

ESCÓRIAS DE SIDERURGIA NA NUTRIÇÃO DE GRAMÍNEAS CULTIVADAS EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

BLAST FURNACE SLAGS IN THE GRASS NUTRITION CULTIVATED IN OXISOL

**Fernando Carlos STOCCO¹; Renato Ribeiro PASSOS²; Felipe Vaz ANDRADE²;
Luiz Felipe MESQUITA³**

1. Engenheiro Agrônomo, MSc. Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre, ES, Brasil. fcstocco@yahoo.com.br; 2. Professor Associado, Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias – UFES, Alegre, ES, Brasil; 3. Engenheiro Agrônomo, MSc. Produção Vegetal – UFES, Alegre, ES, Brasil

RESUMO: As escórias de siderurgia alteram positivamente as características químicas do solo, contribuindo assim para o aumento na disponibilidade de nutrientes para as plantas. O objetivo deste estudo foi avaliar o uso de escórias de siderurgia na nutrição mineral de *Brachiaria decumbens* e de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivadas em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVA). Foram coletadas amostras de LVA em uma área sob pastagem de *Urochloa* sp. Após a coleta, o solo foi seco ao ar e peneirado em malha de 2 mm, com posterior caracterização química e física. O experimento foi montado num esquema fatorial 2 x 2 x 5 sendo duas espécies de braquiária (*B. brizantha* e *B. decumbens*), duas escórias de siderurgia (escória A e escória B) e cinco doses de SiO₂ (0, 500, 1000, 1500 e 2000 kg ha⁻¹), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram incubados por 30 dias. Após este período, espécies de gramíneas *B. brizantha* e *B. decumbens* foram transplantadas para as unidades experimentais (vasos de 4 dm³). Após 40 e 80 dias realizou-se o 1º e 2º corte da parte aérea, respectivamente. Foram avaliados os teores de N, P e K da parte aérea das gramíneas e calculadas as quantidades acumuladas desses nutrientes. Os teores e acúmulos dos nutrientes variaram em função da escória, da gramínea e da época do corte. A escória A proporcionou maiores teores de N, P e K na parte aérea de ambas as gramíneas.

PALAVRAS - CHAVE: Resíduos. Nutrição mineral. *Brachiaria*. *Urochloa*.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a necessidade de suprir a crescente população mundial com alimentos, associado à menor impacto ambiental, têm motivado pesquisas que investiguem o uso de resíduos de diversos setores na agricultura como forma de reaproveitamento. A indústria siderúrgica produz diariamente grandes quantidades de escória, resíduos da fundição na fabricação do aço e do ferro-gusa, que possuem teores elevados de cálcio e magnésio, essenciais ao crescimento das plantas.

As escórias de siderurgia podem ser utilizadas como corretivos de acidez do solo e fontes de Ca e Mg para as plantas, já que possuem alta concentração de silicato de Ca e Mg (KORNDÖRFER et al., 2004; VIDAL; PRADO, 2011; PREZOTTI; MARTINS, 2012). Seus componentes neutralizantes são os silicatos (de cálcio e magnésio), que têm características semelhantes aos carbonatos (FORTES, 2006), podendo até mesmo ser mais eficientes devido à maior solubilidade. A utilização de escórias de siderurgia, ao elevar o pH dos solos, poderá contribuir para um aumento na disponibilidade de nutrientes às plantas, sobretudo dos macronutrientes (N, P e K), os quais são exigidos em maiores quantidades.

Existem vários autores que estudaram formas de aumentar a disponibilidade de P nos solos, sendo a aplicação de silício uma delas (OBIHARA; RUSSEL, 1972; IYAMUREMYE; DYCK, 1996; CASAGRANDE; CAMARGO, 1997; LEITE, 1997; MOTTA et al., 2002; CARNEIRO et al., 2006; MADEIROS et al., 2008). O ânion silicato pode ser adsorvido aos argilominerais do solo, competindo pelos mesmos sítios de adsorção de P, aumentando sua disponibilidade (VOLKWEISS; RAIJ, 1977), e consequentemente a eficiência da adubação fosfatada. O P é um dos principais nutriente para o estabelecimento das espécies de plantas.

As escórias de siderurgia têm potencial para serem utilizadas na agricultura brasileira, haja vista que os silicatos atuam como promotores da fertilidade de solos cultivados com gramíneas forrageiras (KORNDÖRFER et al., 2001; SANCHES, 2003; MELO, MONTEIRO; MANFREDINI, 2007; SOUZA, 2008; KORNDÖRFER et al., 2010). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de escórias de siderurgia sobre a nutrição mineral das gramíneas *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo.

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área sob pastagem de *Brachiaria* sp no distrito Café, município de Alegre-ES, foram coletadas amostras (0 - 20 cm) de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, em

relevo forte ondulado. Após coletadas, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, separando-se uma amostra representativa para caracterização química e física (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm

Atributos	Valores
Areia Grossa (g kg ⁻¹) ¹	615,2
Areia Fina (g kg ⁻¹) ¹	65,7
Silte (g kg ⁻¹) ¹	20,5
Argila (g kg ⁻¹) ¹	298,6
pH ²	4,8
P (mg dm ⁻³) ³	5,0
K (mg dm ⁻³) ⁴	48,0
Ca (cmol _c dm ⁻³) ⁵	0,9
Mg (cmol _c dm ⁻³) ⁵	0,5
Al (cmol _c dm ⁻³) ⁶	0,5
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ⁷	5,0
S.B. (cmol _c dm ⁻³)	1,5
CTC (cmol _c dm ⁻³) ⁸	6,5
t (cmol _c dm ⁻³) ⁸	2,0
V (%) ⁸	23,8
Carbono orgânico (g kg ⁻¹) ⁹	16,1

¹ Método da Pipeta; ² pH em água (relação 1:2,5); ³ P por colorimetria, após extração com extrator Mehlich-I; ⁴ K trocável por fotometria de chama, após extração com extrator Mehlich-I; ⁵ cálcio e o magnésio trocáveis por extração com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e determinação por titulometria; ⁶ alumínio trocável por extração com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e titulação; ⁷ acidez potencial por extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0 e titulação; ⁸ calculado conforme Embrapa (1997); ⁹ carbono orgânico por oxidação, via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico.

