

Resistência em populações das pragas de grãos armazenados *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica* aos inseticidas deltametrina e pirimifos-metil

BAENA, M. da S.¹; LORINI, I.²; QUIRINO, J.R.³; ROSA, E.S.³; SOUZA, T.A.³; QUEIROZ, C.A.R.³

¹UNOPAR, Acadêmica do curso de Agronomia, Londrina, PR, marcella.baena@colaborador.embrapa.br;

²Pesquisador, Embrapa Soja; ³Caramuru Alimentos S.A.

Introdução

As pragas de produtos armazenados ocorrem mundialmente e causam perdas importantes quando medidas preventivas e de controle adequadas não são implantadas. São caracterizadas por sua elevada capacidade reprodutiva e elevado número de gerações em curto período de tempo (Lorini et al., 2002); além de causar danos por deterioração, perfurar os grãos e neles penetrar para completar seu desenvolvimento alimentando-se de todo o interior, diminuindo peso de grão e possibilitando a instalação de outros agentes nocivos, como patógenos (Lorini et al., 2015). Entre essas pragas, *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus oryzae* se destacam por serem importantes pragas no armazenamento de soja, milho e trigo (Beckel, 2004; Beckel et al., 2006; Lorini, 2012; Lorini et al., 2015; Ferri et al., 2018).

O método de controle mais empregado atualmente para as pragas é o uso de inseticidas químicos. Entretanto, esse método vem apresentando restrições de uso à medida que surgem problemas de resistência das pragas de grãos armazenados aos produtos utilizados. A seleção de insetos resistentes é um exemplo de evolução das espécies e demonstram como estas podem sobreviver e mudar fisiologicamente devido à grande pressão de seleção dos produtos químicos. Além da seleção de insetos resistentes, a aplicação indiscriminada dos inseticidas permite também o reaparecimento e surtos de outras pragas. Nesse contexto, a deltametrina e o pirimifos-metil são considerados dois dos principais inseticidas usados no armazenamento de grãos e várias

populações resistentes já foram identificadas (Lorini; Galley, 1996; 1999; Beckel et al., 2002; Lorini et al., 2015).

Existem três mecanismos envolvidos na resistência de insetos aos inseticidas, ou seja: a redução da penetração do produto pela cutícula do inseto; detoxificação ou metabolização do inseticida por enzimas; e a redução da sensibilidade no sítio de ação do inseticida no sistema nervoso do inseto (Lorini, 1997).

A constatação de raças resistentes das pragas aos principais inseticidas químicos, evidenciam a urgente necessidade em se fazer o manejo integrado de pragas em produtos armazenados (Lorini et al., 2015), para preservar as moléculas químicas atualmente utilizadas. O manejo de resistência destas pragas é essencial, pois quando há uma resistência instalada o controle torna-se mais difícil. Com o manejo adequado dessas pragas, pode-se reduzir o número de espécies resistentes, ou pelo menos retardar o aparecimento de pragas resistentes (Lorini, 1997).

O manejo da resistência de pragas de armazenamento é de suma importância, devido ao número reduzido de ingredientes ativos indicados para o controle dos insetos de grãos armazenados, e também para reduzir os problemas de resíduos tóxicos nos produtos resultantes da elevação das doses necessárias para efetuar o controle satisfatório (Lorini et al., 2015).

Desta forma, o trabalho teve por objetivo investigar a resistência de populações de *T. castaneum*, *O. surinamensis*, *R. dominica* e *S. oryzae*, coletadas em diferentes unidades armazenadoras de grãos do país, aos inseticidas deltametrina e pirimifós-metil, para auxiliar nas ações de manejo integrado de pragas de grãos armazenados.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita do Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” da Embrapa Soja em Londrina, PR.

Para os bioensaios com deltametrina foram utilizadas populações de insetos adultos de diversas localidades e ano de coleta. De *T. castaneum* foram

coletadas as populações TC51 de Montividiu, GO (2018); TC52 de Mineiros, GO (2018); TC54 de Portelândia, GO (2018) e TC55 de Jataí, GO (2018). De *O. surinamensis* as populações OS13 de Portelândia, GO (2018); OS14 de Montividiu, GO (2018) e OS15 de Chapadão do Céu, GO (2018). De *S. oryzae* a população SOZ43 de Pensão Velha, GO (2018) e de *R. dominica* foi utilizada a população BR86 de Alto Garças, MT (2019).

Para os bioensaios realizados com pirimifós-metil foram utilizadas as seguintes populações de *Tribolium castaneum*: TC51 de Montividiu, GO (2018); TC52 de Mineiros, GO (2018) e TC55 de Jataí, GO (2018).

