

Revista da Universidade Vale do Rio Verde
ISSN: 1517-0276 / EISSN: 2236-5362
v. 20 | n. 2 | Ano 2021

Gislayne de Araujo Bitencourt

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
gislaynebitencourt@gmail.com

Rafael Nogueira Castanho

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
rafaelnc_@hotmail.com

Natália da Silva Guidorissi

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
nataliasguidorissi@gmail.com

Jaine Pereira Flores

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
jaineflores1996@gmail.com

Valdemir Antônio Laura

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte
valdemir.laura@embrapa.br

APLICAÇÃO DE LODO DE CURTUME BOVINO EM PLANTAS DE FEIJOEIRO

RESUMO

O processo de curtimento do couro bovino gera resíduos com potencial de uso como corretivo e fertilizante, no entanto, alguns de seus constituintes podem inviabilizar sua utilização nos sistemas de produção. O objetivo com este trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação do lodo de curtume no crescimento de *Phaseolus vulgaris* L (feijão) para verificar a possibilidade de utilização desse resíduo sem comprometer a performance das plantas. O experimento foi conduzido na casa de vegetação, os vasos foram preenchidos com 4 kg de solo e o lodo foi aplicado nas doses: 0; 0,1; 1; 10; 100; 250 g kg⁻¹ em cinco repetições, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Após 30 dias de cultivo, as variáveis avaliadas foram: comprimento de raiz (CR) e da parte aérea das plantas (CPA), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e massa seca de raiz (MSR) e de parte aérea (MSPA). A dose de 250 g.kg⁻¹ inibiu a germinação das sementes, não emergindo plântulas. O uso de lodo misturado ao solo no crescimento de feijoeiro na dose de 100 g.kg⁻¹ ocasionou efeitos de toxicidade nas plantas. Com base nos resultados, recomenda-se a utilização de até 10 g kg⁻¹ de lodo de curtume sem interferências na performance das plantas de feijoeiro.

Palavras-chave: Biofertilizante. Resíduo. Tratamento do couro. Toxicidade.

APPLICATION OF TANNERY SLUDGE BOVINE ON COMMON BEANS

ABSTRACT

The bovine leather tanning process generates residues with the potential to be used as a corrective and fertilizer, however, some of its constituents may prevent its use in production systems. The objective of this work was to evaluate the effects of the application of the tannery sludge on the growth of *Phaseolus vulgaris* L (beans) to verify the possibility of using this residue without compromising the performance of the plants. The experiment was conducted in the greenhouse, the pots were filled with 4 kg of soil and the sludge was applied in doses: 0; 0.1; 1; 10; 100; 250 g kg⁻¹ in five repetitions, distributed in a completely randomized design. After 30 days of cultivation, the variables evaluated were: root length (CR) and aerial part of the plants (CPA), stem diameter (DC), number of leaves (NF) and dry root mass (MSR) and aerial part (MSPA). A dose of 250 g.kg⁻¹ inhibited seed germination, with no seedlings emerging. The use of sludge mixed with soil in the growth of common beans at a dose of 100 g kg⁻¹ caused toxicity effects on plants. Based on the results, it is recommended to use up to 10 g kg⁻¹ of tannery sludge without interfering with the performance of bean plants.

Keywords: Biofertilizer. Residue. Leather treatment. Toxicity.

1. INTRODUÇÃO

O procedimento de beneficiamento do couro bovino exige diversos tratamentos mecânicos e químicos, que resultam em um grande número de resíduos produzidos e aumentando o potencial poluidor. Esses efluentes possuem uma alta concentração de materiais orgânicos e químicos, entre eles o cromo e o sódio, considerados elementos tóxicos que podem resultar em contaminação ambiental e inviabilizar seu uso na agricultura (ALMEIDA et al., 2017).

A grande quantidade de resíduos gerados pela indústria curtumeira, faz necessário uma destinação viável e sustentável, devido ao fato do principal local de destinação do resíduo ser nos aterros sanitários, podendo apresentar um alto risco, pois podem gerar o acúmulo e concentração de materiais potencialmente tóxicos resultando na lixiviação e contaminação dos solos e lençóis freáticos (GONÇALVES et al., 2014).

Nesse sentido, a relevância econômica da indústria curtumeira associada ao seu potencial poluidor, tem motivado a realização de pesquisas que resultem em maior conhecimento sobre possíveis alternativas de descarte ou de reaproveitamento desses resíduos. O lodo de curtume vem sendo utilizado como adubo agrícola, principalmente, como fonte de nitrogênio, potássio, enxofre e magnésio. Além disso, o mesmo também é utilizado na correção de pH de solos ácidos (BERILLI et al., 2014).

