

## Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 sob efeito de adubação com NPK

Thaís Grazielle Radin Magalhães Teles<sup>1</sup>, Maria Socorro de Souza Carneiro<sup>2\*</sup>, Ismail Soares<sup>3</sup>, Elizania Sales Pereira<sup>2</sup>, Pedro Zione de Souza<sup>2</sup> e João Avelar Magalhães<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unidade de Ensino Superior Vale do Iguaçu, União da Vitória, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, s/n, Cx. Postal 12168, 60335-970, Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>4</sup>Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Parnaíba, Piauí, Brasil.

\*Autor para correspondência. E-mail: msocorro@ufc.br

**RESUMO.** O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de combinações de doses de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção de matéria seca e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. O experimento foi composto por 16 tratamentos de NPK, conforme matriz experimental Plan Puebla II, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Utilizou-se um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Arênico e, como fonte de N, P e K, foram utilizados sulfato de amônio e uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. O material coletado foi separado em colmo e folha, e pré-seco para a determinação da produção matéria seca de folhas (MSF), colmos (MSC) e total (MST), teor de proteína bruta (PB), N, P e K. A adubação promoveu incremento na produção da *B. brizantha* cv. MG-4, cujas doses de 360-370-360 g vaso<sup>-1</sup> de NPK, respectivamente, proporcionaram 95% da maior produção de MST observada. As produtividades máximas foram nas doses de 373, 407 e 317 mg dm<sup>-3</sup> de N de solo para MST, MSF e MSC, respectivamente. As doses de N proporcionaram incrementos nos teores de PB das folhas. As adubações fosfatada e nitrogenada proporcionaram aumento na quantidade acumulada de N, P e K na *B. brizantha* cv. MG-4.

**Palavras-chave:** fósforo, nitrogênio, potássio, proteína bruta.

**ABSTRACT.** Yield and chemical composition of *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 under the effect of NPK fertilization. The objective of this work was to evaluate the effects of combinations of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) on the dry matter yield and chemical composition of *Brachiaria brizantha* cv. MG-4. The experiment consisted of 16 combination levels of NPK, according to experimental matrix Plan Puebla II, in a completely randomized design with five replications. It used a dystrophic Red Yellow Sand-Argisol; ammonium and urea sulfate, triple super phosphate and potassium chloride were used as sources of N, P and K, respectively. The harvested material was separated into leaves and stem and submitted to dry matter yield (DMY) evaluations of the aerial part, crude protein (CP) and determination of the contents of N, P and K. In general, fertilization promoted beneficial effects on the grass, whose level of 360-370-360 g pot<sup>-1</sup> of NPK, respectively, provided 95% of the highest total DMY. The maximum yields were obtained with the application of 373, 407 and 317 mg dm<sup>-3</sup> of N for total, leaf, and stem DM, respectively. The levels of N led to increased levels of leaf CP. The concentrations of leaf CP were higher than the concentration found in the stems.

**Keywords:** phosphorus, nitrogen, potassium, crude protein.

### Introdução

Dentre as gramíneas cultivadas, as do gênero *Brachiaria* têm se destacado por sua grande adaptação às mais variadas condições de solo e de clima, apresentando elevado potencial de produção de forragem com bom valor nutritivo. Segundo Zimmer et al. (1995), aproximadamente 50% das áreas de pastagens cultivadas na região tropical do Brasil são compostas por gramíneas do gênero *Brachiaria*.

No Brasil, na sua maioria, os solos ocupados por pastagens são marginais quando comparados àqueles utilizados pela agricultura, sendo os de melhor aptidão agrícola ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial, para a produção de óleo, fibras, resinas, açúcar etc. Dessa forma, cerca de 70% dos solos cultivados com pastagens apresentam alguma limitação quanto à fertilidade, sendo que a baixa disponibilidade de

nitrogênio (N), fósforo (P) e a alta saturação por alumínio (Al) constituem fatores que limitam a produtividade de forrageiras em solos de regiões tropicais (SANTOS et al., 2002). Werner (1986) relatou que as respostas à adubação nitrogenada variam em função da espécie, do clima, das doses do nutriente e do manejo das plantas. A utilização de práticas de manejo que melhorem a fertilidade do solo surge como uma alternativa viável para assegurar a sustentabilidade das pastagens cultivadas, conciliando produtividade, qualidade e persistência da produção de forragem.

