

FITOTOXICIDADE DE SOLO AGRÍCOLA COM HISTÓRICO DE USO DE AGROTÓXICOS ATRAVÉS DOS TESTES DE GERMINAÇÃO EM SEMENTES E TOLERÂNCIA EM PLANTA

LUCAS LOURENÇO CASTIGLIONI GUIDONI¹; JOSÉ LUÍS MARIA²; PAMELA LAIS CABRAL³; GABRIEL AFONSO MARTINS⁴; LUCIARA BILHALVA CORRÊA⁵; ÉRICO KUNDE CORRÊA⁶

¹ Universidade Federal de Pelotas – lucaslcg@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – jose.maría@ibama.gov.br

³ Universidade Federal de Pelotas – pamela_lais@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – gabrimartins1@hotmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas – luciarabc@gmail.com

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

1. INTRODUÇÃO

O território brasileiro possui imensa área agricultável e boa distribuição de pluviosidade ao longo do ano, que favorecem o extensivo cultivo de soja, milho, cana, arroz, além de outras culturas, e assim coloca o país como grande produtor de alimentos no cenário mundial (MARTINELLI et al. 2010).

Por outro lado, o emprego de grandes áreas para um único cultivo pode levar ao desequilíbrio ecológico entre espécies, tendo como consequência a proliferação de organismos que trazem prejuízos para produção (CARSON, 2010). Como descrito no celebre livro Primavera Silenciosa, para combater essas “pragas” foi introduzido o uso de inseticidas e herbicidas sintéticos, que por sua vez, trouxeram consequências deletérias no solo, águas superficiais, mares e toxicidade sistêmica na microbiota, peixes, pássaros, etc. Além disso, os riscos se estendem a saúde humana, principalmente os trabalhadores e as populações localizadas na área de influência direta.

Essas substâncias (aldrin, clordano, eldrin, dieldrin, heptaclor, hexaclorobenzeno, toxafeno, DDT, etc) são classificados como poluentes orgânicos persistentes (POP's), tendo como característica a estabilidade química e propriedade lipofílica, o que os tornam sujeitos à diferentes mecanismos de dispersão, longa permanência e bioacumulação (SPIRO; STIGLIANI, 2009).

No estudo de ambientes contaminados por essas substâncias é comum a aplicação de testes com bioindicadores, expostos a doses e períodos controlados com a intenção de avaliar efeitos tóxicos agudos e crônicos, incluindo mudanças bioquímicas, fisiológicas, reprodutivas ou comportamentais (OGA et al., 2008).

O objetivo desse trabalho foi investigar a toxicidade de solo de duas áreas com histórico de pulverização de agrotóxicos, utilizando espécies vegetais em testes de germinação em extrato aquoso e de semeadura direta em solo.

2. METODOLOGIA

As amostras foram coletadas em lotes rurais de cultivo de arroz e soja do Rio Grande do Sul. O solo da região é do tipo Planossolo Háplico Eutrófico, de textura argilosa ou muito argilosa (IBGE, 2007). Foram coletados solo em terreno alagadiço (Área 1) e região de coxilhas (Área 2), onde é comum o uso de agrotóxicos. Como amostra controle, foi coletado solo não antropizado em área vizinha, coberto por campo nativo (Área 3). Em cada área foram coletadas 03 amostras simples na profundidade de 15-20 cm, com equidistância de 500 m. O

total de 09 amostras foram acondicionadas e preservadas até sua análises em triplicata.

Para caracterização das áreas foram determinados Fósforo Total (espectrofotometria em UV-Visível - 660 nm), Nitrogênio Total Kjeldahl, pH, Condutividade Elétrica e Matéria Orgânica, (TESDESCO, 1995).

A germinação em sementes de alface (*Lactuca sativa*), pepino (*Cucumis sativus*) e rabo de galho (*Celosia argentea*), foi realizado com extrato aquoso das amostras (1:10; m/v; 1h de agitação; filtração), aplicados em placas de petri com 10 sementes, e incubados por 48 h, à 25 °C no escuro (MENDES et al, 2016). O procedimento foi repetido apenas com água destilada (branco). O índice de germinação (IG) foi calculado pelo número das sementes germinadas (NS) e alongamento médio das radículas (AL) relativo as amostras (E) e a água destilada (B), conforme equação 1:

$$IG (\%) = \left(\frac{NSE \times NS_E}{AL_B \times AL_B} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Para o bioensadio direto em solo, foi realizado o teste de tolerância em planta (FCQAO, 1994) com rabanete (*Raphanus sativus*). Vasos com 300 mL foram preenchidos com 25 ou 50% das amostras das áreas testadas e completados com substrato padrão. O substrato padrão é composto de uma mistura de turfa comercial (pH = 5,5-6,5; condutividade 0,2-0,5 ms/cm) vermiculita. Foram semeadas oito sementes por vaso e regado com 60 mL de água da torneira (abastecimento público). O mesmo procedimento foi realizado contendo apenas o substrato padrão. A rega foi repetida a cada 2 dias com 30 mL de água destilada. Os vasos foram mantidos na estufa por 14 dias, a uma temperatura de 18°C, com fotoperíodo de 12 horas e intensidade de 2000 lux, sendo no final registrado o número de folhas (F), altura da parte aérea (H) e massa fresca (MF). O rendimento foi expressado pela massa fresca (MFR) e pelo índice de crescimento (ICR) para as concentrações de 25 e 50% relativo aos resultados com substrato padrão (SP), conforme as Equações 2 e 3:

$$MFR_{25 \text{ ou } 50} (\%) = \left(\frac{MF_{25 \text{ ou } 50}}{MF_{SP}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

$$ICR_{25 \text{ ou } 50} (\%) = \left(\frac{F_{25 \text{ ou } 50} \times H_{25 \text{ ou } 50}}{F_{SP} \times H_{SP}} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

Os dados tiveram sua normalidade testada pelo teste de Shapiro-Wilk e análise gráfica. Atendendo a esses pressupostos, foi dado seguimento a análise de Variância unifatorial (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey, ambos com 95% de confiança.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos parâmetros físico química e índice de germinação foram apresentados na Tabela 1. Na caracterização, houve diferença significativa entre as áreas agrícolas e área não antropizada para Fósforo Total e pH ($p < 0.05$), podendo ser atribuído à práticas de cultivo, que utilizando fertilizantes ricos em fósforo e corretivos de acidez.

A diferença nesses parâmetros também podem ser o motivo de índices de germinação de Alface e Rabo de Galo superiores para Área 1 ($p < 0.05$). A ausência de fitotoxicidade identificada pode ser atribuído à forte capacidade que os POP's possuem de se adsorver as partículas sólidas (OGA, 2008), tendo menor influência no teste de germinação que é realizado com extrato aquoso, onde estão presentes apenas os sólidos dissolvidos da amostra.

Tabela 1 – Caracterização físico-química e índices de germinação do estudo.

Parâmetro	Area 1	Area 2	Area 3	CV (%)
Caracterização físico-química				
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	22,78 ^{ns}	20,93	15,16	35,57
Fósforo Total (%)	0,83 ^A	0,73 ^A	0,18 ^B	20,23
Matéria orgânica (%)	6,38 ^{ns}	6,95	7,31	22,85
Nitrogênio total kjeldahl (%)	0,24 ^{ns}	0,19	0,22	43,18
pH	7,08 ^A	7,28 ^A	6,36 ^B	5,01
Índices de germinação (IG)				
IG Alface (%)	156,02 ^A	67,44 ^B	86,57 ^B	44,97
IG Pepino (%)	82,93 ^{ns}	73,34	68,97	88,03
IG Rabo de Galo (%)	134,03 ^A	133,41 ^A	87,45 ^B	22,92

Área 1 e 2 = solo com histórico de uso de agrotóxicos; Área 3 = solo de área próxima não antropizada; CV = Coeficiente de variação; A,B - Médias acompanhadas por letras diferentes nas colunas apresentam diferença significativa (teste de Tukey, $p < 0,05$). ns = não apresenta diferença significativa pela ANOVA.

Conforme Figura 1, não foi detectado diferença para as médias de MFR e ICR do rabanete nas concentrações de 25 e 50% ($p > 0,05$). Entretanto, valores máximos foram observados na menor concentração. Nesse caso, pode-se inferir que, a maior presença de substâncias tóxicas, e a menor quantidade de matéria orgânica das Áreas 1 e 2 em relação à Área 3 (aprox. 1 %), pode ter aumentado a hidrossolubilidade de substâncias que diminuíram o desenvolvimento vegetal. No estudo conduzido por GOMES et al. (2017), utilizando diferentes solos com glifosato e testes diretos com soja, foi atribuído ao tempo de exposição, concentração e teor de matéria orgânica como fatores determinantes no aumento da fitotoxicidade.