Para realização dos experimentos os insetos utilizados foram mantidos e multiplicados em laboratório, em frascos de vidros com uma dieta a base de fubá + gérmen de trigo + levedo de cerveja na proporção 5:2:1 e mantidos em sala climatizada com temperatura e umidade do ar de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ e $60 \pm 5\%$, respectivamente. Para os bioensaios foram usados insetos de 1 a 10 dias de idade.

Para avaliação de resistência das populações utilizou-se o método estabelecido pela FAO (1974), com o papel filtro impregnado com o inseticida e submetendo os insetos a caminhar na superfície tratada. Os inseticidas deltametrina (K-biol 25® CE) e pirimifós-metil (Actellic 500CE) foram diluídos em hexano, obtendo-se as diferentes concentrações, além de um tratamento controle com apenas o solvente.

Nas populações de *T. castaneum* as concentrações de deltametrina variaram de 0,01% a 0,000625%, nas populações de *O. surinamensis* variaram de 1% a 0,0625%, enquanto que para a população de *S. oryzae* e de *R. dominica* a concentração variou de 1% a 0,0001%. Para o inseticida pirimifós-metil aplicado em populações de *T. castaneum*, a concentração usada variou entre 0,1% e 0,00313%.

Após o preparo, 1,0 ml de cada concentração foi aplicado em papel filtro de 9 cm de diâmetro, que após 60 minutos foram inseridos em placas de petri com a liberação de 10 insetos em quatro repetições. Após vinte e quatro horas, os insetos foram avaliados, colocando-os no centro da placa de petri, e após dois minutos de observação foram contados os insetos mortos, considerados assim aqueles que não conseguiam caminhar. Para determinação da CL_{50}

(concentração letal que causa 50% da mortalidade da população) e demais parâmetros de regressão linear de cada população, os resultados de mortalidade dos bioensaios foram analisados pelo programa estatístico Genstat Software (2003), com análise de variância (ANOVA) e significância pelo teste F ($p \leq 0,05$) para a diferenciação das CL_{50} .

Resultados e Discussão

Foram encontradas três populações resistentes ao inseticida deltametrina em *O. surinamensis*, uma em *R. dominica* e uma em *T. castaneum*, enquanto que nenhuma das populações avaliadas de *S. oryzae* apresentaram resistência ao inseticida deltametrina (Tabela 1). Em relação ao inseticida pirimifós-metil não foi possível comparar as populações por não ter sido encontrada uma população de referência de susceptibilidade na literatura, porém as três populações apresentaram diferenças estatísticas entre si (Tabela 2).

Para as populações de *T. castaneum* TC51, TC52, TC54 e TC55 o fator de resistência foi de 1,3; 1,3; 2,5 e 0,7, respectivamente (Tabela 1). A população TC54, oriunda de Palotina apresentou CL_{50} superior à população TC15, considerada referência de suscetibilidade por Monico et al. (2018).

O fator de resistência de *O. surinamensis* das populações OS13, OS14 e OS15 foram de 14,4; de 14,2 e 9,8 vezes, respectivamente, em relação à população referência (OS1). A CL_{50} de OS13, OS14 e OS15 foram significativamente superiores a população OS1 (Tabela 1), considerada de referência por Beckel et al. (2002).

A população SOZ43 de *S. oryzae* obteve fator de resistência de 2,5 maior em relação a população SoT15 (Tabela 1) de Rossato et al. (2010), considerada referência de suscetibilidade ao inseticida (Tabela 2). Entretanto, a CL_{50} de ambas foi semelhante estatisticamente.

Já na *R. dominica*, população BR86, o fator de resistência foi 41 vezes superior a população BR4 (Tabela 1), considerada referência de suscetibilidade a deltametrina por Lorini (2003) e Ferri et al. (2010). A CL_{50} da população BR86 foi superior em comparação com a BR4.

Tabela 1. Valores da CL_{50} ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), $CL_{99,9}$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b) e fator de resistência para adultos de populações de *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica* expostos ao inseticida deltametrina. Londrina, PR, 2019.

