

Resíduos orgânicos aplicados ao solo apresentam riscos de elementos-traço para a cultura do milho?

Do organic residues applied to the soil present trace element risks for the corn crop?

LAWREN KRISTINE DE OLIVEIRA MORAIS

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: lawrenmoraes@hotmail.com

MENDONÇA DOS SANTOS

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: veridiana@unirv.edu.br

VERIDIANA CARDOZO GONÇALVES CANTÃO

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: jonathanmsantos98@gmail.com

RAQUEL DE SOUSA NETA

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: raquels.neta@gmail.com

ROSE LUIZA MORAES TAVARES

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: roseluiza@unirv.edu.br

WILLIAM PERES

Universidade Federal de Pelotas (RS)
E-mail: william.conselheiro@hotmail.com

SAULO STRAZEIO CARDOSO

Faculdades Associadas de Uberaba (MG)
E-mail: saulo.cardoso@fazu.br

Resumo: O alto valor dos fertilizantes tem efeito considerável no custo final da produção agrícola no Brasil. Para a redução dos custos, alguns produtores utilizam adubos orgânicos como fonte de nutrientes. Sabe-se que os elementos-traço (ET's), como o cádmio (Cd) e o chumbo (Pb) estão presentes em fertilizantes minerais e orgânicos, o que evidencia ainda mais a importância e a significância deste trabalho. Objetivou-se comparar os teores obtidos de Cd e Pb com os efeitos dos resíduos orgânicos aplicados no solo na dose recomendada para a cultura do milho. Realizou-se o experimento em casa de vegetação; o solo utilizado foi Latossolo Vermelho Distrófico. O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. Foram adotadas as práticas de calagem e adubação para atender as necessidades da cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por: Controle: sem adubação (T1); Adubação mineral (T2), Torta de filtro (T3),

Dejetos suínos (T4), Cama de frango (T5) e Esterco bovino (T6). Analisou-se a altura de plantas, massa fresca, massa seca e teor de Cd e Pb na parte aérea e raízes. Os resíduos orgânicos apresentaram os ET's Cd e Pb em baixos teores de forma que, após mineralizado, pode ter ficado adsorvido (retido) as cargas do solo evitando danos à cultura do milho. Sendo assim, independentemente do teor de Cd e Pb presente nos resíduos, eles não causaram impactos, pois as suas concentrações nas plantas não ultrapassaram os limites regulamentados desses nutrientes.

Palavras-chave: Cádmiu. Chumbo. Fertilizante. *Zea mays L.*

Abstract: In Brazil, the high value of fertilizers has a considerable effect on the final cost of agricultural production. To reduce these costs, some producers use organic fertilizers as a source of nutrients. It is aware that trace elements (TE), such as cadmium (Cd) and lead (Pb), are present in mineral and organic fertilizers, which further highlights the importance and significance of this work. The objective was to compare the obtained levels of Cd and Pb to the effects of organic residues applied to the soil at the recommended dose for the corn crop. In a greenhouse was experimented and the soil used was Dystrophic Red Oxisol. A completely randomized design with four replications was carried out in the experiment. Liming and fertilization practices were adopted to meet the needs of the corn crop. The treatments consisted of Control: without fertilization (T1), Mineral fertilization (T2), Filter pie (T3), swine manure (T4), Chicken litter (T5), and Cattle manure (T6). In aerial part and roots were analyzed: plant height, fresh mass, dry mass, and Cd and Pb content. The organic residues presented the Cd and Pb TE's in low levels so that, after mineralized, they may have been adsorbed (retained) to the soil loads avoiding damage to the corn crop. Thus, regardless of the content of Cd and Pb present in the residues, they did not cause impacts, as their concentrations in plants did not exceed the regulated limits of these nutrients.