A caracterização química da escória A (proveniente de indústria siderúrgica do estado do Espírito Santo) da escória B (produto comercial) está apresentada na Tabela 2. O experimento foi instalado num esquema fatorial 2 x 2 x 5 sendo duas espécies de braquiária (*B. brizantha* e *B. decumbens*), duas escórias de siderurgia (escória A e escória B) e cinco doses de SiO₂ (0, 500, 1000, 1500 e 2000 kg ha⁻¹), num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos de 4 dm³.

As amostras de solo (3,5 dm³) foram homogeneizadas e submetidas à aplicação de doses de SiO₂, utilizando-se para isso as escórias de siderurgia. As amostras de solo foram então incubadas por 30 dias, mantendo-se a umidade do solo a 60 % do VTP (volume total de poros), de acordo com Freire et al. (1980), efetivando-se pesagens diárias e repondo-se a perda de água do solo com água destilada. Após este período as amostras de solo foram colocadas em vasos plásticos com capacidade de 4 dm³, onde foi realizada a adubação com P e K (80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O).

Tabela 2. Caracterização química das escórias utilizadas

Escória	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)
A ¹	7,23	45,1	9,9
B ²	21,30	37,0	12,6

¹ Escória A - proveniente de indústria siderúrgica do estado do Espírito Santo; ² Escória B - produto comercial

Paralelamente à incubação das amostras, sementes beneficiadas das espécies *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, foram semeadas separadamente dentro de bandejas plásticas, utilizando areia lavada como substrato. Após 14 dias da semeadura foram transplantadas 8 (oito) plântulas de gramíneas por vaso.

Decorridos 7 (sete) dias do transplante foi realizado um desbaste deixando 5 (cinco) plântulas por vaso. Após o desbaste, foi realizada a adubação nitrogenada, com sulfato de amônio P.A., na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, segundo Prezotti et al. (2007), parcelada em três aplicações aos 7, 21 e 35 dias após transplante, via água de irrigação.

O 1º corte da parte aérea das gramíneas foi realizado 40 dias após o transplante. Decorridos 7 (sete) dias do 1º corte, foi aplicado sulfato de amônio, de modo semelhante a adubação nitrogenada anterior, na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, dividida em 3 aplicações aos 7, 21 e 35 dias após o 1º corte, via água de irrigação. O 2º corte das gramíneas foi realizado 40 dias após o 1º. Os cortes da parte aérea foram realizados a 3 (três) cm de altura em relação ao solo.

A parte aérea das plantas, após cada corte, foi seca em estufa de circulação forçada de ar (65° C), durante 72 h, pesada para determinação da

massa da matéria seca e triturada em moinho (malha de 1,42 mm). As amostras moídas foram acondicionadas em sacos de papel para análise dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), de acordo com métodos propostos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). A quantidade dos nutrientes acumulada nos tecidos da parte aérea das gramíneas foi calculada com base no teor destes no tecido e na produção de matéria seca. A quantidade dos nutrientes total acumulada pela parte aérea das plantas foi obtida pela soma dos acúmulos destes na parte aérea, nos dois cortes realizados.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, utilizado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os fatores qualitativos (gramíneas e escórias) e análise de regressão para os fatores quantitativos (doses). Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t de student ao nível de 5 % de probabilidade e o coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os fatores qualitativos (escórias e gramíneas) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios dos teores e acúmulos de macronutrientes na parte aérea de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a aplicação das escórias de siderurgia

Brachmia decumbens submetida à aplicação das escórias de siderurgia						
Escória	Gramínea	Teor (g kg ⁻¹)		Acúmulo (mg vaso ⁻¹)		
		1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° + 2°
----- N -----						
A	<i>B. brizantha</i>	30,11b	17,12a	122,49a	154,63a	618,36a
	<i>B. decumbens</i>	31,60a	16,69b	111,48b	127,61b	529,96b
B	<i>B. brizantha</i>	24,07b	11,86a	208,98b	102,54b	621,46b
	<i>B. decumbens</i>	26,15a	12,04a	213,60a	118,53a	682,80a
----- P -----						
A	<i>B. brizantha</i>	2,29b	1,79b	9,28a	16,18a	55,25a
	<i>B. decumbens</i>	2,60a	2,02a	8,21b	14,55b	50,62b
B	<i>B. brizantha</i>	1,86b	1,71a	16,50a	15,19b	62,81b
	<i>B. decumbens</i>	2,01a	1,62b	16,06b	15,98a	65,33a
----- K -----						
A	<i>B. brizantha</i>	30,53b	10,85b	126,00a	93,61b	547,58a
	<i>B. decumbens</i>	34,53a	17,55a	111,81b	101,19a	522,24b
B	<i>B. brizantha</i>	22,48b	4,96a	193,24b	41,62b	470,04b
	<i>B. decumbens</i>	25,82a	4,89b	202,76a	45,86a	538,88a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada escória, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Os teores dos macronutrientes encontrados estão em sua maioria de acordo com as faixas de teores de nutrientes adequados para as referidas gramíneas forrageiras, calculados com base na matéria seca da parte aérea, segundo classificação de Schunke (2001). Entretanto, os valores médios de N da parte aérea das gramíneas ao 1º corte foram superiores aos valores citados pela autora. Os valores médios de K na *B. decumbens* foram maiores ao 1º corte e menores ao 2º corte em ambas as gramíneas, em relação aos valores citados por Schunke (2001).

No 1º e 2º cortes, para *B. brizantha*, a escória A proporcionou, em média, maiores teores de N, P e K em relação a escória B. Para a escória A, verifica-se maiores teores de P e K, ao 1º e 2º cortes na gramínea *B. decumbens*. Houve maiores teores de N ao 1º corte para *B. decumbens* e ao 2º corte para *B. brizantha*. Com a utilização da escória B, não houve diferença significativa para os teores de N entre as gramíneas, no 2º corte. Os teores de P e K foram maiores ao 1º corte para *B. decumbens* e ao 2º corte para *B. brizantha* (Tabela 3).

