

ALONGAMENTO RELATIVO COMO FATOR RESPOSTA PARA AVALIAÇÃO DE DIFERENTES BIOINDICADORES VEGETAIS FRETE À FITOTOXICIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS ORIUNDOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

MATHEUS FRANCISCO DA PAZ¹; LAUREN ANDRADE VIEIRA²; NICOLE FERNANDES³, WILLIAM TERRA NEVES⁴, LUCIARA BILHALVA CORRÊA⁵, ÉRICO KUNDE CORRÊA⁶

¹Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – Universidade Federal de Pelotas – matheusfdapaz@hotmail.com

²Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – Universidade Federal de Pelotas – vieira.lauren@yahoo.com.br

³Centro de Engenharias – Universidade Federal de Pelotas – nicolefernandes1995@gmail.com

⁴Centro de Engenharias – Universidade Federal de Pelotas – williamterraneves@yahoo.com.br

⁵Centro de Engenharias – Universidade Federal de Pelotas – luciarabc@gmail.com

⁶Centro de Engenharias – Universidade Federal de Pelotas – ericokundecorrea@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A compostagem é um processo biológico eficaz na remediação de resíduos de diversas fontes, a partir do qual obtém-se como produto final compostos estabilizados, prontos para a utilização no solo (STANLEY & TURNER, 2010). Para isso, é de fundamental importância que o processo de compostagem seja conduzido sob rígido controle, a fim de que os compostos produzidos não apresentem efeitos deletérios sobre as plantas, em função da presença de substâncias tóxicas, as quais podem reduzir ou até inibir o processo germinativo (HIMANEN et al., 2012; EL FELS et al., 2014) Por estas razões, recomenda-se a utilização de compostos maturados, que não apresentem substâncias fitotóxicas, de maneira a proporcionar benefícios para o desenvolvimento das plantas (OVIEDO-OCAÑA et al., 2015).

Neste sentido, a análise de fitotoxicidade é um dos métodos mais comumente utilizados para avaliar a maturação de compostos e seus efeitos diretos sobre as plantas. Baseia-se em testes utilizando diferentes tipos de sementes que, quando em contato com soluções diluídas de um determinado composto, podem apresentar inibição do mecanismo germinativo ou redução do tamanho da radícula, causados principalmente por injúria celular (TIQUIA & TAM, 1998).

Para este teste, um dos padrões que pode ser adotado é o de sementes das plantas indicadas pelo guia de testes ecológicos do EPA (United States Environmental Protection Agency), que estabelece as sementes de tomate, pepino, alface, soja, repolho, cenoura, aveia, azevém perene, milho e cebola como as mais indicadas para uma resposta efetiva da fitotoxicidade (EPA, 2016).

Apesar disso, inúmeros experimentos têm utilizado diferentes tipos de sementes para análise de fitotoxicidade, sem um padrão pré-estabelecido e sem conhecimento prévio de sua sensibilidade (HIMANEN et al., 2012; PARK et al., 2011), o que pode ter como consequência a expressão errônea de resultados, ao passo que uma semente mais resistente pode indicar a inexistência de efeitos deletérios reais presentes na amostra.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a sensibilidade do teste de alongamento relativo através da resposta biológica de 25 sementes vegetais expostas a um composto maturado e inmaturo.

2. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, 25 diferentes bioindicadores foram selecionados de acordo com o guia de testes ecológicos do EPA (EPA, 2016) e também a partir de artigos científicos relevantes na área. As sementes foram obtidas em comércio local, sendo elas: alface (*Lactuca sativa*), pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Solanum lycopersicum*), repolho (*Brassica oleracea*), cenoura (*Daucus carota*), cebola (*Allium cepa*), ervilha (*Pisum sativum*), couve-flor (*Brassica oleracea*), abobrinha (*Cucurbita pepo L.*), espinafre (*Spinacea oleracea*), soja (*Glycine max*), aveia (*Avena sativa*), milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), arroz (*Oryza Sativa L.*), trigo (*Triticum spp.*), azevém (*Lilium perenne*), sorgo (*Sorghum bicolor*), trevo vermelho (*Trifolium pratense L.*), Grama (*Agropyron repens L.*); rabo de gallo (*Dactylis glomerata L.*); violeta (*Violaceae viola L.*), begonia (*Begoniaceae begonia*), petúnia (*Solanaceae solanales*) e crisântemo (*Asteraeae asterales*).

