
RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NO SOLO SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE ALFACE (*Lactuca sativa*) E RABANETE (*Raphanus sativus*)

SOUSA, Danilo Teixeira de¹
NOCITI, Letícia Ane Suzuki²
SILVA E CASTRO, Leonardo Humberto³

Recebido em: 2014.04.19

Aprovado em: 2014.10.14

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1092

RESUMO: O objetivo foi avaliar a presença de resíduo de agrotóxicos em solo onde anteriormente cultivou-se a cultura do milho através da avaliação da germinação, desenvolvimento e peso das plantas teste. O experimento foi desenvolvido no laboratório da Faculdade Dr. Francisco Maeda "FAFRAM". Coletaram-se os solos em uma camada de cinco centímetros de profundidade em três áreas de cultivo. Os tratamentos foram as duas áreas e a testemunha foi areia lavada, totalizando três tratamentos. Colocou-se 300g de solo por recipiente, sendo oito replicas para cada tratamento. As culturas semeadas como plantas testes foram o alface e o rabanete, sendo 10 sementes por recipiente plástico em uma profundidade de um centímetro. Os ensaios foram conduzidos em sala climatizada com temperatura entre 27±2°C, umidade relativa do ar em 70% e iluminação de aproximadamente 1000 lux. Para a avaliação das plantas testes, foram consideradas as seguintes características: germinação (%), comprimento do sistema radicular – SR (cm), comprimento da parte aérea da planta – PA (cm), altura total (cm), peso úmido (g) e peso seco (g). As plantas foram avaliadas com 21 dias após a semeadura. Concluiu-se que o solo da fazenda Solapão tem grande possibilidade de ter resíduo de agrotóxicos, pois interferiu negativamente no desenvolvimento das plantas teste.

Palavras-chaves: Herbicidas. Resíduo. OECD

PESTICIDES WASTE IN SOIL OVER GERMINATION AND GROWTH OF LETTUCE (LACTUCA SATIVA) AND RADISH (RAPHANUS SATIVUS)

SUMMARY: The objective was to evaluate the presence of pesticide residues in soil where it was previously cultivated maize by evaluating the germination, development and weight test of the plants. The experiment was conducted at Faculdade Dr. Francisco Maeda "FAFRAM" lab . It was collected soil in a layer two inches deep in three growing areas. The treatments were two areas and the witness was washed sand, with three treatments. Placed in 300g of soil per container, eight replicates for each treatment. Crops sown as test plants were lettuce and radish, with 10 seeds per plastic container at a depth of one centimeter. The tests were conducted in a climatic chamber with temperature of 27 ± 2 ° C, relative humidity of 70 % and illumination of approximately 1000 lux. For the evaluation of plant tests, It was considered the following: germination (%), length of the root system - SR (cm), length of the aerial part of the plant - PA (cm), total height (cm), wet weight (g) and dry weight (g). Plants were evaluated 21 days after sowing. It was concluded that the soil of the Salopao farm is most likely to have pesticide residue , therefore negatively affect plant growth test.

Keywords: Herbicides. Residue. OECD

INTRODUÇÃO

O uso intensivo de pesticidas no Brasil iniciou-se com a revolução verde, nos anos 60. Atualmente, existem no mercado cerca de 1500 diferentes ingredientes ativos com ação química e utilizados na produção de diversas formulações aplicadas na agricultura (PINHEIRO; MORAES; SILVA, 2011). A cultura do milho (*Zea mays L.*) foi a quarta maior consumidora de agrotóxicos em 2011, sendo

¹ Engenheiro Agrônomo. FE/FAFRAM

² Professora Doutora na Faculdade Doutor Francisco Maeda

³ Engenheiro Agrônomo; Pós graduando em MBA em Gestão Estratégica de Negócios; Mestrando em Agronomia (Fitotecnia - Produção e Melhoramento da Soja) - Universidade Federal de Uberlândia.

superada pelas culturas da soja, algodão e cana-de-açúcar (TSUNECHIRO; FERREIRA; MIURA, 2012). Os defensivos agrícolas exercem papel preventivo à ação de pragas e doenças que atacam os cultivos e causando inúmeros prejuízos à cadeia produtiva. Contudo, os mesmos deixam resíduo onde foram empregados (FERMAM; ANTUNES, 2009).