Diferentes estudos avaliaram a efetividade da utilização do lodo de curtume *in natura* como integrante do substrato para o cultivo de espécies agrícolas, como milho (ARAUJO,

2011), feijão (PRADO; CUNHA, 2011) e soja (ARAUJO; GENTIL, 2010). Esses estudos têm indicado resultados agrônômicos promissores para a utilização desse resíduo.

Uma cultura que pode ser utilizada promissora em solos com aplicação do lodo de curtume é o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), devido a sua ampla produção e consumo, além da sua sensibilidade aos estresses bióticos ou abióticos que favorecem sua utilização em estudos com essa cultura (PRADO; CUNHA, 2011).

Existem algumas restrições para o uso do lodo de curtume no solo, pois em excesso, pode ser prejudicial para o desenvolvimento vegetativo, devido a alta concentração de cromo e o sódio, podem ocasionar um estresse salino (POSSATO et al., 2014; PRADO; CUNHA, 2011; ARAUJO, 2011).

Com base nisso, os testes ecotoxicológicos padronizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), avaliam a contaminação de solos utilizando plantas bioindicadoras, que visam a complementação da análise química, verificando a consequência direta das substâncias químicas sobre as plantas (BITENCOURT et al., 2020). Nesse contexto, o objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do lodo de curtume no crescimento de *Phaseolus vulgaris* L. (feijão) durante 30 dias, a fim de monitorar a performance das plantas e determinar uma dose de uso segura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, localizada na rodovia Graziela Maciel Barroso, Km 12, com altitude de 172 m, coordenadas 55°67' Oeste e 20°45' Sul, de clima tropical sub-úmido (Aw) com verão chuvoso e inverno seco, temperatura média anual de 26°C, segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014).

As amostras de lodo de curtume bovino foram gentilmente cedidas pela Embrapa Gado de Corte, localizada em Campo Grande – MS, foi desidratado, destorroado e peneirado em malha de 2mm. Uma amostra de lodo foi encaminhada para análise química no Ribersolo Laboratório de Análise Agrícola, na qual foi quantificado cálcio (Ca), cromo (Cr), sódio (Na) e magnésio (Mg), conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995) (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química do lodo de curtume (LC).

pH	CE	N	MO	P	Na	Cr	Ca	Mg
CaCl ₂	µS/cm ⁻¹	g.kg ⁻¹		mg.dm ⁻³	mg.kg ⁻¹	mg.dm ⁻³	cmolc.dm ⁻³	
7,85	2890	13,58	28,19	TF	4,8	8400	21,3	6,1

pH = potencial hidrogênio iônico; CE = condutividade elétrica; N = nitrogênio amoniacal; P= fósforo disponível; MO= matéria orgânica; Ca = Cálcio; Cr = cromo; Na= sódio e Mg = magnésio.

O solo utilizado no experimento, do tipo Argissolo Vermelho Distrófico (SCHIAVO et al., 2010), foi coletado no campo experimental da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul -

UUA, na camada de 0-30 cm, foi seco ao ar livre por 48 horas, seguido de peneiramento em peneira de malha de 5 mm. Amostras de solo foram analisadas quanto a fertilidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Atributos químicos do solo coletado na UEMS/UUA, Aquidauana-MS.

pH	MO	V	P	Fe	Mn	Cu	Zn.
CaCl ₂	g kg ⁻¹	%		mg dm ⁻³			
6	22	63	142,8	16,23	7,15	0,27	3,94
CE	K	Ca	Mg	Al	H⁺Al	S	CTC
mS cm ⁻¹				cmolc dm ⁻³			
34,9	0,38	4	0,7	0	3	5,11	8,11

pH = potencial hidrogênio iônico; CE = condutividade elétrica; MO = matéria orgânica; V = saturação por bases; P = fósforo disponível extraído por Melich⁻¹; Fe= ferro disponível; Mn = manganês; Cu = cobre; Zn = zinco; K= potássio trocável; Ca = cálcio trocável; Mg = magnésio trocável; Al = alumínio; H⁺Al = acidez trocável; S= soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica.

