

## Variação em atributos químicos do solo de cerrado com omissão de nutrientes e adição de pó de balão, sob cultivo de milho<sup>(1)</sup>

Caroline Dos Santos Martins Guieiro<sup>(2)</sup>; Daiane Cristina Diniz Caldeira<sup>(2)</sup>, Melissa Valença Barbosa<sup>(2)</sup>; Christiane A. Oliveira<sup>(3)</sup>, Ivanildo Evódio Marriel<sup>(3)</sup>; Bianca Braz Mattos<sup>(4)</sup>;

<sup>(1)</sup>Trabalho executado com recursos de FAPEMIG, CNPq e a EMBRAPA Milho e Sorgo.

<sup>(2)</sup>Acadêmico de Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM. Avenida Marechal Castelo Branco, nº 2765 - Bairro Santo Antônio - CEP: 35701-242, Sete Lagoas, MG, e-mail: comunicacao@unifemm.edu.br; <sup>(3)</sup> Engenheiro(a) Agrônomo(a), Doutor(a), Professor(a) de Engenharia Ambiental, UNIFEMM e Pesquisador(a) da Embrapa Milho e Sorgo – CNPMS, Rodovia MG 424, km 45 CEP 35.701-970 Sete Lagoas, MG – Brasil. <sup>(4)</sup>Analista da Embrapa Milho e Sorgo.

**RESUMO:** Dentre os diversos resíduos gerados pela indústria siderúrgica não integrada a carvão vegetal, inclui-se o pó de balão (PB) ou “charcok”, que é um resíduo sólido gerado no processo de limpeza a seco dos gases de alto-forno. A adequada destinação destes resíduos torna-se um fator fundamental para a sustentabilidade da cadeia produtiva do ferro-gusa. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do pó de balão como fonte de corretivo ou nutriente para a agricultura. O ensaio foi conduzido em vasos contendo 5 kg de Latossolo Vermelho distrófico (LVd), fase cerrado, sob telado, com os seguintes tratamentos: adubação completa (AC); AC com omissão de calagem; AC com omissão de fósforo; AC com omissão de potássio; na presença e ausência de pó de balão; e dois controles (solo com e sem PB, na ausência de adubação). Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com três repetições. De modo geral, detectaram-se diferenças significativas para as variáveis analisadas, exceto para os valores de pH, Al, CTC e matéria orgânica. Entretanto, não se observaram melhorias dos atributos químicos do solo em função da presença do pó de balão nos tratamentos com omissão de calagem ou potássio. Mas, houve acréscimos nos teores de saturação de bases, com a omissão de fósforo. Concluiu-se que o pó de balão apresenta baixo potencial como corretivo ou fonte de K ou de P para o solo de cerrado utilizado.

**Palavras-chave:** charcok, uso agrícola, características química do solo.

### INTRODUÇÃO

O crescimento das demandas da sociedade por melhores condições ambientais tem exigido das empresas públicas e privadas a definição de políticas ambientais mais avançadas, que geralmente incluem tratamento ou a reciclagem de sub-produtos. No Estado de Minas Gerais a

indústria de siderurgia não integrada a carvão vegetal representa importante papel sócio econômico. Entretanto, os processos de extração de minérios, de beneficiamento e de utilização destes recursos minerais constituem atividades com elevados riscos de comprometimento ambiental, principalmente em funções do tipo e quantidade de resíduos sólidos (Amaral Sobrinho et al., 1993). Neste contexto, a adequada destinação destes resíduos torna-se um fator fundamental para a sustentabilidade da cadeia produtiva do ferro gusa, independente dos co-produtos gerados.

Dentre os resíduos da siderurgia de ferro-gusa, o pó balão ou charcok corresponde a um resíduo sólido perigoso de Classe I, produzido a partir da limpeza dos gases gerados no alto forno (Oliveira & Martins, 2003). Os órgãos ambientais governamentais vêm estabelecendo normas para regulamentar o uso destes resíduos, a fim de mitigar seus impactos ambientais. Sabe-se que a reciclagem de resíduos agroindústrias, na forma de fonte de nutrientes para a produção vegetal, torna-se uma alternativa relevante para reduzir o consumo de fertilizantes químicos. De acordo com a portaria DN COPAM115, (2008), o pó de balão pode ser aplicado ao solo sob plantação de eucalipto em dosagem 50 t/ha ano com reaplicação a cada sete anos.

No entanto, o aproveitamento agrícola de resíduos de siderurgia ainda é pouco realizado no Brasil, em contraste a outros países, apesar da grande quantidade disponível no território nacional (Prado & Fernandes, 2001). Estudos conduzidos por alguns autores (Prado et al., 2002; Lima, 2003) relatam alterações nos teores de matéria orgânica, alumínio, e cátions (Ca, Mg e K) e no pH do solo em função da aplicação deste resíduo. Portanto ainda são limitadas as informações a respeito do seu potencial agrícola como fonte de corretivo ou nutriente, em particular para culturas anuais.

