

Vermicompostagem de diferentes tipos de lodo de curtume associado a cinzas

Vermicomposting of tannery sludge associated with different substrates

Ananda Helena Nunes CUNHA [1](#); Cleide Sandra Tavares ARAÚJO [2](#); Sandra Máscimo da Costa e SILVA [3](#); Jonas Alves VIEIRA [4](#); Eliana Paula Fernandes BRASIL [5](#); Rafael Batista FERREIRA [6](#); Túlio Natalino de MATOS [7](#)

Recibido: 06/12/16 • Aprobado: 22/12/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Material e métodos](#)
 - [3. Resultados e discussão](#)
 - [4. Conclusões](#)
- [Referências](#)

RESUMO:

O objetivo deste estudo foi avaliar a vermicompostagem de diferentes tipos lodo de curtume misturado com diferentes tipos de cinzas, com o intuito de reaproveitar como tecnologia de tratamento desses resíduos, produzindo vermicompostos com alta qualidade nutricional. Para isso foi misturado dois lodos de curtume: L1 (resíduo referente à linha geral da indústria curtumeira) e L2 (resíduo de caleiro da indústria curtumeira) e as cinzas: C1 (resíduo da caldeira proveniente de madeira) e C2 (cinzas de folhas). Os tratamentos foram assim constituídos: T1 = 25% de L1+75% de C1; T2 = 50% de L1+ 50% C1; T3 = 25% de L1+ 75% C2; T4 = 50% de L1+50%C2; T5 = 25% de L2+75% de C1; T6 = 50% de L2+ 50% de C1; T7 = 25% de L2+75% de C2; T8 = 50% de L2+50% de C2 em base seca. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado obtendo oito tratamentos com três repetições. As minhocas (*Eisenia foetida*) foram monitoradas durante 45 dias e a umidade do substrato foi mantida em torno de 40%. Os substratos foram quimicamente caracterizados no início e ao final do processo de vermicompostagem. Os resultados demonstraram que os parâmetros P, Ca, Mg,

ABSTRACT:

The objective of this study was to evaluate the vermicomposting of different types of tannery sludge mixed with different types of ash, with the purpose of reuse as waste treatment technology, producing vermicompostos with high nutritional quality. For this purpose, two tannery sludges were mixed: L1 (residue referring to the general tannery industry) and L2 (tannery of the tannery industry) and ash: C1 (waste from the boiler from wood) and C2 (ash from leaves). The treatments were as follows: T1 = 25% L1 + 75% C1; T2 = 50% L1 + 50% C1; T3 = 25% L1 + 75% C2; T4 = 50% L1 + 50% C2; T5 = 25% L2 + 75% C1; T6 = 50% L2 + 50% C1; T7 = 25% L2 + 75% C2; T8 = 50% L2 + 50% C2 on a dry basis. The experimental design was completely randomized, obtaining eight treatments with three replicates. The worms (*Eisenia foetida*) were monitored for 45 days and substrate moisture was maintained at around 40%. The substrates were chemically characterized at the beginning and at the end of the vermicompost process. The results showed that the parameters P, Ca, Mg, Fe and pH in the treatments presented statistical differences, highlighting the vermicomposting process to provide nutrients to the

Fe e pH nos tratamentos apresentando diferenças estatísticas, destacando o processo de vermicompostagem para disponibilização de nutrientes à planta, e favorecendo um destino final ambientalmente adequado aos lodos de curtume. Os tratamentos com cinza de madeira (C1) se apresentaram inviáveis, provavelmente pelo alto teor de ferro. Os vermicompostos apresentaram valores de Cr e pH adequados às especificações técnicas da Instrução Normativa do MAPA e Resolução do CONAMA. A vermicompostagem pode ser adotada como biotecnologia de destinação final de diferentes tipos de lodo de curtume misturada com cinza de folha, incorporando valor nutricional de qualidade agrônômica.

Palavras-chave: adubo orgânico, biotecnologia; resíduos industriais, vermicomposto.

plant, favoring a final destination environmentally appropriate to the sludge. The treatments with wood ash were not feasible, probably because of the high iron content. The vermicomposts presented values of Cr and pH adequate to the technical specifications of the Normative Instruction of MAPA and CONAMA Resolution. The vermicompost can be adopted as biotechnology of final destination of different types of tannery sludge mixed with leaf ash, incorporating nutritional value of agronomic quality.

