



AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS A PARTIR DE ENSAIO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTE DE AGRIÃO

Caroline Arisa Goto¹

Ane Louise Dionizio Mendes²

Ana Beatriz de Melo Segatelli³

Tatiane Cristina Dal Bosco⁴

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade de compostos orgânicos de diferentes origens sobre as sementes de *Lepidium sativum* (agrião). Foram utilizados dois compostos orgânicos: um derivado do processo de compostagem com maravalha e cascas de laranja, e outro derivado de resíduos de hortifrúti e poda de árvores. As análises foram realizadas em triplicata, avaliando-se os parâmetros: taxa de germinação (GR), comprimento da raiz (RI) e Índice de Vitalidade Munoo-Liisa (MLV). Os resultados da análise da GR mostraram que ambos os compostos ficaram abaixo dos índices recomendados, que exigem pelo menos 80% de germinação para serem considerados livres de fitotoxicidade. Em resumo, foi possível concluir que ambos os compostos demonstraram efeitos fitotóxicos. No entanto, o processo de compostagem continua a ser uma alternativa para minimizar os impactos ambientais e garantir um ciclo de vida mais limpo para materiais que, de outra forma, seriam descartados como resíduos.

Palavras-chave: Compostos Orgânicos; Fitotoxicidade; Índice de Germinação

¹Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, caroline_a_goto@hotmail.com

²Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, anelouise@alunos.utfpr.edu.br

³Mestre em Tecnologia Ambiental, Instituto Politécnico de Bragança - Portugal, anabsegatelli@hotmail.com

⁴Profª.Drª. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, tatianedalbosco@gmail.com



INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a geração de resíduos sólidos teve um aumento significativo, tanto sob o aspecto quantitativo quanto em relação à diversidade de resíduos produzidos. No Brasil, a população cresceu 15,6% entre 1991 e 2000, enquanto o total de descarte de resíduos no país aumentou 49% (WALDMAN, 2010; DI CREDDO, 2012). De acordo com a composição gravimétrica brasileira, 45,3% dos resíduos sólidos urbanos são resíduos orgânicos (ABRELPE, 2020). Porém, há poucas iniciativas no país para o tratamento desta importante fração dos RSU, o que implica em sua disposição final em aterros sanitários, aterros controlados e lixões. A compostagem é uma técnica que pode ser empregada para o tratamento destes resíduos e apresenta diversas vantagens do ponto de vista ambiental e econômico.

De acordo com Sartori *et al.* (2016), o resultado do emprego deste método é um produto estabilizado biologicamente, rico em matéria orgânica mais humificada e nutrientes minerais, que ajuda a melhorar a qualidade dos solos e a produtividade das plantas, além de ser um potencial condicionador do solo (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008). A utilização de compostos orgânicos como substratos apresenta como vantagem o suprimento das necessidades de nutrientes dos solos e das plantas, tornando-as mais resistentes a doenças e pragas, além de ajudar em seu desenvolvimento (FERMINO, 2002; CARLILE, 1997).

Para serem utilizados como adubação orgânica, os compostos devem apresentar boas propriedades físicas, químicas e biológicas, e serem adequados às necessidades de cada cultura (BRITO; MOURAO, 2015). A fitotoxicidade é um importante critério para avaliar a conformidade do composto para fins agrícolas (TIQUIA *et al.*, 1996; BREWER; SULLIVAN, 2003 e COOPERBAND *et al.*, 2003). Estudos sobre impactos ambientais dos resíduos orgânicos têm sido direcionados para a presença de organismos patogênicos, metais pesados e nitratos (ANDRADE; MATTIAZZO, 2000 e VIEIRA; CARDOSO, 2003), o que aumenta a fitotoxicidade compostos obtidos.

Pesquisas demonstraram também que compostos ainda não maturados podem ser prejudiciais ao solo, devido à alta indução de atividade microbiana, reduzindo a

Realização



concentração de oxigênio no solo e bloqueando o nitrogênio disponível (KIEHL, 2008). Além disso, compostos não maturados podem retardar ou até mesmo inibir a germinação das sementes e o crescimento das plantas (CERRI *et al.*, 2008).