Populações	Origem das populações	Ano de coleta	CL_{50} (95% I.C.) ¹	$CL_{99,9}$ (95% I.C.)	a (\pm EP)	b (\pm EP)	Fator de Resistência
<i>Tribolium castaneum</i>							
TC15 ²	Palotina, PR	2009	0,397(0,313 - 0,510) a	17,138(7,679- 65,77)	0,758 (\pm 0,140)	1,890 (\pm 0,250)	-
TC51	Montividiu, GO	2018	0,502 (0,367 - 0,700) a	6,134 (2,891 - 31,12)	0,851 (\pm 0,260)	2,842 (\pm 0,553)	1,3
TC52	Mineiros, GO	2018	0,532 (0,434 - 0,660) a	16,431 (8,124 - 50,33)	0,568 (\pm 0,126)	2,075 (\pm 0,248)	1,3
TC54	Portelândia, GO	2018	0,997 (0,785 - 1,380) b	13,652 (6,302 - 63,62)	0,003 (\pm 0,158)	2,719 (\pm 0,471)	2,5
TC55	Jataí, GO	2018	0,274 (0,086 - 0,478) a	71,46 (8,662 - 795540)	0,748 (\pm 0,247)	1,263 (\pm 0,410)	0,7
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>							
OS1 ³	Passo Fundo, RS	1998	0,100 (0,054 - 0,146) a	-	2,021 (\pm 0,335)	2,021 (\pm 0,410)	-
OS13	Portelândia, GO	2018	1,439 (0,792 - 2,606) b	1484,7 (346,1 - 15363)	-0,162 (\pm 0,133)	1,025 (\pm 0,128)	14,4
OS14	Montividiu, GO	2018	1,422 (0,543 - 3,699) b	9831 (937,5 - 968496)	-0,123 (\pm 0,163)	0,805 (\pm 0,138)	14,2
OS15	Chapadão do Céu, GO	2018	0,984 (0,365 - 2,559) b	4764 (482,5 - 458042)	0,006 (\pm 0,170)	0,839 (\pm 148)	9,8

Continua...

Tabela 1. Continuação.

<i>Sitophilus oryzae</i>							
SoT15 ⁴	Londrina, PR	2008	0,435 (0,048 - 2,570) a	2646,0 (91,39 - 9,2E8)	0,294 (±0,287)	0,817 (±0,250)	-
SOZ43	Pensão Velha, GO	2018	1,106 (0,199 - 5,584) a	14659,0 (493,3 - 3,8E8)	-0,033 (±0,238)	0,750 (±0,197)	2,5
<i>Rhizopertha dominica</i>							
BR4 ⁵	Sertão, RS	1994	0,024 (0,018 - 0,032) a	-	2,152 (± 0,449)	1,902 (± 0,375)	-
BR86	Alto Garças, MT	2019	0,984 (0,365 - 2,558) b	4764 (482,5 - 458042)	0,006 (±0,170)	0,839 (±0,148)	41,0

¹ Os valores seguidos com as mesmas letras não são significativamente diferentes entre si pelo teste F, a 5 % de probabilidade. ² População referência de suscetibilidade ao inseticida deltametrina (Monico et al. 2018). ³ População referência de suscetibilidade (Beckel et al. 2002). ⁴ População referência de suscetibilidade (Rossato et al. 2010). ⁵ População referência de suscetibilidade (Lori ni, 2003; Ferri et al. 2010).

a = coeficiente linear; b = coeficiente angular; EP = Erro Padrão

FR = Fator de Resistência (CL50 das populações avaliadas dividida pela CL50 da população referência de suscetibilidade)

Tabela 2. Valores da CL_{-50} ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), $CL_{-99,9}$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b) para adultos de populações de *Tribolium castaneum* expostos ao inseticida pirimifós-metil. Londrina, PR, 2019.

Populações	Origem das Populações	Ano de coleta	CL_{-50} (95% I.C.) ¹	$CL_{99,9}$ (95% I.C.)	a (\pm EP)	b (\pm EP)
TC51	Montividiu, GO	2018	0,140 (0,085 - 0,200) a	40,24 (12,286 - 281,4)	1,071 (\pm 0,181)	1,258 (\pm 0,163)
TC52	Mineiros, GO	2018	1,497 (1,181 - 1,898) b	5,272 (3,403 - 16,513)	0,990 (\pm 0,353)	5,65 (\pm 1,35)
TC55	Jataí Estrela Dalva, GO	2018	3,077 (2,700 - 3,508) c	9,254 (6,957 - 15,681)	3,155 (\pm 0,536)	6,46 (\pm 1,04)

¹Os valores seguidos com as mesmas letras não são significativamente diferentes entre si pelo teste F, a 5 % de probabilidade.

a = coeficiente linear; b = coeficiente angular; EP = Erro Padrão

Não foram encontrados trabalhos de resistência ao inseticida pirimifós-metil e nem população suscetível de referência que permitisse a comparação de suscetibilidade da praga *T. castaneum* a este inseticida (Tabela 2).

