

Toxicidade de dimetoato e mancozeb a *Brassica rapa* L.

Toxicity of dimethoate and mancozeb to *Brassica rapa* L.

Acácio Salamandane¹

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade do inseticida organofosforado dimetoato e do fungicida mancozeb na cultura de *Brassica rapa* L. Os testes de fitotoxicidade foram efetuados no laboratório do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro (Portugal). Os resultados indicam que tanto o dimetoato como o mancozeb causam fitotoxicidade nessa cultura quando utilizados em doses muito elevadas. Entre os dois defensivos agrícola, o dimetoato evidenciou maior toxicidade a essa cultura.

Palavras-chave: toxicidade; defensivos agrícolas; dimetoato; mancozeb; *Brassica rapa* L.

Abstract

The purpose of this work was to evaluate the phytotoxicity of the insecticide dimethoate and the fungicide mancozeb in the crop of *Brassica rapa* L. The phytotoxicity tests were carried out in the laboratory of the Department of Biology at the University of Aveiro (Portugal). The results showed that both dimethoate and mancozeb cause phytotoxicity in the crop when used at very high doses. Between the two pesticides, dimethoate caused greater toxicity to the analyzed crop.

Key words: toxicity; agricultural pesticides; dimethoate; mancozeb; *Brassica rapa* l.

¹ Mestre em Biologia Aplicada, Licenciado em Engenharia Agronômica, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro; Endereço: *Campus* Universitário de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal; E-mail: salamandane@gmail.com

Introdução

Os defensivos agrícolas são amplamente utilizados para o controle de pragas e doenças que atacam as culturas (DALVI; SALUNKHE, 1975; SANTOS et al., 2011). As aplicações repetidas e indiscriminadas, aliadas à estabilidade extrema de certos defensivos agrícolas levaram à sua acumulação em plantas, animais, solos e sedimentos, causando a contaminação generalizada do meio ambiente (LI, BURNS; SYVERTSEN, 2008). A contaminação do solo é especialmente grave porque pode inibir ou prejudicar a germinação das sementes das culturas alimentares e forrageiras (DALVI; SALUNKHE, 1975; SANTOS et al., 2011). As sementes podem entrar em contato com defensivos agrícolas mediante aplicação durante a fase de frutificação, ou durante o processo de tratamento de sementes (SHABALA, 2010). Vários estudos têm indicado os efeitos tóxicos de defensivos agrícolas sobre a germinação das sementes. Possíveis mecanismos de ação tóxica desses produtos durante a germinação de sementes foram discutidas e enfatizadas as alterações bioquímicas, histológicas e citológicas (LI et al., 2008).

Em campos agrícolas, vários defensivos agrícolas são aplicados ao mesmo tempo ou em dias consecutivos (SANTOS et al., 2010). Plantas não alvejadas podem ser afetadas pela aplicação desses produtos em outras culturas para controlar plantas daninhas e pragas, mediante deriva (JONKER et al., 2005).

Neste trabalho, a *Brassica rapa* L. (ciclo de vida rápido) foi usada para avaliar a fitotoxicidade de dois defensivos agrícolas selecionados com base no consumo do mercado em Portugal e no resto da Europa (VIEIRA, 2009; EUROSTAT, 2007): o inseticida organofosforado dimetoato, e o fungicida mancozeb. A planta foi selecionada

de acordo com as normas existentes para o estudo dos efeitos das substâncias tóxicas em plantas superiores (ISO, 1995; ISO, 2004) e literatura proeminente sobre os efeitos de diversos produtos químicos sobre essa espécie (KALSCH et al., 2006; SONG et al., 2007).

Há poucas pesquisas que relatam a toxicidade de defensivos agrícolas em plantas, principalmente de fungicidas como o mancozeb. A maior parte dos estudos focaliza a toxicidade desses químicos no ambiente, ignorando, assim, os verdadeiros alvos da aplicação de defensivos agrícolas. Em razão dessa situação, desenvolveu-se este trabalho para avaliar os efeitos fitotóxicos de dois defensivos agrícolas (dimetoato e mancozeb) utilizados frequentemente na proteção de culturas agrícolas.