Key words: Biotechnology, organic compost, industrial waste, earthworms.

1. Introdução

O uso de resíduos, através do monitoramento e da gestão, visa à redução dos impactos ambientais, o qual propostos de um sistema agroindustrial e tratamento do resíduo final, como a vermicompostagem, podem ser sugeridos. A correta gestão dos resíduos gerados pode transformar um resíduo de uma atividade a insumo de outra, como os lodos de curtume a serem utilizados neste estudo. Sendo assim, é importante reutilizar resíduos para o cultivo de hortaliças em geral e mudas florestais, possibilitando uma produção responsável, de qualidade e comprometida com o conceito de desenvolvimento sustentável (Factor et al., 2008).

O vermicomposto é um produto obtido por meio da decomposição da matéria orgânica pela ação das minhocas, que ingerem esta matéria recente e excretam-na na forma de cropólitos, que é um material decomposto, apresentando nutrientes em forma que favorece sua assimilação pelas plantas (Landgraf et al., 2005).

A transformação da matéria orgânica, resultante da ação combinada de minhocas e da microflora que vive em seu trato digestivo, observando o período de desenvolvimento do composto e sua qualidade, é definida como vermicompostagem (Aquino et al., 1992). Embora a compostagem de resíduos orgânicos seja uma prática antiga, a vermicompostagem foi desenvolvida a partir de pesquisas realizadas por programas de manejo de minhocas, em Rothamstead (Inglaterra), no período de 1940 a 1950. Após 1970, os pesquisadores engajaram-se no estudo do potencial das minhocas para conversão de resíduos orgânicos em uma forma mais estabilizada de matéria orgânica (Aquino et al., 1992). O interesse em vermicompostagem tem aumentado nesses últimos anos, em virtude da escassez de fertilizantes orgânicos naturais e também da necessidade de correção orgânica, nas diversas formas da matéria orgânica.

Alguns dos resíduos industriais que já foram vermicompostados e transformados em compostos ricos em nutrientes, destacam-se aqueles provenientes da produção de papel (Kaur et al., 2010), lodos de indústrias têxteis (Garg & Kaushik, 2005), resíduos de goma guar (Suthar, 2006), lodos da indústria de açúcar (Sen & Chandra, 2007), de indústrias de bebidas (Singh et al., 2010), lodo de esgoto primário (Silva et al., 2011), resíduos de tomate fresco, pimenta e de usinas de compostagem ornamentais (Salinas-Vásquez et al., 2014) e lodo de curtume dos tipos caleiro e primário (Malafaia, 2015a). Porém, da forma como proposto, com resíduos vegetais e animais para verificação de padrões de fertilidade, poucos estudos foram realizados (Silva et al., 2002; Furlan et al., 2007; Steffen et al., 2010; Bicca et al., 2011; Melo Júnior et al., 2012; Cunha et al., 2015).

Em relação à vermicompostagem de lodos de curtume, poucos estudos foram publicados sobre o assunto (Bidone, 1995; Vig et al., 2011; Teixeira & Almeida, 2013; Malafaia et al., 2015a e Malafaia et al., 2015b; Cunha et al., 2016), os quais são carentes de informações sobre qual substrato deveria ser misturado a esses resíduos, em quais proporções e a finalidade proposta, com vistas à produção de um composto de boa qualidade agrônômica e que seja viável para a

produção agrícola, como condicionadores de solo e para produção de mudas florestais.

Tratar estes resíduos orgânicos e ainda manter seu potencial nutritivo, para aplicação agrícola é um desafio para a ciência, e que pode ser amenizado por meio de práticas simples e de baixo custo, como a vermicompostagem. O uso de resíduos, através do monitoramento e da gestão, visa à redução dos impactos ambientais, o qual propostas de um sistema agroindustrial e tratamento do resíduo final, como a vermicompostagem, podem ser sugeridos. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a vermicompostagem de diferentes tipos de lodo de curtume misturado a diferentes cinzas em diferentes proporções, com o intuito de produzir compostos com alta capacidade nutricional para nutrição de plantas e com características que se ajustem às especificidades técnicas da Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2009) e da Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2006).