A resistência é uma resposta genética e evolucionária devido à pressão de seleção dos inseticidas, que reflete em redução da eficiência de controle. Porém, quando os insetos são mantidos sem pressão de seleção, por algumas gerações, pode ocorrer uma lenta diminuição do fator de resistência à medida que as gerações vão passando (Lorini; Galley, 1996).

O conhecimento da resistência nas diferentes espécies é de extrema importância, tendo em vista, o número reduzido de ingredientes ativos indicados para o controle de pragas. Deltametrina (piretroide) e pirimifós-metil (organo-fosforado) são os inseticidas mais usados no país como protetores de grãos. A manutenção de um eficiente programa de manejo integrado de pragas de armazenamento, com a utilização criteriosa desses produtos, pode permitir a preservação da eficácia do controle químico e, conseqüentemente a qualidade do alimento armazenado (Lorini et al., 2015).

Conclusão

Considerando os resultados encontrados neste trabalho pode-se inferir que há resistência de adultos de *O. surinamensis* com fator de resistência superior a 14 vezes, *T. castaneum* e *S. oryzae* de 2,5 vezes e *R. dominica* de 41 vezes, para o inseticida deltametrina.

Quando se trata do inseticida pirimifós-metil, não foram encontrados trabalhos de resistência e populações suscetíveis para que fossem feitas comparações com as populações de *T. castaneum*.

Agradecimento

Os autores agradecem a técnica da Embrapa Soja, Adriana de Marques Freitas, pelo apoio na realização deste trabalho na instalação, avaliação e análise do experimento.

Referências

- BECKEL, H. S. **Resistência de populações de *Orzyaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) a inseticidas piretroides e organofosforados, em trigo armazenado.** 2004. 103 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BECKEL, H. S.; LORINI, I.; LAZZARI, S. M. N. Detecção da resistência de *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae), praga de grãos de cevada armazenada, a inseticidas químicos. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 22., 2002. **Anais e ata...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. p. 620-630.
- BECKEL, H. S.; LORINI, I.; LAZZARI, S. M. N. Efeito do sinergista butóxido de piperonila na resistência de *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae) a deltametrina e fenitrotiom. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 110-114, 2006.
- FAO. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pest to pesticides: tentative method for adults of some major beetle pest of stored cereals with malathion or lindane. **FAO Plant Protection Bulletin**, v. 22, p. 127-137, 1974. (FAO Method n.15).
- FERRI, G. C.; LORINI, I.; VENTURA, M. U. Potencial de desenvolvimento de *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae) em dietas contendo soja. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2016007, 2018. 7 p.
- FERRI, G. C.; ROSSATO, C.; PAULA, M. C. Z. de; LORINI, I. Caracterização da resistência de populações de *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) ao inseticida deltamethrin. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 5., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais ...** Londrina: Abrapós, 2010. p. 145-150.
- GENSTAT. 7 Committee. **GenStat for Windows**, 7th edition. Oxford, UK: Numerical Algorithms Group, 2003.
- LORINI, I. Insetos que atacam grãos de soja armazenados. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 421-444.
- LORINI, I. Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) in Brazil. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 8., 2002. **Proceedings...** York, UK: CAB International, 2003. p. 870-874.
- LORINI, I. **Insecticide resistance in *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain.** 1997. 166 f. Thesis (Ph.D.) - University of London, Ascot.
- LORINI, I.; GALLEY, D. J. Changes in resistance status of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain in Brazil, with and without deltamethrin selection. **Resistant Pest Management Newsletter**, v. 8, p. 12-14, 1996.
- LORINI, I.; GALLEY, D. J. Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain in Brazil. **Journal of Stored Products Research**, v. 35, p. 37-45, 1999.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenados**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 81 p.

LORINI, I.; MORÁS, A.; BECKEL, H. **Pós inertes no controle das principais pragas de grãos armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 35 p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 8).

MONICO, N. A.; LORINI, I.; QUIRINO, J. R.; ROSA, E. S.; SOUZA, T. A.; QUEIROZ, C. A. R. Caracterização da resistência em populações das pragas de grãos armazenados *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Lasioderma serricorne* ao inseticida deltametrina. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 13., 2018, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2018. p. 182-187. (Embrapa Soja. Documentos, 401).

ROSSATO, C.; FERRI, G. C.; LORINI, I.; PAULA, M. C. Z. de. Caracterização da resistência de populações de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) ao inseticida deltamethrin. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 5., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais ...** Londrina: Abrapós, 2010. p. 192-197.