O experimento foi realizado com base na norma 11269-2 (2014), os vasos foram preenchidos com solo e o lodo de curtume foi aplicado nas doses de 0; 0,1; 1,0; 10; 100 e 250 g kg⁻¹ (lodo/solo) na base seca. Foram semeadas 10 sementes de *P. vulgaris* cv. Dama em cada vaso,

após a emergência de sete plântulas no vaso controle (sem lodo de curtume), realizou-se o desbaste em todos os tratamentos de forma aleatória, mantendo sete plântulas por vaso.

As plantas permaneceram em casa de vegetação por 30 dias e a umidade do solo foi

mantida em 40% da capacidade de retenção de água, por meio da pesagem dos vasos e adição de água (ISO 11269-2, 2014).

O experimento foi distribuído em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), constituídos de seis tratamentos (doses), cada parcela (vaso) com sete plantas e cinco repetições.

Amostras de solo dos vasos, após a instalação do experimento e ao final de 30 dias, foram coletadas e secas em estufa a 65°C por 72 horas, para análise do potencial hidrogeniônico (pH) em pHmetro, condutividade elétrica (CE) em condutivímetro (ABREU et al., 2009).

Após 30 dias da semeadura, foi realizada a contagem do número de folhas (NF) por planta em cada vaso e calculada a média. As plantas foram removidas dos vasos e lavadas em água, foi mensurado o comprimento (cm) utilizando um

paquímetro digital, para obtenção do comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA) e diâmetro de caule. As raízes e a parte aérea das plantas foram separadas e secas em estufa a a 65°C por 72 horas, pesadas em balança analítica para obtenção de massa seca (g) das raízes (MSR) e da parte aérea (MSPA).

As variáveis avaliadas foram: comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA); diâmetro de caule (DC); número de folhas (NF); massa seca de raiz (MSR) e de parte aérea (MSPA).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019). A dose de 250 g kg⁻¹ de lodo de curtume foi excluída por não apresentar emergência de plântula.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros químicos do solo com aplicação de lodo de curtume demonstraram um

alto potencial hidrogênio iônico (pH) nas doses de 100 e 250 g kg⁻¹, próximo da alcalinidade, alta condutividade elétrica (CE) e pouca quantidade de fósforo (Tabela 3).

Tabela 3 - Caracterização dos parâmetros químicos do solo com aplicação de lodo de curtume (LC) nas diferentes doses na implantação e após 30 dias do cultivo.

LC g kg ⁻¹	Implantação				Após 30 dias			
	pH	CE	N	P	pH	CE	N	P
	H ₂ O	μS cm ⁻¹	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	H ₂ O	μS cm ⁻¹	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³
0	6,56	28,4	4,65	169,97	6,17	23,9	5,77	163,33
0,1	6,23	26,2	6,74	153,68	6,41	18,24	5,31	163,08
1,0	6,67	40,8	8,59	144,97	6,60	22,7	7,72	147,37
10	7,43	153,9	7,54	171,80	7,33	133,9	7,65	195,08
100	7,49	568,6	7,69	15,03	7,53	461,4	7,65	183,27
250	7,63	2210	14,14	TP	7,65	3,620	9,93	TP

pH = potencial hidrogênio iônico; CE = condutividade elétrica; N = nitrogênio amoniacal; P= fósforo disponível e TP = traços de fósforo.

Os resultados de pH dos solos obtidos na tabela 3, sugerem que com a aplicação do lodo de curtume bovino em altas concentrações no solo torna-o levemente alcalino, além disso, a elevada condutividade elétrica refere-se a concentração de sais no solo, que pode ser justificada em função da elevados teores de cálcio e sódio no lodo de curtume (Tabela 2).

A instrução normativa nº 25, de 23 de julho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estipula um valor de pH 6,0, como o mínimo aceitável para compostos orgânicos. O lodo de curtume em todas as dosagens aplicadas manteve-se dentro da faixa aceitável (BRASIL, 2009).

A CE aumentou na dose de 250 g kg⁻¹ (Tabela 3), justificando a inibição na germinação das sementes nesse tratamento, pois valores acima de 1000 µS cm⁻¹ podem causar inibição em plantas

consideradas sensíveis ao estresse salino (FILHO et al., 2016).

A aplicação do lodo de curtume na dose de 250 g kg⁻¹, interferiu na germinação das sementes de feijão, ocasionando uma inibição, não foram observadas emergências de plântulas em todas as repetições e, posteriormente, observou que as sementes entraram em processo de decomposição, o que sugere efeito de toxicidade, por esse motivo, essa dose foi removida da análise estatística.