Para tanto, os testes de germinação são bioensaios acessíveis, amplamente usados para inferir sobre o nível de maturação e fitotoxicidade de materiais biodegradáveis e de compostos (WALTER *et al.*, 2009). O índice de comprimento da raiz, por exemplo, é expresso como a diferença percentual do comprimento da raiz de sementes germinadas de agriões no material testado em comparação com o comprimento médio da raiz de amostras de controle (RI%), que combinado com as medidas de taxa de germinação das sementes (GR%), resulta no índice de vitalidade de Munoo (MLV%), utilizado para determinar a fitotoxicidade de um composto orgânico. De acordo com índices recomendados pela California Compost Quality Council (CCQC, 2001), compostos que possuam valores para o índice de GR maiores ou iguais a 80% podem ser considerados como não fitotóxicos.

Diante do exposto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a fitotoxicidade de dois compostos orgânicos, sendo um produzido a partir da compostagem de casca de laranja e maravalha (CLV) e o outro a partir de resíduos gerados em um restaurante universitário (RU), a partir da germinação de Agrião (*Lepidium sativum*). Portanto, foram realizados ensaios e cálculos para determinação da taxa de germinação e comprimento médio da raiz do *Lepidium sativum*, o qual foi escolhido devido às suas vantagens em relação ao tempo de germinação e em termos de sensibilidade.

METODOLOGIA

Para este ensaio, foram utilizados dois compostos, CLV e RU, os quais foram obtidos de composteiras compostas, respectivamente, com uma proporção de 2:1 em volume de maravalha e casca de laranja, e outra, de podas de árvore e resíduos provenientes do restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina (UTFPR-LD).

Cabe ressaltar que ambos os processos de compostagem duraram 90 dias e que realizou-se a aferição das temperaturas diariamente, assim como os revolvimentos para a

Realização





aeração e o ajuste de umidade, determinado a partir do teste da mão preconizado por Nunes (2009).

Para a realização do ensaio, após os compostos serem coletados, estes foram secos em estufa a 60°C por 24 horas para remoção da umidade residual e, em seguida, peneirados com uma peneira de 4 mm.

Com os compostos peneirados, fez-se o preparo dos extratos. Para isso, as amostras dos dois compostos foram colocadas em erlenmeyers e adicionou-se uma solução nutritiva cuja composição é apresentada na Tabela 1. A extração ocorreu por 4 horas e, em seguida, fez-se a filtração com o uso de uma gaze, até se obter 75 mL de solução.

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

Nome	Compostos químicos	$\mu\text{mol L}^{-1}$	$\mu\text{g L}^{-1}$
Nitrato de amônio	NH_4NO_3	1,0	80
Nitrato de cálcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	4,0	944
Nitrato de potássio	KNO_3	6,5	657
Fosfato de mono-potássio	KH_2PO_4	1,5	204
Sulfato de magnésio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	1,25	308
Nitrato de magnésio	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	0,25	65
Ferro quelato	Fe-DTPA (7% Fe)	15	11,97
Sulfato de magnésio	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	8	1,35
Sulfato de zinco	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	4	1,15
Bórax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	6,26	2,39
Sulfato de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	0,75	0,19
Molibdato de sódio	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	0,5	0,12

Fonte: British Standards Institution (2011)

O ensaio de fitotoxicidade foi realizado de acordo com a metodologia estabelecida

Realização



na Norma Britânica EN 16086-2:2011 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2011). Utilizaram-se placas de Petri completas com perlita umedecidas com 25 mL do extrato obtido dos compostos. Acima da camada de perlita foi colocado um papel filtro de gramatura de 80g/m², porosidade de 3 micras e espessura de 0,016 mm, onde foram adicionadas 10 sementes de agrião (*Lepidium sativum*). Em seguida, as placas foram tampadas e vedadas com filme plástico e incubadas em BOD, na vertical, com ângulo entre 70° a 80°, conforme proposto pela Norma Técnica Britânica BS EN 16086-2:2011 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2011), como pode ser observado na Figura 1. A incubação das placas durou 72 horas a 24 °C.

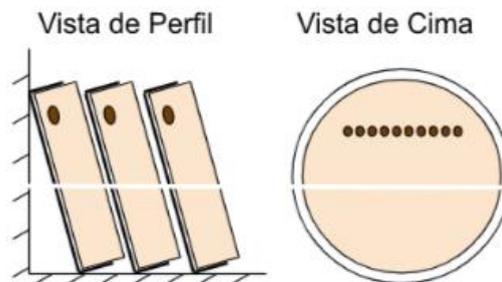


Figura 1. Disposição das placas de Petri na BOD

Fonte: Autoria própria (2023)

Foram montadas 9 placas de Petri, sendo 3 utilizando o composto proveniente do RU, 3 proveniente do CLV e 3 placas controle, que utilizava apenas a solução nutritiva, sem uso de compostos orgânicos.