2. Material e métodos

O processo da vermicompostagem foi conduzido durante os meses de setembro e outubro/2016 em Anápolis (GO), em local coberto, ventilado e com temperatura (oC) e umidade relativa do ar (UR%) monitoradas através de termohigrômetro digital.

A vermicompostagem dos resíduos de curtume (obtidos de uma indústria curtumeira situada em Inhumas, GO) foi realizada conforme a metodologia de Vig et al. (2011), ou seja, em vasos plásticos com capacidade de 3 L, nos quais foram adicionados 1 kg de substrato (em base seca). Estes substratos foram reaproveitados como forma de contribuição na redução de impactos ambientais causados pela deposição destes, e por apresentarem elevados teores de potássio, fósforo, cálcio e magnésio, sendo utilizados como suplemento nutricional (Piva et al., 2013). Os tratamentos foram: lodo de curtume 1 (L1) + cinza 1(C1); L1 + cinza 2 (C2); lodo de curtume 2 (L2) + C1 e L2 + C2.

Foi realizada a caracterização físico-química e química (pH, matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, S, Fe e Cr) inicial e final (após 45 dias), dos substratos separadamente e dos tratamentos (Tedesco et al., 1995). A caracterização química inicial dos lodos de curtume, bem como das cinzas utilizados no experimento, podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais características químicas dos substratos e do lodo de curtume utilizados na vermicompostagem. Anápolis, GO, 2016.

Atributos	Lodo 1	Lodo 2	Cinza 1	Cinza 2
pH (CaCl ₂)	7,50	7,70	12,40	8,30
M.O. (%)	14,50	15,90	13,90	3,10
P (mg dm ⁻³)	6,80	6,80	23,80	13,00
K (cmolc dm ⁻³)	0,16	0,16	6,46	0,60
Ca (cmolc dm ⁻³)	13,40	26,60	24,10	12,70
Mg (cmolc dm ⁻³)	0,65	0,25	3,70	5,60
S (mg dm ⁻³)	14,10	10,00	8,80	7,00

Fe (mg dm ⁻³)	23,00	15,00	42,00	2,00
Cr (mg kg ⁻¹)	1886,00	82,00	463,00	<1,00

*M.O.=matéria orgânica. Lodo 1 (resíduo referente à linha geral da indústria curtumeira); Lodo 2 (resíduo de caleiro da indústria curtumeira); Cinza 1 (resíduo da caldeira proveniente de madeira) e Cinza 2 (cinzas de folhas).

Os tratamentos foram constituídos das misturas entre os lodos de curtume e as cinzas, conforme Tabela 2, totalizando oito tratamentos com três repetições, delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) e vinte e quatro unidades experimentais.

Tabela 2 - Proporções das misturas de lodo de curtume e das cinzas escolhidas para o processo de vermicompostagem. Anápolis, GO, 2016.

Tratamentos	Proporções (%)	
	Lodos de curtume	Cinzas
T1	25 L1	75 C1
T2	50 L1	50 C1
T3	25 L1	75 C2
T4	50 L1	50 C2
T5	25 L2	75 C1
T6	50 L2	50 C1
T7	25 L2	75 C2
T8	50 L2	50 C2

Legenda: Lodo 1 (resíduo referente à linha geral da indústria curtumeira); Lodo 2 (resíduo de caleiro da indústria curtumeira); Cinza 1 (resíduo da caldeira proveniente de madeira) e Cinza 2 (cinzas de folhas).

Antes da realização das misturas mencionadas anteriormente, todos os resíduos foram secos e passados em peneira com malha de 8 mm, visando maior uniformização do tamanho das partículas e eliminação de materiais indesejáveis para o bom desempenho do processo de vermicompostagem. O local definido para desenvolvimento do vermicomposto foi adaptado com pouca luz e arejado para facilitar a manutenção da umidade do substrato.