A formação de resíduo pode ter como consequências a diminuição da degradação do pesticida, a perda da sua atividade biológica e da sua identidade química, a alteração da sua absorção por plantas, e a alteração do escoamento superficial e da lixiviação desses produtos (NAKAGAWA; ANDREA, 2000). Assim, podem permanecer ativos no solo por longo período e podem afetar o desenvolvimento das culturas subsequentes. A presença desses além do período útil é indesejável por provocar injúrias às culturas em rotação/sucessão, afetar o desenvolvimento de microrganismos do solo e contaminar o lençol freático (BRIGHENTI *et al.*, 2002).

No solo os agrotóxicos podem ser adsorvidos por colóides minerais ou orgânicos, lixiviados, degradados por processos físicos, químicos, biológicos, ou ainda serem absorvidos pelas raízes das plantas. A duração do efeito de um agrotóxico e sua permanência no ambiente estabelece a persistência desse composto, sendo esta dependente de sua fórmula química e das condições ambientais sob as quais se encontra como temperatura, tipo de solo, teor de matéria orgânica e atividade microbiana (MILANEZ *et al.*, 2002). A persistência dos pesticidas no solo é o somatório de todas essas reações, que exercem influência sobre o mesmo (BOWMAN, 1989). Dependendo das condições edafoclimáticas e das características químicas de suas moléculas, estes poderão permanecer ativos no solo por longo período e, assim, podem afetar o desenvolvimento de culturas subsequentes, provocando injúrias às mesmas; contaminar o lençol freático e comprometer o desenvolvimento dos microrganismos do solo (BRIGHENTI *et al.*, 2002).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma olerícola altamente utilizada na dieta da população, por apresentar sabor e quantidade nutritiva e por ser facilmente encontrada no mercado (MARQUES *et al.*, 2003). Esta hortaliça tem grande importância econômica e social, pelo fato de ser tradicionalmente cultivada por pequenos produtores, e, assim, contribuindo para a fixação do homem no campo (VILLAS BOAS *et al.*, 2004). O rabanete (*Raphanus sativus*) é uma hortaliça anual, herbácea, cuja parte comestível é a raiz, podendo também ser utilizado o pecíolo (IAC, 1998). Seus tubérculos são altamente consumidos na cozinha asiática e, no Brasil, seu consumo ainda é baixo pela ausência de conhecimento de suas qualidades, como sua fonte de vitamina C, fósforo e fibras (EMBRAPA, 2012).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar resíduos de agrotóxicos no solo onde foi cultivado milho, através da germinação, do desenvolvimento e do peso das plantas testes alface e rabanete.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento conduzido no Laboratório de Análises da Faculdade Dr. Francisco Maeda, no município de Ituverava – São Paulo, entre os dias 17 de maio de 2013 e sete de junho de 2013.

Os ensaios foram realizados de acordo com a recomendação da OECD (1984) e foram conduzidos em sala climatizada com temperatura entre $27\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar em 70% e iluminação de aproximadamente 1000 lux.

Os solos foram coletados no dia 11 de maio de 2013 em duas áreas de diferentes solos onde foram cultivados milho, em uma camada de cinco centímetros de profundidade, sendo elas: Fazenda Solapão – Ituverava – SP e Fazenda Tabuleiro – Buritizal - SP. Os solos sofreram perda de umidade, permanecendo por cinco dias em estufa sob temperatura ambiente para peneirar e eliminar as impurezas físicas.

Posteriormente as amostras foram submetidas às análises química e física (Tabela 1).