Pesquisas têm indicado que algumas espécies do gênero *Brachiaria* são exigentes em nutrientes e, portanto, apresentam alta responsividade à adubação. Contudo, a adubação do solo constitui grande parte do investimento para a implantação de pastagens e, portanto, a utilização racional dos fertilizantes é de grande importância para a obtenção de elevada produtividade de forragem com bom valor nutritivo e para a redução dos custos de produção. Dentre os macronutrientes, o N, P e potássio (K) desempenham relevante papel nos processos de crescimento e metabolismo das gramíneas forrageiras, sendo responsáveis pela síntese de compostos orgânicos, uso mais eficiente da água, maximização das reações enzimáticas, translocação de carboidratos, aparecimento e desenvolvimento de perfilhos, tamanho e número de folhas e de colmos, intensidade de florescimento e formação de sementes (COSTA, 2004).

Considerando-se a baixa fertilidade da maioria dos solos tropicais e a grande importância do gênero *Brachiaria* para a pecuária nacional, torna-se importante determinar a influência exercida por diferentes níveis de adubação com NPK sobre a produtividade e a composição química da forragem de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4.

## Material e métodos

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação no *Campus* da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Estado do Ceará. Utilizou-se um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico, com as seguintes características físicas e químicas: areia = 940 g kg<sup>-1</sup>, silte = 10 g kg<sup>-1</sup>, argila = 50 g kg<sup>-1</sup>, pH = 5,1; P = 12 mg kg<sup>-1</sup>, K = 0,07 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, Ca<sup>++</sup> = 0,7 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, Mg<sup>++</sup> = 0,6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, Al<sup>+++</sup> = 0,25 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>.

O solo foi peneirado em malha com 4,0 mm de abertura. A acidez do solo foi corrigida com a aplicação de 5,7 g de calcário dolomítico por vaso, contendo 33% de CaO e 16% de MgO, com 95% de

PRNT, de forma a elevar o teor de cálcio no solo a 3,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Após homogeneização, frações de 6,5 dm<sup>3</sup> de solo foram acondicionadas em vasos de polietileno com capacidade de 8,0 dm<sup>3</sup> e a umidade do solo foi elevada para 60% da capacidade máxima de retenção de água e mantida por um período de 30 dias. Após este período, o solo foi seco ao ar e, posteriormente realizada a adubação com as diferentes combinações de doses de NPK, conforme os tratamentos avaliados.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos por 16 combinações de doses NPK, conforme matriz experimental Plan Puebla II, desenvolvida por Turrent Fernández e Laird (1975). As doses de NPK aplicadas foram: 12,5; 87,5; 125; 162,5 e 237,5 mg dm<sup>-3</sup> de N na forma de uréia e sulfato de amônio; 20, 140, 200, 260 e 380 mg dm<sup>-3</sup> de P na forma de superfosfato triplo e 12,5; 87,5; 125; 162,5 e 237,5 mg dm<sup>-3</sup> de K na forma de cloreto de potássio (KCl). As doses de NPK foram aplicadas em dose única, juntamente com o enxofre (30 mg dm<sup>-3</sup> de solo) e os micronutrientes nas doses de 1,2; 0,8; 1,5; 3,5; 4,0 e 0,15 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, Cu, B, Fe, Mn, Zn e Mo.

As sementes de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 foram semeadas manualmente, colocando-se, em média, 20 sementes por vaso. A germinação ocorreu dois dias após o plantio e, dez dias após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste, permanecendo oito plantas por vaso. As plantas foram irrigadas diariamente, com volume de água suficiente para manter o teor de umidade do solo próximo a 60% de sua capacidade máxima de retenção de água. O corte de uniformização das plantas foi realizado aos 42 dias após a germinação a 15 cm acima do solo. Aos 28 dias após o corte de uniformização foi realizado o corte para avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre a produção e a qualidade da forragem da gramínea.