Após um período de 15 dias, necessário para estabilização da mistura (após o processo de fermentação ou mesmo por se apresentar tóxica) (Alves, 1998; Vig et al, 2011), 10 indivíduos adultos da espécie *E. foetida*, conforme recomendado por Landgraf et al., 2005, foram inoculados em cada unidade experimental, mantendo-se a umidade de 40% (Dores-Silva et al., 2011). Os vasos foram cobertos com sombrite (tela plástica para sombreamento) para manter as minhocas no local, evitando possíveis fugas destas, permitindo maior aeração do substrato, como descrito por Cunha et al. (2015).

Todas as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório Terra (Goiânia, Goiás, Brasil) e os dados obtidos referentes às concentrações finais dos vermicompostos foram avaliados

quanto à normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Os valores de P, Ca, S, Fe e pH foram transformados em log (x) para atingir a normalidade. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as comparações entre as médias dos tratamentos foram realizadas pelo teste de Scott Knott a 5%.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2011). Os dados foram comparados aos critérios técnicos para fertilizante orgânico composto, definidos pela Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2009) e da resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2006).

3. Resultados e discussão

As minhocas foram retiradas dos vasos após 45 dias do início do processo de vermicompostagem, pois todos os tratamentos apresentaram queda no quantitativo de indivíduos, sendo interrompidos afim de observar o processo no mesmo tempo de compostagem, ou seja, para que não houvesse favorecimento em nenhum tratamento, assim como também explicado por Landgraf et al. (2005) que justifica a reprodução interrompida por volta de 60 dias pelo efeito dos metais sobre as minhocas.

Nos tratamentos T1 (25% L1 + 75% C1), T2 (50% L1 + 50% C1), T5 (25% L2 + 75% C1) e T6 (50% L2 + 50% C1) as minhocas morreram nas primeiras 24 horas após a introdução das mesmas nos vasos, fato que pode ser explicado pela toxicidade dos substratos em reação com a mistura entre os lodos de curtume (L1 e L2) e a cinza 1 (resíduo da caldeira proveniente de madeira). Sendo assim, apenas os tratamentos T3 (25% L1 + 75% C2), T4 (50% L1 + 50% C2), T7 (25% L2 + 75% C2) e T8 (50% L2 + 50% C2) passaram pelo processo de vermicompostagem.

Comportamentos similares foram observados por Cunha et al., (2015), que identificou concentração elevada de nitrogênio na cama de frango quando comparado com os demais substratos, que pode ter sido a causa da mortalidade das minhocas, como aqueles advindos de compostos alcalinos encontrados em excesso nos lodos de curtume, comprometendo a sobrevivência das minhocas. Assim como observado por Landgraf et al. (2005), que descrevem que as minhocas concentram os metais presentes no solo e, assim, podem ser consideradas como sumidouro de metais como o ferro, como observado na Tabela 1 (42 mg dm⁻³) este estava alto (cinza 1) em relação aos demais substratos, o que pode justificar a mortalidade das minhocas.

A Tabela 3 apresenta um resumo da análise de variância realizada dos tratamentos para os parâmetros P, K, Ca, Mg, S, Fe, pH e MO, que pode ser observado os tratamentos P, Ca, Mg, Fe e pH obtiveram valores significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 3. Resumo da Análise de Variância dos tratamentos. Anápolis, GO. 2016.

FV	GI	QM							
		P	K	Ca	Mg	S	Fe	pH	MO
Tratamento	7	0,54*	0,01	0,52*	4,22*	0,03	0,50*	0,01*	5,80
Resíduo	16	0,11	0,01	0,10	0,38	0,01	0,04	<0,01	20,08
Total	23	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	25,15	23,02	39,38	18,23	14,01	29,95	1,1	58,88

A Tabela 4 apresenta os valores de P, onde os tratamentos T1 (25% L1 + 75% C1), T2 (50% L1 + 50% C1), T5 (25% L2 + 75% C1) e T6 (50% L2 + 50% C1) obtiveram maiores valores, diferenciando dos demais tratamentos, fato este explicado pelo teor inicial de 1 kg ter ficado praticamente na mesma quantidade no final do processo de vermicompostagem. Os tratamentos que passaram pelo processo de vermicompostagem provavelmente diminuiram seus teores por terem diminuído, também, a quantidade final do substrato.

