 e 150 Kg·ha⁻¹ de N) e quatro repetições. O solo foi adubado de acordo com a análise de fertilidade. As plantas foram cortadas 60 dias após o plantio e avaliadas quanto à produção de massa seca, atividade *in vitro* da enzima nitrito redutase e conteúdo de pigmentos fotossintéticos. A adubação nitrogenada promoveu maior produção de biomassa da parte aérea e do sistema radicular de *P. purpureum*, bem como na atividade da nitrito redutase em lâminas foliares e raízes. À medida que se elevou as doses de nitrogênio, observou-se maior acúmulo de folhas. Observou-se também maior atividade da nitrito redutase em lâminas foliares quando comparado ao sistema radicular, sendo a atividade da enzima incrementada à medida que se aumentou a adubação nitrogenada. O teor de proteína bruta e o conteúdo de pigmentos fotossintéticos responderam linear e positivamente à adubação nitrogenada. A adubação nitrogenada aumenta a produção de massa seca em plantas de capim-elefante cv. cameroon. A atividade da enzima nitrito redutase é mais pronunciada nas folhas do que nas raízes, independentemente da dose de nitrogênio, e a aplicação desse nutriente induz a atividade da enzima, bem como a síntese de pigmentos fotossintéticos.

Productive and physiological characteristics of elephant grass under nitrogen fertilization

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate forage production in shoot and root, the *in vitro* activity of nitrate reductase and the content of photosynthetic pigments in plants of *Pennisetum purpureum* cv. Cameroon subjected to nitrogen fertilizer doses. The experiment was conducted in a greenhouse in a completely randomized design with four treatments (no nitrogen, 50, 100 and 150 Kg·ha⁻¹ of nitrogen) and four replicates. The soil was fertilized according to the analysis of fertility. Plants were harvested 60 days after planting and evaluated for dry matter yield and *in vitro* activity of nitrate reductase in leaf blades and roots and pigment contents. Nitrogen fertilization increased biomass production of shoots and roots of *P. purpureum*, as well as nitrate reductase, in both leaf blades as the root activity. As they increased the nitrogen, we observed a higher accumulation of leaves. We also observed increased activity of nitrate reductase in the blades in relation to the roots of elephant grass, and the enzyme activity increased as they increased nitrogen fertilization. The crude protein content and the content of photosynthetic pigments linearly and positively responded to nitrogen fertilization. Nitrogen fertilization increases the production of dry matter in elephant grass plants. The activity of the enzyme nitrate reductase is more pronounced in the leaves than in roots, regardless of the nitrogen levels and the application of this nutrient induces the enzyme activity and the synthesis of photosynthetic pigments.

INTRODUÇÃO

Por apresentar maior potencial fotossintético, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), possui grande capacidade de acúmulo de biomassa. Em geral,

plantas que têm maior capacidade de produção são consideradas exigentes em fertilidade do solo. Neste contexto, em manuais de adubação utilizados no Brasil (Cantarutti *et al.*, 1999) o capim-elefante é considerado como exigente em relação à fertilidade do solo

e recomendado para sistemas de médio a alto nível tecnológico.

Dentre os nutrientes necessários para planta, o nitrogênio é importante quando se busca obter altas produtividades, pois, quando absorvido, aumenta o número de células em divisão e estimula o alongamento celular (Schnyder *et al.*, 2000), acelerando, desse modo, as taxas de crescimento e o desenvolvimento da planta (Martuscello *et al.*, 2005; Martuscello *et al.*, 2006). Assim, a disponibilidade de nitrogênio no solo é um dos fatores que mais afetam a produtividade do capim-elefante, com aumentos expressivos na produção de massa seca.

Devido à frequente necessidade da utilização da adubação nitrogenada na cultura do capim-elefante, a definição da dose do fertilizante, deve ser realizada de maneira criteriosa, uma vez que pode ocorrer diminuição da recuperação do nutriente com aplicação de grandes quantidades desse elemento (Primavesi *et al.*, 2004). Nesse cenário, de modo a aumentar a eficiência de utilização do nitrogênio, faz-se necessário o entendimento de mecanismos de uso desse nutriente, pela planta, de modo a indicar o melhor manejo de adubação visando obter maior produtividade.