A tolerância e a sensibilidade das sementes frente aos compostos orgânicos foram avaliadas através das análises alongamento de radícula (AL), realizada de acordo com a metodologia descrita por Zucconi et al. (1981) com modificações. Dez sementes de cada cultivar foram colocadas em triplicata em placas de Petri contendo papel filtro, sendo posteriormente adicionados 5 mL do extrato aquoso de cada composto sobre as placas. Três placas de Petri contendo 5 mL de água destilada foi utilizada como controle. Após incubação a 25°C por 48 horas, o comprimento das radículas foram calculados. O alongamento relativo de radícula (AL) foi calculados segundo a Equação 1.

$$AL(\%) = (\text{Somatório do alongamento das radículas no composto}/\text{Somatório do alongamento das radículas no branco}) \times 100$$

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado com três repetições, seguindo arranjo unifatorial, sendo o fator de tratamento a maturação ou não do composto. O parâmetro avaliado foi o alongamento relativo. Os valores atípicos (*Outliers*) foram identificados com a plotagem dos resíduos estudetizados externamente (*Rstudent*) versus valores preditos (variável Y) e retirado do banco de dados. Os dados obtidos tiveram sua normalidade analisada pelo teste de Shapiro-Wilk, a homocedasticidade das amostras pelo teste de Hartley e a independência dos resíduos por análise gráfica. As variáveis foram normalizadas e submetidas ao teste de variância pelo teste de Duncan ($p<0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as 25 sementes testadas, as sementes de azevém, espinafre, sorgo, violeta, aveia, petúnia, grama e begônia não obtiveram desenvolvimento em testes com água destilada em 48h de incubação, portanto, não apresentaram comportamento adequado para um teste fitotoxicológico com resposta célere em comparação a outras sementes estudadas. Outro fator que deve ser levado em consideração é a necessidade de condições específicas para quebra da dormência de algumas sementes (JUNG & KIM, 2011; KIMURA et al., 2015), considerado fator limitante em relação ao teste fitotoxicológico.

Os valores encontrados para alongamento relativo da radícula (AR) estão apresentados na Tabela 1. Os valores obtidos variaram entre 0,0% (abobrinha) e

182,5% (cenoura) no composto A (maturado) e entre 0,0% (tomate, cenoura e crisântemo) e 79,5% (trigo) no composto B (não maturado).

Tabela 1 – Percentual do alongamento relativo de radícula das 16 sementes testadas frente a dois compostos (A=maturado e B=não maturado).

Sementes	Alongamento relativo de radícula (%)	
	Tipo de composto	
	Maturado (A)	Não maturado (B)
Couve-flor	113,5 ^a ±34,7	29,0 ^b ±24,9
Pepino	85,8 ^a ±37,8	37,5 ^b ±17,44
Feijão	66,0 ^a ±39,6	66,5 ^a ±49,21
Cebola	33,3 ^a ±112,1	39,1 ^a ±108,6
Tomate	129,1 ^a ±78,4	0,0 ^b ±0,0
Ervilha	72,8 ^a ±44,5	14,1 ^b ±0,78
Rabo de galho	83,2 ^a ±35,7	0,0 ^b ±0,0
Milho	14,8 ^a ±41,0	52,2 ^a ±115,1
Cenoura	182,5 ^a ±506,1	0,0 ^a ±0,0
Soja	172,3 ^a ±48,8	56,4 ^b ±16,3
Alface	84,4 ^a ±56,84	1,0 ^b ±3,3
Repolho	167,4 ^a ±260,0	2,4 ^a ±42,9
Crisântemo	63,0 ^a ±169,6	0,0 ^a ±0,0
Arroz	115,6 ^a ±8,82	66,8 ^b ±35,5
Trigo	112,0 ^a ±40,4,6	79,5 ^a ±22,7
Abobrinha	0,0 ^a ±0,0	14,6 ^a ±23,1

*Letras diferentes nas mesmas linhas diferem entre si pelo teste de Duncan ($p<0,05$)

As sementes que obtiveram diferença significativa foram a couve-flor (113,5% e 29,0%), pepino (85,8% e 37,5%), tomate (129,1% e 0,0%), ervilha (72,8% e 14,1%), rabo-de-galo (83,2% e 0,0%), soja (172,3% e 14,1%), alface (84,4% e 1,0%) e arroz (115,6% e 66,8%) para os compostos A e B, respectivamente.