Material e Métodos

Solo e produtos químicos de teste

Todos os testes foram realizados com o solo LUFA 2.2, comercializado pela Instituição Alemã LUFA Speyer. As propriedades desse solo incluem valor de pH de 5,8, matéria orgânica de 3,9%, percentagem de argila de 6%, silte de 17% e 77% de areia. Os defensivos agrícolas usados no ensaio foram: o inseticida dimetoato (AGROR® com 400 g de ingrediente ativo por litro) e o fungicida mancozeb (MANCOZEB® com 800 g de ingrediente ativo por litro). Os produtos foram aplicados no solo LUFA 2.2, sendo posteriormente semeado o nabo na superfície do referido solo. As concentrações nominais utilizadas para os dois defensivos agrícolas foram: dose de campo, cinco vezes a dose de campo, dez vezes a dose de campo e cem vezes a dose de campo.

Organismos e condições de teste

Foram avaliados os efeitos da exposição às substâncias de ensaio aplicadas no solo sobre a emergência e o crescimento inicial de plântulas de *Brassica rapa* L. (popularmente conhecida como nabo). As sementes foram colocadas em contato com o solo tratado com a substância de ensaio e avaliados seus efeitos quatorze dias após a emergência de pelo menos 50% das plantas no controle. Os parâmetros medidos foram: avaliação visual das plântulas na emergência, biomassa (peso da matéria fresca da parte aérea) e altura da parte aérea. Todos os experimentos foram realizados no laboratório do Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro-Portugal, mantendo-se a temperatura a 20 ± 2 °C, a umidade relativa do ar entre 40% e 60% e ciclo de 16/8 horas (dia/noite), que forneceu intensidade de luz de cerca de 7000 lux na superfície do solo (ISO/DIS 22030, 2004).

Procedimento Experimental

Os testes de germinação e crescimento das plântulas foram realizados conforme os procedimentos descritos na diretriz ISO 11269-2 (ISO, 1995), com algumas modificações, onde foi usada apenas uma cultura dicotiledónea em vez de duas culturas, uma monocotiledónea e outra dicotiledónea, mas manteve-se a duração do teste em 21 dias. O solo LUFA 2.2, 450 g de peso seco equivalente, foi colocado em vaso de plástico com diâmetro de 11 cm. Os defensivos agrícolas foram introduzidos nos vasos, simulando-se a pulverização. Efetuou-se a semeadura com dez sementes por vaso de modo uniforme em cada vaso até cerca de 0,5 cm de profundidade. Colocou-se uma corda na abertura efetuada na base dos vasos e outro vaso de plástico (9 cm de diâmetro)

com água embaixo de cada vaso de ensaio, visando o fornecimento automático de água.

Determinou-se a germinação das sementes pela emergência de plântulas de forma visual, registrada diariamente. Depois de pelo menos 50% das sementes dos vasos de controle terem germinado, o teste continuou por mais 14 dias. As plantas foram cortadas acima da superfície do solo e a biomassa fresca imediatamente pesada, medindo-se o comprimento das plantas. Todos os experimentos foram realizados com quatro concentrações (dos produtos avaliados), mais o controle com fertilizante e o controle sem fertilizante, usando-se quatro repetições por tratamento num total de 24 parcelas.

Análises de Dados

Os dados obtidos foram comparados mediante análise de variância (ANOVA). Em seguida realizou-se o teste *post-hoc* de Tukey, com nível de significância de 5%, para comparar as médias dos vasos com aplicação de fertilizantes e os vasos sem aplicação de fertilizante (controles). Para a análise estatística utilizou-se o pacote de *software* STATISTICA 7.0 (OGLIARI; PACHECO, 2011).