Em função de uma maior produção de matéria seca das gramíneas, de maneira geral, no 2º corte (STOCCO et al., 2010), observa-se redução dos teores de N, P e K, em função do efeito de diluição destes elementos na parte aérea das gramíneas (JARREL; BEVERLY, 1981; FAQUIN et al., 1997).

Na avaliação dos acúmulos do 1º corte, notou-se que a escória B apresentou desempenho superior para N, P e K em ambas as gramíneas. Já no 2º corte, a escória A proporcionou maior acúmulo de N e K (Tabela 3). Com relação ao acúmulo de macronutrientes, verifica-se para a escória A, no 1º corte, maiores valores de N e P para *B. brizantha*, em função da maior produção de matéria seca da parte aérea desta gramínea em relação a *B. decumbens*. Quanto aos acúmulos de K, a *B. decumbens* se mostrou superior à *B. brizantha* apenas no 2º corte.

Os resultados obtidos para os fatores quantitativos (doses) estão apresentados nas Figuras 1, 2, para os teores de N, P e K na parte aérea das plantas, e nas Figuras 3, 4 e 5, para os acúmulos de N, P e K em cada vaso. Assim como Sanches (2003), utilizando escória de siderurgia em experimento de campo, verifica-se que a composição química da folha foi alterada de forma significativa com o aumento das doses de SiO₂.

No 1º corte, o teor de N na parte aérea das plantas aumentou com o uso da escória A até a dose de 1500 kg ha⁻¹ de SiO₂ na *B. brizantha* e até a dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂ na *B. decumbens*. Para a

escória B, o teor de N em ambas as gramíneas declinou até a dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂ com um acréscimo até a maior dose (Figura 1). Segundo Jarrel & Beverly (1981), isto se deve ao efeito de diluição do elemento na parte aérea da planta, pois o aumento da produção de biomassa resultou na queda do teor de N na folha (STOCCO et al., 2010). No 2º corte, houve aumento do teor de N em ambas as gramíneas com a utilização da escória A; para a escória B, o teor de N teve um decréscimo até a dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂ seguido de um decréscimo com o aumento das doses em ambas as gramíneas. No 2º corte ocorreu uma redução no teor de N nas gramíneas estudadas (Figura 2). Resultados contraditórios foram encontrados na literatura. Souza (2008), avaliando o efeito de corretivos de solo sobre a composição química da *B. brizantha*, não verificou diferença significativa entre os tratamentos (testemunha, silicato de cálcio e gesso agrícola), quanto aos teores de N na planta. Mauad et al. (2003), estudando diferentes doses de silicatos na produtividade de arroz, concluíram que não houve aumento nos teores de N em função das doses de escória aplicadas.

Com relação ao acúmulo de N, no 1º corte notou-se uma redução nos valores da parte aérea em ambas as gramíneas com a utilização de doses crescentes da escória A. Porém, com a utilização da escória B observou-se um incremento nesses valores com o aumento das doses de SiO₂ (Figura 3). No 2º corte, a utilização da escória A promoveu um comportamento distinto, havendo aumento do acúmulo de N até as doses de 1000 e 1500 kg ha⁻¹ de SiO₂, respectivamente, para as gramíneas *B. brizantha* e *B. decumbens*, com redução dos valores a partir destas doses. De forma semelhante ao ocorrido no 1º corte, as gramíneas responderam positivamente às doses crescentes de SiO₂ aplicadas na forma da escória B, no 2º corte e na somatória dos cortes (1º + 2º cortes). Com o uso da escória A, independentemente da gramínea, houve um aumento dos valores de N até a dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂, ao 1º e 2º cortes, com posterior decréscimo desses acúmulos.

Com o uso da escória A, independentemente da gramínea, houve um aumento dos valores de N até a dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂, no 1º + 2º cortes com posterior decréscimo. Prado et al. (2002), estudando o efeito de doses de escória e calcário na absorção dos macronutrientes pela cana-de-açúcar, observaram um comportamento quadrático para os acúmulos de N na parte aérea da cana de açúcar, até a dose de 3,0 t ha⁻¹ de escória.