Tabela 4. Valores médios de P (mg dm⁻³), K (cmolc dm⁻³), Ca (cmolc dm⁻³), Mg (cmolc dm⁻³), S (mg dm⁻³), Fe (mg dm⁻³), pH e MO (%), oriundos dos tratamentos avaliados. Anápolis, GO. 2016.

Tratamentos	P	K	Ca	Mg	S	Fe	pH	MO
T1	31,27a	0,56a	1,82b	3,81a	8,05a	23,21a	10,73a	8,17a
T2	107,65a	0,50a	1,33b	2,24b	8,25a	22,25a	10,05a	8,85a
T3	8,72b	0,58a	13,28a	4,63a	4,80a	2,53c	8,34b	7,43a
T4	5,50b	0,53a	13,83a	4,41a	5,39a	1,95c	8,05b	8,85a
T5	94,76a	0,55a	13,46a	2,52b	7,05a	3,76b	10,91a	7,80a
T6	52,71a	0,45a	13,33a	1,64b	8,20a	6,43b	10,20a	8,60a
T7	11,96b	0,46a	12,39a	4,78a	5,25a	2,37c	8,03b	4,89a
T8	14,92b	0,50a	14,48a	3,21b	5,00a	5,25b	8,10b	6,30a

* Valores médios precedidos da mesma letra da coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Legenda: T1 (25% L1 + 75% C1); T2 (50% L1 + 50% C1); T3 (25% L1 + 75% C2); T4 (50% L1 + 50% C2); T5 (25% L2 + 75% C1); T6 (50% L2 + 50% C1); T7 (25% L2 + 75% C2); T8 (50% L2 + 50% C2). Lodo 1 (resíduo referente à linha geral da indústria curtumeira); Lodo 2 (resíduo de caleiro da indústria curtumeira); Cinza 1 (resíduo da caldeira proveniente de madeira) e Cinza 2 (cinzas de folhas).

Os valores de fósforo para os tratamentos T3 (25% L1 + 75% C2) (8,72 mg dm⁻³) e T4 (50% L1 + 50% C2) (5,50 mg dm⁻³) se aproximaram aos de Piva et al. (2013), que encontraram valores de 10,6 mg dm⁻³ ao estudarem as características químicas do solo para cultivo de videira cv. Isabel. Observaram que a cinza vegetal auxiliou no crescimento vegetativo da cultura, o que pode também resultar ao utilizar cinza vegetal para processo de vermicompostagem e posteriormente, cultivo de mudas florestais.

Os valores de potássio apresentados na Tabela 4 demonstram que não houve diferença estatística entre os tratamentos que passaram pelo processo de vermicompostagem e apenas as misturas realizadas. Estes valores estavam entre 0,45 e 0,58 cmolc dm⁻³. Estes se aproximaram dos valores encontrados por Cunha et al. (2015), que obtiveram valores de 0,27 e 0,42 dag kg⁻¹ para vermicompostos de lodo de curtume associado à casca de arroz, fato este que demonstra que diferentes tipos de substrato (cinza e casca de arroz) e tempo de vermicompostagem (45 e 75 dias) podem não influenciar na quantidade de potássio disponível.

Os valores de cálcio demonstraram que apenas os tratamentos T1 (25% L1 + 75% C1) e T2 (50% L1 + 50% C1) apresentaram valores menores, o que destaca o processo de vermicompostagem no quesito disponibilidade de teores de cálcio para a planta, melhorando a qualidade e estabilização do produto (Ndegwa & Thompson, 2001). Os demais tratamentos (T3,

T4, T5, T6, T7 e T8) apresentaram valores entre 12,39 e 14,48 cmolc dm⁻³, valores próximos aos observados por Cunha et al. (2016), que quantificaram valores de 9,26 dag kg⁻¹ para o cálcio no vermicomposto de esterco bovino associado ao lodo de curtume. Isto demonstra que diferentes tipos de substratos (cinza e esterco bovino) e diferentes tipos de lodos (lodo primário e lodo de caleiro) podem gerar valores de cálcio próximos.