Keywords: Cadmium. Lead. Fertilizer. *Zea mays L.*

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*), por seu potencial produtivo, com sua composição química e seu valor nutritivo, constitui-se em um dos mais significativos cereais cultivados e utilizados no mundo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000), sendo empregado na alimentação humana e na animal. Por ser uma das mais importantes gramíneas para o cultivo comercial na safra de verão e fornecer expressiva quantidade de palha e matéria orgânica ao sistema (CASTOLDI *et al.*, 2011), a aplicação de resíduos agropecuários possibilitam incrementos na produtividade (COLLIER *et al.*, 2006) para o milho, assim fornecendo nutrientes para o solo melhorando a fertilidade.

Os solos brasileiros são altamente intemperizados e com baixa fertilidade natural, com isso práticas de adubação são necessárias para uma boa produção. Com o crescimento da poluição e o elevado custo dos fertilizantes, a aplicação de resíduos orgânicos na agricultura é uma escolha agradável considerando a economia e o ciclo do carbono (C) e nutrientes (SILVA, 2011). O potencial agrícola dos resíduos orgânicos tem alavancado o aumento nas pesquisas (RIBEIRO JÚNIOR; MELO, 2008), demonstrando que a comunidade científica está alerta para as questões relacionadas ao ambiente.

Os dejetos de suínos e aves são fontes com alto teor de nutrientes, especialmente nitrogênio (N); quando conduzidos adequadamente, podem suprir, parcial ou

totalmente, o fertilizante químico na produção de grãos. Além do benefício como fonte de nutrientes, o seu uso acrescenta matéria orgânica aperfeiçoando os atributos físicos do solo, reduz a erosão, melhora a aeração e gera um ambiente mais propício para o desenvolvimento da flora microbiana do solo. Assim sendo, os resíduos orgânicos são classificados de baixo custo e de alta restituição econômica para a agricultura, além do retorno direto da atividade (TOSTO *et al.*, 2007).

A utilização de resíduos orgânicos no solo favorece a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, o restabelecimento da estrutura, maior infiltração e retenção de água, aumento da aeração e da atividade e diversidade microbianas, por comportar altos teores de matéria orgânica (CERETTA *et al.*, 2003), constituindo-se, assim, em componentes fundamentais para o aumento da capacidade produtiva do solo. Juntamente com os nutrientes, os fertilizantes orgânicos apresentam em sua composição elementos-traço (ET's), como o chumbo (Pb) e cádmio (Cd). Seus teores naturais no solo não oferecem riscos, no entanto são incorporadas no ambiente devido a adições antropogênicas (CÔNSOLO, 2015). Entretanto, por conter teores variáveis de ET's, os fertilizantes orgânicos podem poluir o solo e contaminar as plantas, o que pode comprometer a saúde humana e animal (MATOS, 2020).

Ao contrário dos contaminantes orgânicos, os elementos-traço não são degradáveis e, apesar de apresentar alguma mobilidade no meio ambiente, a contaminação por esses elementos é relativamente estável ao longo do tempo. O solo acumula e concentra os ET's, devido a sua capacidade de retenção principalmente, nas camadas superficiais e que correspondem à parte biologicamente mais ativa do solo (SILVA, 2018).

Os elementos-traço são encontrados naturalmente, em todas as rochas que compõem a litosfera e são depositados no sedimento através do processo de intemperismo. Normalmente são tóxicos e bioacumulativos, por não serem degradáveis (FERREIRA *et al.*, 2010); dessa forma, são considerados uma das maiores fontes de poluição do solo. Elementos como Cd, Pb e Arsênio (As) não têm uma função biológica conhecida e podem exercer efeitos deletérios sobre vários componentes da biosfera quando são concentrados a valores acima de seus níveis considerados de referência (MAGNA, 2013).

Disfunções nas plantas ocasionadas pela presença de ET's afetam a vegetação e reduzem a habilidade competitiva e a taxa natural de regeneração das espécies (BRECKLE; KAHLE, 1992). Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos ocasionados na absorção de nutrientes pelas plantas devido à presença dos elementos Cd e Pb na solução do solo (GONÇALVES, 2009).