Conforme a análise estatística observou-se diferenças significativas (p<0,05) entre as doses e para CR, CPA, NF e MSPA. Não foram constatadas diferenças significativas para as variáveis MSR e DC (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância com o erro e a soma dos quadrados do comprimento de raiz (CR) comprimento da parte aérea (CPA); diâmetro do caule (DC); número de folhas (NF), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) do feijoeiro submetidas as diferentes doses de lodo de curtume bovino

FV	GL	CR	CPA	DC	NF	MSR	MSPA
Doses	4	1160,27*	796,27*	0,0039 ^{ns}	252,25*	0,1234 ^{ns}	10,899*
Erro	16						

*significativo (p<0,05); ^{ns}= não significativo; FV= Fontes de variação; GL= Grau de Liberdade.

Para o comprimento de raiz, houve redução na dose de 100 g kg⁻¹ em relação ao tratamento controle. A variável comprimento de parte aérea apresentou aumento na dose de 0,1 g kg⁻¹ em relação aos demais tratamentos, entretanto, na dose de 100 g kg⁻¹ verificou-se maior redução nessa variável (Tabela 5). A aplicação da concentração de 100 g kg⁻¹ do lodo de curtume, promoveu efeitos negativos no desenvolvimento de CR e CPA, sugerindo que a alta concentração do resíduo no solo não permitiu

a disponibilidade de nutrientes para a planta por conta da alcalinidade e elevada condutividade elétrica no solo. De acordo com os resultados da massa seca de raiz, as dosagens de 0,1; 1,0; e 10 g kg⁻¹ são estatisticamente iguais ao controle, porém quando aumentada a concentração do lodo de curtume na dosagem de 10 e 100 g kg⁻¹ foi verificado a redução no massa seca de parte aérea (p<0,05) (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios para massa seca de raiz (MSR); Massa seca de parte aérea (MSPA); diâmetro do caule (DC); comprimento de raiz (CR); comprimento da parte aérea (CPA); número de folhas (NF) do feijoeiro submetido as diferentes doses de lodo de curtume (LC).

LC (g kg ⁻¹)	CR (cm)	CPA (cm)	DC (cm)	NF	MSR (g)	MSPA (g)
0	47,00 a	38,75 ab	0,30 a	13 ab	6,54 a	8,41 ab
0,1	33,78 ab	43,20 a	0,32 a	15 a	6,50 a	9,05 ab
1,0	32,27 ab	36,28 ab	0,32 a	15 a	6,33 a	8,19 ab
10	36,24 ab	38,76 ab	0,31 a	12 ab	6,49 a	9,60 a
100	21,41 b	25,65 b	0,29 a	6 b	6,39 a	7,60 b

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

São características do lodo de curtume, os elevados teores de matéria orgânica, de origem animal, e de sais inorgânicos, componentes com potencial fertilizante e corretivo de acidez do solo, evidenciando seu potencial de utilização em sistemas de produção agrícola (POSSATO et al., 2014). No entanto, possíveis impactos negativos no ambiente e, conseqüentemente, na produção vegetal, podem ocorrer se a utilização desse resíduo acontecer de maneira indiscriminada, principalmente em decorrência da adição excessiva de sais e metais ao solo, como no caso do lodo utilizado que apresenta elevadas concentrações de cromo, sódio e cálcio (Tabela 2), os quais podem influenciar no crescimento e absorção dos nutrientes pelas culturas que crescem em sua presença (POSSATO et al., 2014).

Resultados diferentes a esse experimento foram verificados por Malafaia et al. (2016) que utilizou um vermicomposto a base de lodo de curtume e a irrigação com água residuária de origem doméstica e, verificou o aumento da altura e diâmetro caulinar nas plantas de milho. Provavelmente, a adição de matéria orgânica oriunda da água residuária e o fato do lodo ter sido vermicompostado alterou as características do solo, evitando a condição salina.

A existência do cromo e sódio em elevada concentração no lodo de curtume são decorrentes da etapa de curtimento que utiliza principalmente o cromo, o que inviabiliza seu uso na agricultura. Nesse contexto, esses elementos químicos devem ser monitorados para evitar danos nos vegetais (SILVA et al., 2011).

A concentração de cromo pode variar nos resíduos em relação ao outro, por diversos motivos relacionados ao processo de beneficiamento do couro e do tratamento do resíduo, sendo necessário sempre uma análise química com o lodo que se deseja aplicar (ALMEIDA et al., 2017).