Ao final do processo foram realizadas as fotografias das placas de Petri, utilizando-se de um suporte para padronizar a distância da câmera e das placas. Tais fotos foram processadas no software ImageJ para determinar a porcentagem de germinação e o desenvolvimento radicular a partir do comprimento das raízes (dado em mm).

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

$$RI (\%) = \frac{\frac{RL_{s1}}{RL_c} + \frac{RL_{s2}}{RL_c} + \frac{RL_{s3}}{RL_c}}{3} * 100 \text{ (Eq. 1)}$$

Onde:

Realização



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.

Os índices de vitalidade Munoo (MLV) foram calculados a partir da Equação 2.

$$MLV(\%) = \frac{(GR_{s1} * RL_{s1}) + (GR_{s2} * RL_{s2}) + (GR_{s3} * RL_{s3})}{3} * 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

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 %;

GR_c é a taxa média de germinação das amostras de controle, 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;

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se as imagens do ensaio obtidas após 72 horas na BOD, diferenciadas entre controle, CLV e RU. A partir das imagens é possível observar que a maior parte das sementes dos tratamentos controle e CLV germinaram e se desenvolveram, enquanto grande parte das sementes do tratamento RU não germinaram ou apresentaram menor desenvolvimento das raízes. Além disso, pode-se observar que as raízes do tratamento CLV apresentaram maior desenvolvimento quando comparadas ao tratamento controle, o que pode ser um indicativo de menor fitotoxicidade e maior disponibilização de nutrientes por parte do composto CLV.

Realização



Tabela 1. Fotografias das placas de Petri após 72 horas na BOD

TRATAMENTO	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3
CONTROLE			
CLV			
RU			

Além do aspecto visual, os parâmetros GR, RI e MLV foram obtidos a partir do tratamento das imagens no software ImageJ, cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. GR, RI e MLV dos compostos estudados obtidos no software ImageJ

	CONTROLE	CLV	RU
GR	83%	70%	40%
RI	100%	217%	73%
MLV	99%	183%	35%

Realização



De acordo com os índices recomendados pela California Compost Quality Council (CCQC, 2001), o índice de GR precisa ser de, no mínimo, 80% para ser considerado livre de fitotoxicidade. Portanto, nota-se, na Tabela 2, que ambos os compostos testados são classificados como fitotóxicos. Dessa maneira, pode-se atribuir, para ambos os casos a não maturação total do composto (KIEHL, 1998). Da mesma forma, Zucconi *et al.* (1981) afirmam que valores de GI inferiores a 50% indicam composto não maturado, e Bernal *et al.* (2009) indicam que compostos imaturos podem apresentar altos teores de amônia, ácidos orgânicos e compostos solúveis que podem limitar a germinação e o desenvolvimento das raízes.

A utilização do composto como adubo, após a maturação total do composto, não deve apresentar substâncias fitotóxicas nas mudas do agrião, garantindo sua qualidade e germinação. Segundo Kiehl (1998) um substrato pode ser considerado fitotóxico quando as plantas germinadas se apresentam mais fracas, como pode ser observado no composto do RU. Tal comportamento pode estar relacionado a um baixo teor de nutrientes, baixa estabilidade e maturidade do composto, além da baixa capacidade retenção de água, baixa CTC e um elevado pH, resultando na presença de substâncias tóxicas no composto (KIEHL, 1998). Egreja Filho (1996) ainda sugere que outros fatores como sólidos voláteis, alta umidade e relação C/N, podem influenciar negativamente no desempenho das plantas.

González-Fernández *et al.* (2015) também avaliaram o índice MLV (compara a taxa de germinação e o comprimento das raízes), em compostos orgânicos e obtiveram valor de MLV inferior a 80%, o que também indica que o composto apresenta ainda característica fitotóxica. Apesar de ainda não ser amplamente usado, o índice MLV indica não só a fitotoxicidade na germinação das sementes, mas também no desenvolvimento das raízes.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados pode-se concluir que ambos os compostos, CLV e RU, foram classificados como fitotóxicos baseado no parâmetro GR, enquanto se observado o índice MLV, somente o composto RU foi classificado como fitotóxico. Embora os compostos

Realização



testados tenham apresentado fitotoxicidade, a compostagem é uma alternativa importante para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos a fim de se realizar a ciclagem da matéria orgânica e o seu aproveitamento em diversos usos, como usos agrícolas e em hortas, sendo necessário um maior acompanhamento, tanto da fitotoxicidade quanto de outros parâmetros durante o processo de compostagem, de forma a garantir a redução ou completa eliminação da fitotoxicidade dos compostos, assegurando seu uso.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR Londrina pelo suporte ao desenvolvimento deste trabalho e ao CNPQ pela bolsa de iniciação científica concedida à segunda autora.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo, Dezembro, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>> Acesso em: 15/04/2023.