Dentre os diversos métodos para estimativas da eficiência da adubação nitrogenada (agronômico e, ou, fisiológico), a utilização da enzima nitrato redutase, tem proporcionado estimativas mais robustas sobre a eficiência de uso do referido nutriente. A nitrato redutase é a principal enzima responsável pela assimilação de nitrogênio pelas plantas e tem atividade influenciada pela disponibilidade de nitrogênio do solo, podendo ser utilizada, inclusive, como característica indicadora da resposta fisiológica das plantas aos fatores ambientais (Oliveira *et al.*, 2005).

Assim, objetivou-se avaliar a produção de massa seca da parte aérea e da raiz e conteúdo de pigmentos fotossintéticos, bem como a atividade *in vitro* da enzima nitrato redutase em plantas de capim-elefante submetidas a doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no município de Seropédica, Rio de Janeiro. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (ausência de adubação nitrogenada, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) e quatro repetições. Cinco plantas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon), obtidas a partir de colmos, foram colocadas para germinar em vasos de 15 L contendo solo do tipo Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006). No plantio, o solo foi adubado com 300 mg dm⁻³ de P₂O₅ (superfosfato simples) de acordo com análise de fertilidade, que apresentou os seguintes valores: pH em água = 5,5; P = 4,0 mg dm⁻³ (Mehlich-1); K = 31 mg dm⁻³ (Mehlich-1); Ca²⁺ = 1,5 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,4 cmol_c dm⁻³ e H + Al = 2,2 cmol_c dm⁻³ (Acetato de cálcio 1 mol L⁻¹) (EMBRAPA, 1997). Os vasos foram irrigados diariamente até a capacidade de campo, que foi determinada antes do

início do experimento. Vinte e um dias após o plantio realizou-se o desbaste, permanecendo três plantas por vaso. As adubações nitrogenada (ureia, de acordo com os tratamentos) e potássica (240 mg dm⁻³ de K₂O, sob a forma de cloreto de potássio), foram divididas em três aplicações, independentemente do tratamento, sendo a primeira dose aplicada após o desbaste e as demais aplicadas a cada sete dias.

O corte, rente ao solo, foi realizado 60 dias após o desbaste. Após colheita, as plantas foram levadas ao laboratório para separação de seus componentes morfológicos (lâmina, colmo + bainha e forragem morta). Após a separação, os componentes morfológicos foram levados à estufa de ventilação forçada de ar (55° C por 72 horas), e após secagem, estimou-se a produção de massa seca total (MST), produção de massa seca das lâminas foliares (MSLF) e massa seca do colmo (MSC) e relação lâmina: colmo por vaso. As raízes foram retiradas dos vasos, lavadas em peneiras e secas a 55 °C (até peso constante), e a massa seca radicular foi calculada. A relação parte aérea: raiz foi determinada. Os componentes morfológicos (parte aérea) foram moídos e avaliados quanto aos seus teores de proteína bruta (PB) conforme método descrito por Detmann *et al.* (2012).

Antes da colheita realizou-se a avaliação da atividade *in vitro* da enzima nitrato redutase (NR) nas lâminas (lâminas em expansão) e imediatamente após colheita a atividade da enzima nas raízes (raízes jovens), de acordo com metodologia descrita e adaptada por Majerowicz *et al.* (2003).

Para a quantificação do conteúdo de pigmentos fotossintéticos nas lâminas foliares de capim-elefante, em triplicata, amostras pesando 0,5 g de tecidos foliares fragmentados foram colocadas em frascos contendo 5 mL de acetona pura e envoltos com papel alumínio. Seguiu-se a metodologia descrita por Lichtenthaler (1987), sendo que a absorbância (A) da clorofila *a* foi lida em 661,6 nm, a da clorofila *b* em 644,8 nm, e a dos carotenoides em 480 nm. Em seguida calculou-se a concentração da clorofila *a* (C_a), da clorofila *b* (C_b) e das clorofilas *a* e *b* (C_{a+b}) sendo o valor expresso em µg do pigmento por grama de massa fresca.