ET's como o mercúrio (Hg), chumbo e cádmio não possuem nenhuma função dentro dos organismos e a sua acumulação pode provocar graves doenças, sobretudo nos mamíferos. Quando lançados como resíduos industriais, na água, no solo ou no ar, esses elementos podem ser absorvidos pelos vegetais e animais das proximidades, provocando graves intoxicações ao longo da cadeia alimentar (PEREIRA; EBECKEN, 2008).

Devido aos teores relativamente baixos do Cd e Pb em fertilizantes comerciais, muitos pesquisadores recomendam a sua utilização sem restrições, quanto aos problemas de contaminação ambiental. No entanto, pouca informação está disponível

sobre a absorção desses metais por plantas em solos adubados com diferentes fertilizantes fosfatados e adubos orgânicos e o efeito de acumulação desses elementos no solo a longo prazo (RAIJ *et al.*, 1997).

Tendo em vista a relevância em otimizar a utilização de resíduos orgânicos como fonte de nutrientes e verificar se são passíveis de impactos ambientais por ET's, objetivou-se avaliar os efeitos dos elemento-traços cádmio e chumbo presente em resíduos orgânicos e seus efeitos na cultura do milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada, no período de junho a agosto de 2018. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por: controle (sem adubação) (T1); adubação mineral (T2), torta de filtro (T3), dejetos líquido de suíno (T4), cama de frango (T5) e esterco bovino (T6). As unidades experimentais foram compostas por vasos com capacidade para 5 dm³ de solo.

O solo utilizado para o preenchimento dos vasos foi coletado em uma área com Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS *et al.*, 2018). Previamente à instalação do experimento, o solo foi submetido à análise de fertilidade (Tabela 1), seguindo a metodologia da Embrapa (2009). A correção do solo (método de saturação por bases para 60%, 90 dias antes da semeadura) e a adubação foram realizadas tomando como base os resultados da análise do solo seguindo-se as orientações de Sousa e Lobato, (2004), e a dose dos adubos orgânicos foi realizada a partir do teor de potássio (K) nos mesmos (Tabela 2) e estes foram misturados ao solo. Os demais nutrientes foram mantidos em igualdade utilizando-se sais P.A. aplicados na forma de solução nutritiva. Semearam-se 4 sementes de milho por vaso (híbrido 30K75, Pioneer) que foram desbastadas 7 dias após a germinação, mantendo-se duas plantas por vaso. A irrigação foi feita diariamente mantendo-se os vasos com 70% da capacidade de campo, mediante a pesagem dos vasos.

Tabela 1: Análise química do Latossolo Vermelho Distrófico utilizado no experimento

pH	P	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ A ₁	SB	CTC	V	m	MO
CaC ₂	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³							%	g dm ⁻³
4,6	0,6	2,8	0,3	1,21	1,02	0,19	4,5	2,5	7,0	36,0	7,0	35,1
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Areia	Silte	Argila	Ca	Mg	K	Ca/Mg
mg dm ⁻³						%						
0,14	3,74	62,40	74,80	2,34	1,00	46,0	6,0	46,0	17,0	14,5	4,3	1,2

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

As avaliações foram realizadas na parte aérea e raízes das plantas de milho. As características avaliadas foram: altura de plantas, comprimento de raiz, massa fresca e

seca e teores de Cd e Pb na parte aérea e raízes do milho. Os resíduos orgânicos (Tabela 2) foram analisados quanto à presença de nutrientes (TEDESCO, 1995), de matéria orgânica (EMBRAPA, 2009) e elementos-traço (USEPA, 1998).

Tabela 2: Caracterização química dos resíduos orgânicos e quantidade adicionada por vaso na adubação

Resíduo	pH	N	P	K	Na	MF	MS	Umidade	Pb	Cd	Adubação
		----- mg dm ⁻³ -----				----- g ----		%		µg dm ⁻³	g vaso ⁻¹
Cama de frango	8,76	2,40	0,15	19,17	3,47	11,40	8,74	23,32	0,60	2,84	9,58
Esterco bovino	9,55	1,60	0,20	15,23	2,50	14,85	10,05	32,82	0,83	1,57	7,61
Torta de filtro	6,55	0,37	0,11	0,93	0,10	29,51	18,99	35,32	9,21	1,65	0,46
Dejeto suíno	7,11	0,20	0,01	1,47	1,47	68,12	0,04	99,95	8,46	0,76	0,73

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

A extração dos ET's foi realizada em forno de micro-ondas pelo método 3051A (USEPA, 1998) e a quantificação em espectrofotômetro de absorção atômica com forno de grafite. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância, as médias passaram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) no programa Sisvar (FERREIRA, 2019).

