



Acúmulo de nutrientes em plantas de milho cultivadas em solo com aplicações sucessivas de dejetos de suínos⁽¹⁾

Lucas Benedet⁽²⁾; Renata Bernardo da Silva⁽³⁾; Bruna Franciny Kamers⁽³⁾; Janaina Heinzen⁽⁴⁾; Lessandro De Conti⁽⁵⁾; Gustavo Brunetto⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água II – TSGA II.

⁽²⁾ Estudante de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas; Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Florianópolis, Santa Catarina; lucas_benedet@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante do Curso de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Engenheira Agrônoma; Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁵⁾ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: Aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suíno no solo contribuem para o acúmulo de nutrientes em plantas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o acúmulo de nutrientes em plantas de milho cultivadas em solo com histórico de aplicação de dejetos suínos na forma líquida e cama sobreposta. Em 2012 foram coletadas amostras indeformadas de solo no município de Braço do Norte (SC), em um experimento com 10 anos de condução em sistema de plantio direto e que recebeu a aplicação de 90 e 180 kg de N ha⁻¹ na forma de dejetos líquidos de suínos (DL90 e DLS180) e cama sobreposta de suínos (CS90 e CS180), além de um tratamento sem aplicação de nutrientes (SA). No solo coletado em cada tratamento, foram cultivadas plantas de milho, onde avaliou-se aos 15 e 25 dias após a emergência (DAE) o acúmulo dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu e Zn na parte aérea. As plantas adubadas com DL180 apresentaram maior acúmulo de nutrientes, sendo que houve maior acúmulo de N, P, K e Zn, aos 15 DAE, e de P, K e Zn aos 25 DAE. O acompanhamento do acúmulo de nutrientes no tecido das plantas deve ser realizado para avaliação da disponibilidade de nutrientes, principalmente metais, e seu potencial fitotóxico.

Termos de indexação: adubação orgânica, *zea mays*

INTRODUÇÃO

Na região Sul do Brasil a suinocultura é uma atividade desenvolvida em pequenas propriedades, onde o dejetos líquido de suíno gerado é utilizado como fertilizante em culturas anuais e pastagens. Os dejetos de suínos na forma líquida e sólida, como a cama sobreposta, são importantes fontes de nutrientes, sendo uma boa alternativa para aumentar a fertilidade do solo. No entanto, a maioria dos agricultores realiza a aplicação conforme a capacidade de

armazenamento nas esterqueiras, sendo sua utilização realizada sem os critérios de recomendação orgânica propostos pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo para os estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004).

A deposição desses dejetos de forma intensiva no solo pode promover acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo, como P, Cu e Zn (Scherer et al., 2010), potencializando a contaminação do solo e recursos hídricos. Segundo Basso et al. (2012), altas concentrações de Cu e Zn em dejetos podem aumentar a quantidade das formas solúveis e trocáveis no solo, potencializando a toxidez às plantas.

Portanto, o acompanhamento do acúmulo de nutrientes no tecido de plantas é relevante para determinação da sua disponibilidade no solo e possíveis efeitos de contaminação e toxidez. Com isso é possível a elaboração de estratégias adequadas para o uso de dejetos em sistemas de cultivo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes em plantas de milho cultivadas em solo com histórico de aplicação de dejetos suínos na forma líquida e cama sobreposta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em dezembro de 2002 no município de Braço do Norte, SC, latitude 28°14'20.7 e longitude 49°13'55.5, clima Cfa e precipitação média anual 1471 mm, em um Argissolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 2013). Foram cultivadas as culturas de milho (*Zea mays*) e aveia preta (*Avena strigosa*) em sucessão a cada ano em sistema de plantio direto.

Tratamentos e amostragens

O experimento consistiu em blocos casualizados com cinco tratamentos e três repetições, sendo que cada parcela apresentava dimensão de 27 m² (4,5 x 6,0 m). Os tratamentos



aplicados do ano de 2003 a 2011 foram: sem adubação (SA); adubação de 90 e 180 kg N ha⁻¹ com dejetos líquidos de suíno (DL90 e DL180) e com cama sobreposta de suíno (CS90 e CS180) (CFS-RS/SC, 1994) e (CQFS-RS/SC, 2004).