Os dados foram submetidos à análise de regressão em função das doses de nitrogênio, selecionando-se as equações pela significância de 5% dos coeficientes de acordo com o teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se aumento linear da produção de massa seca total (MST) da parte aérea do capim-elefante a medida que se elevou as doses de nitrogênio (**figura 1**). O aumento na produção de MST com o incremento na adubação nitrogenada é explicado pela ação do nitrogênio como fator controlador dos diferentes processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando aumento de produção pela fixação de carbono (Martuscello *et al.*, 2006). No entanto, vale ressaltar, que o aumento na produção de forragem, em resposta à adubação nitrogenada implica em adoção de práticas adequadas de manejo, para que de fato, a produção possa ser eficiente e

Tabela I. Equações de regressão ajustadas aos valores de produção de massa seca da lâmina foliar (MSLF) e do colmo (MSC) e relação parte aérea: raiz em plantas de capim-elefante cv. Cameroon sob doses de nitrogênio (Regression equations adjusted to the values of dry matter production of the leaf (MSLF) and stem (MSC) and relation shoot: root in elephant grass cv. Cameroon under nitrogen levels).

Característica (g vaso ⁻¹)	Equação	R ²
MSLF	$\hat{Y} = 12,22 + 0,072*N$	0,96
MSC	$\hat{Y} = 11,83 + 0,072*N$	0,78
Relação parte aérea: raiz	$\hat{Y} = 1,74 + 0,036*N$	0,41

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t.
*: Significant at 5% probability the t test.

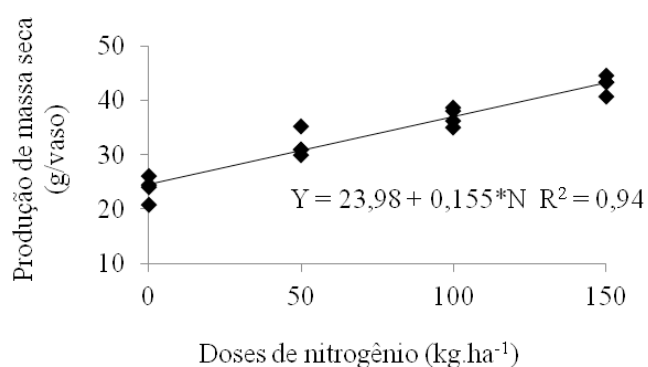


Figura 1. Produção de massa seca total da parte aérea (g vaso⁻¹) de capim-elefante cv. Cameroon em função das doses de nitrogênio (Dry matter production of shoot (g pot⁻¹) of elephant grass cv. Cameroon under nitrogen fertilization). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

otimizada. Este mesmo comportamento também pode ser observado para outras forrageiras, como plantas do gênero *Cynodon* (Quaresma *et al.*, 2011), *Brachiaria* (Cecato *et al.*, 2004; Fagundes *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2013) e *Panicum* (Mello *et al.*, 2008).

A medida que se elevou as doses de nitrogênio, verificou-se maior produção de massa seca das lâminas foliares e massa seca do colmo ($p < 0,05$) (tabela I). A produção de MSLF é característica importante para o crescimento das forrageiras, uma vez que a lâmina é a principal estrutura fotossintética da maioria das plantas. Acrescenta-se a isso, o fato de que para avaliação de plantas forrageiras a produção de MS de lâminas foliares é imprescindível, uma vez que em relação à nutrição animal esse componente assume papel primordial, já que apresenta maior digestibilidade, o que garante oferta de alimento de melhor qualidade (Euclides *et al.*, 2007).