Tabela 1. Análises químicas e físicas dos solos onde foram coletados para o experimento

Propriedade	g/dm ³		Mg/dm ³	Mmolc/dm ³			%	Física
	Ph	M.O	P	K	Ca	Mg	V	Textura
Faz. Solapão	5,1	28	42	4,5	30	7	55	Argila
Faz. Tabuleiro	5,4	31	43	7,5	66	19	75	Argila

A presença de resíduo foi testada nos dois solos coletados e a testemunha foi feito em areia lavada, totalizando três tratamentos com oito repetições cada. Em cada repetição foram colocados 300 g de solo e logo em seguida foi realizada a semeadura de 10 sementes por repetição a um cm de profundidade das plantas testes alface e rabanete.

Foi avaliado se houve presença de resíduos de agrotóxicos nas plantas testes através da germinação; comprimento da raiz, comprimento da parte aérea da planta, comprimento total da planta, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros; peso da biomassa úmida e seca (g), aferidos em balança de precisão.

Para a avaliação do peso da biomassa seca foi necessário fazer a secagem das plantas em uma estufa, onde permaneceram por 48 horas numa temperatura de aproximadamente 37°C.

Foram coletados com os proprietários de cada área os produtos utilizados para o cultivo do milho na safra 2012/13 (Tabela 2).

Tabela 2. Agrotóxicos e variedades utilizados na safra 2012/2013 nas áreas onde foram coletados os solos para o experimento

Propriedade	Variedade	Agrotóxicos (i.a)	Doses por ha	Data
Faz. Solapão	Impacto TL	Atrazina +Mesotriona	5,0 kg + 300 g	05/02/2013
		Azoxistrobina+Ciproconazol	0,4 L	11/03/2013
Faz. Tabuleiro	2B707 HX	2,4 D + Glifosato	0,4 L + 4,0 L	30/10/2012

As médias dos dados coletados foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade através do programa estatístico ASSISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a análise de variância os dados relacionados ao desenvolvimento do alface submetido a diferentes tipos de solos.

Tabela 3. Análise de variância da germinação, comprimento do sistema radicular (S.R), comprimento da parte aérea (P.A), comprimento total e peso da biomassa úmida e seca do alface sobre diferentes tipos de solos. Ituverava-SP, 2013

Tratamentos	Germinação (%)	Comprimento (cm)			Peso (g)	
		S.R	P.A	Total	Úmido	Seco
Faz. Solapão	91,25 a	1,74 b	6,76 b	8,50 b	0,940 a	0,160 a
Faz. Tabuleiro	91,25 a	2,11 ab	8,51 a	10,62 a	1,093 a	0,162 a
Testemunha	95,00 a	2,30 a	8,79 a	11,09 a	1,184 a	0,185 a
Média final	92,69	2,06	8,08	10,15	1,08	0,170
C.V %	7,20	20,96	11,94	11,73	27,96	16,34

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estaticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

Não houve diferença significativa entre os tratamentos, para os parâmetros germinação e peso (úmido e seco), mesmo assim observa-se que a fazenda Solapão teve um resultado inferior em comparação aos outros tratamentos. Já no comprimento (S.R, P.A e Total) houve diferença significativa, obtendo um resultado de desenvolvimento menor da planta no solo da fazenda Solapão ao da testemunha. Em ensaio conduzido por D'Antonino et al. (2009), utilizando amostras de solo em que foi aplicado o princípio ativo picloram em diferentes doses e em intervalos de 60 e 120 dias após a aplicação do produto, o mesmo comprometeu o desenvolvimento de plantas de café. Sendo seu efeito confirmado ao verificar o declínio dos dados dos caracteres avaliados ao aumentar a dose do herbicida.

Na Tabela 4 são apresentados os dados relacionados à análise de variância do desenvolvimento do rabanete submetido a diferentes tipos de solos.

Tabela 4. Avaliação da germinação, comprimento do sistema radicular (S.R), comprimento da parte aérea (P.A), comprimento total e peso da biomassa úmida e seca do rabanete sobre diferentes tipos de solos.