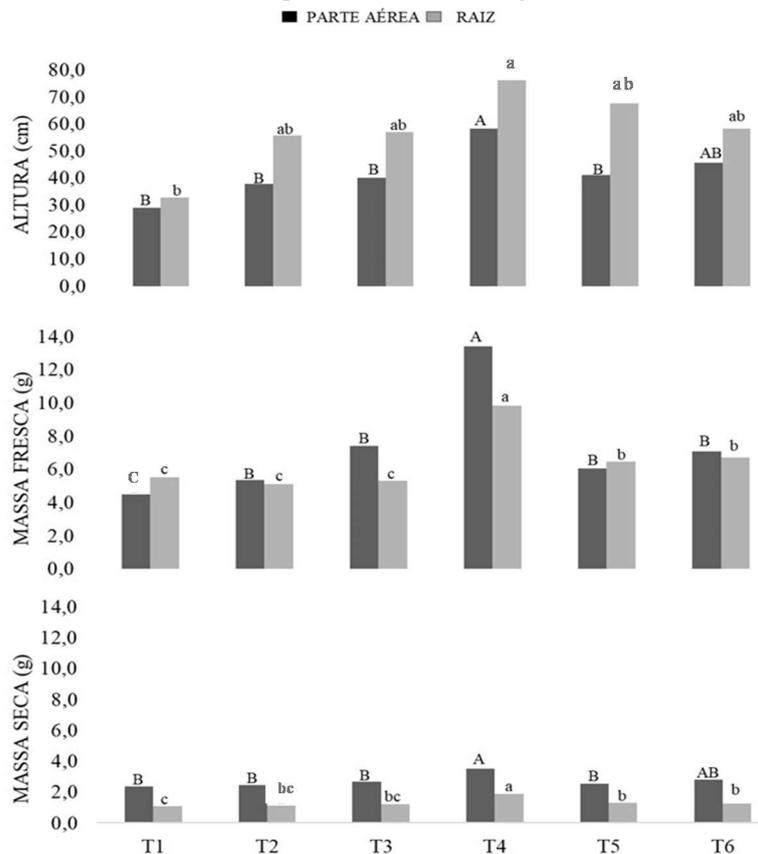
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para massa fresca da parte aérea (MFPA) e raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), altura de parte aérea (APA) e comprimento de raiz (CR) são apresentados na Figura 1. Observou-se que o uso de dejetos suínos proporcionou as maiores APA, CR, e massas frescas e secas da parte aérea e raízes. A utilização de dejeto suíno, além de atuar como condicionador do solo, aumenta a disponibilidade de todos os nutrientes às plantas, bem como altera a capacidade de troca de cátions e a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes (SANTOS; CAMARGO, 1999).

Cassol *et al.* (2012) constatou que o DLS aplicado em Latossolo Vermelho distroférico, com o cultivo de aveia-milho em plantio direto, com doses de 100 até 200 m³ ha⁻¹, no período de nove anos, o teor de P na cultura do milho atingiu 120 dias após o plantio. Aos 60 dias após o plantio, o maior teor de N foliar foi confirmado no tratamento de serapilheira, seguido do fertilizante líquido, que apresentou valor intermediário, e da fertilização com ureia.

RESÍDUOS ORGÂNICOS APLICADOS AO SOLO APRESENTAM RISCOS DE ELEMENTOS-TRAÇO PARA A CULTURA DO MILHO?