Após o corte, o material colhido foi separado em folhas e colmos, acondicionado em sacos de papel e pesado para a estimativa da produção de massa verde e submetido à pré-secagem em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C por 72h para determinação da produção de matéria seca. Os teores de proteína bruta (PB) das folhas e colmos foram analisados de acordo com procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002), enquanto que os teores de fósforo (P) e potássio (K) foram determinados conforme a metodologia descrita por Silva (1999). Os teores de P e K foram determinados após digestão nitroperclórica. O P foi determinado por

colorimetria e o K por fotometria de chama. A proteína bruta (N x 6,25) foi determinada pelo método Micro Kjeldhal. As características avaliadas foram submetidas à análise de variância e regressão, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG.

**Resultados e discussão**

As doses de NPK adicionadas no solo influenciaram a produção de matéria seca das folhas (MSF), matéria seca dos colmos (MSC) e matéria seca total (MST) da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção de matéria seca de folhas, colmos e total em *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, em função das doses de NPK.

Doses de N-P-K (mg dm <sup>-3</sup> de solo)	Folhas (g vaso <sup>-1</sup> )	Colmos (g vaso <sup>-1</sup> )	Total (g vaso <sup>-1</sup> )
175-140-175	18,51	9,74	28,25
175-140-325	14,90	9,48	24,28
175-260-175	21,90	12,20	34,10
175-260-325	17,46	12,74	30,19
325-140-175	22,61	13,14	35,75
325-140-325	25,59	17,98	43,57
325-260-175	25,64	13,47	39,11
325-260-325	26,69	16,82	43,51
250-200-250	19,30	11,87	31,17
25-140-175	3,64	1,66	5,30
475-260-325	26,07	14,62	40,69
175-20-175	8,61	4,66	13,27
325-380-325	31,40	21,28	52,68
175-140-25	14,73	7,10	21,83
325-260-475	31,59	23,79	55,38
25-20-25	3,06	1,36	4,42
Média	19,48	11,99	31,47
DMS*	7,82	7,15	13,82
CV (%)	17,73	26,34	19,41

DMS - Diferença mínima significativa, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação de doses N, P e K implicou em maiores rendimentos de MS, corroborando com Monteiro et al. (1995) e Andrade et al. (1996), que, respectivamente, verificaram aumento na produção de matéria seca (MS) de *B. brizantha* e *B. ruziziensis*; Rossi e Monteiro (1999), em *B. decumbens*, e Gama-Rodrigues et al. (2002) e Consolmagno Neto et al. (2007), respectivamente, em *B. decumbens* e *Panicum maximum* cv. Tanzânia.

As doses de N apresentaram efeitos quadráticos sobre a produção de MSF, MSC e MST, enquanto as de P e K apresentaram efeitos lineares (Tabela 2). Com base na equação de regressão da MST, foram determinadas as doses de 360-370-360 g vaso<sup>-1</sup> de NPK, respectivamente, as quais proporcionaram 95% da maior produção de MST observada.

Para caracterizar os efeitos das doses de N sobre a produção de MST, MSF e MSC, utilizou-se as doses de 370 e 360 de mg dm<sup>-3</sup> de P e K, respectivamente, verificou-se efeitos quadráticos das doses de N, cujas equações de regressão para

MST, MSF e MSC foram, respectivamente,  $\hat{y} = 10,32 + 0,22X - 3,06 \times 10^{-4}X^2$ ;  $R^2 = 1,00$ ;  $\hat{y} = 0,48 + 0,15X - 1,90 \times 10^{-4}X^2$ ;  $R^2 = 1,00$  e  $\hat{y} = 9,82 + 0,07X - 1,16 \times 10^{-4}X^2$ ;  $R^2 = 1,00$ . As máximas produções de MST, MSF e MSC foram estimadas com as aplicações de 373, 407 e 317 mg de N dm<sup>-3</sup> de solo, respectivamente.

**Tabela 2.** Coeficientes de regressão múltipla e de determinação da produção de matéria seca total (MST), de folhas (MSF) e de colmo (MSC) de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, em função de doses de NPK.