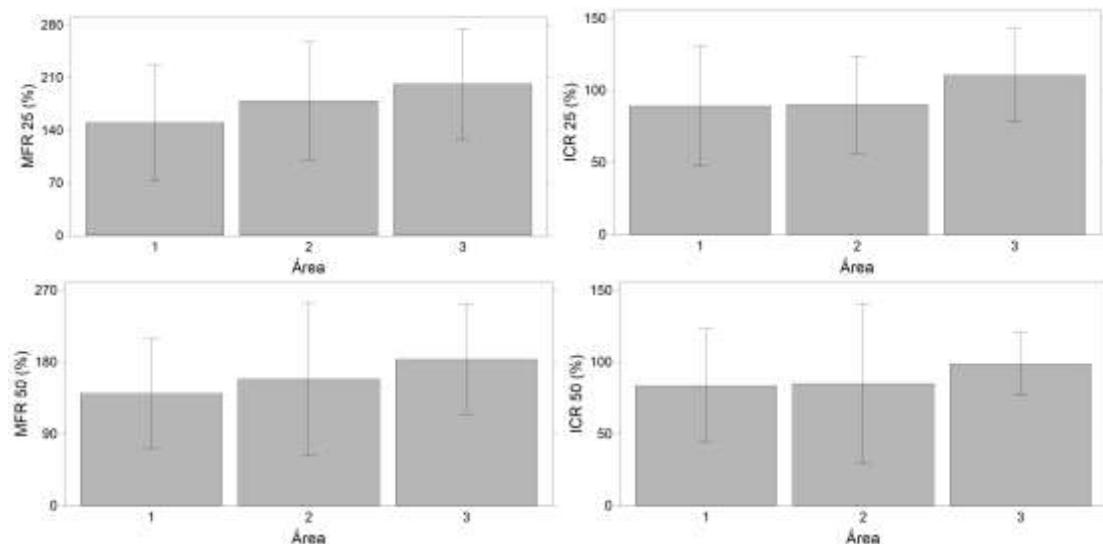


Figura 1 – Massa fresca relativa (MFR) e Índice de crescimento (IC) para Rabanete em ensaios com concentração de 25% e 50% das amostras.

Além disso, pode-se observar que o perfil dos resultados para teste de tolerância em planta direta em solo se inverteu em relação aos testes de germinação de sementes com extrato aquoso, apresentando valores superiores na Área 3. É provável que isso tenha ocorrido devido ao maior tempo de exposição e também devido às características do estágio germinação, onde embrião está isolado do ambiente e muitos químicos não são absorvidos pela semente, que fornece todos os nutrientes necessários para o embrião (BARRAL; PARADELO, 2011).

4. CONCLUSÕES

O teste de tolerância em planta direto em solo se mostrou mais sensível as substâncias tóxicas presentes nas amostras com histórico de pulverização de agrotóxico do que os testes de germinação com sementes no extrato aquoso.

Não foram identificados sinais conclusivos de fitotoxicidade, porém isso não excluiu o potencial e o risco ambiental causado por agroquímicos. Em trabalhos futuros recomenda-se organismos de outros reinos para avaliar a toxicidade no solo, através do uso de bactérias ou anelídeo *Eisenia fetida*, e toxicidade do extrato aquoso com o crustáceo *Daphnia magna*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRAL, M. T.; PARADELO, R. **A review on the use of phytotoxicity as a compost quality indicator.** Dynamic soil, dynamic plant, v. 5, n.2, p.36-44, 2011.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa.** São Paulo: Gaia, 2010. 1ed.
- FCQAO - Federal Compost Quality Assurance Organization. **Methods Book for the Analysis of Compost.** Alemanha: Bundesgütegemeinschaft Kompost, 2002. 3ed.
- GOMES, S. A.; ARANTES, S. A. C. M.; ANDRADRE, A. A.; ARANTES, K. R.; VIANA, D. N.; PEREIRA JUNIOR, C. C. **Residual effect of mixture of glyphosate and 2,4-D in winter maize in different soil textures.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.21, n.5, p.317-321, 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia.** Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 2ed.
- MARTINELLI, L. A.; NAYLOR, R.; VITOUSEL, P. M.; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5-6, p. 431-438, 2010.
- MENDES, P.M.; BECKER, R.; CORRÊA, L.B.; BIANCHI, I.; DAI PRÁ, M.A.; LUCIA, J.R.T.; CORRÊA, E.K. **Phytotoxicity as na indicator of stability of broiler production residues.** Journal of Environmental Management, v. 167, p 156-159, 2016.
- OGA, S.; CAMARGO, M. M. A.; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de Toxicologia.** São Paulo: Atheneu Editora, 2008. 3ed.
- SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química ambiental.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 2ed.
- TEDESCO, J.M.; GIANELLO, C.; BOHNEM, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Departamento de solos – Faculdade de Agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 2ed.