Comprovada sua viabilidade, a adoção desta prática traria contribuição importante para a

redução da dependência da agricultura brasileira em fertilizantes químicos, em sua maioria importados, além de seus grandes custos para o produtor rural.

O objetivo desse estudo foi avaliar o pó de balão como fonte de corretivo, fósforo e potássio em solo de cerrado, sob cultivo com o milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente de telado, no campus do Centro Universitário de Sete Lagoas-MG (UNIFEMM) e as análises foram realizadas no laboratório de Microbiologia e Bioquímica do Solo da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, entre os meses Setembro e Outubro de 2011. Utilizou-se LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, fase cerrado, coletado em uma profundidade de 0 a 0,20 m. O solo foi seco, destorroado, peneirado e transferido para vasos com capacidade para 5,0 dm<sup>3</sup>, mantidos com umidade em torno de 70% da capacidade de campo, sendo cultivados com milho. Após o desbaste, foram deixadas duas plantas por vaso. Durante o período de crescimento das plantas, efetuaram-se duas reaplicações de uma solução nutritiva, de acordo com os tratamentos, a cada 15 dias. Após a colheita das plantas, efetuou-se análise química do solo Embrapa (1997).

### Tratamentos e amostragens

De acordo com as características químicas do solo, foram testados os seguintes tratamentos: adubação completa (AC); AC com omissão de calagem (-Cal); AC com omissão de fósforo (-P); -P na presença de PB (-P +PB), AC com omissão potássio (-K), -K com PB (-K+PB) e dois controles (solo com PB e solo sem PB, e sem adubação - Teste). O pó de balão foi aplicado em doses equivalentes a 50 t/ha. Utilizou-se delineamento de blocos casualizados, com três repetições.

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados por meio do teste de SCOTT KNOTT, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na (Tabela 1), de modo geral, detectaram-se diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ) para a maioria das variáveis analisadas (H+Al, Ca, Mg, SB, P, K, Cu, Fe, Mn, Zn e V), exceto para pH, matéria orgânica, Al e CTC.

Quando se analisou os dados em relação ao tratamento com adubação completa, na ausência de pó de balão, notou-se que, a omissão de calagem resultou em aumento significativo da acidez potencial (H+Al) e redução dos teores de Ca, Mg, SB, V%, Zn. No tratamento com omissão de P, observou-se a redução significativa nos teores de P, Ca, Mg, SB, Cu, Zn e de V%. Por outro lado, a omissão de K não alterou nenhuma das variáveis estudadas.

Quando se analisou a influência da adição de PB nos atributos químicos do solo, observou-se que as alterações detectadas variaram em função dos tratamentos. A presença do resíduo, com as omissões de calagem e potássio, não promoveu melhorias significativas nos teores de nutrientes no solo, indicando baixo valor deste resíduo como corretivo ou fonte de K. Resultados similares foram observados, em relação ao tratamento controle (solo sem adubação e sem resíduo). Em contraste, observaram-se aumento nos teores de Ca, SB, K, Cu, Fe, Mn, Zn e V%, na ausência de P. Estes dados indicam que os efeitos do pó de balão sobre as características químicas do solo dependem da disponibilidade deste nutriente.

Estudos envolvendo doses de pó de balão têm demonstrado aumentos significativos em teores de pH, P, K, Ca e Mg (Silva et al., 2012; Brasil et al., 2008), diferente dos resultados observados neste estudo, com a dose 50 t/ha.

Vale salientar que os teores de Fe Mn e Zn no solo foram aumentados pela presença do resíduo independente dos tratamentos testados. Estes dados podem ser explicados pela composição química do pó de balão (Rocha, 2003; Silva, 2007). Teores elevados destes elementos podem interferir na disponibilidade de P, como relatado por (Silva et al., 2012).

## CONCLUSÕES

O uso do pó de balão, na dose equivalente a 50 t/ha, não apresentou efeitos como corretivo, fonte de P ou de K, mas resultou em acréscimos nos teores de Fe, Zn e Mn no solo de cerrado utilizado.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPEMIG, CNPq, UNIFEMM e a EMBRAPA Milho e Sorgo, pelos recursos financiados para a execução do projeto.

## REFERÊNCIAS

AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; COSTA, L. M.; DIAS, I. E.; BARROS, N. F. Aplicação de resíduo siderúrgico em um Latossolo: efeitos na correção do solo e na disponibilidade de nutrientes e metais pesados.



REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, v.16, p.271-276, 1992.

BRASIL, E. C.; NICOLI, C. M. L. & OLIVEIRA, R. F. 2008. Alternativas tecnológicas para o aproveitamento de resíduos gerados durante o processo de produção de ferro gusa voltado para utilização agroflorestal: estudo de viabilidade técnica e econômica. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 333. 47p.

COPAM, Conselho Estadual de Política Ambiental, Deliberação Normativa 115. Dispõe sobre a aplicação agrícola do resíduo siderúrgico, denominado pó de balão, em áreas de plantio de florestas homogêneas de *Eucalyptus SP.*, 23/04/2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. p.212.

