

## Atividade das enzimas arginase e urease em solo de cerrado adicionado pó de balão sob cultivo de sorgo<sup>(1)</sup>

**Victor Luiz Alves Guedes<sup>(2)</sup>; Daiane Cristina Diniz Caldeira<sup>(2)</sup>; Cíntia Marques da Silva Carvalho<sup>(2)</sup>; Gilcéia Cristina Teles Barboza<sup>(2)</sup>; Christiane Abreu Oliveira Paiva<sup>(3)</sup>; Ivanildo Evódio Marriel<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](mailto:comunicacao@unifemm.edu.br); <sup>(3,4)</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor de Engenharia Ambiental, UNIFEMM e Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo – CNPMS, Rodovia MG 424, km 45 CEP 35.701-970 Sete Lagoas, MG - Brasil.

**RESUMO:** A reciclagem adequada de resíduos de siderurgias não-integradas a carvão vegetal contribuirá para a sustentabilidade da cadeia produtiva de ferro-gusa. Dentre os resíduos deste processo, inclui-se o pó de balão (charcok), sendo gerados 54 kg t<sup>-1</sup> de gusa. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade das enzimas urease e arginase, como indicadoras de impacto deste resíduo sobre a qualidade biológica no solo de cerrado cultivado com sorgo. O ensaio foi conduzido em vasos contendo 5 kg de LVd, fase cerrado, sob telado. Foram testados os tratamentos: adubação completa (AC), menos calagem (AC-cal), menos fósforo (AC-P), e menos potássio (AC-K), testemunha (solo sem adubo) na presença e ausência de PB. Utilizou-se delineamento de blocos casualizados, com três repetições. De acordo com os resultados, não foram detectadas alterações significativas ( $p < 0,05$ ) para a atividade das enzimas arginase e urease, sugerindo que a dose de pó de balão utilizada não influencia a dinâmica de nitrogênio no solo, independente da omissão de calagem, fósforo ou potássio. Conclui-se que a qualidade biológica do solo não sofre impacto negativo do uso de pó de balão, com base nos bioindicadores utilizados.

**Palavras-chave:** atividade enzimática; impacto ambiental; charcok.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de aço, e o estado de Minas Gerais responde por aproximadamente 60% da produção nacional. A elevada quantidade de resíduos gerada neste processo demanda pesquisas para a sua correta disposição, por apresentarem elevado potencial, de poluição do ambiente. (BARBOSA *et al.* 2012).

Entre os diversos resíduos gerados na siderurgia não integradas a carvão vegetal, o pó de balão (PB), ou charcok, é um resíduo sólido originado no processo de limpeza a seco dos gases

do alto-forno. É composto principalmente por finos de ferro, carvão vegetal e calcário, sendo classificado como resíduo perigoso, Classe I (Oliveira e Martins, 2003), pelo alto teor de fenóis (ALMEIDA E MELO, 2001; ROCHA, 2003). Cerca de 74% deste resíduo produzido (54kg t<sup>-1</sup>) ainda é depositado a céu aberto nos pátios das empresas, gerando passivos ambientais (HERDY, 2001, *apud* OLIVEIRA E MARTINS, 2003).

Atualmente, é permitido do pó de balão em plantações de eucalipto com a taxa máxima de 50 t ha<sup>-1</sup>, reaplicado de 7 em 7 anos (COPAM, 2008). Entretanto, Ainda são incipientes as pesquisas a respeito do seu potencial como insumo agrícola e de sua viabilidade ambiental, em particular, em relação à qualidade biológica do solo, sob cultivo de culturas anuais.

Alguns estudos relatam que a composição quantitativa e qualitativa das comunidades microbianas do solo não foram alteradas pela aplicação de pó de balão, independente das dosagens utilizadas (MAGALHÃES *et al.* 2011). E, ainda, em solo adubado, também não se detectou alterações significativas do crescimento e nutrição de plantas de milho e sorgo, independentes da dose utilizada (CALDEIRA *et al.* 2012). No entanto, a incorporação de pó de balão pode afetar a dinâmica de P no solo, dependendo do seu nível de fertilidade (BARBOSA *et al.* 2012).