Figura 1: Parâmetros biométricos do milho. Mesma letra indica que os tratamentos não diferem pelo teste de Tukey a 5%



Letras maiúsculas comparam os tratamentos na parte aérea e minúsculas nas raízes. Rio Verde (GO), 2018. T1: Controle, T2: Mineral, T3: Torta de Filtro, T4: Dejeito Suíno, T5: Cama de Frango, T6: Esterco Bovino.

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

É necessária uma dose maior que 50 para o DLS ser utilizado como fertilizante no cultivo de milho direto, mas para obter 90% ou mais do rendimento máximo esperado de variedades com alto potencial de produção, leva-se em consideração o valor de N, P e K e aplicação de DLS. Estima-se que a dose de dejeito pode proporcionar maior retorno econômico quando utilizado isoladamente é 44; porém, nesta dose, a produção de milho é limitada a cerca de 72% do máximo esperado (LÉIS *et al.*, 2013).

Embora na literatura esteja descrito que a cama de frango é uma grande fornecedora de nutrientes e sugerida a utilização desse material como adubo orgânico, os resultados aqui obtidos não mostraram tal potencial do resíduo. Observou-se ainda na parte aérea que os parâmetros mencionados anteriormente ocorreram em menor proporção nos demais tratamentos, dando-se destaque ao tratamento controle. Os resultados de parte aérea deixaram evidente que a adubação é necessária independentemente da fonte utilizada.

Já Konzen (2003) constatou que, em plantio direto na cultura da soja, a dose de 1,8 t ha⁻¹ de cama de frango foi eficiente na produção. As doses de 3,6 e 5,0 t ha⁻¹ de cama de frango foram mais viáveis na produção de milho no sistema de plantio direto. Na

Urochloa brizantha Marandu (9,8 t ha⁻¹); BRS *Paiaguás* e *Xaraés* (15 t ha⁻¹) houve aumento na produtividade de matéria seca e índice de SPAD, com a adubação de cama de frango, podendo ser satisfatórias em pastos de clima tropical na região do serrado (MELO *et al.*, 2021). Dejeito líquido suíno e cama de frango podem se tornar fertilizantes eficientes e seguros na produção de grãos e pastagens, sendo economicamente benéficos na produção de grãos (KONZEN, 2003).

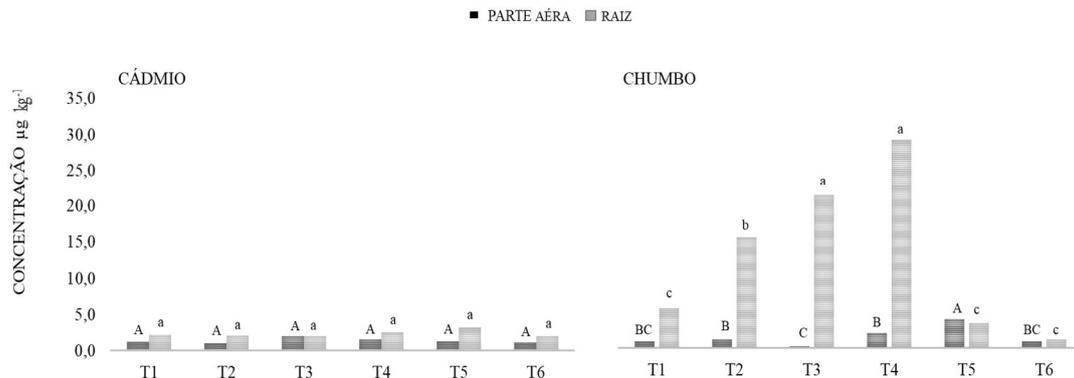
Como previsto, os resíduos que não possuíam quantidades satisfatórias de nutrientes e uma alta umidade não foram capazes de incrementar os indicadores da produtividade do milho, exceto a torta de filtro e dejeito suíno que obtiveram resultados interessantes para um possível uso em maior escala. Entretanto, a cama de frango promoveu resultados significativos, que são associados à quantidade de potássio, sendo assim uma alternativa interessante como fonte desse macronutriente, pois o potássio é 100% disponibilizado para as plantas pouco tempo após a sua aplicação.