Resultados e Discussão

Dimetoato

Para o inseticida dimetoato, a germinação das sementes foi uniforme nos primeiros cinco tratamentos: controle, controle com fertilizante, dose de campo, cinco vezes a dose de campo e dez vezes a dose de campo. No tratamento cem vezes a dose de campo, apenas 4 sementes germinaram (duas em cada vaso) e nos outros dois vasos as sementes não germinaram.

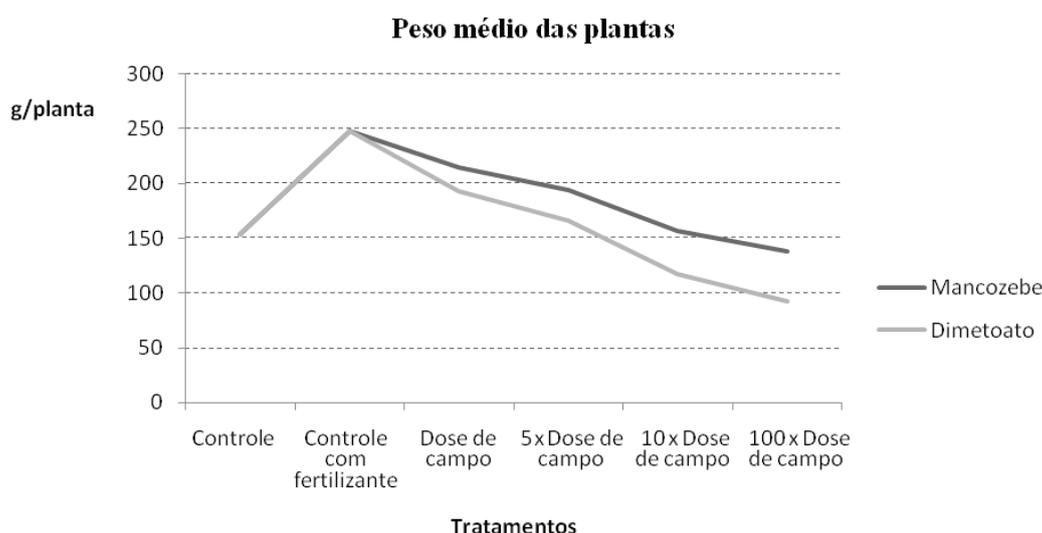
As plantas apresentaram crescimento uniforme em cada tratamento, apesar de se verificar pequenas diferenças no crescimento das plantas em cada vaso. Em alguns tratamentos, as plantas mostravam indícios de terem sofrido deficiência de nutrientes mais acentuada em relação aos outros tratamentos que apresentavam os mesmos sintomas, principalmente o controle e os tratamentos com dez e cem vezes a dose de campo. O número de folhas por plantas foi menor nos tratamentos com dez e cem vezes a dose de campo (Figura 1) e as poucas folhas existentes apresentavam algumas manchas necróticas e cloróticas.

O controle com fertilizante evidenciou a maior média do peso das plantas (Figura 1), as quais apresentaram bom vigor de crescimento e bom estado fitossanitário. A análise de variância revelou diferença

significativa entre os tratamentos, e o teste de Tukey (Tabela 1) mostrou diferença significativa entre o controle com fertilizante e os outros tratamentos, entre a dose de campo e três tratamentos (cinco, dez e cem vezes a dose de campo). No entanto, não houve diferença significativa entre o controle sem fertilizante e a dose de campo, entre a dose de campo e cinco vezes a dose de campo e entre os dois tratamentos.

O comprimento das plantas evidenciou comportamento semelhante ao peso fresco. O controle com fertilizante foi o tratamento que apresentou maior média de crescimento, sendo estatisticamente diferente dos demais (Tabela 1). Os tratamentos controle e com cinco vezes a dose de campo não apresentaram diferenças significativas e a dose de campo diferiu dos tratamentos com doses maiores, os quais não mostraram diferenças significativas entre si.

Figura 1 - Comportamento do peso das plantas com aplicação de dimetoato e mancozeb, produzidas em vasos na estufa da Universidade de Aveiro em 2012



Fonte: Salamandane, A. (2013).