Os tratamentos DL90 e DL180 foram aplicados na superfície do solo em quatro períodos equivalentes aos 15, 51 e 95 dias após a semeadura do milho e 15 dias após semeadura da aveia preta. No total, 40 aplicações foram realizadas de 2003 a 2012. Os tratamentos CS (CS90 e CS180) foram aplicados na superfície do solo, uma vez ao ano, 15 dias antes da semeadura do milho. Houve um total de dez aplicações de CS entre 2003 e 2012. O DL e CS foram as únicas fontes de nutrientes adicionados no experimento.

Em setembro de 2012 foram coletadas amostras indeformadas de solo na camada 0-20 cm em todos os tratamentos. Para a coleta, utilizou-se um amostrador cilíndrico de PVC com 0,20 m de diâmetro e 0,20 m de altura, coletando volume aproximado de 0,0063 m³ de solo. Foram coletadas cinco amostras por parcela de cada tratamento.

Experimento em casa de vegetação

Em outubro de 2013 iniciou-se o cultivo de milho nas amostras indeformadas. Foram semeadas, a uma profundidade de 0,03 m, oito sementes para obtenção de seis plântulas após raleio. Utilizou-se a adubação de 30 Kg ha⁻¹ de N sete dias após semeadura na forma de nitrato de amônio. Foi realizada adubação de K e P apenas no tratamento testemunha com o equivalente a 20 kg ha⁻¹ de P, na forma de superfosfato triplo, e 10 kg ha⁻¹ de K, na forma de cloreto de potássio.

Aos 15 e 25 dias após a emergência (DAE), foi coletada a parte aérea de três plantas, sendo determinado sua massa fresca. Após, realizou-se secagem das plantas até atingir massa constante em estufa com circulação de ar forçado a 60°. Em seguida, realizou-se determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu e Zn no tecido vegetal conforme Tedesco (1995). Para determinação de P, utilizou-se a extração a partir de Tedesco (1995) e determinação por Murphy & Riley (1962).

Análise estatística

Os valores de nutrientes acumulados na parte aérea de plantas de milho aos 15 e 25 DAE foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e a análise de variância

ANOVA. Em seguida, médias foram submetidas ao teste de comparação de média segundo Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) com auxílio do software ASSISTAT 7.7 beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Plantas de milho cultivadas em solos que receberam aplicação de dejetos de suíno, tanto na forma líquida quanto sob a forma de cama sobreposta, aos 15 DAE, apresentaram maior acúmulo de N, P, K e Zn no tecido vegetal se comparado ao tratamento SA, onde não houve adição de fertilizantes orgânicos (**Tabela 1**). Já para plantas coletadas aos 25 DAE, observou-se maior acúmulo dos nutrientes P, K e Zn no tecido em todos os tratamentos, quando comparados a SA.

Após 15 dias de cultivo, o tratamento que recebeu aplicações de 180 kg de N ha⁻¹ na forma de dejetos líquidos, apresentou maior acúmulo de P, Mg e Fe em tecido vegetal, quando comparado aos tratamentos CS90, CS180 e DL 90.

Diversos autores relatam o acúmulo de nutrientes em solos que receberam intensa aplicação de dejetos líquidos de suíno (Ceretta et al., 2010; Cassol et al. 2012), o que contribui também para o acúmulo de nutrientes no tecido de plantas cultivadas em áreas com histórico de aplicação de dejetos suínos. Além disso, o dejetos de suíno na forma líquida apresenta em sua composição, elevado teor de nutrientes em formas disponíveis, o que explica o aporte e consequente acúmulo pelas plantas. Ainda, segundo Gonzatto et al. (2013), o N é um dos nutrientes encontrados em maior proporção em dejetos líquidos de suínos, sendo que, aproximadamente, 50% encontra-se na forma mineral.

O maior acúmulo dos elementos Cu e Zn, especialmente Zn, foram encontrados em plantas de milho cultivadas em solo com aplicação de DL180, tanto para plantas coletadas aos 15 quanto àquelas coletadas aos 25 DAE, sendo que nesse tratamento os teores de Cu e Zn extraídos por EDTA no solo foram de 27,21 e 68,52 mg kg⁻¹ respectivamente. O maior acúmulo de Zn em plantas de milho pode ser associado a maior disponibilidade desse elemento no solo em função das aplicações de doses elevadas de DL. Apesar dos teores de Cu e Zn no solo extraídos por EDTA, que são considerados biodisponíveis, terem sido mais altos no CS180, com valores de 52,4 e 147,0 mg kg⁻¹, respectivamente, plantas cultivadas nesse tratamento apresentaram, no



máximo, valores de Cu e Zn semelhantes as adubadas com DL180. Isso pode representar que os elementos adicionados com DL apresentam-se com maior labilidade e biodisponíveis. Adicionalmente, a calibração de métodos de extração de metais com os teores absorvidos pelas plantas é importante para determinação de extratores capazes de prever teores biodisponíveis no solo. No presente estudo, o extrator EDTA parece não apresentar uma correlação satisfatória com os teores absorvidos pelas plantas.