Coefficiente	MST	MSF	MSC
Constante	- 0,133809	- 0,388571	- 0,954952
N	0,14797***	8,57808.10 <sup>-2</sup> ***	6,23019.10 <sup>-2</sup> ***
P	0,104921**	6,96566.10 <sup>-2</sup> ***	3,52662.10 <sup>-2</sup> *
K	- 7,59295.10 <sup>-2</sup> **	3,96136. 10 <sup>-2</sup> **	- 3,63537.10 <sup>-2</sup> **
N <sup>2</sup>	- 3,05607.10 <sup>-4</sup> ***	- 1,90177.10 <sup>-4</sup> ***	- 1,15803.10 <sup>-4</sup> **
P <sup>2</sup>	7,24888.10 <sup>-5</sup> ns	1,08349.10 <sup>-5</sup> ns	6,17668.10 <sup>-5</sup> ns
K <sup>2</sup>	1,39484.10 <sup>-5</sup> ns	- 2,87856.10 <sup>-7</sup> ns	1,41974.10 <sup>-5</sup> ns
NP	- 2,22865.10 <sup>-5</sup> ns	6,40983.10 <sup>-5</sup> ns	- 1,58888.10 <sup>-4</sup> 0
NK	4,5193.10 <sup>-4</sup> **	2,58055.10 <sup>-4</sup> **	1,94223.10 <sup>-4</sup> *
R <sup>2</sup>	0,9653	0,9654	0,9627

\*\*\*, \*\*, \*e ° - significativo a 0,1; 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste t, respectivamente, ns - não significativo.

A adição de até 359, 394 e 302 mg de N dm<sup>-3</sup> proporcionou incremento nas produções de MST, MSF e MSC, respectivamente, e, a partir deste ponto, ocorreu decréscimo na produção. Os resultados mostram concordância quanto a esse aspecto, mas deve-se destacar que a dose que otimiza a produção é de suma importância, já que os custos com adubação são bastante elevados.

Para caracterizar os efeitos das doses de P sobre a produção de MST, MSF e MSC, utilizou-se doses de 360 mg dm<sup>-3</sup> de P e de K, obtendo-se efeito linear das doses de P para produção de MST ( $\hat{y} = 43,51 + 2,24 \times 10^{-2}X$ ;  $R^2 = 0,86$ ) e MSF ( $\hat{y} = 24,71 + 1,82 \times 10^{-2}X$ ;  $R^2 = 0,99$ ); entretanto, não houve efeito para produção de MSC com média de 19,64 g vaso<sup>-1</sup>.

O aumento nas doses de P gerou incrementos de 2,24 e 1,82 g vaso<sup>-1</sup> de MS para a MST e MSF. Os resultados do presente trabalho corroboram com os de Rossi e Monteiro (1999). A melhoria da utilização do P pelas plantas após a calagem em solos de baixa fertilidade natural foi confirmada por Paulino et al. (1994).

O uso de fertilizantes fosfatados solúveis deve ser precedido de calagem, pois em solos ácidos ocorre alta taxa de fixação do P nos colóides do solo, tornando-se menor a fração disponível às plantas.

Utilizou-se doses de 360 e 370 mg dm<sup>-3</sup> de N e P, respectivamente, para se observar o efeito do K sobre a produção de MST, MSF e MSC e foram obtidos efeitos lineares das doses de K sobre a produção de MST ( $\hat{y} = 30,82 + 6,16 \times 10^{-2}X$ ;  $R^2 =$

0,99), MSF ( $\hat{y} = 24,57 + 1,96 \times 10^2 X$ ;  $R^2 = 0,86$ ) e MSC ( $\hat{y} = 6,24 + 4,21 \times 10^2 X$ ;  $R^2 = 0,86$ ). A diminuição na proporção de ramos e caule na omissão de potássio ocorre devido a menor migração de fotoassimilados através de vasos condutores, relacionados com o processo de fotofosforilação (MALAVOLTA, 2005).

Os teores de PB de folhas e colmos diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) em função dos níveis de NPK (Tabela 3), sendo que maiores teores de PB corresponderam aos tratamentos com as maiores doses de N utilizadas. As folhas apresentaram teores de PB superiores aos encontrados nos colmos, corroborando com Brito et al. (2003).

**Tabela 3.** Teores de proteína bruta (PB) nas folhas e colmos em *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, em função das doses de NPK.

