



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Omissão de Nutrientes e Atividade Enzimática em Solo de Cerrado Adicionado de Pó de Balão e Cultivado com Milho

**Daiane Cristina Diniz Caldeira<sup>(1)</sup>; Melissa Valença Barbosa<sup>(2)</sup>; Eveline Anielli Cristelli Soares<sup>(3)</sup>, Patrícia Gomes Silva<sup>(4)</sup>, Amanda A. de Oliveira Neves Viana<sup>(5)</sup>, Christiane A. Oliveira Paiva<sup>(6)</sup> e Ivanildo Evódio Marriel<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)(2)(3)</sup> Acadêmico de Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM e bolsista da Embrapa, email: <sup>(1)</sup>[dayanecristina71@yahoo.com.br](mailto:dayanecristina71@yahoo.com.br); <sup>(2)</sup>[melissavalensa@hotmail.com](mailto:melissavalensa@hotmail.com); <sup>(3)</sup>[evcristelli@yahoo.com.br](mailto:evcristelli@yahoo.com.br); <sup>(4)</sup> Doutoranda da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, email: <sup>(4)</sup>[patriciabiolo@yahoo.com.br](mailto:patriciabiolo@yahoo.com.br); <sup>(5)</sup> Doutoranda da Universidade Estadual Paulista – Unesp, Jaboticabal, São Paulo, email: <sup>(5)</sup>[amandaneves1981@yahoo.com.br](mailto:amandaneves1981@yahoo.com.br); <sup>(6,7)</sup> Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, email: <sup>(6)</sup>[christiane.paiva@cnpms.embrapa.br](mailto:christiane.paiva@cnpms.embrapa.br); <sup>(7)</sup>[marriel@cnpms.embrapa.br](mailto:marriel@cnpms.embrapa.br);

**RESUMO** – A geração de resíduos sólidos, como o pó de balão, de indústria não integrada a carvão vegetal, evidencia a necessidade de pesquisas visando o desenvolvimento de alternativas viáveis para o seu aproveitamento e disponibilidade adequados. Neste estudo, avaliou-se a atividade das enzimas urease e arginase como indicadoras de impacto deste resíduo sobre a ciclagem de nitrogênio (N) no solo de cerrado cultivado milho. O ensaio foi conduzido em vasos contendo 5 kg de LVD, fase cerrado, sob telado. Foram testados os tratamentos: adubação completa, menos calagem, menos fósforo, e menos potássio, testemunha (solo sem adubo) na presença e ausência de PB. Utilizou-se delineamento de blocos casualizados, com três repetições. De acordo com a análise estatística, não foi detectada diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para a atividade de ambas enzimas no solo, independente da omissão de corretivo e nutrientes, sugerindo pouca influência do pó de balão sobre a ciclagem de nitrogênio. Concluiu-se que a qualidade do solo, com base na dinâmica de N, não sofre impacto negativo do uso de pó de balão.

**Palavras-Chaves:** atividade enzimática; impacto ambiental; charcok

**INTRODUÇÃO** - O Brasil é o oitavo maior produtor internacional de aço, sendo que o estado de Minas Gerais ocupa posição de destaque no cenário brasileiro, respondendo por cerca de 60% da produção total de ferro gusa. Este fato demonstra a importância econômica e social dessa atividade no país, mas por outro lado, apresenta impactos potenciais negativos para o meio ambiente (MILANEZ, 2008).

A cidade de Sete Lagoas, responde por 29% da produção total de ferro gusa do estado de Minas Gerais. Dentre os resíduos gerados nesta atividade, encontra-se em maior proporção, o pó de balão (PB), conhecido também como charcok. Este resíduo da indústria não integrada a carvão vegetal, é obtido nos sistemas de limpeza dos gases dos altos fornos da produção do ferro gusa, com composição constituída, principalmente, de

$Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $MgO$  (ROCHA, 2003; SILVA, 2007). Enquanto se produz uma tonelada de ferro gusa, são gerados 54 kg de pó de balão (OLIVEIRA & MARTINS, 2003) e a destinação de cerca de 74% deste resíduo se dá a céu aberto nos pátios das empresas, possibilitando a contaminação do solo e dos corpos d'água locais (HERDY, 2001, *apud* OLIVEIRA E MARTINS, 2003). Entretanto, o conhecimento dos impactos da aplicação de pó de balão sobre os atributos biológicos do solo ainda é incipiente, o que sugere a necessidade de pesquisas científicas adicionais. Atualmente, é permitido sua aplicação em plantações de eucalipto com a taxa máxima de 50t ha<sup>-1</sup>, reaplicado de 7 em 7 anos (COPAM, 2008).

Como alternativas, a utilização na agricultura poderia contribuir para minimizar o efeito negativo sobre o ambiental, o uso do pó de balão poderia também substituir parte dos fertilizantes agrícolas, contribuindo para a sustentabilidade da cadeia produtiva do ferro gusa (TELLE *et al.*, 2009).

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). Consequentemente, a atividade enzimática do solo apresenta potencial como bioindicador de impacto ambiental, devido a sua sensibilidade para detectar alterações no solo em função do manejo utilizado, bem como um índice de fertilidade do solo (DICK, 1994; DORAN, 2000).

A ciclagem de nitrogênio envolve a ação catalítica de duas enzimas, a urease e a arginase (MARRIEL, *et al.*, 2008). A atividade da arginase representa a população metabolicamente ativa, ou seja, nitrogênio potencialmente disponível às plantas; já a urease representa a população como um todo, sendo a hidrólise da uréia, oriunda da aplicação de fertilizantes ou de ácidos nucléicos presentes no solo, liberando amônia e dióxido de carbono (ANDREWS *et al.*, 1989).

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o impacto do pó de balão sobre a atividade da urease e

arginase em solo cultivado com milho 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. 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 fósforo 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). 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 dibásico.

A atividade da urease nas amostras do substrato foi determinada por meio da quantificação de amônio liberado pela hidrólise da uréia 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 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.mL<sup>-1</sup>. Os dados obtidos, expressos em µg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> 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 Figura 1. Embora a análise estatística não tenha demonstrado diferença significativa (P>0,05) entre os tratamentos, os valores observados para a atividade esta enzima variaram entre 63,0 (omissão de calagem) e 72,33 µg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>

(adubação completa), com média de 68,15 µg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>.

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 173,33 (omissão de calagem) e 223,0 µg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> (adubação completa), média de 200,04 µg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>. 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 (RODRIGUES *et. al* 2011, MAGALHÃES *et.al* 2011) em que não observaram influência deste resíduo sobre a qualidade biológica do solo em condições de campo. 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.

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.

Portanto, 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.

**AGRADECIMENTOS** - Agradecemos a FAPEMIG, CNPq e a Embrapa Milho e Sorgo pelos recursos financiados para a execução do projeto.

#### REFERÊNCIAS

- 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.
- ANDREWS, R. K.; BLAKERLEY, R. L.; ZERNER, B. Urease: a Ni (II) metalloenzyme. In: LANCASTER, J. R. (Ed.). **The biorganic chemistry of nickel**. New York: VCH Publisher, 1989. p. 141-166
- 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 Fertil 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.

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.

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

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.

MARRIEL, I. E.; ADELARIO, F. M. S.; BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. A. N.; SILVA, U. C.; GUIMARÃES, L. J. M. Variação da Atividade de Arginase e Uréase na rizosfera de Genótipos de Milho Contrastantes no Uso de Nitrogênio. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, 2007.

MILANEZ, B. A ferro e fogo: impactos da siderurgia para o ambiente e a sociedade após a reestruturação dos anos 1990. Engenheiro de Produção, Mestre em Engenharia de Produção, Doutor em Política Ambiental. Brasília. IV Encontro Nacional da Anppas, 2008.

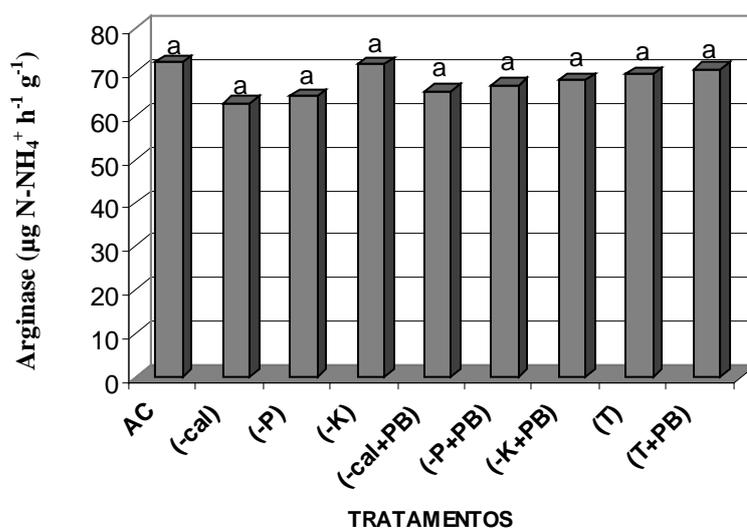
MURPHY, D. V.; SPARLING, G. P; FILLERY, I. R. P. (1998) Stratification of microbial biomass C and N and gross N mineralization with soil depth in two contrasting Western Australian agricultural soils. *Aust J Soils Res* 36:45-55.

OLIVEIRA, M. R. C.; MARTINS, J. Caracterização e classificação do resíduo sólido “pó de 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.

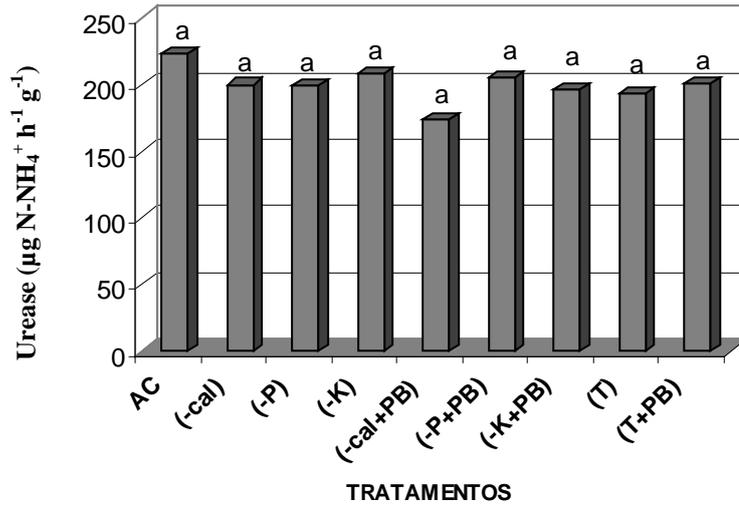
ROCHA, S. H. F. S.; **Aproveitamento de resíduos gerados na limpeza dos gases de alto forno através da briquetagem**. Belo Horizonte. 150 p. Dissertação Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

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.

TELES, M. (21/11/2007) Lula quer siderúrgica pronta até 2010. 2007. Disponível em <<http://www.opovo.com.br/opovo/economia/746393.html>>.2009.



**Fig.1.** Atividade da arginase das amostras ( $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{h}^{-1} \text{g}^{-1}$  substrato) nos tratamentos com nas culturas de milho e sorgo. As médias em letra maiúscula representam a cultura de milho, e as médias em letra minúscula representam a cultura de sorgo.



**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 milho e sorgo. As médias em letra maiúscula representam a cultura de milho, e as médias em letra minúscula representam a cultura de sorgo.