Tratamentos	Germinação (%)	Comprimento (cm)			Peso (g)	
		S.R	P.A	Total	Úmido	Seco
Faz. Solapão	10,00 a	2,04 a	5,34 a	7,37 a	0,396 b	0,087 b
Faz. Tabuleiro	11,25 a	2,09 a	5,44 a	7,52 a	0,481 a	0,114 a
Testemunha	12,00 a	2,11 a	5,53 a	7,64 a	0,487 a	0,119 a
Média final	11,15	2,08	5,44	7,52	0,457	0,107
C.V %	29,41	12,18	9,45	7,00	8,71	17,35

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estaticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

A germinação do rabanete foi baixa, tanto para testemunha quanto para os solos das propriedades. Provavelmente as sementes eram de baixa qualidade, mesmo assim foi possível fazer as análises de desenvolvimento das plantas. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a germinação e comprimento (S.R, P.A e Total). No parâmetro peso, úmido e seco, houve diferença significativa entre o solo da Fazenda Solapão para os demais tratamentos, obtendo menor peso da planta (Tabela 4).

Na fazenda Tabuleiro não houve diferença significativa nos parâmetros avaliados para o alface e o rabanete em relação à testemunha (Tabelas 3 e 4). Os herbicidas Glifosato e 2,4 D foram aplicados nessas áreas para dessecação, aproximadamente 190 dias após a aplicação (DAA) até as análises. Esse resultado pode ser justificado pelo fato do glifosato persistir no solo por oito dias para a amostra de solo com histórico de aplicação e de nove dias para a amostra de solo sem histórico de aplicação (ARAÚJO et al., 2003). A atividade residual do 2,4 D, em condições de clima tropical e boa distribuição de chuvas

em solo argiloso não excedem a quatro semanas (SILVA *et al.*, 2006).

Os herbicidas quando aplicados repetidamente no solo por vários anos podem ter sua taxa de degradação aumentada em relação aos solos sem a aplicação do produto, pois os microrganismos presentes podem estar mais adaptados à presença do composto e apresentar enzimas específicas para metabolizá-lo (ROBERTSON; ALEXANDER, 1994).

D' Antonino *et al.* (2009) avaliou a persistência dos herbicidas auxínicos e constatou que o 2,4 D tem uma baixa persistência no solo, não observando efeito sobre plantas de café em amostras de solos tratadas há 42 dias.

Na fazenda Solapão que houve diferença significativa em alguns parâmetros (Tabelas 3 e 4) não foi aplicado herbicida para dessecação, sendo o controle das plantas daninhas feito de maneira convencional (gradagens), mas foram aplicados herbicidas pós-emergentes, atrazina e mesotrione aproximadamente 120 dias da aplicação até as análises. E foram aplicados também fungicidas preventivos, azoxistrobina e ciproconazol, sendo 90 DAA aproximadamente. Essa diferença significativa do solo da fazenda Solapão para os outros tratamentos pode ser justificada pelo efeito residual dos agrotóxicos, uma vez que o mesotrione numa dosagem de 288 g/ha persiste no solo por 132 DAA, a atrazina numa dosagem de 2000 g/ha persistiu por 56 DAA (BLANCO *et al.*, 2010). De acordo com Bottrel (2012) os fungicidas azoxistrobina e ciproconazol não se bioacumulam no solo e sua persistência neste é de mais ou menos de 10 dias após a aplicação, sendo considerados não persistentes no solo.

Em outro trabalho realizado por Blanco (2010), em que foi avaliada a persistência do herbicida mesotrione, determinou o fim da persistência do herbicida em 177 DAT, para a dose de 384 g/ha, usando a beterraba (*Beta vulgaris*) como planta teste.