Os valores de magnésio (Tabela 4) foram maiores nos tratamentos T1 (25% L1 + 75% C1), T3 (25% L1 + 75% C2), T4 (50% L1 + 50% C2) e T7 (25% L2 + 75% C2). Neste sentido é importante ressaltar que o processo de vermicompostagem resultou em maiores teores de magnésio quando comparado com os tratamentos que não passaram pelo processo (T2, T5 e T6), como também verificado por Malafaia et al. (2015a) que observaram que a vermicompostagem de diferentes tipos de misturas de lodos de curtume com esterco de gado é capaz de aumentar as concentrações de N, K, Ca, Mg e Na.

Os teores de S (Tabela 4) não sofreram alteração quando comparados com processo de vermicompostagem, o que pode ser justificado pelo fato dos valores das misturas (4,80 a 8,25 mg dm⁻³) ficarem próximos aos dos substratos (7 a 14,10 mg dm⁻³). Desta forma, pode-se observar que o processo de vermicompostagem não apresentou destaque para o sulfato, fato este que pode complementar o verificado por Ndegwa & Thompson (2001) ao afirmarem que o produto pode ser estável e homogêneo com menor impacto potencial no meio ambiente, fornecendo fontes de nutrientes às plantas.

Para o ferro (Tabela 4) pode ser notado que os tratamentos T1 (25% L1 + 75% C1) e T2 (50% L1 + 50% C1) apresentaram maiores valores das misturas (23,21 e 22,25 mg dm⁻³, respectivamente), que aumentaram seus valores por consequência de serem constituídos pela cinza 1. Já os tratamentos T3 (25% L1 + 75% C2), T4 (50% L1 + 50% C2) e T7 (25% L2 + 75% C2), que passaram pelo processo de vermicompostagem apresentaram valores menores (2,53, 1,95 e 2,37 mg dm⁻³, respectivamente), o que também foi encontrado por Malafaia et al. (2015a), que as misturas contendo lodo primário reduzem a concentração de Fe. Contudo, o teor está dentro dos limites permitidos de sua aplicação em solos agrícolas (Garg & Gupta, 2011) e teores mais baixos de ferro nos vermicompostos demonstraram que a vermicompostagem pode ser adotada como uma tecnologia alternativa para a reciclagem e eliminação (Garg & Kaushik, 2005).

Como descrito na Tabela 4 para os valores de pH pode-se observar que os tratamentos que sofreram o processo de vermicompostagem (T3, T4, T7 e T8) apresentaram menores valores (8,03 a 8,34) que foram próximos aos valores da cinza 2 (8,30). O mesmo fato foi constatado para os demais tratamentos (T1, T2, T5 e T6) que apresentaram valores (10,05 a 10,91) próximos aos valores da cinza 1 (12,40).

O valor de pH apresentado por Cunha et al. (2016) para vermicompostos de cinza associado ao lodo de curtume foi de 8,45, enquanto que o da cinza de cana (Cunha et al., 2015) foi de 10,60. Estes valores se aproximaram dos valores encontrados neste estudo, o que demonstra a importância de buscar resíduos com faixa de pH ideal para a produção de plantas, que, como definido por Primavesi (2002), a disponibilidade máxima de nutrientes ocorre a pH do solo entre 6,00 e 6,50.

Embora a Instrução Normativa no 25/2009 não apresente valores de referência para concentração de metais e nutrientes que devem ser encontrados nos vermicompostos, delimita que o valor de pH deve ser maior que 6,00, o que pode ser atendido neste trabalho.

Os valores de matéria orgânica (MO) encontrados na Tabela 4 não apresentam diferenças estatísticas, demonstrando que o processo de vermicompostagem não alterou a quantidade deste parâmetro, com valores entre 4,89 e 8,85%. Valores encontrados por Cunha et al. (2016) foram de 15,10% para vermicompostos de esterco bovino associado ao lodo de curtume e 11,27% para vermicompostos de lodo de curtume associado a cinza de cana. Esses valores foram próximos à este estudo, indicando que disponibilizar matéria orgânica no solo é importante.

