IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

ADUBAÇÃO DE ALFACE COM RESÍDUOS SIDERÚRGICOS: ANÁLISE FOLIAR

FERTILIZACIÓN DE LECHUGA CON RESIDUOS DE ACERÍAS: ANÁLISIS DE HOJAS

LETTUCE FERTILIZATION WITH STEEL MILLS RESIDUES: LEAF ANALYSIS

Apresentação: Comunicação Oral

Jessica Ravane de Souza Silva¹; Jefferson Santos Oliveira²; Paulo Protásio de Jesus³; Vanessa Cristina Macedo Reis⁴; Delineide Pereira Gomes⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0170>

Resumo

No Brasil, são produzidas toneladas de resíduos da siderurgia, causando impactos negativos de sua destinação inapropriada ao meio ambiente. Entretanto, a compostagem desses resíduos pode reduzir os problemas dessa destinação e proporcionar a oferta de adubos para produtores locais de hortaliças. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito de resíduos siderúrgicos (escória de alto forno e pó de balão) em diferentes doses na adubação da cultura da alface através da análise foliar por cromatografia. A escória de alto forno foi moída e sua granulometria foi aferida com uma peneira de 35 mesh. O pó de balão, por apresentar uma granulometria alta, não precisou ser triturado, sendo, portanto, prontamente utilizado para os experimentos. Foram utilizados dois solos, provenientes da região de Açailândia-MA, com propriedades distintas. Amostras desses solos foram misturadas com cada resíduo. Os tratamentos consistiram de três fontes: escória de alto forno, pó de balão e calcário dolomítico. Os resultados evidenciaram que os resíduos siderúrgicos proporcionam para mudas de alface do grupo crespa, em ambos os solos estudados, uma boa absorção de potássio e cálcio.

Palavras Chaves: *Lactuca sativa*, Escória, Pó de balão, Cromatografia.

¹Aluna do curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, IFMA – Campus São Luís Maracanã. E-mail: sousaravane@gmail.com.

²Licenciado em Química (IFMA). Mestrando em Química – Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: jefferson3528@hotmail.com.

³Aluno do curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, IFMA – Campus São Luís Maracanã. E-mail: cerzar09@gmail.com.

⁴Aluna do curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, IFMA – Campus São Luís Maracanã. E-mail: vanessa04rengav@gmail.com.

⁵Orientadora, Doutora em Fitotecnia, Professora do Departamento de Ciências Agrárias do IFMA – Campus São Luís Maracanã. E-mail: delineide.gomes@ifma.edu.br.

Resumen

En Brasil, se producen toneladas de residuos de acerías, lo que causa impactos negativos por su eliminación inadecuada al medio ambiente. Sin embargo, el compostaje de estos residuos puede minimizar los problemas de su disposición final y mejorar el suministro de fertilizantes a los productores locales de hortalizas. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de los residuos de acería (escoria de alto horno y polvo de globos) a diferentes dosis en la fertilización de lechuga a través de un análisis cromatográfico de hojas. La escoria del alto horno se molió y clasificó con un tamiz de malla 35 mesh. El polvo de globo, debido a su gran tamaño de partícula, no necesitaba ser molido y, por lo tanto, se usó fácilmente para experimentos. Se utilizaron dos suelos, de región Açailândia - MA, con diferentes propiedades. Se mezclaron muestras de estos suelos con cada residuo. Los tratamientos consistieron en tres fuentes: escoria de alto horno, polvo de globos y piedra caliza dolomítica. Los resultados mostraron que los residuos de acero proporcionan una buena absorción de potasio y calcio para las plántulas de lechuga crujientes en ambos suelos estudiados.

Palabras Clave: *Lactuca sativa*, Escoria, Polvo de globo, Cromatografía

Abstract

In Brazil, tons of steel mill residues are produced, which causes negative impacts due to its inadequate disposal to the environment. However, the composting of this waste can minimize the problems of its final disposal and improve the supply of fertilizer to local vegetable producers. In this context, the objective of this work was to study the effect of steel mill residues (blast furnace slag and balloon dust) at different doses on lettuce fertilization through leaf chromatographic analysis. The blast furnace slag was ground and graded with a 35 mesh sieve. The balloon powder, because of its high particle size, did not need to be ground and therefore readily used for the experiments. Two soils were used, from Açailândia - MA region, with different properties. Samples of these soils were mixed with each residue. The treatments consisted of three sources: blast furnace slag, balloon dust and dolomitic limestone. The results showed that steel mill residues provide a good absorption of potassium and calcium for crunchy lettuce.