Doses de N-P-K (mg dm <sup>-3</sup> )	PB (%)	
	Folhas	Colmos
175-140-175	6,53	3,77
175-140-325	7,29	3,92
175-260-175	6,63	3,56
175-260-325	7,31	4,04
325-140-175	7,80	4,01
325-140-325	7,94	4,25
325-260-175	7,93	4,55
325-260-325	8,12	4,33
250-200-250	7,74	4,55
25-140-175	6,49	5,14
475-260-325	8,70	5,39
175-20-175	6,98	4,61
325-380-325	7,67	4,70
175-140-25	7,20	4,51
325-260-475	7,65	4,40
25-20-25	5,47	4,41
Média	7,34	4,38
DMS*	1,23	0,84
CV (%)	7,40	8,48

\*DMS - Diferença mínima significativa, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As doses de N e K influenciaram nos teores de PB nas folhas, não tendo sido observado efeito do fósforo nessa característica, e os teores de PB nos colmos não foram influenciados significativamente pelas doses de NPK (Tabela 4). Aplicações elevadas de N podem resultar em elevação do teor protéico, redução nos teores de matéria seca, P e K e outras interações entre nutrientes minerais no solo e planta (WHITEHEAD, 1995).

As doses de N proporcionaram efeito linear nos teores de PBF ( $\hat{y} = 6,64 + 3,45 \times 10^{-3} X$ ;  $R^2 = 0,89$ ), fato constatado por Andrade et al. (1996), Cecato et al. (2004) e Nakamura et al. (2005), que verificaram que o aumento nas doses de N proporcionou maiores porcentagens de proteína bruta em *B. brizantha* cv. Marandu.

As doses de P não influenciaram os teores de PBF, enquanto que as doses de K reduziram linearmente os teores de PBF ( $\hat{y} = 7,83 - 1,65 x$

$10^4 X$ ;  $R^2 = 0,40$ ), sendo ainda verificado efeito negativo da interação NK, ou seja, quanto maior a dose na adubação, menor o teor de proteína, confirmando os resultados de Wilson (1982). Não houve efeito significativo da adubação sobre os teores de PB nos colmos possivelmente devido ao fato destas estruturas serem constituídas por material altamente lignificado e conseqüentemente apresentarem reduzido conteúdo celular.

**Tabela 4.** Coeficientes de regressão múltipla e de determinação dos teores de proteína bruta (%) nas folhas (PBF) e colmo (PBC) do capim *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 em função de doses de NPK.

Coeficiente	PBF	PBC
Constante	5,30232	4,66969
N	6,55495.10 <sup>-3</sup> ***	- 6,94787.10 <sup>-3</sup> ns
P	1,27702.10 <sup>-3</sup> ns	- 3,58761.10 <sup>-3</sup> ns
K	4,23829.10 <sup>-3</sup> o	2,78527.10 <sup>-3</sup> ns
N <sup>2</sup>	7,78572. 10 <sup>-6</sup> ns	2,35639.10 <sup>-5</sup> ns
P <sup>2</sup>	- 6,58481. 10 <sup>-6</sup> ns	1,14714.10 <sup>-5</sup> ns
K <sup>2</sup>	5,23016.10 <sup>-6</sup> ns	1,02306.10 <sup>-5</sup> ns
NP	5,16994.10 <sup>-6</sup> ns	1,02192.10 <sup>-5</sup> ns
NK	- 2,47529.10 <sup>-5</sup> o	- 2,1158.10 <sup>-5</sup> ns
R <sup>2</sup>	0,9653	0,9654

\*\*\* e ° significativo a 0,1 e 10% de probabilidade pelo teste t, respectivamente, ns – não significativo.

Os teores de NPK nas folhas e colmos de *B. brizantha* cv. MG-4 diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) em função das doses de NPK aplicadas (Tabela 5). Semelhantes aos resultados encontrados por Santos et al. (2002), a adubação fosfatada e, principalmente, a nitrogenada, provocaram aumento na quantidade acumulada de N, P e K na *B. brizantha* cv. MG-4.

De acordo com aqueles autores, o acúmulo de N na matéria seca da parte aérea da braquiária cv. MG-4 também foi influenciado pela adição de N em cobertura. Tendências semelhantes foram reportadas por Costa et al. (2009) após estudar durante três anos a *B. brizantha* cv. Marandu sob níveis crescentes de adubação nitrogenada.