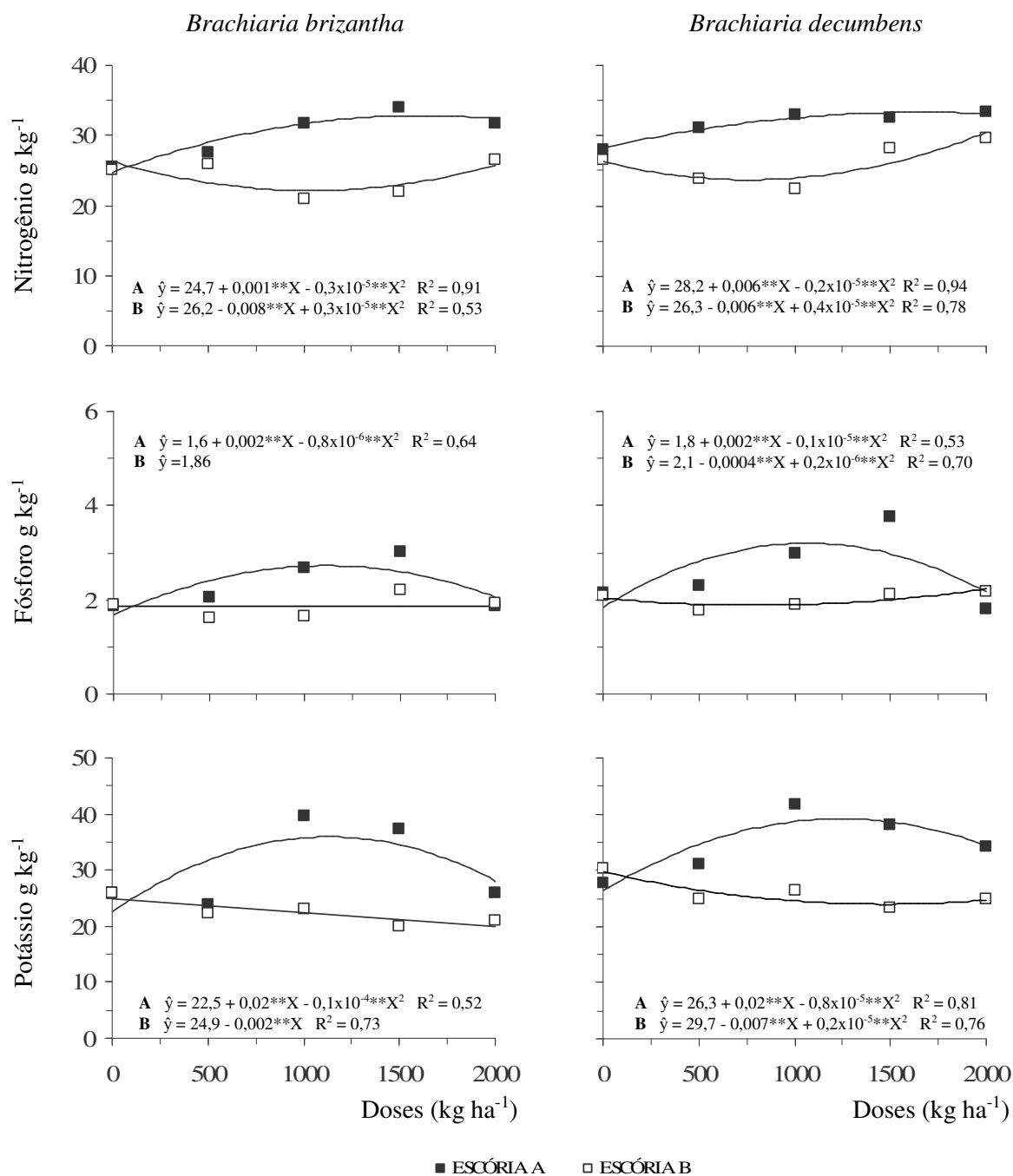


Figura 1. Teor de N, P e K no 1º corte da parte aérea de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* em resposta a aplicação de diferentes doses de escórias de siderurgia. (** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t).

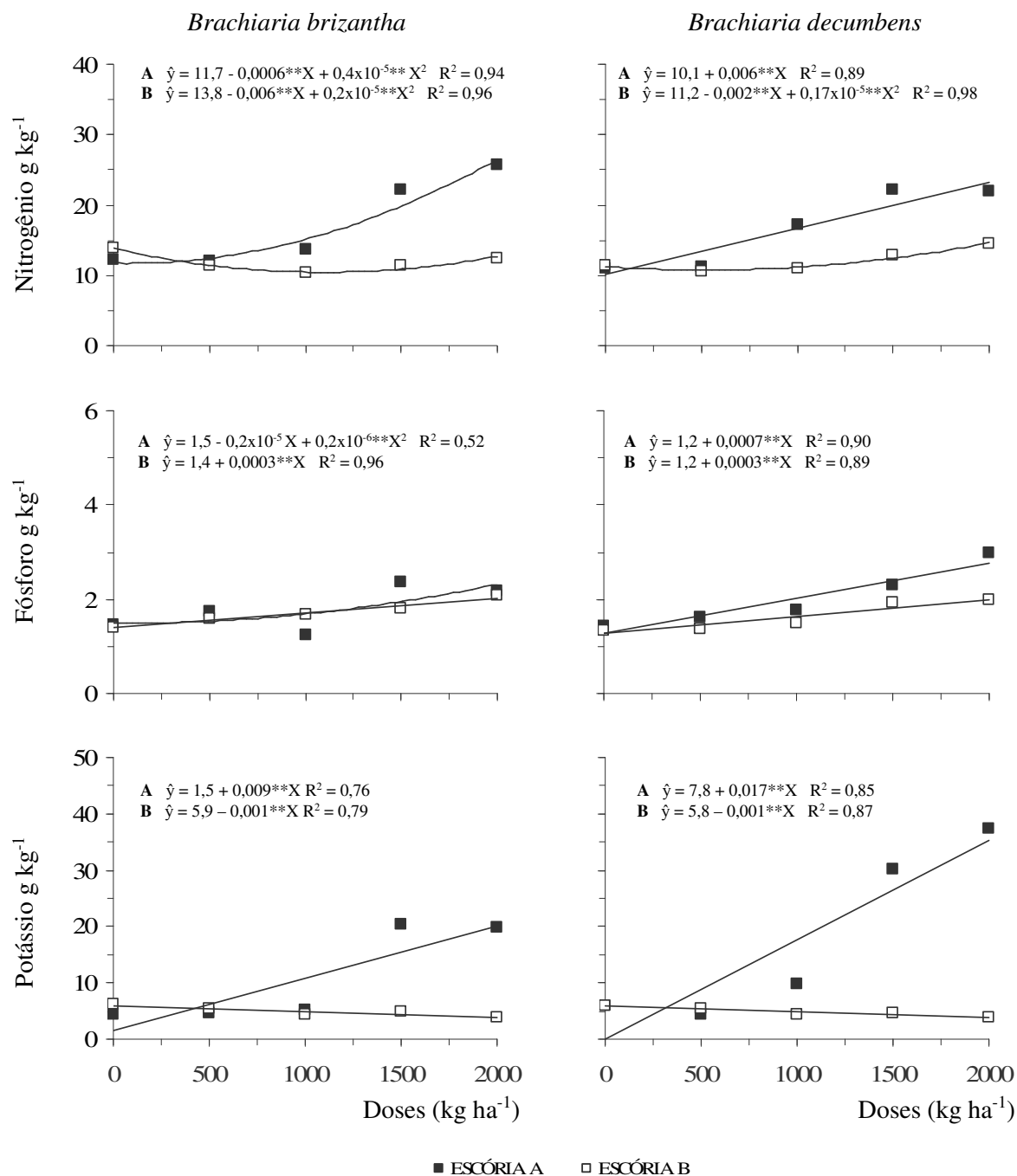


Figura 2. Teor de N, P e K no 2º corte da parte aérea de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* em resposta a aplicação de diferentes doses de escórias de siderurgia. (** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t).