Segundo Ratke et al. (2019), a permanência de cromo no solo é fortemente influenciada pela quantidade de matéria orgânica do solo, o que é bastante comum em latossolos no bioma Cerrado, o tipo de solo utilizado no experimento. Além disso, o pH acima de 5,0 promove a precipitação do Cr tornando-o na forma indisponível para as plantas (ARAÚJO, 2011). Ou seja, de acordo com a análise de pH, o cromo apresentou-se indisponível para absorção pelas plantas (Tabela 3).

A elevada concentração de sais no solo causa uma redução do potencial hídrico, reduzindo a capacidade de absorção de água pelas

sementes, afetando a velocidade e consequentemente o tempo de germinação, quando as sementes são expostas a níveis não tóxicos (RABBANI et al., 2013). Fato esse, observado na 250 g kg⁻¹ que inibiu a germinação das sementes de feijão. Além disso, na dose de 100 g kg⁻¹ promoveu sintomas de fitotoxicidade, sugerindo que os elevados teores de cálcio e sódio provocaram a salinidade do solo.

Várias pesquisas citam as desvantagens da presença do sódio e do cromo em excesso no lodo de curtume (ALMEIDA et al., 2017; ARAUJO, 2011; SILVA et al., 2011). O uso do lodo de curtume em doses inferiores a 30% foi considerado insuficiente para atender as necessidades nutricionais e, acima de 50% provocaram efeitos tóxicos nas mudas de pimenta biquinho (ALMEIDA et al., 2017). Nesse experimento, a dose de 250 g kg⁻¹ corresponde a 25% de lodo de curtume, dose considerada letal para a germinação do feijão. E a dose inferior a essa, de 100 g kg⁻¹ equivale a 10%, causou a diminuição em todas as variáveis morfológicas avaliadas.

Alguns autores relataram que o uso do lodo de curtume na forma *in natura* no solo, sem associar a outros componentes orgânicos, tem causado controvérsias e resultados divergentes nas diferentes culturas agrícolas, uma vez que, em função das características químicas destes resíduos, os mesmos podem influenciar negativamente nas características do solo e não apresentar efeitos positivos nas culturas (MALAFAIA et al., 2016).

Um aspecto importante é o fato de uma maior sensibilidade atribuída ao germinar as sementes em solo com aplicação de lodo de curtume. Visto que, estudos que utilizaram seu

uso em mudas, estacas ou na fertirrigação foliar obtiveram respostas positivas mesmo em altas dosagens (QUADRO et al., 2019; BERILLI et al., 2014; ARAUJO, 2011). Outro aspecto pode ser associado a sensibilidade da espécie, cultivar ou híbrido utilizado, uma vez que, podem apresentar comportamentos diferentes.

O lodo utilizado em baixas dosagens pode favorecer a fertilidade do solo e crescimento das raízes. Entretanto, quando se aumenta a dose, observa-se a redução no crescimento das raízes (POSSATO et al., 2014).

O uso do lodo de curtume em sistemas agrícolas pode ser uma alternativa para disposição e reutilização resíduo. Todavia, a dose a ser utilizada dependerá da composição química do resíduo, pois o excesso de elementos químicos no solo, como por exemplo, o cálcio, sódio e o cromo, podem ocasionar estresse nas plantas. Diante disso, sugere-se o uso do lodo de curtume até a dose de 10 g.kg⁻¹, pois acima desta, foram verificados efeitos de toxicidade no feijoeiro.