Pesquisas com gramíneas forrageiras têm apresentado efeitos positivos, normalmente lineares, do acúmulo de P na MS em resposta às doses aplicadas (COSTA et al., 1983; GOMIDE et al., 1986; GUSS et al., 1990). O aumento da adubação nitrogenada reduziu o teor de PB nas folhas, assim como a adubação potássica fez decrescer ligeiramente os teores de P, corroborando com Andrade et al. (1996) que trabalhando com *B. ruziziensis* verificaram que a adubação nitrogenada reduziu expressivamente as porcentagens de P e cálcio na forragem, possivelmente por inibição competitiva de absorção entre os cátions.

Mattos e Monteiro (1998), avaliando a *B. brizantha* cultivar Marandu observaram que a concentração de K nas folhas não-expandidas, nas lâminas de folhas novas, nas lâminas de folhas velhas e nos colmos mais bainhas aumentou com as doses de K na solução nutritiva. Carriel et al. (1989) sugeriram como adequado para o capim-colonião (*Panicum maximum*) e *B. decumbens*, respectivamente, 11,0 e 10,0 g kg<sup>-1</sup> de K na parte aérea. Tais valores se apresentaram inferiores aos encontrados no presente experimento.

**Tabela 5.** Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas e colmos em *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, em função das doses de NPK.

Doses de N-P-K (mg dm <sup>-3</sup> )	Folhas			Colmos		
	N	P	K	N	P	K
	g kg <sup>-1</sup>					
175-140-175	11,48	1,20	17,26	5,79	1,41	15,17
175-140-325	12,24	0,87	26,45	5,98	1,53	25,77
175-260-175	10,92	1,58	16,61	6,23	1,75	13,93
175-260-325	12,03	1,58	35,22	5,96	1,60	21,64
325-140-175	13,65	1,28	16,56	6,73	1,42	13,08
325-140-325	13,08	1,16	27,65	7,28	1,31	17,56
325-260-175	13,46	1,95	16,71	6,78	1,67	11,59
325-260-325	13,68	1,68	29,14	6,75	1,80	17,61
250-200-250	11,15	1,66	22,26	6,37	1,43	19,40
25-140-175	10,03	1,59	29,04	6,13	2,08	34,33
475-260-325	15,51	1,72	17,77	7,55	1,08	15,42
175-20-175	11,19	0,82	22,47	6,87	0,47	26,87
325-380-325	12,68	2,00	17,31	5,77	0,88	12,39
175-140-25	12,24	1,78	7,31	5,69	0,81	8,31
325-260-475	11,46	1,61	20,28	6,18	1,19	20,10
25-20-25	8,83	1,11	21,37	4,60	0,60	21,69
Média	12,10	1,47	21,46	6,29	1,31	18,43
DMS*	3,04	0,47	6,55	1,46	1,07	8,22
CV (%)	11,09	14,17	13,49	10,27	36,14	19,72

\*DMS – Diferença mínima significativa, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Alguns pesquisadores registraram pouco efeito do P adicionado sobre a quantidade acumulada de K na planta (COSTA et al., 1999; FILIZZOLA; BAUMGARTNER, 1984), enquanto outros têm relatado sua redução (CIAT, 1982; ANDREW; ROBINS, 1971) como conseqüência do efeito de diluição com o aumento da produção de forragem.

Os efeitos da adubação NPK sobre os teores de nutrientes nas folhas e colmos, com base nos

coeficientes da equação de regressão (Tabela 6), demonstram efeito significativo positivo de N e N<sub>2</sub> e negativo de NK sobre os teores de nitrogênio nas folhas.

A utilização do N na adubação refletiu em maior acúmulo do nutriente nas folhas, enquanto que a interação NK repercutiu em menor acúmulo de N, possivelmente devido à inibição competitiva de absorção entre os cátions, corroborando os resultados de Santos et al. (2002), que também trabalharam com *B. brizantha* cv. MG-4.

De acordo com a Tabela 6 houve efeito positivo do P e negativo do K sobre os teores de P nas folhas, demonstrando que a utilização de P na adubação resultou em maior acúmulo do nutriente nas folhas, enquanto o K proporcionou redução no acúmulo de P, assim como foi verificado por Andrew e Robins (1971) e Andrade et al. (1996), podendo esta redução ser atribuída aos efeitos da diluição.