Esses dados estão de acordo com os resultados de Santos et al. (2011), os quais apontaram que o dimetoato afetava as plantas apenas em doses extremamente elevadas e não encontradas em condições normais de campo. No entanto, os efeitos de acumulação do produto no solo podem ser notados em longo prazo como relatado no estudo de Abo-eL-Seod e Frost (1998). Esses efeitos condicionam a síntese de clorofila que afeta a fotossíntese total da planta e, como consequência, ocorre a redução de açúcares, proteínas e carboidratos totais em espécies sensíveis (como, por exemplo, o trigo). A capacidade de germinação das sementes é pouco afetada nas monocotiledoneas. Já as plantas dicotiledoneas, como as de nabo, apresentam elevada sensibilidade a defensivos agrícolas organofosfatados, que são frequentemente relatados como uma das principais causas do fraco poder germinativo das sementes (HANLEY; WHITING, 2005).

A absorção do dimetoato a partir do solo não causou efeitos negativos nas plantas

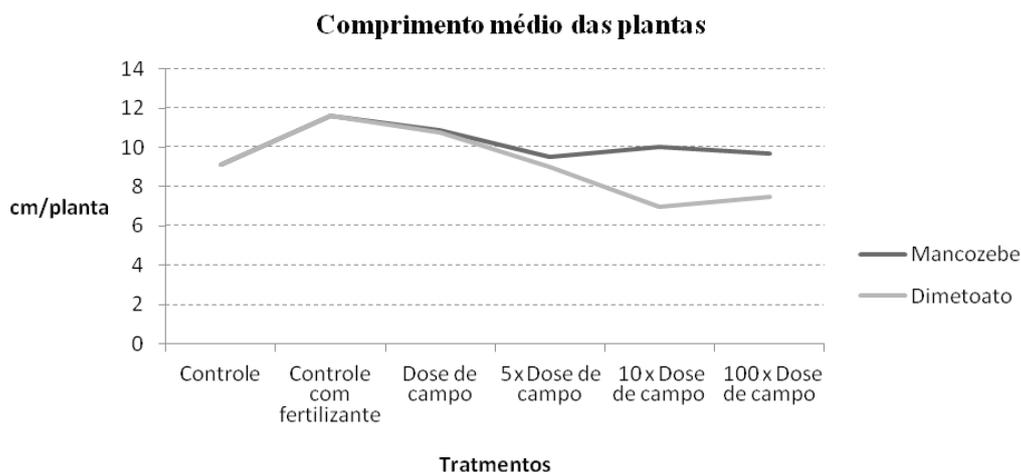
de *Brassica rapa*. Resultados similares foram obtidos por Chowdhury et al. (2005), que testaram a absorção desse agrotóxico pelas plantas de *Brassica napus* e não encontraram efeitos significativos.

Mancozeb

A germinação das sementes foi uniforme em todos os tratamentos com o mancozeb e todos os tratamentos mostravam plantas a florir. Já as plantas do controle sem fertilizante apresentavam folhas com manchas cloróticas e indícios de deficiência de nutrientes.

A análise de variância mostrou diferenças significativas para as duas variáveis em estudo (peso e comprimentos das plantas). O maior peso e comprimento médio das plantas foram verificados no controle com fertilizante (Figuras 1 e 2), seguido pelo tratamento com a dose de campo. O teste de Tukey mostrou diferenças

Figura 2 - Comportamento do comprimento das plantas com aplicação de dimetoato e mancozeb, produzidas em vasos na estufa da Universidade de Aveiro em 2012



Fonte: Salamandane, A. (2013).

significativas entre os controles com fertilizante e sem fertilizante, assim como para os tratamentos com dez vezes a dose de campo e cem vezes a dose de campo. O tratamento com cinco vezes a dose de campo diferiu estatisticamente dos tratamentos com dez e cem vezes a dose de campo (Tabela 1), mas os dois últimos tratamentos não mostraram diferenças significativas entre si. O controle sem fertilizante revelou diferença em relação à dose de campo, mas não diferiu significativamente dos tratamentos com cinco, dez e cem vezes a dose de campo.