4. CONCLUSÕES

A dose de 250 g kg⁻¹ de lodo de curtume ocasionou a salinização do solo, evidenciados pelo elevado pH e condutividade elétrica, sendo considerada letal, pois inibiu a germinação das sementes de feijão. Todavia, a dose de 100 g kg⁻¹ provocou efeitos de toxicidade nas plantas, diminuindo o comprimento de raiz e de parte aérea, a massa seca de parte aérea e, o número de folhas. Para o uso seguro, recomenda-se a dose de 10 g kg⁻¹ de lodo de curtume no cultivo de feijoeiro sem interferir na performance das plantas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. F. de.; ABREU JUNIOR, C. H.; SILVA, F. C. da.; SANTOS, G. C. G.; ANDRADE, J. C.; GOMES, T. F.; COSCIONE, A. R.; ANDRADE, C. A. **Análises químicas de fertilizantes orgânicos (urbanos)**. In: SILVA, F.C. da. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes do solo. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. (p. 401-405).
- ALMEIDA, R.N.; FERRAZ, D.R.; SILVA, A.S.; CUNHA, E.G.; VIEIRA, J.C.; SOUZA, T. da. S.; BERILLI, S. da. S. Utilização de lodo de curtume em complementação ao substrato comercial na produção de mudas de pimenta biquinho. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba v. 18, n. 1, p. 20-33, 2017. doi: 10.5380/rsa.v18i1.49914.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Gebruder Borntraeger, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- ARAUJO, F.F.de. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado, **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.2, p. 355-360, 2011.
- ARAUJO, F.F.de.; GENTIL, G.M.de. Ação do lodo de curtume no controle de *Meloidogyne* spp. e na nodulação em soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.5, p. 629-632, 2010.
- BERILLI, S.S.; QUIUQUI, C.P.J.; REMBINSKI, J.; SALLA, H.H.P.; BERILLI, G.C.P.A.; LOUZADA, M.J. Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 472 - 479, 2014.
- BITENCOURT, G.A.; VASO, L.M.; GOMEZ, A.L.C.; SOUZA, T.T.; PRADEBON, B.S.; MONTANHEZ, B.E. Ecotoxicologia de biofertilizante bovino e ovino. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã, v. 16, n. 3, p. 96-107, 2020. doi: 10.17271/1980082716320202388
- BRASIL. **Instrução normativa n. 25, de 23 de julho de 2009**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 Jul. Seção I, 2009.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FILHO, W. dos S. S.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; NOBRE, R. G.; FERNANDES P. D.; MIRANDA, R. de S. **Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes à salinidade**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza - Ceará: INCTSal - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. Cap 17, p. 259-274.
- GONÇALVES, L.C.R.; ARAÚJO, A.S.F.; NUNES, A.P.L.; BEZERRA, A.A.C.; MELO, W.J.de. Heavy metals and yield of cowpea cultivated under composted tannery sludge amendment. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 36, n. 4, p. 443-448, 2014.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 1269:2. **Qualidade do solo – determinação dos efeitos de poluentes na flora terrestre**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2014. 23 p.
- MALAFAIA, G.; ARAÚJO, F.G.de.; LEANDRO, W.M.; RODRIGUES, A.S.L. de. Teor de nutrientes em folhas de milho fertilizado com vermicomposto de lodo de curtume e irrigado com água residuária doméstica. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 4, p. 879-809, 2016. doi:10.4136/ambi-agua.1680
- POSSATO, E.L.; SCARAMUZZA, W.L.M.P.; WEBER, O.L.S. dos.; NASCENTES, R.; BRESSIANI, A.L.; CALEGARIO, N. Atributos químicos de um cambissolo e crescimento de mudas de eucalipto após adição de lodo de curtume contendo cromo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.5, p. 847-856, 2014.
- PRADO, A.K.; CUNHA, M.E.T. Efeito da aplicação de lodo de esgoto e curtume nas características físico-químicas do solo e na absorção de nitrogênio por feijoeiro. **UNOPAR Científica Exatas Tecnológica**, vol. 10, n. 1, p. 37–41, 2011.
- QUADRO, M.S.; F.A.de. O.; GIANELLO, C.; DALL'AGNOL, A.L.B.; DEMARCO, C.F.; ANDREAZZA, R. Crescimento e teor de cromo em mamoneira cultivada em solo receptor de resíduos de curtume e carboníferos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.24 n.6, p. 1095-1102, 2019.
- RABBANI, A.R.C.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R.A.; CARVALHO, S.V.Á.; NUNES, F.B.S.; BRITO, A.S. Efeito do estresse salino sobre atributos da germinação de sementes de girassol. **Scientia Plena**, v.9, n.5, p.1 – 6, 2013.
- RATKE, R.F.; LEMKE-DE-CASTRO, M.L.; ALFREDO B. DE-CAMPOS, A.B.; ROCHA, C.; BARBOSA, J.M.; VERGINASSI, A.; ZUFFO, A.M. Sorption and desorption of chromium from applied tannery sludge in soils under pastures and Cerrado vegetation. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n. 2, p. 358-368, 2019.
- SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M.G.; MIRANDA, L.P.M.DE.; DIAS NETO, A. H. D.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana - MS. **Revista**

Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, n.34, p. 881-889, 2010.

SILVA, C. da. D. J.; LEAL, B. T. T.; ARAÚJO, M. R.; GOMES, F. L. R. ARAÚJO, de F.S. A.; MELO, de J. W. Emergência e crescimento inicial de plântulas de pimenta ornamental e celosia em substrato a base de composto de lodo de curtume. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.41, n.3, p.412-417, 2011.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS-Departamento de Solos, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).