Quanto aos teores de K nas folhas, foi observado efeito positivo da interação PK e isoladamente do K, assim como foi constatado por Costa et al. (2009a e b) em *Brachiaria humidicola*. Verificou-se efeito negativo do N, P<sup>2</sup>, K<sup>2</sup> e NP sobre o acúmulo de K nas folhas, possivelmente devido aos efeitos da diluição.

**Conclusão**

A adubação influencia a produção e a qualidade da forragem de *B. brizantha* cv. MG-4. Os maiores teores de PB corresponderam aos tratamentos com as maiores doses de N utilizadas. A adubação fosfatada e nitrogenada implicou em aumento da quantidade acumulada de N, P e K. Houve aumento nos teores de P nos colmos em função do aumento das doses aplicadas.

**Tabela 6.** Coeficientes de regressão múltipla e de determinação dos teores nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), em g kg<sup>-1</sup>, nas folhas e colmo de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 em função de doses de NPK.

Coeficiente	Folhas			Colmos		
	N	P	K	N	P	K
Constante	8,41876	1,13546	17,6334	4,58893	2,92626	24,0749
N	1,2844.10 <sup>-2*</sup>	-1,18967.10 <sup>-3</sup>	-3,95865.10 <sup>-2*</sup>	-8,41657.10 <sup>-3</sup>	-2,05724.10 <sup>-5*</sup>	-0,105334***
P	-2,01882.10 <sup>-4</sup>	7,00597.10 <sup>-3***</sup>	-2,41915.10 <sup>-2</sup>	5,66679.10 <sup>-3</sup>	2,16873.10 <sup>-3***</sup>	-6,1741.10 <sup>-2**</sup>
K	8,01072.10 <sup>-3</sup>	-3,65634.10 <sup>-3***</sup>	0,10718***	1,23343.10 <sup>-3**</sup>	1,04054.10 <sup>-3***</sup>	0,116938***
N <sup>2</sup>	3,445557.10 <sup>-5*</sup>	1,76129.10 <sup>-6</sup>	4,72233.10 <sup>-5</sup>	-9,85653.10 <sup>-6**</sup>	-2,65848.10 <sup>-5</sup>	1,84236.10 <sup>-4***</sup>
P <sup>2</sup>	-4,32272.10 <sup>-6</sup>	1,47851.10 <sup>-7</sup>	-1,78991.10 <sup>-4*</sup>	-5,72411.10 <sup>-5</sup>	-3,42471.10 <sup>-5***</sup>	4,94834.10 <sup>-5</sup>
K <sup>2</sup>	1,42335.10 <sup>-5</sup>	2,20574.10 <sup>-5</sup>	-2,6211.10 <sup>-4***</sup>	-2,30788.10 <sup>-5</sup>	-1,91404.10 <sup>-5</sup>	-2,36084.10 <sup>-5</sup>
NP	3,16191.10 <sup>-6</sup>	-8,238318.10 <sup>-6</sup>	-7,97083.10 <sup>-5</sup>	3,88208.10 <sup>-5</sup>	3,36849.10 <sup>-5</sup>	9,17653.10 <sup>-5</sup>
NK	-7,3026.10 <sup>-3*</sup>	1,01823.10 <sup>-5</sup>	-1,53222.10 <sup>-5</sup>			
PK	2,0508.10 <sup>-3</sup>	-6,16096.10 <sup>-6</sup>	3,98625.10 <sup>-4**</sup>			
R <sup>2</sup>	0,8985	0,7927	0,7536	0,8896	0,5914	0,7395

\*\*\*, \*\*, \* e ◀, significativo a 0,1, 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