A resolução no 375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define que o limite máximo permitido para a utilização do resíduo não deve passar de 1.000 ppm, o que não ocorreu neste estudo, que obteve valor final <1,00 mg kg⁻¹ para todos os tratamentos apresentados. Valor este que indica que a vermicompostagem com *Eisenia fetida* é melhor para modificar estes lodos de curtume em resíduo rico em nutrientes em um curto período de tempo (Vig et al., 2011). Como também observado por Landgraf et al. (2005), que descrevem que os metais pesados como o cromo podem ser concentrados pelas minhocas, sendo consideradas como sumidouro desses metais.

4. Conclusões

Com base nos resultados e de acordo com as condições experimentais pode-se concluir que:

A vermicompostagem de lodos de curtume com adição de cinza de madeira (C1) se mostrou inviável, devido, provavelmente, à toxicidade do ferro;

Em geral, os vermicompostos produzidos por *E. foetida* apresentaram teores de potássio, cálcio, magnésio, enxofre, pH e MO que favorecem o seu uso como composto orgânico para o solo;

Em geral, os vermicompostos apresentaram valores de cromo e pH adequados às especificações técnicas da Instrução Normativa do MAPA e Resolução do CONAMA;

A vermicompostagem pode ser adotada como biotecnologia de destinação final de diferentes tipos de lodo de curtume misturada com cinza de folha, incorporando valor nutricional de qualidade agrônômica.

Referências

Alves, M. R. (1998). *Caracterização de ácidos húmicos extraídos de vermicompostos e estudo da dissipação do herbicida Alaclor em solo e em vermicomposto*. (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, Brasil.

Aquino, A. M., Almeida, D. L., & Silva, V. F. (1992). *Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem*. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Bicca, A. M. O., Pimentel, E., Suñe, L., Morselli, T. B. G., & Berbigier, P. (2011). Substratos na produção de mudas de couve híbrida. *Revista FZVA*, 18 (1), 136-142. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/8748>> Acesso em: 25/06/2015.

Bidone, F. R. A. (1995). *A vermicompostagem dos resíduos sólidos de curtume, brutos e previamente lixiviados, utilizando composto de lixo orgânico urbano como substrato*. (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, Brasil.

Brasil (2006). *Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências*, Diário Oficial da União. Brasília, Brasil: Presidência da República.

Brasil (2009). *Instrução Normativa nº 025/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA aprova as normas sobre as especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura*, Diário Oficial da União. Brasília, Brasil: Presidência da República.

Cunha, A. H. N., Fernandes, E. P. B., Araújo, F. G., Malafaia, G. & Vieira, J. A. (2015). Vermicompostagem de lodo de curtume associado a diferentes substratos. *Revista Multi Science Journal*, Urutaí, 1 (3), 31-39.

Cunha, A. H. N.; Brasil, E. P. F.; Ferreira, R. B.; Vieira, J. A.; Araújo, C. S. T.; Silva, S. M. C.