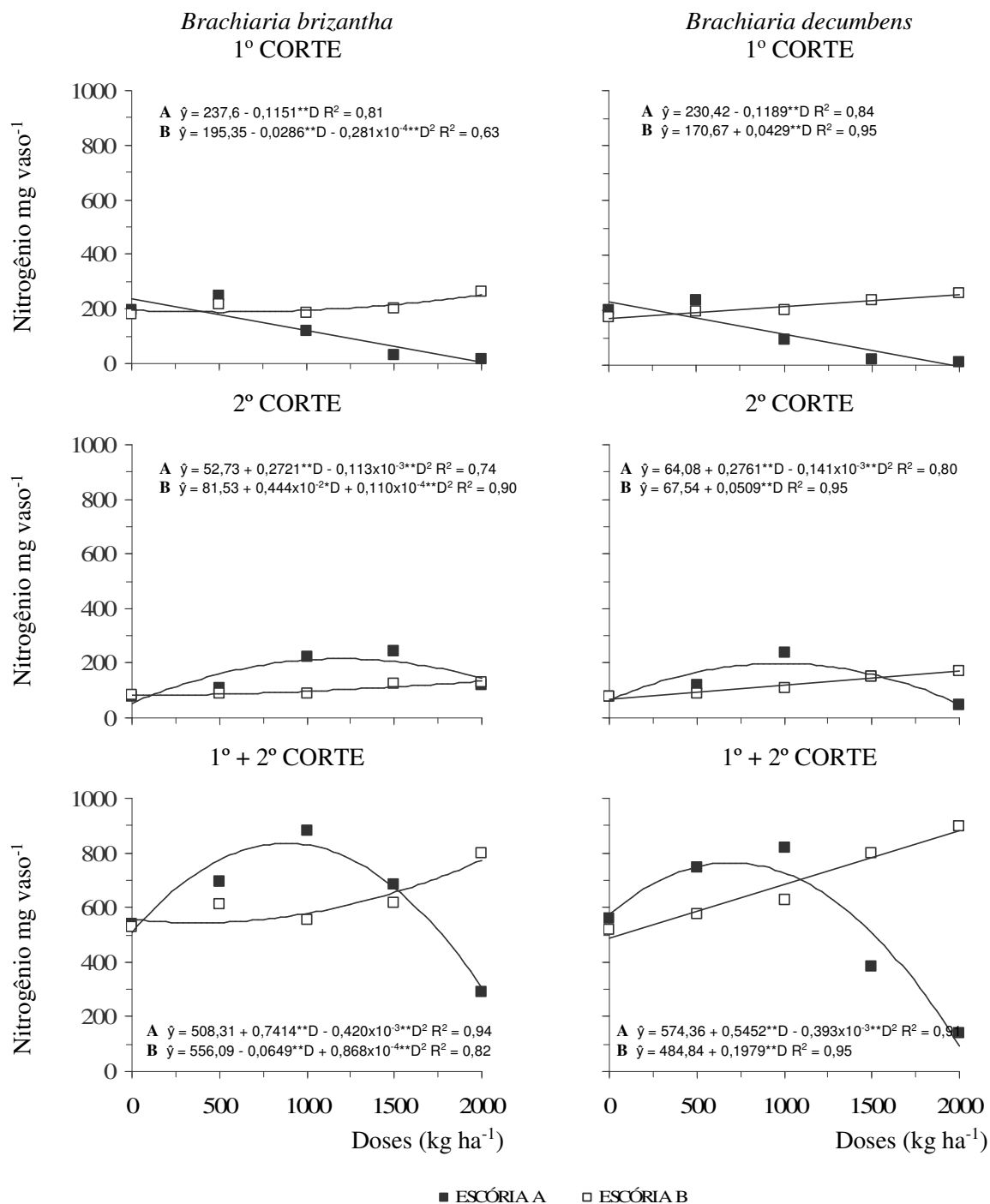


Figura 3. Acúmulo de N na parte aérea de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* em resposta ao uso de diferentes doses de escórias de siderurgia ao 1º, 2º e 1º + 2º cortes. (** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t).