## Referências

- ANDRADE, J. B.; BENINTENDE, R. P.; FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V. T.; HENRIQUE, W.; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B. Efeito das adubações nitrogenada e potássica na produção e composição de *Brachiaria ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 9, p. 617-620, 1996.
- ANDREW, C. S.; ROBINS M. F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pastures grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 22, n. 5, p. 693-706, 1971.
- BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A.; DESCHAMPS, F. C. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1835-1834, 2003.
- CARRIEL, J. M.; WERNER, J. C.; ABRAMIDES, P. L. G.; MONTEIRO F. A.; MEIRELLES, N. M. F. Limitações nutricionais de um solo podzólico vermelho-amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. **Boletim da Indústria Animal**, v. 46, n. 1, p. 61-73, 1989.
- CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM, C. C. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*) (Hochst) Stapf cv Marandu). **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 3, p. 409-416, 2004.
- CIAT-Centro Internacional de Agricultura Tropical. **Informe anual del programa de pastos tropicales**. Cali: Ciat, 1982.
- CONSOLMAGNO NETO, D.; MONTEIRO, F.; DECHEN, A. Características produtivas do capim-tanzânia cultivado com combinações de potássio e de magnésio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 4, p. 459-467, 2007.
- COSTA, N. L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004.
- COSTA, G. G.; MONERAT, P. H.; GOMIDE, J. A. Efeito de doses de fósforo sobre o crescimento e teor de fósforo de capim-jaraguá e capim-colonião. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 1983.
- COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, M. A. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, p. 125-133, 2009a.
- COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A. Resposta de *Brachiaria humidicola* á níveis de potássio. **Pubvet**, v. 3, n. 11, p. 1-6, 2009b.
- COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, R. G. A. Resposta de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fontes e doses de fósforo. **Pasturas Tropicales**, v. 21, n. 2, p. 60-63, 1999.
- FILIZZOLA, V. L.; BAUMGARTNER, J. G. **Efeito da calagem e da adubação com fósforo e zinco no desenvolvimento da *Brachiaria decumbens***. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1984.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; ROSSIELLO, R. O. P.; CARVALHO, C. A. B.; ADESI, B. Produção e partição de matéria seca em *Brachiaria brizantha* em resposta à fertilização potássica e às datas de corte. **Agronomia**, v. 36, n. 1-2, p. 23-28, 2002.
- GOMIDE, J. A.; ZAGO, C. P.; RIBEIRO, A. C.; BRAGA, J. M.; MARTINS, O. Calagem e fontes de fósforo no estabelecimento e produção de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) no cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 2, p. 241-246, 1986.
- GUSS, A.; GOMIDE, J. A.; NOVAIS, R. F. Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com características físico-químicas distintas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 19, n. 4, p. 278-289, 1990.
- MALAVOLTA, E. Potássio – absorção, transporte e redistribuição na planta. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Org.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba:Potafos, 2005, p. 179-238.
- MATTOS, W. T.; MONTEIRO, F. A. Respostas de *Brachiaria brizantha* a doses de potássio. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3, p. 428-437, 1998.
- MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D.; ABREU, J. B. R.; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.
- NAKAMURA, T.; MIRANDA, C. H. B.; OHWAKI, Y.; VALÉRIO, J. R.; KIM, Y.; MACEDO, M. C. M. Characterization of nitrogen utilization by *Brachiaria* grasses in Brazilian Savannas (Cerrados). **Soil Science and Plant Nutrition (Tokyo)**, v. 51, n. 7, p. 973-979, 2005.
- PAULINO, V. T.; COSTA, N. L.; LUCENA, M. A. C.; SCHAMMAS, E. A.; FERRARI JÚNIOR, E. Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a calagem e a adubação fosfatada em um solo ácido. **Pasturas Tropicales**, v. 16, n. 2, p. 34-41, 1994.
- ROSSI, C.; MONTEIRO, F. A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colonião. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1101-1110, 1999.
- SANTOS, I. P. A.; PINTO J. C.; SIQUEIRA, J. O.; MORAIS A. R.; SANTOS, C. L. Influência do fósforo, micorriza e nitrogênio no conteúdo de minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* consorciados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 605-616, 2002.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. (Comunicação para Transferência de Tecnologia).
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- TURRENT FERNÁNDEZ, A.; LAIRD, R. J. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre

práticas de producción de cultivos. **Agrociência**, v. 9, n. 1, p. 117-143, 1975.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986.

WHITEHEAD, D. C. Volatilization of ammonia. In: WHITEHEAD, D. C. (Ed.). **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 1995. p. 152-179.

WILSON, J. R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: HACKER, J. B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Sta. Lucia: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p. 111-131.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIAS, P. (Ed.). **Plantas forrageiras de pastagens**. Piracicaba: Fealq, 1995. p. 141-184.

*Received on February 11, 2010.*

*Accepted on November 10, 2010.*

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.