Os comprimentos médios das plantas seguiram o mesmo padrão do seu peso médio. O controle com fertilizante apresentou a maior média de todos os tratamentos (Figura 2), seguido pelo tratamento com a dose de campo. A análise de variância mostrou diferenças significativas entre os tratamentos, e o teste de Tukey confirmou as diferenças entre o controle com fertilizante e os outros tratamentos. No entanto, não houve diferença significativa entre os demais tratamentos.

As plantas submetidas ao tratamento com a dose de campo aparentemente cresceram mais em relação ao controle sem fertilizante e aos tratamentos com

cinco, dez e cem vezes a dose de campo, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. O comprimento médio das plantas nos dois últimos tratamentos mostrou-se aproximadamente igual.

Os efeitos do inseticida dimetoato foram mais severos que os do fungicida mancozeb. Efeitos graves com ambos os defensivos agrícolas foram observados em concentrações muito maiores que a dose de campo, as quais não são encontradas em condições normais de campo. A dose de aplicação de campo não causou impacto em relação ao controle com fertilizante em ambos os parâmetros avaliados.

Os fungicidas geralmente são menos fitotóxicos que os inseticidas (LI, BURNS; SYVERTSEN, 2008). No entanto, os fungicidas sistêmicos com alta solubilidade em água, como é o caso de mancozeb (OLSZYK et al., 2010), são absorvidos e translocados na planta podendo causar danos severos. Apesar de esses compostos serem formulados para não causarem danos às plantas (SHABALA, 2010), a aplicação de quantidades elevadas e em combinação com outros produtos usados na proteção das culturas podem ser fitotóxicos.

Tabela 1 - Média dos tratamentos das plantas com aplicação de dimetoato e mancozeb, produzidas em vasos na estufa da Universidade de Aveiro em 2012

| Tratamentos | Peso médio das plantas (g) | | Comprimento médio das plantas (cm) | |
|---------------------------|----------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| | Mancozeb | Dimetoato | Mancozeb | Dimetoato |
| Controle | 154Ab | 154Ab | 9,1Ab | 9,1Ab |
| Controle com fertilizante | 247,5Aa | 247,5Aa | 11,6Aa | 11,6Aa |
| Dose de campo | 214,5Aa | 192,5Bb | 10,85Ab | 10,75Ab |
| 5 x dose de campo | 194Abc | 166Bb | 9,5Ab | 9Ab |
| 10 x dose de campo | 157Ac | 117Bbc | 10Ab | 7Bbc |
| 100 x dose de campo | 138Ac | 93Ab | 9,7Ab | 7,5Bbc |

Fonte: Salamandane, A. (2013).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula comparam na linha e minúscula comparam na coluna e não são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5 %.

Santos et al. (2011) avaliaram a toxicidade da mistura de defensivos agrícolas e observaram que a toxicidade depende da dose aplicada no tratamento das culturas. A acumulação de defensivos agrícolas no solo pode prejudicar o desenvolvimento das plantas por fitotoxicidade (SHABALA, 2010). A combinação de defensivos agrícolas pode resultar em toxicidade mais elevada que a observada com a aplicação de cada composto (SANTOS et al., 2011). A toxicidade de mistura de defensivos agrícolas é frequentemente verificada mesmo nas doses recomendadas para aplicação de cada composto individualmente.

Conclusão

Os resultados deste trabalho indicam que os defensivos agrícolas aplicados no

controle de pragas e doenças, quando aplicados em doses elevadas podem ser tóxicos às plantas, comprometendo o rendimento das culturas.

Os resultados indicam que tanto o dimetoato como o mancozeb causam fitotoxicidade nessa cultura quando utilizados em doses muito elevadas, além do recomendado. Entre os dois defensivos agrícolas, o dimetoato evidenciou maior toxicidade a essa cultura.