Brighenti *et al.* (2002) avaliou a persistência de atrazina (3,0 e 6,0 Kg ha) aplicada na cultura do milho sobre girassol semeado em sucessão e verificaram que a produtividade da cultura do girassol sofreu reduções significativas em função dos resíduos desse herbicida na semeadura, realizada aos 60 DAA. No entanto, a partir dos 90 DAA, o herbicida não mais afetou essa característica.

A determinação do período em que há cessação dos efeitos fitotóxicos sobre plantas teste é muito importante para a definição da persistência dos herbicidas, pois, além de qualificar a ação fitotóxica dos mesmos, indica uma época segura para o plantio de novas culturas em sucessão àquela que originalmente foi aplicado o herbicida (BLANCO, 2010)

CONCLUSÃO

Conclui-se que das amostras de solo avaliadas, provavelmente apenas o coletado da Fazenda Solapão havia presença de resíduo do herbicida mesotrione, influenciando negativamente o desenvolvimento das plantas testes.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.S.F. et al. Biodegradação de glifosato em dois solos brasileiros. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 13, 2003.

BLANCO, F.M.G. et al. Persistência dos herbicidas tembotrione, mesotrione e atrazina aplicados na cultura do milho. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2010. **Anais...** Ribeirão Preto. 2010.

BLANCO, F.M.G. Persistência no solo, em condições de campo, dos herbicidas Tembotrione e Mesotrione aplicados na cultura do milho. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010. **Anais...** Goiânia. 2010.

BOTTREL, S.E.C.; Avaliação da remoção da etilenotiouréia (ETU) e 1,2,4-triazol através de processos oxidativos avançados e adsorção. **Dissertação** (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Belo Horizonte, MG: UFMG, 2012. 111p.

BOWMAN, B.T. Mobility and persistence of the herbicides atrazine, metolachlor and terbuthylazine in plainfield sand determined using field lysimeters. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.8, n. 6, p.485-491, 1989.

BRIGHENTI, A.M. et al. Persistência e fitotoxicidade do herbicida atrazine aplicado na cultura do milho sobre a cultura do girassol em sucessão. **Planta daninha**, Viçosa, v.20, n.2, p.291-297, 2002.

D'ANTONINO, L. et al. Efeitos de culturas na persistência de herbicidas auxínicos no solo. **Planta daninha**, Viçosa, v.27, n.2, p.371-378, 2009.

EMBRAPA. **Rabanete**. 2012. Disponível em: <
<http://www.cnpq.embrapa.br/hortalicasnaweb/rabanete.html>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

FERMAN, R.K.S.; ANTUNES, A.M.S. Uso de defensivos agrícolas, limites máximos de resíduos e impacto no comércio internacional: estudo de caso. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v.7, n.2, p.197-214, 2009.

IAC - INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6.ed. Campinas: IAC, 1998. 396p.

MARQUES, P. A. A. et al. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, 2003.

MILANEZ, et.al. **Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura**. São Paulo: Ícone, 2002. 102p.

NAKAGAWA, L.E.; ANDRÉA, M.M. Degradação e formação de resíduos não-extraíveis ou ligados do herbicida atrazina em solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1509-1515, 2000.

PINHEIRO, A.; MORAES, J.C.S.; SILVA, M.R. Pesticidas no perfil de solos em áreas de plantação de cebolas em Ituporanga, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campo Grande, v.15, n.15, 2011.

ROBERTSON, B. K; ALEXANDER, M. Growth-linked and cometabolic biodegradation: Possible reason for occurrence or absence of accelerated pesticide biodegradation. **Pest Management Science**, v.41, n.4, p.311-318, 1994.

SILVA, L. L. et al. Seleção de espécies sensíveis aos herbicidas triclopyr e 2,4-D + picloram. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: 2006. p. 229.

TSUNECHIRO, A.; FERREIRA, T. P. R. R. C.; MIURA, M. Gastos com Inseticidas, Fungicidas e herbicidas na cultura do milho, Brasil, 2008-2011. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012. **Anais...** Águas de Lindóia: IEA, 2012.

VILLAS BOAS, R.L. et al. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 28-34, 2004.