ANDRADE, C.A.; MATTIAZZO, M.E. **Nitratos e metais pesados no solo e nas árvores após aplicação de biossólido (lodo de esgoto) em plantações florestais de Eucalyptus grandis**. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, 58:59-72, 2000.

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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>>.

BREWER, L. J.; SULLIVAN, D. M.. Maturity and stability evaluation of composted yard trimmings. *Compost Science & Utilization*, 11(2):96–112, 2003.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. EN 16086-2. **Soil improvers and growing media. Determination of plant response Petri dish test using cress**. England, 2011.

BRITO, L. M.; MOURAO, I.. **Características dos substratos para Horticultura: Propriedades e características dos substratos** (Parte I / II). (2015).

CARLILE, W. R.. The requirements of growing media. *Peat in Horticulture 2*: 17-23, 1997.

CCQC. 2001. **Compost Maturity Index**. California Compost Quality Council, Nevada City, CA.

CERRI, C. E. P.; OLIVEIRA, E. C. A. de; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem**. São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de

Realização



Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba- SP, 2008. 19 p.

COOPERBAND, L. R.; STONE, A. G.; FRYDA, M.R.; RAVET, J. L.. Relating compost measures of stability and maturity to plant growth. **Compost Science and Utilization**, 11: 113–124, 2003.

DI CREDDO, E. **Lixo urbano: um desafio ambiental**. IHU On-Line, São Leopoldo, 05 abr. 2012. Disponível em: . Acesso em: 25 maio 2013.

EGREJA FILHO, F. B.. Relatório de Atividades de consultoria junto à Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte/CODEPRO Projetos: BRA/93-015. **Reestruturação do Laboratório de Análises**. Belo Horizonte, p. 93-105, 1996.

FERMINO, M. H.. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI AMC. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: **Instituto Agrônômico**, p.29-37. (Documentos IAC, 70), 2002.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J. J.; GALEA, Z.; ÁLVAREZ, J. M.; HORMAZA, J. I.; LÓPEZ, R. Evaluation of composition and performance of composts derived from guacamole production residues. **Journal of Environmental Management**, v. 147, pages 132-139, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.09.016>>.

KIEHL, E. J.. **Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. São Paulo, Piracicaba. 171p., 1998.

KIEHL, D. J. **Adubação orgânica: 500 perguntas & respostas**. Piracicaba: DEGASPARI, 2008.

NUNES, M. Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade. **Circular Técnica**, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B.. Compostagem.2008.19 f. Disciplina: Matéria Orgânica do Solo (LSO 897). **Escola Superior de Agricultura “Luiz De Queiroz”**, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008.

SARTORI, V. C. *et al.*. **Cartilha para Agricultores – Compostagem: produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos**. 2016. Universidade de Caxias Do Sul. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas. Instituto de Biotecnologia. Laboratório de Controle Biológico de Doenças de Plantas. Caxias do Sul, SC. 2016.

TIQUIA, S.M.; TAM, N.F.Y.; HODGKISS, I.J.. Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter. **Environmental Pollution**, v 93, 3, pages 249-256, 1996. Disponível em<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749196000528>>.

VIEIRA, R. F.; CARDOSO, A. A. Variações nos teores de nitrogênio mineral em solo suplementado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 38:867-874, 2003.

WALDMAN, M. **Lixo: cenários e desafios**. São Paulo: Cortez, 2010.

Realização





WALTER, I., MARTÍNEZ, F., CALA, V.. Heavy metal speciation and phytotoxic effects of three representative sewage sludges for agricultural uses. **Environmental Pollution**. 139, 507-514, 2009.

ZUCCONI, F.; PERA, A.; FORTE, M.; DE BERTOLDI, M. Evaluating toxicity of immature compost. **Biocycle**, v. 22, pages 54–57, 1981.

Realização