A inibição do alongamento da radícula é um indicador muito sensível, avaliando os efeitos tóxicos em plantas, e fornecendo informações complementares para os estudos de germinação (CAMPÀÑA et al., 2014).

Sementes de repolho estudadas atingiram uma porcentagem de alongamento de radícula de 167,4% para composto A e 2,4% para composto B. Zaha et al. (2013), em estudo realizado com sementes de repolho frente a três diferentes compostos orgânicos estabilizados, encontrou que a variação do comprimento da raiz foi significativa quando comparada ao controle, sendo o menor valor 50% e o mais alto 65%.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as sementes mais indicadas para o teste de fitotoxicidade para compostos considerando o alongamento da radícula são as sementes de couve-flor, pepino, tomate, ervilha, rabo-de-galo, soja, alface e arroz. Devido à importância científica e tecnológica do tema abordado, recomenda-se mais estudos na área utilizando outras variáveis bem como outros substratos, para completa elucidação do potencial bioindicador para fitotoxicidade de compostos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPAÑA, D. H.; ECHEVARRÍA, M. E. U.; AIRASCA, A. O.; COUCE, M. L. A. Physicochemical and phytotoxic characterization of residual sludge from the malting of barley. **Pollution Effects & Control**, 2014.
- EL FELS, L.; ZAMAMA, M.; EL ASLI, A.; HAFIDI, M. Assesment of biotransformation of organic matter during co-composting of sewage sludge-lignocelulosic waste by chemical, FTIR analyses, and phytotoxicity tests. **International Biodeterioration & Biodegradation**. v. 87, p. 128-137, 2014.
- EPA - Environmental Protection Agency of United States – Ecological Effects Test Guidelines OCSPP 850.4230: Early Seedling Growth Toxicity Test. Disponível em: <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100IRAB.PDF?Dockey=P100IRAB.PDF>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- HIMANEN, M.; PROCHAZKA, P.; HANNINEN, K.; OIKARI, A. Phytoxicity of low-weight carboxylic acids. **Chemosphere**, v. 88, p. 426-431, 2012.
- JUNG, H. H.; KIM, K. S. Flowering of Adonis amurensis by breaking using gibbellins and cytokinins. **Horticulture, Environment and Biotechnology**. v. 52, n. 3, p. 246-251, 2011.
- KIMURA, E.; FRANSEN, S. C.; COLLINS, H. P.; GUY, S. O.; JOHNSTON, W. J. Breaking seed dormancy of switchgrass (*Panicum virgatum* L.): A review. **Biomass and Bioenergy**, v. 80, p. 94-101, 2015.
- OVIEDO-OCAÑA, E.R.; TORRES-LOZADA, P.; MARMOLEJO-REBELLON, L.F.; HOYOS, L.V.; GONZALES, S.; BARRENA, R.; KOMILIS, D.; SANCHEZ, A. Stability and maturity of biowaste composts derived by small municipalities: Correlation among physical, chemical and biological índices. **Waste Management**. v. 44, p. 63-71, 2015.
- PARK, J. H.; CHOPPALA, G. K.; BOLAN, N. S.; CHUNG, J. W.; CHUASAVATHI. Biochar reduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals. **Plant Soil**, v. 348, p. 439-451, 2011.
- TIQUIA, S. M. TAM, N. F. Y. Elimination of phytotoxicity during co-composting of spent pig-nature sawdust litter and sludge. **Biosource Technology**. v. 65, p. 43-49, 1998.
- STANLEY, A.; TURNER, G. Composting. **Teaching Science**. v. 56, n. 2, 2010.
- ZAHA, C., DUMITRESCU, L. MANCIULEA, I. Correlations between composting conditions and characteristics of compost as biofertilizer. Bulletin of the Transilvania University of Brașov. Series I: **Engineering Sciences** V. 6 (55) n.1. 2013.