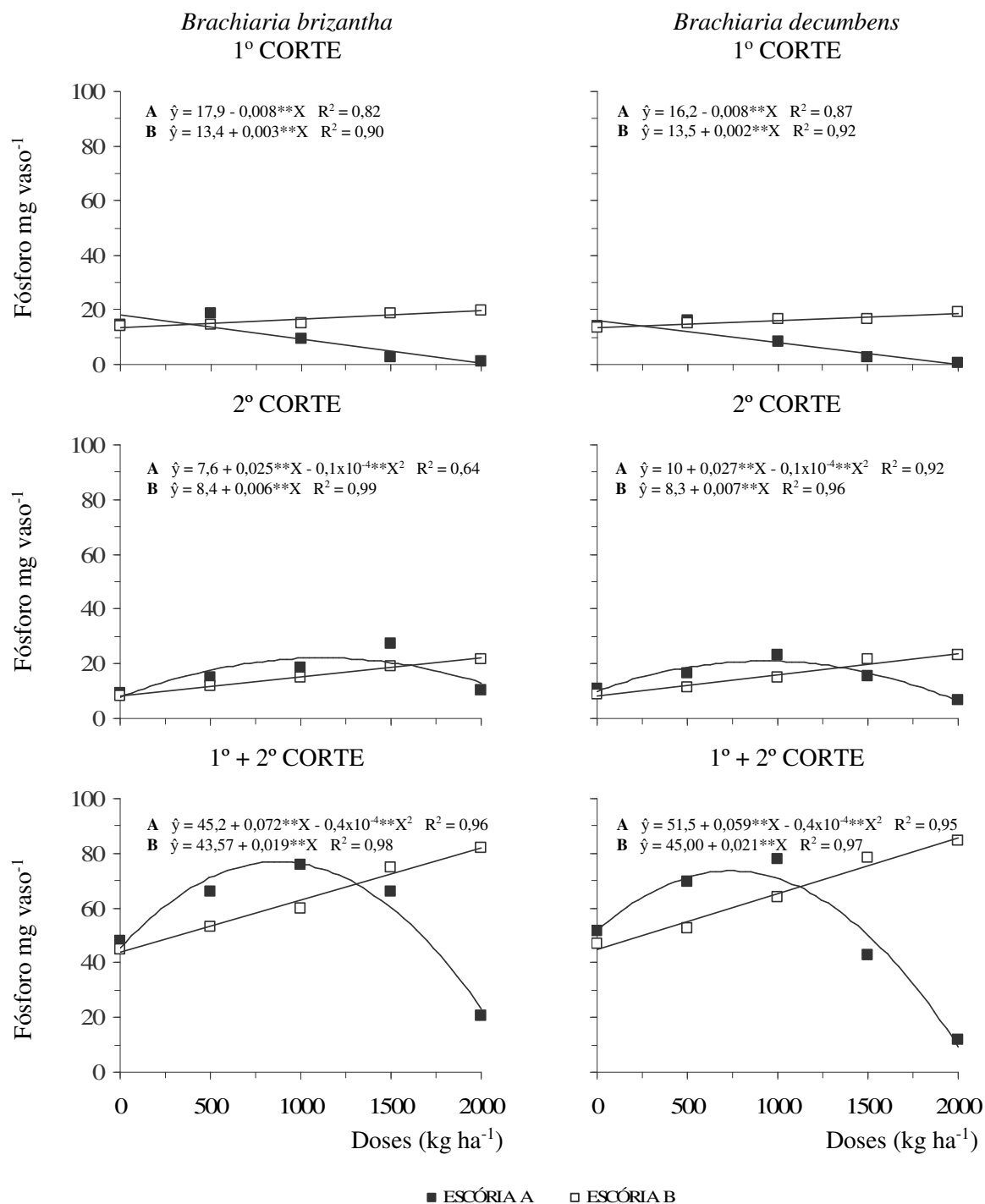


Figura 4. Acúmulo de P na parte aérea de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* em resposta ao uso de diferentes doses de escórias de siderurgia ao 1º, 2º e 1º + 2º cortes. (** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t).

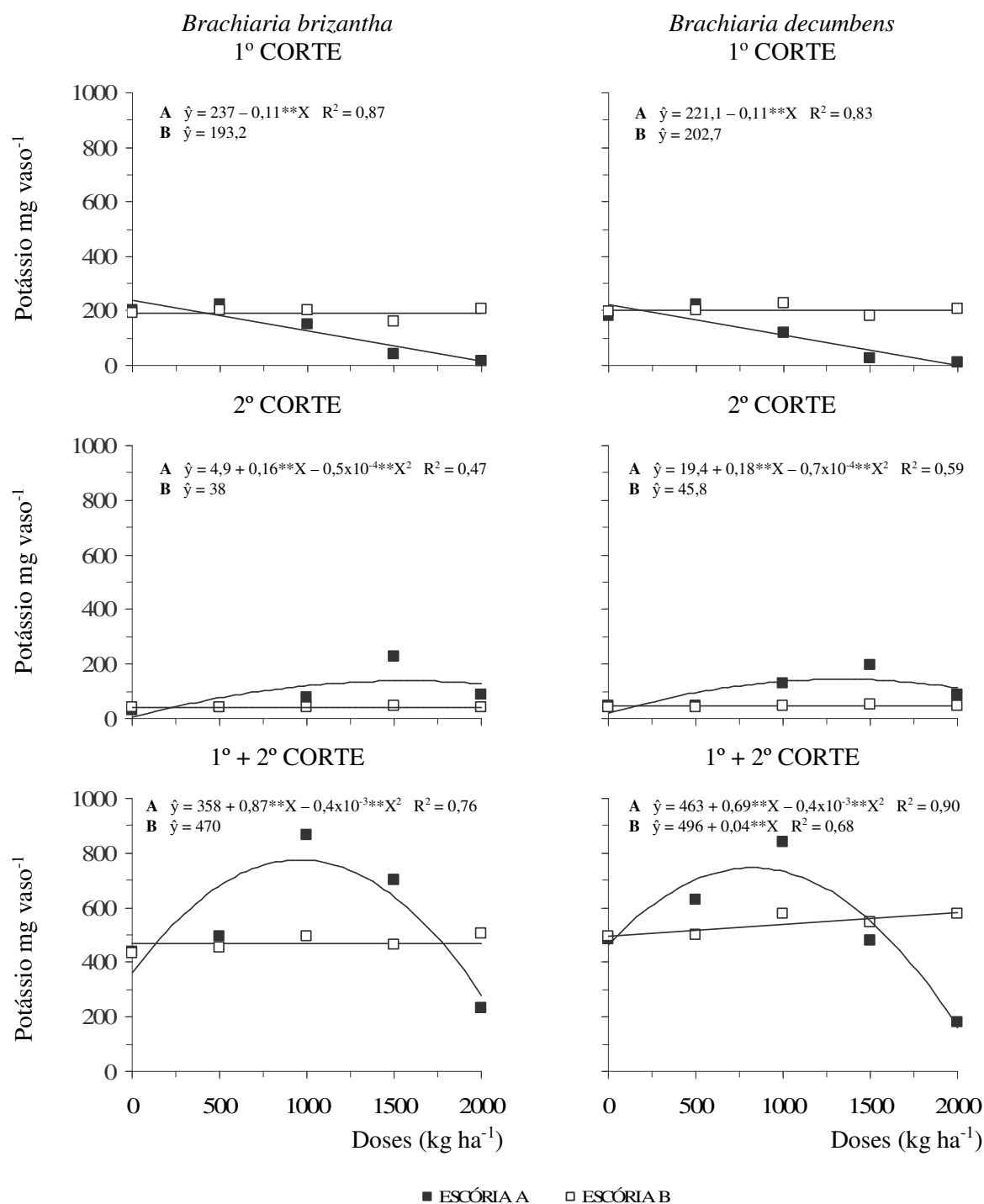


Figura 5. Acúmulo de K na parte aérea de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* em resposta ao uso de diferentes doses de escórias de siderurgia ao 1º, 2º e 1º + 2º cortes. (** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t).