Os teores de Cd e Pb na parte aérea e raízes do milho são apresentados na Figura 2. O teor de Cd nos tecidos foliar e radicular do milho não diferiram com a aplicação dos resíduos. Os valores mínimos e máximos encontrados na parte aérea e raízes foram, respectivamente, < que o limite de detecção do equipamento (mineral) e 2,21 µg kg⁻¹ (torta de filtro), 1,98 µg kg⁻¹ (esterco bovino) e 4,01 µg kg⁻¹ (cama de frango). Os teores de Pb variaram na parte aérea de 0,23 µg kg⁻¹ (torta de filtro) a 4,91 µg kg⁻¹ (cama de frango) e nas raízes de 1,17 µg kg⁻³ (esterco bovino) a 29,14 µg kg⁻³ (dejeito suíno). Entretanto, ao contrário do que ocorreu com o Cd, o uso dos resíduos resultou em significância nos teores do elemento nos tecidos foliar e radicular do milho. Os resultados indicam com clareza que as reações de mineralização dos resíduos orgânicos governam a absorção dos ET's pela planta, além disso o elemento apresenta baixa translocação da raiz para parte aérea.

Apenas uma pequena parte do mercúrio absorvido pelas raízes é translocada para parte aérea da planta; o acúmulo nas raízes é entendido como um obstáculo usado na absorção e transporte (ANDRADE, 2011).

Os teores de Cd e Pb encontrados, tanto na parte aérea, quanto na raiz, estão abaixo do permitido, portanto não causam problema na saúde humana e no meio ambiente estando inferior ao estabelecidos na legislação. CORGUINHA *et al.* (2015) também observaram teores de Cd e Pb inferiores ao estabelecido pelo Codex Alimentarius. Os autores quantificaram os teores de Cd e Pb nos produtos colhidos de áreas comerciais e experimentais das culturas da arroz, batata, milho, soja, trigo produzidas no estados de Mato Grosso e Minas Gerais em diferentes sistemas de produção, como plantio direto, convencional e rotação de culturas.

Figura 2: Teor de Cd e Pb no milho. Mesma letra indica que os tratamentos não diferem pelo teste de Tukey a 5%



Letras maiúsculas comparam os tratamentos na parte aérea e minúsculas nas raízes. Rio Verde (GO), 2018. T1: Controle, T2: Mineral, T3: Torta de Filtro, T4: Dejeito Suíno, T5: Cama de Frango, T6: Esterco Bovino.

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Os resíduos orgânicos apresentaram Pb e Cd em baixas concentrações, de forma que, após mineralizados no solo, não causaram danos à cultura do milho (Figura 2). Sendo assim, independentemente do teor dos ET's presente nos resíduos, os mesmos não causaram impactos, pois suas concentrações em solos e plantas não ultrapassaram os limites regulamentados dos elementos. McBride e Spiers (2001) relatam, entretanto, que um aumento significativo do teor de elementos-traço nos solos pela aplicação de fertilizantes pode levar décadas. Mas ressaltam a importância de seguir as recomendações técnicas e legais para uso dos resíduos orgânicos na agricultura.

O Pb tem como característica apresentar alta adsorção e baixa mobilidade, sendo assim pouco disponível para absorção pelas plantas. É importante enfatizar que, mesmo que os teores de ET's nos solos não alcancem valores acima de limites estabelecidos por instituições como USEPA e CETESB, esses elementos podem permanecer em formas biodisponíveis e ou bioacessíveis por muitos anos (ALLOWAY, 1995).

Baseando-se nos resultados obtidos, verifica-se que a adubação orgânica com dejeito suíno na dose recomendada proporcionou melhorias nos parâmetros biométricos do milho. Os resíduos orgânicos avaliados quando aplicados ao solo na dose recomendada para a cultura do milho não apresentaram riscos devido à presença de cádmio e chumbo em suas composições, pois os teores dos ET's nas raízes e parte aérea não ultrapassaram os limites regulamentados para teor presente em grãos estipulados no Codex alimentarius. Entretanto, para uma utilização sem riscos ambientais e para a saúde, é fundamental avaliar os adubos quanto a presença de ET's.