CONCLUSÕES

Plantas de milho cultivadas em solo que receberam aplicações contínuas de dejetos líquidos de suínos por 10 anos acumulam maiores teores de nutrientes em tecido, especialmente N, P, K e Zn.

As aplicações de doses elevadas de dejetos suínos (DL180 e CS180), apesar de incrementarem a quantidade total de elementos no tecido, inclusive metais, não promoveram efeitos deletérios ao crescimento das plantas. Contudo, a manutenção do acompanhamento dessas aplicações deve ser mantida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e recursos disponibilizados pelo projeto Tecnologia Sociais para a Gestão da Água II – TSGA II, Petrobrás Ambiental.

REFERÊNCIAS

ASSISTAT Versão 7.7 beta (pt). DEAG-CTRN-UFCG. Registro INPI 0004051-2. Campina Grande, 2014.

BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; FLORES, É.M.M.; GIROTTO, E. Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos. *Ciência Rural*, 42:653-659, 2012.

CASSOL, P.C; COSTA, A.C; CIPRANDI, O; PANDOLFO, C.M; ERNANI, P.R. Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em Latossolo fertilizado com dejetos de suíno. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:1911:1923, 2012.

CERETTA, C.A; LORENSINI, F; BRUNETTO, G; GIROTTO, E; GATIBONI, L.C; LOURENZI, C.R; TIECHER, T.L; CONTI, L; TRENTIN, G; MIOTTO, A. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45:593-602, 2010.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de Adubação e Calagem para os estados do

Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10ªed. Porto Alegre, 400p, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Sistema de Classificação de Solo. 3ª Ed. Brasília, 353p, 2013.

GIROTTO, E.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; SANTOS, D.R.D.; SILVA, L.S.D.; LOURENZI, C. R.; LORENSINI, F.; VIEIRA, R. C. B.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:955-965, 2010.

GONZATTO, G; MIOLA, E.C.C; DONADE, A; PUJOL, S.B; AITA, C; GIACOMINI, S.J. Volatilização de amônia e emissão de óxido nitroso após aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo cultivado com milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, 43(9):1590-1596, 2013.

MURPHY, J & RILLEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27: 31-36, 1962.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1375-1383, 2010.



Tabela 1. Acúmulo de nutrientes em plantas de milho aos 15 e 25 dias após a emergência (DAE), cultivado em solo sem adubação (SA) e com a adubação de 90 e 180 kg de N ha⁻¹ na forma de dejetos líquidos de suínos (DL) e cama sobreposta de suínos (CS).

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn
15 DAE								
----- mg kg ⁻¹ -----								
SA	20,23 c ⁽¹⁾	3,72 c	15,35 c	3,79 b	3,78 c	0,07 c	0,006 c	0,036 c
DL90	41,21 ab	8,57 b	48,69 b	6,48 a	8,32 b	0,12 bc	0,011 bc	0,090 b
DL180	48,54 a	11,27 a	56,54 ab	7,14 a	10,44 a	0,29 a	0,016 a	0,129 a
CS90	30,48 bc	7,52 b	60,03 ab	3,43 b	2,54 c	0,11 bc	0,009 c	0,085 b
CS180	39,73 bc	9,25 ab	69,40 a	3,81 b	2,78 c	0,18 b	0,014 ab	0,111 ab
25 DAE								
----- mg kg ⁻¹ -----								
SA	52,87 b	7,61 d	42,88 c	9,40 abc	10,93 b	0,23 c	0,017 c	0,081 c
DL90	84,31 a	13,19 c	84,01 b	9,96 ab	12,07 ab	0,50 a	0,018 bc	0,126 b
DL180	82,70 a	17,49 a	95,37 b	11,45 a	13,97 a	0,33 b	0,022 a	0,184 a
CS90	71,76 ab	14,30 bc	113,95 a	7,47 bc	6,38 c	0,28 bc	0,018 bc	0,137 b
CS180	86,66 a	15,88 ab	127,21 a	7,28 c	5,49 c	0,25 c	0,021 ab	0,124 b

⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra na coluna no mesmo tempo de cultivo não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05).