Keywords: *Lactuca sativa*, Slag, Balloon Powder, Chromatography

Introdução

No Brasil, os órgãos de licenciamento ambiental têm dado atenção, de forma significativa aos impactos negativos advindos do descarte de resíduos industriais no ambiente (PRADO e NATALE, 2004; MONTANARI et al., 2008).

Resíduos provenientes da limpeza de altos fornos e escórias são produzidos em grande quantidade por empresas do setor siderúrgico, e geralmente são lançados em aterros sanitários, gerando problemas devido aos riscos de contaminação ambiental (SCHULIN et al. 2007; MONTANARI et al., 2008).

Neste cenário, são fundamentais as tecnologias que possam tratar e destinar esses resíduos de maneira adequada, independentemente de sua origem (SILVA, 2007; ABREU et al., 2012). Portanto, a geração de resíduos sólidos do setor siderúrgico da cidade de Açailândia-MA se torna um problema ambiental preocupante, pois a cidade produz todo ano toneladas de resíduos siderúrgicos sem destinação apropriada.

Nesse sentido, a compostagem de resíduos siderúrgicos gerados em Açailândia-MA pode reduzir os problemas de sua destinação inapropriada e proporcionar alternativas de adubos para produtores locais de hortaliças.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é estudar o efeito de resíduos siderúrgicos (escória de alto forno e pó de balão) em diferentes doses na adubação da cultura da alface através da análise foliar por cromatografia.

Referencial teórico

Novos sistemas de tratamento surgiram nas últimas décadas e tentam reduzir sensivelmente o potencial poluidor de resíduos industriais e agrícolas, possibilitando o uso na agricultura, como fonte de nutrientes para as plantas ou como corretivo da acidez do solo, dependendo da sua composição química, e isso os torna uma alternativa barata e interessante na busca da preservação da qualidade ambiental (ALMEIDA et al., 2007; SOUZA e OLIVEIRA 2010).

No entanto, para se recomendar tal utilização, é necessário estudar possíveis alterações que possam ocorrer nas propriedades físico-químicas do solo, bem como a resposta das plantas a tais resíduos (ALMEIDA et al., 2007; SOUZA e OLIVEIRA 2010).

A escória é um resíduo da indústria do aço e ferro-gusa, constitui-se basicamente de silicato de cálcio e de magnésio (AMARAL et al., 1994; PRADO et al., 2003), o que pode lhe conferir propriedade corretiva da acidez do solo semelhante à do calcário (RIBEIRO et al., 1986; PRADO et al., 2003), além de apresentar em sua composição o silício e diversos micronutrientes (PRADO et al., 2001), e ainda, por ser um material renovável, tem ampla aplicação na agricultura o que diminui o acúmulo de resíduo próximo às indústrias siderúrgicas contribuindo para preservação ambiental (FONSECA, 2007).

Também, o pó de balão, em função da sua composição química, pode se constituir uma importante fonte de vários nutrientes para as plantas, enquadrando-se como um fertilizante organomineral, desde que atendam aos requisitos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (SILVA, 2007; ABREU et al., 2012).

Pesquisas com a avaliação da escória de siderurgia, comparada aos calcários, na agricultura, têm ficado restritos a espécies anuais, como sorgo, soja e milho (PIAU, 1995; PRADO et al., 2002; BACKES et al., 2008) e cana-de-açúcar (PRADO e FERNANDES, 2000; PRADO et al., 2002; BACKES et al., 2008). Entretanto, em olerícolas de importância econômica, como a alface, considerada exigente em termos de correção da acidez do solo

(TRANI et al., 1996; PRADO et al., 2002; BACKES et al., 2008), e outras hortaliças, são muito poucos os resultados experimentais.