Em ecossistemas estáveis, a produção vegetal depende principalmente de transformações de compostos orgânicos e da dinâmica de nutrientes no ambiente, que são mediadas por enzimas de origem microbiana, em particular (CALAZANS, *et al.*, 2011). O monitoramento destes atributos do solo pode ser efetuado através da atividade de certas enzimas, que são capazes de detectar alterações no ambiente, em curto espaço de tempo (DICK, 1994). Dentre estas enzimas, destacam-se a urease, pelo seu papel na hidrólise da ureia, oriunda da aplicação de fertilizantes ou de compostos nitrogenados presentes no solo, e a arginase, importante como estimativa de nitrogênio potencialmente disponível

das plantas, além de servir como índice da atividade microbiana global e como técnica de avaliação rápida da biomassa microbiana (ALEF; KLEINER, 1986; BONDE *et al.*, 2001).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto do pó de balão sobre a atividade da urease e arginase em solo cultivado com sorgo e omissão de nutrientes e corretivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), MG, entre os meses Setembro e Outubro de 2011, sob condições de telado. O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) Fase Cerrado, contido em vasos com capacidade de 5Kg, cultivado com milho. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com três repetições. A solução nutritiva foi reaplicada duas vezes em cada vaso a cada 15 dias, a composição desta solução consiste em: FeEDTA, sulfato de potássio, cloreto de cálcio, nitrato de amônio e fosfato de sódio bibásico.

A atividade da urease nas amostras do substrato foi determinada por meio da quantificação de amônio liberado pela hidrólise da ureia utilizando-se o método colorimétrico preconizado por Kandeler e Gerber (1988). Amostras de 0,5g do substrato foram tratadas com 0,25mL de solução de uréia (4,8g/L) e incubadas por uma hora à 37°C. Após a incubação, adicionou-se 5mL de solução de KCl, 1M em cada amostra que ficaram sob agitação por 30 minutos. Uma alíquota de 100µl do sobrenadante de cada amostra foi retirada e misturada a 1,0 mL da solução de reagentes para colorimetria. Após sessenta minutos, realizou-se a leitura no espectrofotômetro a 660nm.

A atividade da arginase nas amostras do substrato foi determinada por meio da quantificação de amônio liberado pela hidrólise da arginina utilizando-se o método colorimétrico de Alef e Kleiner (1986). Amostras de 1,0g do substrato foram tratadas com 0,25 mL de solução de L-arginine (0,2 g/L) e incubadas por uma hora, à 37°C. Após a incubação, adicionou-se 4mL de solução de KCl, 1M em cada amostra que ficaram sob agitação por 30 minutos. Uma alíquota de 100µl do sobrenadante de cada amostra foi retirada e misturada a 1,0 mL da solução de reagentes para colorimetria. Após sessenta minutos, realizou-se a leitura no espectrofotômetro a 660nm.

A quantidade de amônio presente nas amostras, foi estimada por meio de uma curva padrão com cloreto de amônio, com os níveis de 0,5,10,15 e 20µg de  $\text{NH}_4^+ \cdot \text{mL}^{-1}$ .

## Tratamentos e amostragens

Foram avaliados os seguintes tratamentos:

T1- Adubação Completa(AC), contendo macro e micro nutrientes e calagem de acordo com a análise química do solo; T2- AC menos calagem(-cal); T3- AC menos fósforo (-P); T4- AC menos potássio(-K); T5- AC menos calagem mais pó de balão(-cal+PB); T6- AC menos fosforo mais pó de balão(-P+PB); T7- AC menos potássio mais pó de balão(-K+PB); T8- Solo sem adubo e sem pó de balão(T); T9- Solo com pó de balão(T+PB). O pó de balão foi aplicado em dose equivalente a 50 t há<sup>-1</sup>.

## Análise estatística

Os dados obtidos, expressos em  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{h}^{-1} \text{g}^{-1}$  substrato, foram comparados por meio do teste de SCOTT KNOTT, ao nível de 5% de probabilidade, no programa de estatística denominado SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a enzima arginase estão representados na (Figura1 ). Embora a análise estatística não tenha demonstrado diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, os valores observados para a atividade desta enzima variaram entre 62,15 (omissão de calagem) e 73,21  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{h}^{-1} \text{g}^{-1}$  (adubação completa), com média de 67,58  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{h}^{-1} \text{g}^{-1}$ .