LIMA, M. S. M. Avaliação das características agronômicas do pó de balão gerado no sistema de limpeza de gás do alto forno a carvão vegetal. 2003. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

OLIVEIRA, M. R. C.; MARTINS, J. Caracterização e classificação do resíduo sólido “pó do balão”, gerado na indústria siderúrgica não integrada a carvão vegetal:- estudo de um caso na região de Sete Lagoas/MG. QUÍMICA NOVA, v. 26, n. 1, p.5-9, 2003.

POMBO, L. C. A.; KLAMT, E. Adsorção de zinco e cobre de dois solos do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.10, n.2, p.191-194, maio/ago. 1986.

PRADO, R. de M.; FERNANDES, F.M. Efeito da escória de siderurgia e calcário na disponibilidade de fósforo de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.1199-1204, 2001.

PRADO, R. M.; COUTINHO, E. L. M.; ROQUE, C. G.; VILLAR, M. L. P. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.539-546, 2002.

ROCHA, S. H. F. S.; Aproveitamento de resíduos gerados na limpeza dos gases de alto forno através da briquetagem. Belo Horizonte. 150 p. Dissertação Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

SILVA, A. G.; CALDEIRA, D.C.D.; ABREU, T. C. C.; MELLO, I.G.; PAIVA, C. A. O.; MATTOS, B.B.; MARRIEL, I.E. Fertbio 2012. Alterações em alguns atributos químicos do solo de cerrado tratado com pó de balão e cultivado com milho, sob condições controladas.

SILVA, C. S. W. Avaliação ambiental decorrente do uso agrícola de resíduos do sistema de limpeza de gases de uma indústria siderúrgica a carvão vegetal. Viçosa. 98p. Dissertação Universidade Federal de Viçosa, 2007.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo de cerrado após a adição de pó de balão (PB) e com omissão de nutrientes (Cal), (P) e (k). Valores médios de três repetições.

Variáveis	PH	H+AL	Ca	Mg	SB	Al	CTC	P Mehlich	k	Cu	Fe	Mn	Zn	V	Mat. Orgânica		
Trat <sup>1</sup>	--H <sub>2</sub> O--	-----Cmolc/cm <sup>3</sup> -----					-----mg/dm <sup>3</sup> -----									---%---	--dag/kg--
AC	6,4 a	2,0 b	3,9 a	0,6 a	4,8 a	0,1 a	6,8 a	39,2 a	102,4 b	2,4 a	25,6 c	30,9 b	10,3 a	70,2 a	3,4 a		
AC-Cal	5,8 a	3,9 a	1,8 b	0,2 b	2,2 b	0,4 a	6,1 a	34,3 a	81,4 b	1,8 a	29,4 c	30,2 b	5,6 b	36,5 b	3,5 a		
-AC + PB	6,0 a	3,3 a	2,7 b	0,3 b	3,3 b	0,2 a	6,6 a	44,4 a	117,5 b	2,0 a	59,5 a	58,6 a	11,6 a	50,6 b	3,5 a		
AC-P	6,3 a	3,0 a	3,2 b	0,5 a	4,0 b	0,2 a	7,0 a	5,4 b	106,3 b	0,9 b	22,9 c	29,5 b	2,7 c	54,3 b	3,5 a		
-P + PB	6,5 a	1,7 b	4,4 a	0,8 a	5,8 a	0,1 a	7,5 a	6,9 b	225,1 a	1,9 a	52,2 b	58,2 a	12,3 a	76,9 a	3,4 a		
AC-K	6,4 a	2,1 b	4,6 a	0,8 a	5,4 a	0,1 a	7,4 a	25,6 a	26,2 b	2,1 a	23,3 c	29,3 b	8,4 a	72,3 a	3,5 a		
-K + PB	6,3 a	1,3 b	4,7 a	0,7 a	5,6 a	0,1 a	6,8 a	41,9 a	37,7 b	2,0 a	49,1 b	60,4 a	12,9 a	83,1 a	3,5 a		
PB	6,3 a	2,9 a	3,1 b	0,3 b	3,5 b	0,1 a	6,4 a	8,1 a	55,9 b	0,6 b	59,8 a	63,0 a	7,0 b	54,6 b	3,5 a		
TESTE	6,3 a	3,1 a	2,4 b	0,3 b	2,9 b	0,2 a	5,9 a	5,8 b	64,2 b	0,7 b	23,6 c	26,0 b	2,2 c	45,6 b	3,4 a		
CV(%)	5,280	28,72	24,33	51,96	25,36	70,15	16,01	57,71	40,00	31,24	12,34	13,89	27,50	20,16	15,81		

<sup>1</sup> Tratamentos utilizados: adubação completa (AC); AC com omissão de calagem (-Cal); AC com omissão de fósforo (-P); - P na presença de PB (-P +PB), AC com omissão potássio (-K), -K com PB (-K+PB) e dois controles (solo com PB e solo sem PB, e sem adubação (Teste)).