Apesar de os efeitos serem observados em doses superiores às da aplicação em campo, a acumulação dos defensivos agrícolas devido ao uso sucessivo pode afetar tanto as culturas como as plantas não alvo da aplicação, no entanto para comprovação dessa hipótese novos estudos devem ser realizados.

Referências

ABO-EL-SEOD, M. A; FROST, M. Biochemical changes in wheat plants as affected by residues of dimethoate and pirimicarb. **Environmental Management and Health**, v.9, p.188–193, 1998.

CHOWDHURY, A. B. M. N. U.; JEPSON, P. J.; FORD, M. G.; FRAMPTON, G. K. The role of cuticular waxes and surface roughness in determining the insecticidal efficacy of deltamethrin and dimethoate applied as emulsifiable concentrates to leaf surfaces. **International Journal of Pest Management**, v.51, n.4, p.253–263, 2005.

DALVI, R. R.; SALUNKHE, D. K. Toxicological implications of pesticides: their toxic effects on seeds of food plants. **Toxicology**, v.3, n.3, p.269–85, 1975.

EUROSTAT. **The use of plant protection products in the European Union: 1992–2003**. In: EUROSTAT statistical books. Luxembourg, 2007. (European Communities).

HANLEY, M. E.; WHITING, M. D. Insecticides and arable weeds: effects on germination and seedling growth. **Ecotoxicology**, v.14, p.483–490, 2005.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO/DIS 11269 2: soil quality - determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants**. Geneve, Switzerland, 1995.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO/DIS 22030**: soil quality - biological methods - chronic toxicity in higher plants. Geneva, Switzerland, 2004.

JONKER, M. J.; SVENDSEN, C.; BEDAUX, J. J. M.; BONGERS, M.; KAMMENGA, J. M. Significance testing of synergistic/antagonistic, dose level-dependent, or dose ratio-dependent effects in mixture dose-response analysis. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.24, n.10, p.2701–2713, 2005.

KALSCH, W.; JUNKER, T.; RÖMBKE, J. A chronic plant test for the assessment of contaminated soils. Part 1: method development. **Journal of Soils and Sediments**, v.6, n.1, p.37–45, 2006.

LI, K-T.; BURNS, J. K.; SYVERTSEN, J. P. Recovery from phytotoxicity after foliar application of fruit-loosening abscission compounds to citrus. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v.133, n.4, p.535–541, 2008. ISSN: 2327-9788

OGLIARI, P. J.; PACHECO, J. A. **Análise estatística usando o statistica®**. Florianópolis: UFSC, 2011. (Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Informática e Estatística).

OLSZYK, D.; PFLEEGER, T.; LEE, H. E.; PLOCHER, M. Phytotoxicity assay for seed production using *Brassica rapa* L. **Integrated Environmental Assessment and Management**, v.6, n.4, p.725–734, 2010.

SANTOS, M. J. G.; SOARES, A. M. V. M.; LOUREIRO, S. Joint toxicity of three plant protection products to *Triticum aestivum* (L.) and *Brassica rapa* (L.). **Journal of Soils and Sediments**, v.11, n.6, p.990–999, 2011.

SANTOS, M. J. G.; SOARES, A. M. V. M.; LOUREIRO, S. Joint effects of three plant protection products to the terrestrial isopod *Porcellionides pruinosus* and the collembolan *Folsomia candida*. **Chemosphere**, v.80, n.9, p.1021–1030, 2010.

SHABALA, S. Physiological and cellular aspects of phytotoxicity tolerance in plants: the role of membrane transporters and implications for crop breeding for waterlogging tolerance. **New Phytologist**, v.190, p.289–298, 2010. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2010.03575.x

SONG, N. H.; YIN, X. L.; CHEN, G. F.; YANG, H. Biological responses of wheat (*Triticum aestivum*) plants to the herbicide chlorotoluron in soils. **Chemosphere**, v.68, n.9, p.1779–1787, 2007.

VIEIRA, M. M. **Vendas de produtos fitofarmacêuticos em Portugal em 2008**. Lisboa: Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural, 2009.