Em relação a atividade da urease (Figura 2), os resultados obtidos demonstram comportamento similar ao da arginase, porém com valores em torno de 10 vezes acima, variando entre 178,04 (omissão de calagem) e 225,02  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{h}^{-1} \text{g}^{-1}$  (omissão de potássio na presença do pó de balão), média de 203,01  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{h}^{-1} \text{g}^{-1}$ . Não detectaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, o que implica, que a ciclagem de nitrogênio e, conseqüentemente, o funcionamento de ecossistemas seria pouco afetado pela utilização de pó de balão.

Esses dados estão de acordo com os relatos por outros estudos semelhantes (CALDEIRA *et al.* 2012, RODRIGUES *et. al* 2011) em que não observaram influência deste resíduo sobre a qualidade biológica do solo em condições de campo. MAGALHÃES (2011) observou que a composição quantitativa e qualitativa das comunidades microbianas do solo não foram alteradas pela aplicação de pó de balão, independente das dosagens utilizadas. Silva (2007), avaliando o impacto ambiental causado pela utilização deste resíduo sólido do setor siderúrgico, comenta que é perfeitamente possível seu uso, sem risco direto ao meio ambiente.

Em contrapartida, o estudo realizado por BARBOSA (2012), a incorporação de pó de balão



pode afetar a dinâmica de P no solo, determinada através da atividade de fosfatase ácida, dependendo do seu nível de fertilidade.

Sabe-se que a atividade da arginase correlaciona-se positivamente com a taxa de N potencialmente mineralizável (BONDE *et.al* 2001) que, por sua vez representa o pool de nitrogênio disponível às plantas. Além disso outras pesquisas demonstram correlação positiva entre atividade desta enzima e taxa respiratória e biomassa microbiana do solo (MURPHY *et.al* 1998), que são, componentes importantes de qualidade do solo.

Sendo assim, os resultados obtidos evidenciam que a aplicação de pó de balão, nas condições avaliadas, não causa impacto na dinâmica de nitrogênio e, conseqüentemente, nas qualidades biológicas do solo.

### CONCLUSÕES

A qualidade biológica do solo, com base na dinâmica de N medida através das enzimas arginase e urease não sofre influência com a aplicação de pó de balão, independente da omissão dos nutrientes e corretivo testados para a cultura de sorgo.

### AGRADECIMENTOS

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

### REFERÊNCIAS

#### a. Periódicos:

ALEF, K.; KLEINER, D. Arginine ammonification, a simple method to estimate microbial activity potential in soils. *Soil Biology and Biochemistry*. V.18, n.2, p.233-235. 1986.

BARBOSA, M. V.; CALDEIRA, D. C. D.; SILVA, P.G.; COURDEC, V. S. J.; PAIVA, C. A. O.; MARRIEL, I. E.; Redução de atividade da fosfatase ácida em solo de cerrado adicionado pó de balão e cultivado com milho. *Fertbio* 2012.

BONDE, T.A.; NIELSEN, T. H.; MILLER, M.; SORENSEN, J. Arginine ammonification assay as a rapid index of gross N mineralization in agricultural soils. *Bio Fertl Soils*, 2001.

CALAZANS, G. M.; RODRIGUES, D.A.; ROCHA, H. L.; VALGAS, S. A. R.; SOUZA, G. M. DE.; TEIXEIRA, J. A.; MARRIEL, I. E.; Qualidade Biológica do solo após adição de pó de balão: I – atividade das enzimas uréase e arginase. Sete Lagoas. Acadêmico de Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas, 2011.

CALDEIRA, D. C. D.; BARBOSA, M. V.; SOARES, E. C. A.; SILVA, P.G.; VIANA, A. A. O. N.; PAIVA, C. A. O.;

MARRIEL, I. E.; Omissão de nutrientes e atividade enzimática em solo de cerrado adicionado de pó de balão e cultivado com milho. *Fertbio* 2012.

COPAM. Deliberação Normativa nº115. Dispõe sobre a aplicação agrícola do resíduo siderúrgico, denominado pó de balão, em áreas de plantio de florestas homogêneas de *Eucalyptus sp.* 2008.

MURPHY, D. V.; SPARLING, G. P.; FILLERY, I. R. P. (1998) Stratification of microbial biomass C and N and gross N mineralization with soil depth in two contrasting Western Australian agricultural soils. *Aust J Soils Res* 36:45-55.

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, C. S. W. Avaliação ambiental decorrente do uso agrícola de resíduo do sistema de limpeza de gases de uma indústria siderurgia a carvão vegetal. Tese de Mestrado em Fitotecnia 2007, Universidade Federal de Viçosa.

#### b. Livro:

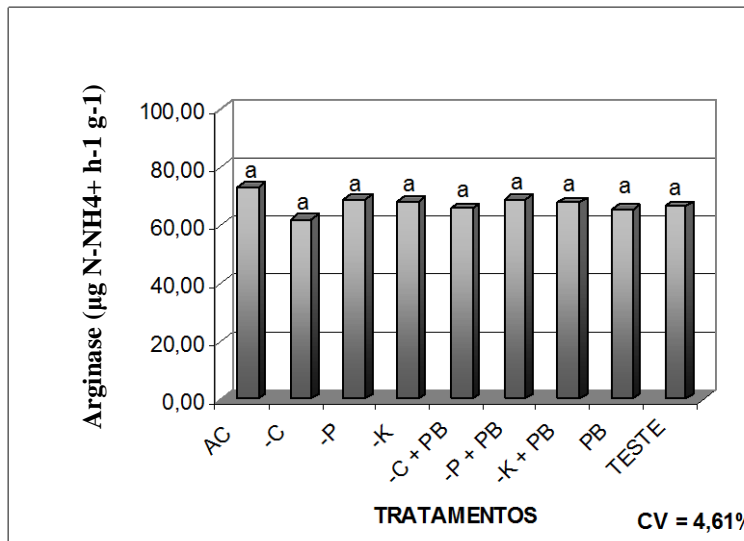
DICK, R. P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: DORAN, J. V.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). *Defining soil quality of a sustainable environment* (Ed.). Madison: Soil Science Society of America, 1994. v. 35, p. 107-1247.

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.

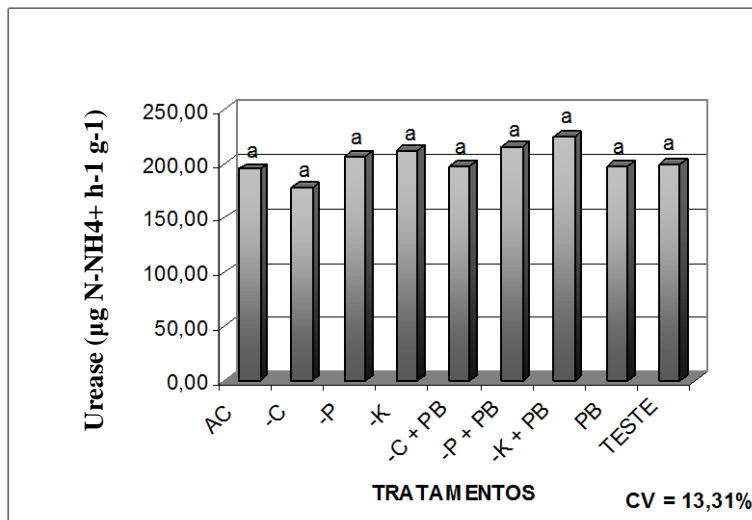
#### c. Trabalho em Anais:

MAGALHÃES, B. G.; MELO, I. G.; TEIXEIRA, A. G.; FREITAS, J. S.; RIBEIRO, N. N. C.; VIEIRA, L. C. S.; WILDA, L. R. M.; PAIVA, C. O.; MARRIEL, I. E. Qualidade biológica do solo adicionado de pó de balão e cultivado com milho (*Zea Mays L*): I - Densidade Populacional de microrganismos. Anais do X Congresso de Ecologia, 2011.

ALMEIDA, M. L. B.; MELO, G. C. B. Alternativas de usos e aplicações dos resíduos sólidos das indústrias independentes de produção de ferro-gusa do estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21. Anais. João Pessoa, 2001.



**Fig.1.** Atividade da arginase das amostras de solo de cerrado ( $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{h}^{-1} \text{g}^{-1}$  substrato) cultivado com diferentes adubações nas culturas de sorgo. Valores médios de três repetições. Sendo a análise estatística representada pelas letras em cima de cada tratamento no gráfico.



**Fig.2.** Atividade da urease das amostras ( $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{h}^{-1} \text{g}^{-1}$  substrato) nos tratamentos com diferentes adubações nas culturas de sorgo. Valores médios de três repetições. Sendo a análise estatística representada pelas letras em cima de cada tratamento no gráfico.