À semelhança da lâmina foliar, a produção de MS de colmo também aumentou ($p < 0,05$) com as doses de nitrogênio (tabela I). Os valores variaram entre 11,83 g vaso⁻¹ para plantas sem adubação nitrogenada e 23,68 g vaso⁻¹ para plantas adubadas com maior dose de nitrogênio. Esses resultados sugerem que o nitrogênio pode elevar a taxa de acúmulo de forragem, via maior acúmulo de colmo no capim-elefante. A adubação nitrogenada promoveu aumento ($p < 0,05$) na produção de MS do sistema radicular (figura 2),

o que teve efeito direto e significativo ($p < 0,01$) na relação parte aérea: raiz, uma vez que observa-se maior relação parte aérea: raiz nas maiores doses de nitrogênio (tabela I). Ainda assim, pode-se afirmar que plantas adubadas com maior dose de nitrogênio apresentaram maior acúmulo de MS total, evidenciando maior incremento na produção de biomassa de capim-elefante submetido a doses elevadas de nitrogênio.

Modelos foram desenvolvidos com intuito de explicar a partição de fotoassimilados, e consequentemente de massa seca entre a parte aérea e a raiz em vegetais. Alguns modelos propuseram uma relação fixa entre as taxas de crescimento de raízes e parte aérea, enquanto outros baseiam-se na taxa de atividade das mesmas (Santos *et al.*, 2006). Apesar de empíricos, esses modelos são úteis em estudos cujo objetivo é verificar o efeito de alguns fatores sobre a relação parte aérea: raiz de determinada planta. Nesse contexto, o nitrogênio assume papel de relevante importância, uma vez que é o principal modulador de crescimento de plantas, podendo promover mudanças no padrão de partição de MS (Martuscello *et al.*, 2009). As estratégias de sobrevivência das plantas em déficit de N variam de acordo com a espécie e com o metabolismo da planta. De acordo com Santos *et al.*, (2006), em plantas de capim-tanzânia o nitrogênio não é translocado para o sistema radicular prioritariamente, mas para a deposição de MS da parte aérea e para perfilhamento. Martuscello *et al.*, (2009) em estudo com capim-massai e capim-xaraés atestaram que essa também pode ser a estratégia utilizada pelas forrageiras avaliadas naquele experimento. Igualmente, plantas de capim-elefante também priorizam a alocação de metabólitos para a parte aérea em relação às raízes, embora ambos apresentem incremento de produção com a adubação nitrogenada (figuras 1 e 2). Nota-se que o aumento de produção da parte aérea foi de cerca de 97% quando se compara a maior dose avaliada e a ausência de adubação nitrogenada, ao passo que para a produção de massa seca da raiz essa porcentagem foi de 39,7%.

Para atividade *in vitro* da enzima nitrato redutase (NR) observou-se efeito positivo ($p < 0,05$) da adubação nitrogenada nas folhas e nas raízes, tendo os dados se ajustado ao modelo linear (figura 3). A NR é de extrema importância para o metabolismo vegetal uma vez que é enzima fundamental para a aquisição de nitrogênio pelas plantas. Adicionalmente, possui a peculiaridade de ter sua síntese induzida pelo próprio

Tabela II. Coeficiente de correlação entre as características fotossintéticas e produtivas de capim-elefante cv. Cameroon (The correlation coefficient between the photosynthetic and production characteristics of elephant grass cv. Cameroon).

	MSLF	MSC	MSR	PBLF	PBC	CloA	CloB	Crt	NRLF	NRR
MSLF	1,00	0,869*	0,732*	0,885*	0,382ns	0,717*	0,653*	0,797*	0,892*	0,552*
MSC	-	1,00	0,652*	0,732*	0,781*	0,459ns	0,671*	0,516*	0,609*	0,629*
MSR	-	-	1,00	0,684*	0,297ns	0,712*	0,538*	0,435ns	0,652*	0,386ns
PBLF	-	-	-	1,00	0,873*	0,541*	0,842*	0,650*	0,883*	0,423ns
PBC	-	-	-	-	1,00	0,418*	0,286ns	0,384*	0,581*	0,762*
CloA	-	-	-	-	-	1,00	0,874*	0,775*	0,632*	0,519*
CloB	-	-	-	-	-	-	1,00	0,506*	0,610*	0,773*
Crt	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,871*	0,254ns
NRLF	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,649*
NRR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00

*: Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. NS = Correlação não significativa.

*: Significant at 5% probability the t test. NS = not significant correlation.

Massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo (MSC); massa seca de raiz (MSR); Proteína bruta de lâmina foliar (PBLF); Proteína bruta do colmo (PBC); Clorofila a (CloA); Clorofila b (CloB); Carotenóides (Crt); Nitrato redutase das lâminas foliares (NRLF); Nitrato redutase da raiz (NRR) (dry mass of leaf blade (MSLF), dry mass of stems (MSC), dry mass of roots (MSR); Crude Protein of leaf blade (PBLF), Crude Protein of stems (PBC); Chlorophyll a (CloA); Chlorophyll b (CloB); Carotenoids (Crt); Redutase Nitrate of leaf blade (NRLF); Redutase Nitrate of roots (NRR)).

substrato, o que explica o aumento de sua atividade em maiores doses de nitrogênio. Em muitas espécies, se grandes quantidades de nitrato estão disponíveis no solo, poderá ocorrer saturação dos sistemas de redução de nitrato nas raízes, que consequentemente exportarão mais nitrato para as folhas onde ocorre sua assimilação.

Estudos que visam avaliar as características fisiológicas de plantas forrageiras ainda são incipientes e de grande importância, principalmente quando comparados com outras culturas. Ainda assim, Cazetta e Villela (2004) avaliando a atividade da NR relataram maior atividade nas folhas em relação ao caule em plantas de *Brachiaria radicans*. Majerowicz *et al.* (2006) visando avaliar a atividade da enzima NR em plantas de capim-elefante cv. Mineiro, encontraram resposta linear e positiva da adubação nitrogenada na atividade da enzima.

A redução do nitrato a amônia é um processo energeticamente caro e deve ser coordenada com o

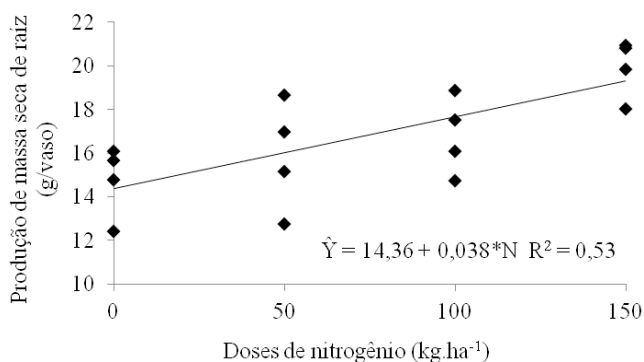


Figura 2. Produção de massa seca da raiz em plantas de capim-elefante cv. Cameroon em função das doses de nitrogênio (Root dry matter production in elephant grass cv. Cameroon under nitrogen fertilization). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

fluxo de carbono assimilado de forma a manter taxas ótimas de crescimento (taiz and Zeiger, 2004). Teoricamente, o local mais adequado para a redução do nitrato são os tecidos fotossintetizantes. Isso porque o nitrato sendo reduzido a nitrito com o gasto de dois elétrons é transferido para os cloroplastos e reduzido a amônia, com o gasto de mais seis elétrons advindos da fase fotoquímica da fotossíntese. Entretanto, tal como nesse experimento, a atividade da enzima NR em tecidos não fotossintetizantes já foi relatada, havendo, entretanto, poucas explicações acerca das razões pelas quais o nitrato é reduzido em tecidos não fotossintetizantes, uma vez que precisa obter elétrons a partir da fosforilação oxidativa (Camargos, 2002). De fato, em plantas de capim-elefante, a maior atividade da enzima nas folhas pode ser devida ao menor