O teor de P na parte aérea de ambas as gramíneas, ao 1º corte, aumentou com o uso da

escória A até a dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂ com declínio a partir desta dose (Figura 1). Com o uso da

escória B, os teores de P na parte aérea da *B. decumbens* declinaram até a dose de 500 kg ha⁻¹ de SiO₂ com um acréscimo até a dose de 2000 kg ha⁻¹ de SiO₂, não havendo influência significativa das doses de SiO₂ aplicadas para *B. brizantha*. No 2º corte, houve aumento do teor de P em ambas as gramíneas com a utilização dos dois tipos de escórias (Figura 2). Os resultados obtidos no 2º corte estão de acordo com os obtidos por Melo (2005) e Souza (2008), os quais observaram efeitos positivos no fornecimento de silicato no aumento do teor de P das gramíneas.

De acordo com Volkweiss & Raij (1977) e Prezotti & Martins (2012), o silicato tem papel importante na diminuição da adsorção de P em solos tropicais, visto que o íon silicato compete com o íon fosfato pelos mesmos sítios de adsorção na superfície dos minerais, tornando este último mais disponível às plantas. O aumento da disponibilidade de P das escórias também foi observado por Silva (2003) que concluiu ser esta uma vantagem da escória frente a outros materiais corretivos.

Sanches (2003), utilizando a escória B, verificou que os teores de P na parte aérea de *B. brizantha* aumentaram na dose de 4 t ha⁻¹. Sugere-se, pela tendência dos resultados deste estudo, que doses maiores de SiO₂ poderiam resultar em teores de P maiores na parte aérea das plantas, conforme observado no 2º corte. Fortes (2006) também verificou que *B. brizantha* apresentou um aumento no teor de P até a dose de 3,85 t ha⁻¹, com diminuição dos teores após esta dose. Os teores médios de P encontrados na parte aérea das gramíneas deste estudo, independente da dose de SiO₂ utilizada, estão acima dos obtidos por Souza (2008), na parte aérea da *B. brizantha*, cujos valores variaram de 1,02 g kg⁻¹ (testemunha) a 1,35 g kg⁻¹ (4,0 t ha⁻¹ de silicato de cálcio). Com relação ao acúmulo de P, no 1º corte notou-se uma diminuição nos valores de P da parte aérea em ambas as gramíneas com a utilização de doses crescentes da escória A, porém com a utilização da escória B observou-se um aumento nesses valores (Figura 4).

No 2º corte, a utilização de escória A promoveu uma redução nos valores de acúmulos de P a partir da dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂ para ambas as gramíneas. Com o uso da escória B, no 2º corte, as gramíneas responderam linearmente às doses crescentes de SiO₂. Na soma do 1º e 2º cortes, houve um aumento dos valores de acúmulo de P até a dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂ com uso de escória A em ambas as gramíneas, com posterior decréscimo desses valores até a dose 2000 kg ha⁻¹ de SiO₂. Com a utilização da escória B, os valores dos acúmulos de P aumentaram, acompanhando o aumento das

doses de SiO₂, em ambas as gramíneas. Prado et al. (2002), estudando o efeito de doses de escórias de siderurgia e calcário na absorção dos macronutrientes pela cana-de-açúcar, observaram um comportamento quadrático da curva para os valores de acúmulos de P na parte aérea, com incremento dos acúmulos de P até a dose de 6,12 t ha⁻¹ de escória.

Quanto ao K, no 1º corte, o teor na parte aérea das duas gramíneas aumentou com o uso da escória A até a dose 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂, porém com o uso da escória B, o teor de K em ambas as gramíneas apresentou uma tendência de redução com o aumento das doses de SiO₂ (Figura 1). No 2º corte, o comportamento foi diferente, pois houve aumento linear do teor de K em ambas as gramíneas, com o incremento das doses de SiO₂, quando se utilizou a escória A. Com a utilização da escória B, o teor de K teve um decréscimo à medida que se aumentou as doses de SiO₂ em ambas as gramíneas (Figura 2). Avaliando os teores de K em *B. brizantha*, Fortes (2006) concluiu que os teores aumentaram até a dose de 6,34 t ha⁻¹ de escória, com variações após esta dose, o que foi semelhante aos resultados com uso da escória A, que obteve tendência linear de crescimento e diferiu dos resultados com o uso da escória B, em que os teores de K diminuíram gradativamente com o aumento das doses de SiO₂. Souza (2008) obteve maiores teores de K na parte aérea da *B. brizantha* quando utilizou a dosagem de 2,0 t ha⁻¹ de silicato de cálcio.

Para o acúmulo de K na parte aérea, no 1º corte notou-se uma diminuição nos valores em ambas as gramíneas com a utilização de doses crescentes da escória A, porém com a escória B não houve ajuste de modelos de regressão aos dados experimentais. No 2º corte, com a utilização de escória A ocorreu aumento do acúmulo de K até a dose 1500 kg ha⁻¹ de SiO₂, em ambas as gramíneas e com o uso da escória B, só houve ajuste de modelo de regressão para a *B. brizantha* (Figura 5).

Nos acúmulos de K referentes à 1º + 2º cortes, houve um aumento dos valores de K até a dose de 1000 kg ha⁻¹ de SiO₂, com uso da escória A em ambas as gramíneas. Com a utilização da escória B, não houve ajuste de equação de regressão para a *B. brizantha*, porém para a *B. decumbens* percebe-se um aumento linear desses valores com o incremento das doses de SiO₂ (Figura 5). Prado, Fernandes e Natale (2002), estudando o efeito de doses de escória de siderurgia e calcário na absorção dos macronutrientes pela cana-de-açúcar, observaram um comportamento quadrático da curva de acúmulo de K na parte aérea da cana de açúcar, até a dose de 3,0 t ha⁻¹ de escória.

CONCLUSÕES

A escória A proporcionou maiores teores de N, P e K na parte aérea de ambas as gramíneas.

A escória B proporcionou maiores acúmulos dos macronutrientes na parte aérea das gramíneas, no 1º corte.

As escórias de siderurgia avaliadas se constituem em alternativas visando melhorar a nutrição das gramíneas do gênero *Brachiaria*.