- (2016). Vermicompost of tannery sludge and sewage as conditioners soil with grown tomato. *Revista African Journal of Agricultural Research*, 11 (41), 4086-4091.
- Dores-Silva, P. R., Landgraf, M. D., & Rezende, M. O. (2011). Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico. *Química Nova*, 34 (6), 956-961.
- Factor, T. L.; Araújo, J. A. C.; Villela Júnior, L. V. E. (2008). Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12 (2), 143-149.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35 (6), 1039-1042.
- Furlan, F. et al. (2007). Substratos alternativos para produção de mudas de couve em sistema orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2 (2), 1686-1689.
- Garg, V. K., & Kaushik, P. (2005). Vermistabilization of textile mill sludge spiked with poultry droppings by an epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*, 96 (9), 1063-1071.
- Garg, V. K., & Gupta, R. (2011). Optimization of cow dung spiked pre-consumer processing vegetable waste for vermicomposting using *Eisenia foetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74 (1), 19-24.
- Kaur, A., Singh, J., Vig, A. P., Dhaliwal, S. S., & Rup, P. J. (2010). Cocomposting with and without *Eisenia fetida* for conversion of toxic paper mill sludge into soil conditioner. *Bioresource Technology*, 101 (21), 8192-8198.
- Landgraf, M. D., Messias, R. A., & Rezende, M. O. O. (2005). *A Importância ambiental da vermicompostagem: vantagens e aplicações*. São Carlos: Rima.
- Malafaia, G. Estela, D. C.; Guimarães, A. T. B.; Araújo, F. G.; Leandro, W. M. Rodrigues, A. S. L. (2015a). Vermicomposting of diferente types of tanning sludge (liming and primary) mixed with cattle dung. *Ecological Engineering*, 85, 301-3016.
- Malafaia, G., Jordão, C. R., Araújo, F. G., Leandro, W. M., & Rodrigues, A. S. L. (2015b). Vermicompostagem de lodo de curtume em associação com esterco bovino utilizando *Eisenia foetida*. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro. 20 (4), 709-716.
- Melo Júnior, H. B., Borges, M. V., Domingues, M. A., & Borges, E. N. (2012). Efeito da ação decompositora da minhoca californiana (*Lumbricus rubellus*) na composição química de um fertilizante organomineral. *Bioscience Journal*, 28 (1), 170-178.
- Ndegwa, P. M., & Thompson, S. A. (2001). Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource Technology*, 76 (2), 107-112.
- Piva, R., Botelho, R. V., Ortolan, C., Mülher, M. M. L., & Kawakami, J. (2013). Adubação em vinhedo orgânico da cv. Isabel utilizando cinzas vegetais e esterco bovino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (2), 600-615.
- Primavesi A (2002). Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel.
- Salinas-Vásquez, F., Sepúlveda-Morales, L., & Sepúlveda-Chaves, G. (2014). Evaluacion de la calidad química del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) elaborado a partir de cuatro sustratos orgánicos en Arica. *Revista Idesia*, 32 (2), 95-100.
- Sen, B., & Chandra, T. S. (2007). Chemolytic and solid-state spectroscopic evaluation of organic matter transformation during vermicomposting of sugar industry wastes. *Bioresource Technology*, 98 (8), 1680-1683.
- Silva, C. D. da, Costa, L. M. da, Matos, A. T. de, Cecon, P. R., & Silva, D. D. (2002). Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 6 (3), 487-491.
- Silva, R. F., Vasconcellos, N. J. S., Steffen, G. P. K., Dotto, R. B., & Grutka, L. (2011).

Caracterizações microbiológicas e químicas em resíduos orgânicos submetidos à vermicompostagem. *Revista Brasileira de Agrociências*, 17 (1-4), 108-115.

Singh, J., Kaur, A., Vig, A. P., & Rup, P. J. (2010). Role of *Eisenia fetida* in rapid recycling of nutrients from bio sludge of beverage industry. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73 (3), 430-435.

Suthar, S. (2006). Potential utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production. *Bioresource Technology*, 97 (18), 2474-2477.

Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C., Bohnen, H., & Volkweiss, S. J. (1995). *Análise de solo, plantas e outros materiais* (2ª ed.) Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Teixeira, P. A. C. & Almeida, T. L. (2013). Estudo da viabilidade do uso de lodo de curtume para vermicompostagem: uso agrícola. In: *V Simpósio de tecnologia em meio ambiente e recursos hídricos, Jahu*, 2013. (p.1-14). Faculdade de Tecnologia. Disponível em: <http://www.rimaeditora.com.br/12_5SIMAR.pdf> Acesso em 14/09/2014.

Vig, A. P., Singh, J., Wani, S. H., & Dhaliwal, S. S. (2011). Vermicomposting of tannery sludge mixed with cattle dung into valuable manure using earthworm *Eisenia fetida* (Savigny). *Bioresource Technology*, 102 (17), 7941-7945.

-
1. Universidade Federal de Goiás (analena23@gmail.com)
 2. Universidade Estadual de Goiás (cstarjb@yahoo.com.br)
 3. Universidade Estadual de Goiás (sandramascimo@hotmail.com)
 4. Universidade Estadual de Goiás (jonas@ueg.br)
 5. Universidade Federal de Goiás (elianafernandesufg@gmail.com)
 6. Doutorando na Universidade Estadual de Goiás; Docente na Faculdade Metropolitana de Anápolis (rafael_g3bf@hotmail.com)
 7. Universidade de Brasília (tulio_mattos23@hotmail.com)
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 16) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados