

7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

ANÁLISE DA FITOTOXICIDADE DE COMPOSTOS DE DEJETO DE EQUINO A PARTIR DE TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE AGRIÃO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.XII-006>

Caroline Arisa Goto (*), Ane Louise Dionizio Mendes, Ana Beatriz de Melo Segatelli, Tatiane Cristina Dal Bosco

* Universidade Tecnológica Federal do Paraná; carolinearisagoto@alunos.utfpr.edu.br.

RESUMO

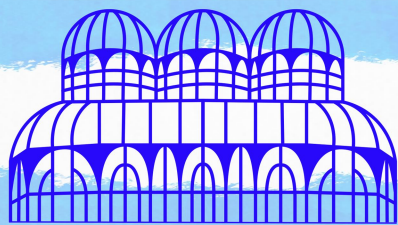
Desde o início deste século, o Brasil tem testemunhado um aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), relacionado com o aumento da população, com o progresso tecnológico e a mudança dos hábitos de vida e consumo das pessoas. Dentre os RSU gerados no país, quase a metade são orgânicos. Neste contexto, deve-se explorar alternativas viáveis e sustentáveis para o aproveitamento e o tratamento desta fração de resíduos. A compostagem emerge como uma solução ambientalmente correta, visto que por meio da biodegradação feita por microrganismos existentes nos próprios resíduos promove a reciclagem da matéria orgânica e o composto maturado obtido é biologicamente estável e rico em nutrientes. Diversos autores estimam o grau de maturidade dos compostos baseados em testes de fitotoxicidade, com plantas sensíveis, visto que compostos não devidamente maturados afetam negativamente a germinação e o desenvolvimentos destas plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito fitotóxico de compostos orgânicos provenientes de diferentes fontes sobre as sementes de *Lepidium sativum* (agrião). Foram testados dois compostos orgânicos: um derivado do processo de compostagem de cama de equino e dejetos de equino, com adição de microrganismos eficientes (CD), e outro derivado de maravalha e dejetos de equino, com adição de minhocas (MD). As análises foram conduzidas em triplicata, avaliando-se os parâmetros: taxa de germinação (GR), comprimento da raiz (RI) e Índice de Vitalidade Munoo-Liisa (MLV). Os resultados mostraram que somente o composto produzido a partir da cama de equino e dejetos de equino (CD) foi classificado como fitotóxico com base no parâmetro GR. Entretanto, ao considerar o índice MLV, ambos os compostos foram categorizados como não fitotóxicos. Foi possível concluir que a compostagem surge como uma solução para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos, reciclando a matéria orgânica, minimizando o impacto ambiental e possibilitando sua aplicação em diversas áreas, como a agricultura e a horticultura.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, Compostos Orgânicos, Fitotoxicidade, Resíduos Orgânicos.

ABSTRACT

Since the beginning of this century, Brazil has witnessed an increase in the generation of urban solid waste (MSW), related to population growth, technological progress and changes in people's living and consumption habits. Of the MSW generated in the country, almost half is organic. In this context, viable and sustainable alternatives must be explored for the use and treatment of this fraction of waste. Composting has emerged as an environmentally correct solution, since biodegradation by microorganisms in the waste itself promotes the recycling of organic matter and the matured compost obtained is biologically stable and rich in nutrients. Several authors have estimated the degree of maturity of composts based on phytotoxicity tests with sensitive plants, since not properly matured composts negatively affect the germination and development of these plants. The aim of this study was to evaluate the phytotoxic effect of organic composts from different sources on *Lepidium sativum* (watercress) seeds. Two organic composts were tested: one derived from the composting process of horse bedding and horse manure, with the addition of efficient microorganisms (CD), and another derived from shavings and horse manure, with the addition of earthworms (MD). The analyses were carried out in triplicate, evaluating the following parameters: germination rate (GR), root length (RI) and Munoo-Lii Vitality Index. The results showed that only the compost produced from horse bedding and horse manure (CD) was classified as phytotoxic based on the GR parameter. However, when considering the MLV index, both composts were categorized as non-phytotoxic. It was possible to conclude that composting has emerged as a solution for the treatment of solid organic waste, recycling organic matter, minimizing environmental impact and enabling its application in various areas, such as agriculture and horticulture.

KEY WORDS: Composting, Organic Compost, Phytotoxicity, Organic Waste.



7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o Brasil tem testemunhado o aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) em todo o país. Em 2022, a geração de RSU no Brasil foi de cerca de 77,1 milhões de toneladas, correspondendo a 1,04 kg de RSU pessoa.dia⁻¹ (ABREMA, 2023). Houve um aumento de cerca de 30% em relação aos primeiros anos deste século, visto que a geração em 2004 era de 59,2 milhões de toneladas (ABRELPE, 2004). Este aumento está relacionado com o crescimento populacional, com o progresso tecnológico, bem como as mudanças nos hábitos de vida e consumo dos brasileiros, acarretando importantes desafios para o gerenciamento destes resíduos. A última composição gravimétrica brasileira divulgada pela ABRELPE (2020) apontou que 45,3% dos RSU são orgânicos e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada pela Lei n. 12.305/2010 (BRASIL, 2010), aponta para a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada.

A compostagem é um processo de biodegradação dos resíduos orgânicos, realizada por microrganismos e trata-se de um processo natural de decomposição que resulta em um material rico em nutrientes para as plantas: o composto orgânico, que pode contribuir com a melhora das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (PEREIRA NETO, 2007). Sendo assim, este processo tem a finalidade de acelerar e melhorar as condições de estabilização da matéria orgânica.

No entanto, o uso desses resíduos na agricultura, quando não totalmente estabilizados, pode prejudicar as plantas devido à presença de substâncias nocivas, como metais pesados, formação de ácidos e excesso de sais e nitrogênio. Um composto orgânico com essas propriedades é classificado como fitotóxico, e o acúmulo dessas substâncias nos tecidos das plantas impacta negativamente seu crescimento e desenvolvimento. Logo, para garantir a segurança do composto orgânico na aplicação em culturas, faz-se necessário avaliar sua maturação, caracterizada pelas qualidades presentes no material quando o processo de compostagem é concluído (CCQC, 2001).

Por isso, é necessário avaliar a fitotoxicidade desses compostos antes de sua utilização. Trata-se de um teste rápido e de baixo custo. Diversos autores estimam o grau de maturidade baseados em testes de fitotoxicidade, com plantas sensíveis, visto que compostos não maturados afetam negativamente a germinação e o desenvolvimentos destas plantas (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

O método da Norma Britânica EN 16086-2:2011 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2011), consiste em realizar testes em sementes de agrião, a fim de se obter os índices de germinação e do crescimento da planta. Por exemplo, o índice de comprimento da raiz é calculado como a variação percentual do comprimento da raiz de sementes germinadas de agriões no material em teste em comparação com o comprimento médio da raiz das amostras de controle (RI%). Esse índice, juntamente com as medidas de taxa de germinação das sementes (GR%), compõe o índice de vitalidade de Munoo (MLV%), o qual é empregado na avaliação da fitotoxicidade de um composto orgânico. Para a categorização do índice GR, CCQC (2001), define valores menores que 80% como compostos não maturados, os que se situam entre 80 e 90% como maturados, e os valores maiores que 90% como muito maturados.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade de dois compostos orgânicos, produzidos a partir da compostagem de cama de equino e dejetos de equino (CD) e o outro maravalha e dejetos de equino (MD), a partir da germinação de agrião (*Lepidium sativum*).

METODOLOGIA

Para este experimento, foram utilizados dois compostos, identificados por CD e MD: o composto CD foi obtido a partir da compostagem de cama de equino (composta por capim e feno) e dejetos de equino, com a adição de microrganismos eficientes, de modo a acelerarem a degradação do material compostado; enquanto o composto MD foi obtido a partir de maravalha e dejetos de equino, com a adição de minhocas, técnica conhecida como vermicompostagem. A proporção do resíduo seco em relação ao dejetos de equino, em cada um dos sistemas de compostagem, foi de 2:1 (em volume) e ao longo dos 55 dias de duração do experimento monitorou-se a temperatura e a umidade visando realizar o manejo necessário para o sucesso do processo.

Para a realização do experimento de fitotoxicidade seguiu-se a metodologia estipulada pela Norma Britânica EN 16086-2:2011 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2011). Fez-se uma amostragem do composto e as amostras foram secas em estufa a 60°C por 24 horas para remoção da umidade residual. Posteriormente, foram peneiradas em malha 4 mm.

Em seguida, fez-se o preparo dos extratos, a partir das amostras secas e peneiradas. Para isso, as amostras foram inseridas em erlenmeyers e cobertas com solução nutritiva, cuja composição está detalhada na Tabela 1. A extração foi realizada ao longo de 4 horas, seguida de filtração até a obtenção de 75 mL de solução.

Tabela 1. Formulação da solução nutritiva utilizada na extração dos compostos.

Fonte: British Standards Institution, 2011.

Nome	Compostos químicos	□ mol L ⁻¹	□ g L ⁻¹
Nitrato de amônio	NH ₄ NO ₃	1,0	80
Nitrato de cálcio	Ca(NO ₃) ₂ . 4 H ₂ O	4,0	944
Nitrato de potássio	KNO ₃	6,5	657
Fosfato de mono-potássio	KH ₂ PO ₄	1,5	204
Sulfato de magnésio	MgSO ₄ . H ₂ O	1,25	308
Nitrato de magnésio	Mg(NO ₃) ₂ . 6 H ₂ O	0,25	65
Ferro quelato	Fe-DTPA (7% Fe)	15	11,97
Sulfato de magnésio	MnSO ₄ . H ₂ O	8,0	1,35
Sulfato de zinco	ZnSO ₄ . 7 H ₂ O	4,0	1,15
Bórax	Na ₂ B ₄ O ₇ . 10 H ₂ O	6,26	2,39
Sulfato de cobre	CuSO ₄ . 5 H ₂ O	0,75	0,19
Molibdato de sódio	Na ₂ MoO ₄ . 2 H ₂ O	0,5	0,12

Foram utilizadas placas de Petri preenchidas com perlita, umedecidas com 25 mL do extrato derivado dos compostos. Sobre a camada de perlita, foi colocado um filtro de papel com gramatura de 80 gm⁻², porosidade de 3 micras e espessura de 0,016 mm, no qual foram colocadas 10 sementes de agrião (*Lepidium sativum*). Posteriormente, as placas foram tampadas, vedadas com filme plástico e incubadas verticalmente em uma BOD, com um ângulo entre 70° a 80°, conforme ilustrado na Figura 1. O período de incubação das placas foi de 72 horas a 24 °C.

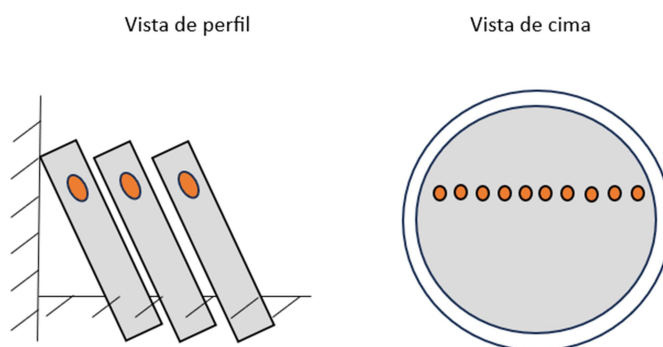
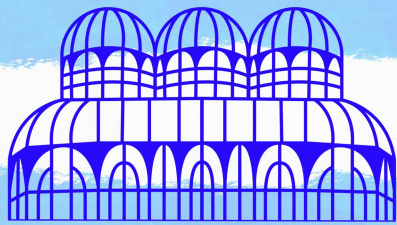


Figura 1: Disposição das placas de Petri na BOD. Fonte: Autor do Trabalho.

O teste foi realizado em triplicata e em três tratamentos (CD, MD e controle, este último contendo apenas a solução nutritiva, sem o extrato obtido a partir dos compostos). Ao término do procedimento, foram tiradas fotografias das placas de Petri, empregando um suporte para garantir a distância padronizada entre a câmera e as placas. As fotografias foram posteriormente processadas no software ImageJ, de forma a obter a taxa de germinação e o desenvolvimento radicular com base no comprimento das raízes.

Para calcular o índice de comprimento da raiz (RI) utilizou-se a Equação 1.

$$RI (\%) = \frac{RL_{S1} + RL_{S2} + RL_{S3}}{RL_C + RL_C + RL_C} * 100 \quad \text{equação (1)}$$



Onde:

RI é o índice de comprimento da raiz;

RL_{S1} é o comprimento médio da raiz da primeira réplica;

RL_{S2} é o comprimento médio da raiz da segunda réplica;

RL_{S3} é o comprimento médio da raiz de terceira réplica;

RL_C é o comprimento médio da raiz das amostras de controle.

Além disso, foram realizados cálculos do índice de vitalidade Munoo (MLV), que indica a fitotoxicidade na germinação das sementes e no desenvolvimento das raízes por meio da Equação 2.

$$MLV (\%) = \frac{(GR_{S1} * RL_{S1}) + (GR_{S2} * RL_{S2}) + (GR_{S3} * RL_{S3})}{3} * 100 \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

MLV é o índice de vitalidade Munoo - Liisa da amostra (% em relação ao controle);

GR_{S1} é a taxa de germinação na primeira réplica, em %;

GR_{S2} é a taxa de germinação na segunda réplica, em %;

GR_{S3} é a taxa de germinação em terceira réplica, em %;

RL_{S1} é o comprimento médio da raiz da primeira réplica;

RL_{S2} é a média do comprimento da raiz da segunda réplica;




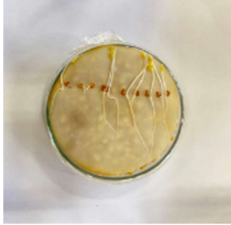
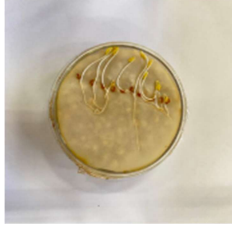
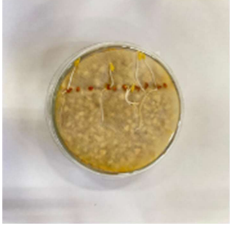

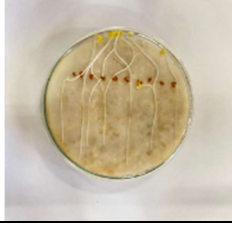
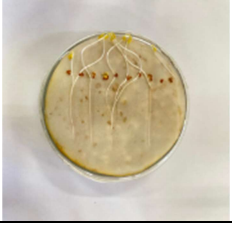
RL_{S3} é o comprimento médio da raiz da terceira réplica.

RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentadas as imagens do ensaio após 72 horas na BOD, referentes ao tratamento controle, CD e MD.

Tabela 2. Fotografias das placas de Petri após 72 horas na BOD.

Fonte: Autor do trabalho, 2024.

Tratamento	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
CONTROLE			
CD			
MD			

A análise das imagens revela que a maioria das sementes dos tratamentos controle e MD germinaram e apresentaram desenvolvimento radicular, diferente das sementes do tratamento CD, no qual as raízes apresentaram um menor desenvolvimento. Ainda, destaca-se que as raízes do tratamento MD demonstraram um desenvolvimento superior em



comparação ao tratamento controle, sugerindo possível redução da fitotoxicidade e maior disponibilidade de nutrientes proporcionada pelo composto.

Além da avaliação visual, os parâmetros GR, RI e MLV foram obtidos por meio das análises das fotografias realizadas no software ImageJ. Os resultados correspondentes estão detalhados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros analisados no software ImageJ.
Fonte: Autor do trabalho, 2024.

	CONTROLE	CD	MD
GR	83%	73%	87%
RI	100%	131%	228%
MLV	99%	114%	237%

Nota: GR – taxa de germinação, RI – índice de comprimento de raiz, MLV – índice de vitalidade Munoo – Liisa.

Gao et al. (2010) sugerem que índices de GR superiores a 80% podem indicar a ausência de fitotoxinas no composto e Bernal et al. (2009) explicam que este fato pode ser considerado um dos indicadores da maturidade do composto. Neste estudo, o composto MD apresentou índice de GR de 87%, sendo um dos indicativos de maturação, provavelmente atribuível à adição de minhocas no processo de compostagem e uma maior mineralização da matéria orgânica.

De acordo com a classificação apresentada por Bustamante et al. (2008) e Bernal et al. (2009) quando o índice de GR está abaixo de 50% indica a presença de substâncias fitotóxicas para crescimento das raízes. De acordo com os autores, a fitotoxicidade pode estar atrelada à presença de ácidos orgânicos voláteis, indicados pela verificação de pH ácido, bem como a condutividade elétrica mais elevada nesta etapa do processo de degradação. No caso do composto CD, estudos apontam que a cama de equino pode ter potencial fitotóxico, se não for gerenciada corretamente, devido à presença de nutrientes como nitrogênio, fósforo, cobre e cobalto nos excrementos do animal (SARMAH, 2009). Verifica-se na Tabela 3 que somente o composto CD é categorizado como fitotóxico, conforme Bustamante et al. (2008) e Bernal et al. (2009), indicando a não maturação total do composto. Deste modo, um maior tempo de compostagem poderia ter reduzido ou eliminado completamente a fitotoxicidade de CD, aferida em GR.

Quando um composto orgânico não apresenta estabilidade suficiente, ele pode prejudicar o desenvolvimento das plantas cultivadas no solo ao qual foi adicionado, devido aos níveis de fitotoxicidade (BELLO, 2011). Nesse sentido, fatores como: acúmulo de compostos tóxicos, elevada concentração de amônia e presença de metais pesados e sais minerais exercem influência na toxicidade do composto (TIQUIA et al., 2010).

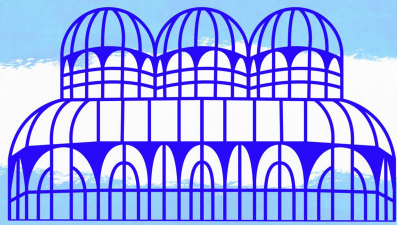
Analisando os valores do índice MLV, ambos os compostos não se caracterizam com fitotóxicos, pois apresentaram valores de 237% para MD e 131% para CD. Silva (2018) conduziu uma avaliação do índice MLV em compostos provenientes de turfa e granulado ADT (alta densidade de terras) e obteve um valor de MLV inferior a 80%, indicando que o composto apresenta características fitotóxicas. Embora o índice MLV ainda não seja amplamente utilizado, ele não apenas aponta para a fitotoxicidade na germinação das sementes, mas também para a influência no desenvolvimento das raízes. Em relação ao índice RI, ambos os tratamentos superaram os valores do controle, indicando um efeito positivo na aplicação dos compostos no desenvolvimento das plantas.

CONCLUSÕES

Conclui-se que somente o composto CD foi classificado como fitotóxico com base no parâmetro GR. Entretanto, ao considerar o índice MLV, os dois compostos foram categorizados como não fitotóxicos.

A compostagem surge como uma solução para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos, reciclando a matéria orgânica, minimizando o impacto ambiental e possibilitando a aplicação dos compostos orgânicos em diversas culturas. No entanto, é preciso um monitoramento contínuo durante o processo de compostagem, de modo a se obter um composto maturado, que não apresente fitotoxicidade, assim garantindo seu uso seguro e eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

1. ABRELPE: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais: Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil. Disponível em: <http://www.abrelpe.com.br>. 83 p., 2004.
2. ABREMA, 2023, PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL, Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Disponível em: <https://abrema.org.br/pdf/Panorama2023P1.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2024.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 4 abr. 2024.
4. BELLO, S. **Avaliação de fitotoxicidade através de *Lepidium sativum* no âmbito de processos de compostagem**. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia –Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.
5. BERNAL, M. P.; ALBUQUERQUE, J. A.; MORAL, B. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology*, v. 100, pages 5444-5453, 2009.
6. BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá providências. **Diário Oficial da União**, p. 3, ago., 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 27 mar. 2024.
7. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. EN 16086-2. **Soil improvers and growing media. Determination of plant response Petri dish test using cress**. England, 2011.
8. BUSTAMANTE, M. A.; PAREDES, C.; MARHUENDA-EGEA, F. C.; PÉREZESPINOSA, A.; BERNAL, M. P.; MORAL, R. Co-composting of distillery wastes with animal manures: Carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. *Chemosphere*, v. 72, n. 4, p. 551-557, 2008.
9. CCQC. **Compost Maturity Index**. California Compost Quality Council, Nevada City, CA. 2001.
10. GAO, M.; LIANG, F. Y.; YU, U.; LI, B.; YANG, L. Evaluation of stability and maturity during forced-aeration composting of chicken manure and sawdust at different C/N ration. *Chemosphere*, v. 78, p.614-619, 2010.
11. OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem**, Piracicaba, P, p. 1-19, 2008. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf. Acesso em: 25 mar. 2024.
12. PEREIRA-NETO, J. T. **Manual de Compostagem: Processo de baixo custo**. 3ªEd. Editora UFV, 2007. 81p. Propriedade. **Circular Técnica**, Rio de Janeiro, RJ, 2009.
13. SARMAH, A. K. Potential risk and environmental benefits of waste derived from animal agriculture. In: (org.) Ashworth, G. S.; Azevedo, P. *Agricultural wastes - Agriculture Issues and Policies Series*. **Nova Science Publishers**, 1-17. 2009.
14. SILVA, J. M. B. C. H. 2018. **Valorização de resíduos da indústria corticeira na formulação de substratos para produção de plantas**. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agrônômica. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, 64pp.