Metodologia

Obtenção e armazenamento e local dos resíduos siderúrgicos: escória de alto forno granulada e do pó de balão

Os resíduos industriais foram cedidos pela empresa GUSA Nordeste S/A. Na siderúrgica em questão, o processo de produção do ferro gusa e dos resíduos dura aproximadamente duas horas, e é repetido ininterruptamente.

Cada produção gera um lote de cada um dos resíduos, a escória de alto forno granulada e o pó de balão. Apesar de terem sempre o mesmo perfil físico-químico, estes lotes costumam apresentar diferenças consideráveis na composição química. Dessa forma, separou-se três lotes de escória de alto forno e dois lotes de pó de balão para o estudo. Cada lote possuiu aproximadamente 30 quilos e foram armazenados em uma área do laboratório de solos do IFMA – Campus Açailândia, em condições adequadas.

A escória de alto forno foi moída em um triturador de facas do tipo Willey e sua granulometria foi aferida com uma peneira de 35 mesh. O pó de balão, por apresentar uma granulometria alta, não precisou ser triturado, sendo, portanto, prontamente utilizado para os experimentos

Análise foliar por cromatografia de troca iônica

Os tratamentos consistiram de três fontes que foram analisadas como corretivos: escória de alto forno, pó de balão e calcário dolomítico, aplicados nas seguintes doses: 0, 2, 4, 8 e 16 g /vaso dos resíduos e 3 g de calcário por vaso, mais a testemunha (0 g- sem aplicação de resíduos ou corretivos).

Foi realizada a compostagem dos resíduos com dois tipos de solos, representativos da região de Açailândia- MA, com propriedades distintas, sendo um denominado Solo 1, caracterizado em análise de solo por ser pobre em matéria orgânica (M.O); e outro, Solo 2, caracterizado em análise de solo por ser rico em matéria orgânica (M.O). Amostras desses solos foram contidos em vasos de 2 L para esse tipo de experimentação, visando melhor avaliação.

Após a aplicação dos produtos (resíduos siderúrgicos e calcário) visando a compostagem, houve a homogeneização dos solos com esses produtos. Os tratamentos foram

colocados em vasos plásticos correspondentes, em quatro repetições, sendo que nestes houve o controle da irrigação, com ajuste da capacidade de campo para 80%.

Em seguida, foram transplantadas, para cada vaso, duas mudas de alface, de uma cultivar do grupo crespa, com 10 dias de idade, deixando-se, posteriormente, apenas uma muda por vaso.

Após o desenvolvimento das mudas, foram realizadas análises químicas das folhas de alface. Os teores de Ca, Mg, K, Na e amônio (NH_4) foi obtido por cromatografia. O método consiste na determinação dos teores de Ca, Mg, K, Na e amônio (NH_4) por cromatografia de troca iônica em um cromatógrafo DIONEX ICS-5000 (Figura 1 e 2).

As amostras foram trituradas e submetidas à agitação com água destilada, para extração dos analitos a serem determinados. Comparou-se resultados de uma mesma amostra agitados às durações de 1, 2, 3, 4, 5 e 12 h. Comparando-se os valores das análises, percebeu-se valores equivalentes ao preparar a amostra em agitação à 5 ou 12 h, optou-se por 5 h. Para melhor desempenho nas análises, as amostras tiveram pH padronizado para a faixa entre 3 e 4 utilizando-se HCl 0,1M, cuja constituição não apresenta nenhum dos analitos.

Figura 01: Cromatógrafo utilizado nas análises foliares de alface obtidas visando avaliação o efeito dos resíduos como corretivos.

Fonte: Própria (2019)

Figura 02:Curvas de concentração de uma mesma amostra submetida a diferentes durações de agitação: as curvas marrom (4h) e verde (5h) apresentam valores similares. (esses valores, por sua vez, correspondem a uma análise anterior, submetida à 12h de agitação).

Fonte: Própria (2019)

Resultados e Discussão

Análises foliares da alface via cromatografia

Neste experimento, foram realizadas 24 análises respectivas aos tratamentos citados com resíduos aplicados em doses de 0g (testemunha), 2g, 4g, 8g e 16g por vaso e o calcário (Tabela 1).

Tabela 01: Cromatografia de amostras de alface secas cultivadas sob diferentes tratamentos corretivos em diferentes doses em dois tipos de solos.

2g (ppm)				
	Esc solo 1	Esc solo 2	Pó solo 1	Pó solo 2
Sódio	6,626	7,857	10,353	8,963
Amônio	0,548	0,801	0,681	0,167
Potássio	52,471	30,456	84,906	35,943
Magnésio	2,632	2,628	2,074	1,075
Cálcio	10,328	14,852	6,025	4,919
4g (ppm)				
	Esc Solo1	Esc Solo2	Po Solo1	Po Solo2
Sódio	7,544	9,477	8,694	9,994
Amônio	----	----	0,177	0,141
Potássio	31,670	21,384	33,283	24,942
Magnésio	1,821	1,919	1,041	2,585
Cálcio	8,694	7,604	4,354	9,974

8g (ppm)				
	Esc Solo 1	Esc Solo 2	Po Solo 1	Po Solo 2
Sódio	6,874	7,912	9,743	7,365
Amônio	0,892	0,866	1,077	1,088
Potássio	43,454	16,866	49,930	37,707
Magnésio	3,133	2,992	3,312	2,518
Cálcio	16,589	12,019	13,375	14,425
16g (ppm)				
	Esc Solo1	Esc Solo2	Po Solo1	Po Solo2
Sódio	6,050	6,818	8,986	13,128
Amônio	----	----	0,191	0,149
Potássio	27,790	31,722	31,171	18,617
Magnésio	1,858	2,575	1,461	1,921
Cálcio	8,107	11,159	9,432	6,458
Calcário (ppm)				
	Solo1		Solo2	
Sódio	10,027		6,566	
Amônio	0,849		0,674	
Potássio	70,302		49,138	
Magnésio	3,829		5,183	
Cálcio	15,620		15,389	
Testemunhas (ppm)				
	Solo 1		Solo 2	
Sódio	10,105		9,489	
Amônio	0,200		0,201	
Potássio	23,441		22,573	
Magnésio	2,039		1,973	
Cálcio	8,599		7,087	

Fonte: Própria (2019); (Esc-escória; Po-pó de balão)

A aplicação de escória de alto forno no solo 1 (pobre em matéria orgânica) não promoveu a absorção efetiva de sódio, amônio e magnésio, que permaneceram em concentrações relativamente constantes com valores até 10 ppm. Entretanto, Observa-se absorção expressiva de cálcio, cuja aplicação de 8g de resíduo (8g) apresenta 16,58 ppm caracterizando crescimento de 11,33 ppm em relação à testemunha (Figura 3). O efeito residual da escória se assemelhou com o calcário, com exceção do potássio que foi bem mais acessível na aplicação de calcário.

Figura 03: Absorção de nutrientes por dose de escória adicionada ao solo 1.

Fonte: Própria (2019)

A aplicação de escoria no solo 2, rico em matéria orgânica (Figura 4) não aumenta a absorção dos nutrientes analisados. Houve decréscimo nos teores de potássio nas doses de 4g e 8g, em relação à testemunha. Registra-se oscilações entre as concentrações absorvidas de nutrientes, sendo maiores os valores para o K na dose de 16 gramas de escória (31,77 ppm), duas gramas (30,44 ppm) e o tratamento com calcário (70,30 ppm) se mantém superior. Cálcio apresentou valores entre 7 e 15 ppm na constituição das folhas de alface nos diversos tratamentos, conforme o gráfico (Figura 12). A concentração de magnésio ao longo das doses é relativamente constante e baixa, menor que 5 ppm. O efeito residual da escória de alto forno neste solo não promoveu a absorção tão efetiva quanto o calcário.

Figura 04: Absorção de nutrientes por dose de escória adicionada ao solo 2.

Fonte: Própria (2019)

O tratamento com duas gramas pó de balão no solo 1 promoveu considerável absorção de potássio por parte da planta, em comparação com calcário no mesmo solo (Figura 5). Os outros analitos apresentam certa constância nos valores das concentrações. O resultado apresenta ainda uma leve semelhança com o perfil apresentado com a aplicação de escória, no mesmo solo (solo 1).

Figura 05: Absorção de nutrientes por dose de pó de balão adicionado ao solo 1.

Fonte: Própria (2019)

Para os tratamentos de pó de balão no solo 2 (Figura 6), significativa absorção de K ocorreu ao se utilizar 8g de resíduo, promovendo aumento de 15,13 ppm em relação à testemunha. Ainda na aplicação desta dose, registrou-se o dobro da absorção de cálcio em relação ao solo sem tratamento. Entretanto, o uso de calcário se mostrou melhor do que todas as concentrações de pó ao promover a maior absorção de potássio.

Entende-se que a escória, de maneira geral, apresenta perfil semelhante ao calcário e os resultados representam neutralização da acidez. Entretanto, diferente de Prado et al (2002 a), não houve aumento expressivo de cálcio e magnésio.

Figura 6- Absorção de nutrientes por dose de pó de balão adicionado ao solo 2.

Fonte: Própria (2019)

Conclusão

Os resíduos siderúrgicos proporcionam para mudas de alface analisadas, em ambos os solos estudados (solo 1 e 2), uma boa absorção de potássio e cálcio.

Referências

ABREU, T. C. C.; BARBOSA, M. V.; SILVA, A. G. da; VIEIRA, S.; CALDEIRA, D. C. D.; MOREIRA, J.A.A.; CRUZ, J.C.; MARRIEL, I.E. **Acúmulo de macronutrientes em plantas de milho adubadas com pó de balão**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola: anais. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. CD-ROM. Fertbio 2012.

ALMEIDA, H. C. et al. Composição química de um resíduo alcalino da indústria de papel e celulose (DREGS). **Quím. Nova** [online]. 2007, vol.30, n.7.

AMARAL, A. S.; DEFELIPO, B. V.; COSTA, L. M.; FONTES, M. P. F.. Liberação de Zn,Fe, Mn e Cd de quatro corretivos da acidez e absorção por alface em dois solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1351-1358, 1994.

BACKES, C.; LUDWIG, F.; JUNIOR, E. R. D.; CASA, J.; BOAS, R. L. V., Resposta de duas cultivares de alface a diferentes doses de calcário; **Scientia Agrária Paranaensis** (UNIOESTE. Impresso), v. 7, ISSN: 1677-4310, 2008.

FONSECA, I. M. **Efeito da escória de siderurgia como fonte de silício e sua interação com a adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha***. 79f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinária, 2007.

MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; SOUZA, Z. M. de. Caracterização química de resíduos da indústria metalúrgica para fins de uso agrícola. **Ambiência**, v. 4, n.1. Guarapuava, 2008.

PIAU, W. C. **Efeitos de escórias de siderurgia em atributos químicos de solos e na cultura do milho (*Zeamays L.*)**. 1995. 124 f. Tese (Doutoradoem Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura,Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, p.739-744, 2000.

PRADO, R. 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**, Brasília, v.36, n.9, p.1199-1204, 2001.

PRADO, R. de M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e Escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes los cana-de-Açúcar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v 59, n. 1, 2002 a.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. 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**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 539-546, 2002 b.

PRADO, R. de et al. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, 2003.

PRADO, R.M.; NATALE, W. Efeitos da aplicação da escória de siderurgia ferrocromo no solo, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.140-144, 2004.

RAIJ, B. VAN.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1.ed.1987.170p.

RIBEIRO, A. C.; FIRME, D. J.; MATOS, A. C. M. Avaliação da eficiência de uma escória de aciaria como corretivo da acidez. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 33, n. 187, p. 242-248, 1986.

SCHULIN, R.; CURCHOD, F.; MONDESHKA, M.; DASKALOVA, A.; KELLER, A. Heavy metal contamination along a soil transect in the vicinity of the iron smelter of Kremikovtzi. **Geoderma**, Amsterdam, v.140, p.52–61, 2007.

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.

SOUZA, K. R.; OLIVEIRA, F. C. Reaproveitamento de resíduo gerado na fabricação de clorato de sódio para fabricação de fertilizante orgânico composto. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 1, 2010, Bauru. **Anais... IBEAS**, 2010.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO FILHO, J. A. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 168-169. (Boletim Técnico,100).