ABSTRACT: The slags positively alter the chemical characteristics of the soil, thus contributing to the increase in the availability of nutrients to plants. The objective of this study was to evaluate the use of blast furnace slags in mineral nutrition of *Brachiaria decumbens* and of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivated in Oxisol. Samples were collected from dystrophic Oxisol from a pasture area of *Brachiaria* sp. After the samples were collected, the soil material was air dried and sieved through a 2 mm sieve for chemical and physical characterization. The experiment was held in a completely randomized design with four replications in a factorial scheme of 2 x 2 x 5 with two species of *Brachiaria* (*B. brizantha* and *B. decumbens*), two blast furnace slags (slag A and slag B) and five doses of SiO₂ (0, 500, 1000, 1500 and 2000 kg ha⁻¹). The treatments were incubated for 30 days. Upon this period, the grass species of *B. brizantha* and *B. decumbens* were sown and transplanted separately to the experimental units. After 40 and 80 days, the first and second cutting of the shoots were held, respectively. The contents of nitrogen, phosphorus, potassium were quantified in the grasses shoots and calculated the amounts of accumulated nutrients. The contents and accumulated nutrients varied due to the slag, grass and cutting of the shoots. Slag A provided higher contents of nitrogen, phosphorous and potassium in the shoots of both type of grasses. The slags are an alternative to increase the quality of grasses of *Brachiaria*.

KEYWORDS: Residues. Mineral nutrition. *Brachiaria*. *Urochloa*.

REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, C. E. A.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. C. B.; CARNEIRO, G. E. S. Calcário, potássio, fosfato e silício na produtividade do solo. **Acta Scientiarum** (UEM), v. 28, n. 4, p. 465-470, 2006.
- CASAGRANDE, J. C.; CAMARGO, O. A. Adsorção de fosfato em solos com caráter ácrico avaliada por um modelo de complexação de superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 353-360, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos,
- FAQUIN, V.; PASSOS, R. R.; VILLA, M. R.; CURI, N.; EVANGELISTA, A. R. Absorção e acumulação de nutrientes por gramíneas forrageiras sob influência de fontes de fósforo e correção do solo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 219-226, mar./abr. 1997.
- FORTES, C. A. **Correção do solo com silicato de cálcio e magnésio para produção de gramíneas forrageiras**. 2006. 137p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, V. G.; LOPES, A. S.; AQUINO, L. H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 5-8, jan./abr. 1980.
- IYAMUREMYE, F.; DICK, R. P. Organic amendments and phosphorus sorption by soils. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 56, p. 139-185, 1996.
- JARREL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, p. 197-224, 1981.

KORNDÖRFER, C. M.; KORNDÖRFER, G. H.; LANA, R. M. Q.; CORRÊA, G. F.; JUNQUEIRA NETO, A. A. Correção da acidez do solo com silicato de cálcio e o papel do silício na recuperação de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. 144 p.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. de. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. 3. ed. Uberlândia: GPSi - Grupo de Pesquisa “Silício na Agricultura”, 2004. 23 p. (Boletim Técnico, 01).

KORNDÖRFER, P. H.; SILVA, G. C.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, A. G.; FREITAS, R. S. Efeito da adubação silicatada sobre gramíneas forrageiras e características químicas do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 119-125, 2010.

LEITE, P. C. **Interação silício-fósforo em Latossolo roxo cultivado com sorgo em casa de vegetação**. 1997. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)–Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MADEIROS, L. B.; ALMEIDA, G.; AQUINO, B. F. Aplicação de escória siderúrgica no solo: efeito sobre o fósforo solúvel. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 2, p. 5-13, 2008.

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 201p.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C. A. C.; CORRÊA, J. C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 867-873, 2003.

MELO, S. P. **Silício e fósforo no estabelecimento de capim-marandu num latossolo vermelho-amarelo**. 2005. 110 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2005.

MELO, S. P.; MONTEIRO, F.A.; MANFREDINI, D. Combinações de silicato e fosfato para cultivo do capim-marandu num Latossolo. **Scientia Agrícola**, v. 64, n. 3, p. 275-281, 2007.

MOTTA, P. E. F.; CURTI, N.; SIQUEIRA, J. O.; VAN RAIJ, B.; FURTINI NETO, A. E.; LIMA, J. M. Adsorção e formas de fósforo em Latossolos: influência da mineralogia e histórico de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 349-359, 2002.

OBIHARA, C. H.; RUSSEL, E. W. Specific adsorption of silicate and phosphate by soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 23, p. 105-107, 1972.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, p. 129-135, 2002.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; DE OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5ª aproximação. Vitória, ES: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

PREZOTTI, L. C.; MARTINS, A. G. Soil chemical characteristics, nutrients and heavy metal elements in sugar cane crop as function of steel slag doses. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p. 530-536, 2012.

SANCHES, A. B. **Efeitos do silicato de cálcio sob os atributos químicos do solo e planta, produção e qualidade em capim - braquiário (*Braquiaria brizantha* (Hoeschst ex A. Rich. Stapf cv. Marandu) sob intensidades de pastejo.** 2003. 122p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

SCHUNKE, R. M. **Interações entre a adubação de pastagens e a suplementação mineral de bovinos.** Campo Grande, MS, Embrapa Gado de Corte; Documentos, 110. 25p., 2001.

SILVA, J. **Avaliação do potencial agrônômico e de contaminação ambiental decorrente do uso de uma escória de aciaria como corretivo e fertilizante de solos.** Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 134p. 2003

SOUZA, E. A. **Efeitos de corretivos de solo aplicados em *Braquiaria brizantha* cv. Marandu na infestação de percevejo castanho das raízes *Atarsocoris brachiariae* BECKER 1996 (Hemiptera: Cydnidae) e na composição química e de massa seca da planta.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008. 59p.

STOCCO, F. C.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V.; REIS, E. F.; LIMA, J. S. S.; SANTOS, D. A.; MACHADO, R. V. **Uso de escórias de siderurgia na produção de matéria seca e perfilhamento de duas gramíneas do gênero *Brachiaria* em um Latossolo Vermelho-Amarelo.** **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 240-248, 2010.

VIDAL, A. A.; PRADO, R. M. **Aplicação de escória siderúrgica, calcário e ureia em Latossolo cultivado com arroz.** **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 264-272, 2011.

VOLKWEISS, S.J.; VAN RAIJ, B. **Retenção e disponibilidade do fósforo em solos.** In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4, Brasília, 1976. **Anais...** Belo Horizonte: Itatiaia, 1977. p. 317-332.