4 CONCLUSÕES

O dejeito suíno pode ser uma boa opção como complemento na adubação mineral, pois possibilitou incremento na altura de plantas, comprimento de raiz e massas fresca e seca da parte aérea e raízes do milho.

Independentemente do teor de Cd e Pb presente nos resíduos, não causaram impactos, pois as suas concentrações nas plantas não ultrapassaram os valores limites estipulados pelas instituições regulamentadoras.

REFERÊNCIAS

- ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soils**. 2. ed. Glasgow: Blackie Academic, 1995.
- ANDRADE, M. G. de. **Elementos-traço As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn em latossolos e plantas de milho após treze aplicações anuais de lodo de esgoto**. 2011. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.
- BRECKLE, S. W.; KAHLE, H. Effects of toxic heavy metals (Cd, Pb) on growth and mineral nutrition of beech (*Fagus sylvatica* L.). **Vegetatio**, v. 101, p. 43-53, 1992.
- CASSOL, P. C. *et al.* Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em Latossolo fertilizado com dejetos suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1911-1923, 2012.
- CASTOLDI, G. *et al.* Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, p.139-146, 2011.
- CERETTA, C. A. *et al.* Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 729-735, 2003.
- COLLIER, L. S. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1100-1105, 2006.
- CÔNSOLO, F. Z. **Avaliação das concentrações de magnésio, zinco, cobre, ferro, alumínio, cromo, níquel, cobalto e molibdênio nas hortaliças tuberosas comercializadas e consumidas em Mato Grosso do Sul**. 2015. 126f. Tese (Doutorado em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste) – Universidade Federal do Mato Grosso.
- CORGUINHA, A. P. B. *et al.* Assessing arsenic, cadmium, and lead contents in major crops in Brazil for food safety purposes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.37, p.143-150, 2015.
- EMBRAPA. **Manual de análises de solo, planta e fertilizante**, Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2009.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, A. P. *et al.* Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 2, p. 229-241, 2010.

GONÇALVES, V. C. **Cádmio, chumbo e níquel**: teores em fertilizantes fosfatados e fracionamento e sorção em solos do Rio Grande do Sul. 2009. 133f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003 67p. (Circular Técnica 31).

LÉIS, C. M. *et al.* **Uso de dejetos suínos e absorção de nutrientes pela cultura do milho e plantas espontâneas**. 2013. 81f. (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MAGNA, G. A. M. *et al.* Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro-Bahia. **Química Nova**, v. 7, p. 989-997, 2013.

MATOS, A.T. **Poluição ambiental**: impactos no meio físico. Editora UFV, Viçosa, 2020.

McBRIDE, M. B.; SPIERS, G. Trace elements content of selected fertilizers and dairy manures as determined by ICP-MS. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32, p. 139-156, 2001.

MELO, A. F. *et al.* Desempenho produtivo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (sin. *Urochloa brizantha*) submetidas à adubação orgânica. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, 2021.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P. *et al.* Compostagem dos resíduos da produção avícola: camas de frangos e carcaças de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 538-545, 2010.

PEREIRA, G. C.; EBECKEN, N. F. F. Knowledge discovering for coastal waters classification. **Expert Systems with Applications**, v.36, p.8604–8609, 2008.

RAIJ, B. V. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. de. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa: UFV, 2008.

SANTOS, G. A; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo.** Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, A. C. C. **Comparação dos impactos ambientais e socioeconômicos de sistemas orgânicos de produção animal entre Brasil e Itália.** 2011. 135f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido/Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SILVA, D.L.M. **Adsorção de metais tóxicos em liners de solo compactado em aterros sanitários.** 2018. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. *In:* YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira.** Piracicaba, Potafos, 2004. p. 157-200.

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, 1995.

TOSTO, M. S. L. *et al.* Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, p. 239-249, 2007.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Microbial Laboratory Manual ICR:** information collection rule. USEPA, Cincinnati, Ohio, 1998.