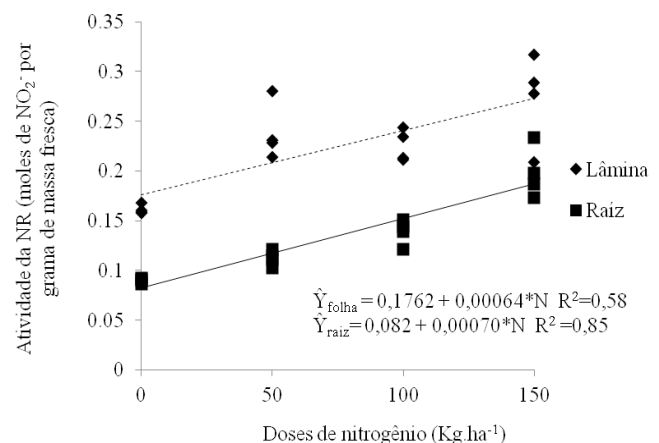


Figura 3. Atividade in vitro da enzima nitrato redutase (NR) em lâminas foliares (linha tracejada) e raízes (linha inteira) de capim-elefante cv. Cameroon em função das doses de nitrogênio (In vitro activity of the enzyme nitrate reductase (NR) in leaf blades (dashed line) and roots (full line) of elephant grass cv. Cameroon under nitrogen fertilization). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

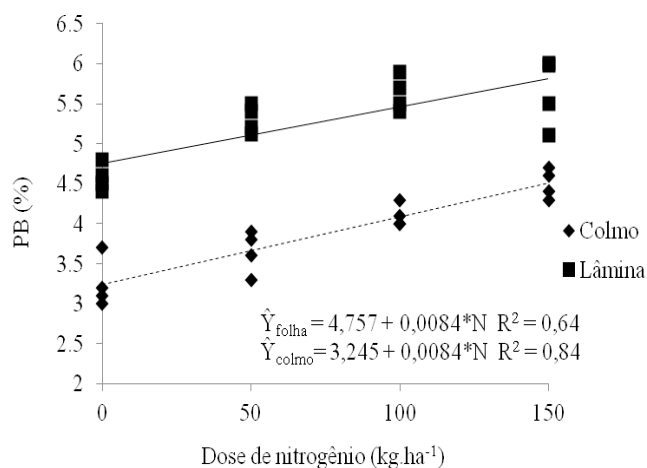


Figura 4. Proteína bruta (PB) em lâminas foliares (linha inteira) e colmos (linha tracejada) de capim-elefante cv. Cameroon em função das doses de nitrogênio (Crude protein (CP) in leaf blades (full line) and stems (dashed line) of elephant grass cv. Cameroon under nitrogen fertilization). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

custo energético para a redução em relação ao que seria gasto quando na redução do nitrato nas raízes.

Observou-se que a adubação nitrogenada promoveu efeito linear e positivo ($p < 0,05$) nos teores de proteína bruta (PB) de lâminas foliares e colmos de capim-elefante (figura 4). Observou-se também efeito mais pronunciado do nitrogênio nos colmos em relação às lâminas, uma vez que os aumentos foram de 61 e 80%, respectivamente (figura 4). Não se esperaria alteração substancial na composição química da forragem pelo aumento no aporte de nitrogênio, devido ao seu efeito mais pronunciado na produção da forragem, principalmente lâminas foliares, do que nos teores de proteína bruta. De fato, a produção de massa seca da parte aérea aumentou com as doses de nitrogênio (figura 1).

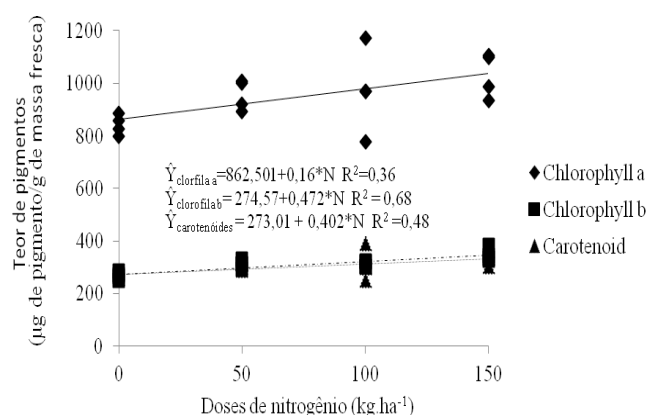


Figura 5. Teores de pigmentos fotossintéticos (Clorofila a, Clorofila b e Carotenóides) de capim-elefante cv. Cameroon em função das doses de nitrogênio. (Levels of photosynthetic pigments (chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids) in elephant grass cv. Cameroon under nitrogen levels). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A adubação nitrogenada promoveu efeito linear e positivo ($p < 0,05$) nos teores de clorofila a, clorofila b e carotenóides (figura 5). Os resultados podem ser explicados pelo N ser componente da molécula de clorofila, sendo que maiores doses desse nutriente incrementam a síntese de pigmentos fotossintéticos. Esses resultados corroboram aqueles de Soratto *et al.* (2004) em trabalho com feijoeiro sob diferentes doses de N.

As características de produção e fisiológicas, apresentam, em sua maioria, correlação positiva e significativa ($p < 0,05$, tabela II). Maiores valores são observados para correlação entre massa seca da lâmina foliar e atividade da NR e PB, o que pode indicar a relação entre a atividade da enzima e o acúmulo de forragem. Entretanto, observou-se baixa correlação entre a massa seca de raiz e a atividade da NR nas raízes, o que pode ser indicativo da redução do nitrato no sistema radicular, mas não sua assimilação. Portanto, o nitrato metabolizado nas raízes de plantas de capim-elefante foi translocado para a parte aérea.

A alta e significativa correlação entre os componentes morfológicos do capim-elefante (tabela II) pode ser um indicativo de que o acúmulo de lâminas tende a aumentar a taxa fotossintética. Isso pode ser ratificado pela correlação entre a produção (MS de lâminas, colmos e raízes) e os pigmentos fotossintéticos (tabela II). Observa-se correlação de 0,71, 0,65 e 0,79 entre a produção de MS das lâminas e os teores de clorofila a, clorofila b e carotenóides, respectivamente.

Em relação aos valores obtidos para os pigmentos fotossintéticos verifica-se correlação significativa e positiva (tabela II), os quais estão de acordo com os encontrados por Silva *et al.*, (2013). De acordo com os autores a alta correlação entre os pigmentos reflete muito bem as funções dos carotenóides que, além de coletores de luz, são fotoprotetores, preservando as clorofilas da destruição oxidativa do O₂, quando há excesso de energia captada pelas antenas coletoras de luz, sem que essa energia seja repassada aos transportadores de elétrons dos fotossistemas I e II. Segundo Hendry e Price (1993), a razão entre as concentrações de carotenóides apresentou função de antioxidantes naturais, além de extinguir excitações fotoinduzidas, sendo menos sensíveis, que as clorofilas, aos ataques oxidativos e ao dano fotoquímico.

CONCLUSÃO

A adubação nitrogenada aumenta a produção de massa seca em plantas de capim-elefante cv. cameroon. A atividade da enzima nitrato redutase é mais pronunciada nas folhas do que nas raízes, independentemente da dose de nitrogênio e a aplicação desse nutriente induz a atividade da enzima, bem como a síntese de pigmentos fotossintéticos.

BIBLIOGRAFIA

Camargos, L.S. 2002. Análise nas alterações de metabolismo do nitrogênio em *Canavalia ensiformes* (L.) em resposta a variações na concentração de nitrato fornecida. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências).

- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Piracicaba, Brasil.
- Cantarutti, R.B.; Martins, C.E.; Carvalho, M.M.; Fonseca, D.M.; Arruda, M.L.; Vilela, H e Oliveira, F.T.T. 1999. Pastagens. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G. e Alvarez V.V.H. (Eds.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª Aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa. pp. 332-342.
- Cazetta, J.O. and Vilella, L.C.V. 2004. Nitrate reductase activity in leaves and stems of tanner grass (*Brachiaria radicans*). *Sci Agric*, 61: 640-648.
- Cecato, U.; Pereira, L. A. F.; Galbeiro, S.; Santos, G. T.; Damasceno, J. C. e Machado, A. O. 2004. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a produção e características da rebrota do capim Marandú (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandú). *Acta Sci Anim Sci*, 26: 399-407.
- Detmann, E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C.; Queiroz, A.C.; Bercielli, T.T.; Saliba, E.O.S.; Cabral, L.S. C.; Pina, D.S.; Ladeira, M.M. e Azevedo, J.A.G. 2012. Métodos para análise de alimentos. *Suprema*. Visconde de Rio Branco. 213 pp.
- EMBRAPA. 1997. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do solo. Manual de métodos de análises do solo. EMBRAPA Solos. Rio de Janeiro. 212 pp.
- EMBRAPA. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. EMBRAPA Solos. Rio de Janeiro.
- Euclides, V.P.B.; Flores, R.; Medeiros, R.N. e Oliveira, M.P. 2007. Diferimento de braquiária cultivares Basilisk e Marandú na região do cerrado. *Pesqui Agropecu Bras*, 42: 273-280.
- Fagundes, J.L.; Fonseca, D.M.; Gomide, J.A.; Nascimento Junior, D.; Vitor, C.M.T.; Morais, R.V.; Mistura, C.; Reis, G. C. e Martuscello, J. A. 2005. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. *Pesqui Agropecu Bras*, 40: 397-403.
- Hendry, G.A.F. and Price, A.H. 1993. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: Hendry, G.A.F.; Grime, J.P. (Eds.). *Methods in comparative plant ecology*. Chapman and Hall. London. pp. 148-152.
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments photosynthesis membrans. *Methods Enzymol*, 148: 350-382.
- Majerowicz, N.; Martuscello, J.A.; Cunha, D.N.F.V.; Gomes, R.A. e Cruz, W.C. 2006. Assimilação de nitrogênio e acúmulo de fitomassa em plantas de capim-elefante adubadas com urina bovina. *Past Trop*, 28: 15-21.
- Majerowicz, N.; França, M.O.; Médici, L.O. e Figueiredo, S.A. 2003. Fisiologia vegetal. Curso prático. Âmbito cultural edições. *Seropédica*. pp. 138.
- Martuscello, J.A.; Faria, D.J.G.; Cunha, D.N.F.V. e Fonseca, D.M. 2009. Adubação nitrogenada e partição de massa seca em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai. *Ciênc Agrotec*, 33: 663-667.
- Martuscello, J.A.; Fonseca, D.M.; Nascimento Júnior, D.; Santos, P.M. e Cunha, D.N.F.V. 2006. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. *Rev Bras Zootecn*, 35: 665-671.
- Martuscello, J.A.; Fonseca, D.M.; Nascimento Junior, D.; Ribeiro Junior, J.I.; Cunha, D.N. F.V. e Moreira, L. 2005. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. *Rev Bras Zootecn*, 34: 1475-1482.
- Mello, S.Q.S.; França, A.F.S.; Lanna, A.C.; Bergamaschine, A.F.; Klimann, J.H.; Rios, L.C. e Soares, T.V. 2008. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. *Ciênc Anim Bras*, 9: 935-947.
- Oliveira, P.P.A.; Trevelin, P.C.O.; Oliveira, W.S. e Corsi, M. 2005. Fertilização com nitrogênio e enxofre na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo quartzarênico. *Rev Bras Zootecn*, 34: 1121-1125.
- Primavesi, A.C.; Primavesi, O.; Corrêa, L.A.; Cantarella, H.; Silva, A.G.; Freitas, A.R. e Vivaldi, L.J. 2004. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. *Rev Bras Zootecn*, 33: 68-78.
- Quaresma, J.P.S.; Abreu, R.G.A.; Cabral, L.S.; Oliveira, M.A.; Gonçalves, J. e Carvalho, D.M.G. 2011. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. *Acta Scient Anim Scien*, 33: 145-150.
- Santos, P. M.; Corsi, M.; Pedreira, C. G. S. e Lima, C. G. 2006. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. *Trop Grasslands*, 40: 84-93.
- Schnyder, H.; Schäufele, R.; Visser, R. and Nelson, C. J. 2000. An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A.; Carvalho, P.C.F. e Nabinger, C. (Eds.). *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. CAB International. Wallingford. pp. 41-60.
- Silva, D.R.G.; Costa, K.A.P.; Faquin, V.; Oliveira, I.P. e Bernardes, T.F. 2013. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. *Rev Ciênc Agron*, 44: 184-191.
- Soratto, R.P.; Carvalho, M.A.C. e Arf, O. 2004. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. *Pesqui Agropecu Bras*, 39: 895-901.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 2004. *Plant physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company. Redwood City. pp. 719.