

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A *Theocolax elegans* PARASITÓIDE DE *Sitophilus zeamais*

INSECTICIDE SELECTIVITY TO Sitophilus zeamais PARASITOID OF Theocolax elegans

Eugênio Eduardo de OLIVEIRA¹; Raimundo Wagner de Souza AGUIAR²; Renato de Almeida SARMENTO²; Edmar de Souza TUELHER¹; Raul Narciso Carvalho GUEDES³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade dos inseticidas malation, deltametrina, cipermetrina, permetrina, clorpirifós metílico e pirimifós metílico ao parasitóide *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) em relação ao seu hospedeiro, o caruncho do milho *Sitophilus zeamais*. As concentrações que mataram 95% dos indivíduos de *S. zeamais* foram: 0,005; 0,057; 0,038; 0,265; 0,001; e 0,001 mg i.a./ml, respectivamente. Estas concentrações foram usadas para avaliar a seletividade dos inseticidas a adultos de *T. elegans* que estavam presentes na massa de grãos infestada por *S. zeamais*. Todos os inseticidas apresentaram-se altamente tóxicos ao parasitóide, sendo que a maior e menor mortalidade foram, respectivamente, cipermetrina e deltametrina.

UNITERMOS: Controle químico, Controle biológico, Inimigo natural, Resistência

INTRODUÇÃO

O caruncho do milho, *Sitophilus zeamais* (Motsch) (Coleoptera: Curculionidae) é uma praga cosmopolita de destacada importância econômica. No Brasil, esta praga causa sérios prejuízos aos grãos armazenados, notadamente ao milho (ROSSETO, 1972), sendo o controle químico o método mais utilizado para controlar essa praga em grãos armazenados (CAJUEIRO, 1988; BRAGA et al., 1991). Porém, emprego inadequado desses produtos pode causar falhas no controle, resultando na elevação dos custos, em maior presença de resíduos químicos nos grãos e por consequência nos subprodutos, além de desenvolver resistência dessa sp. aos inseticidas, como já tem sido constatado por Pacheco et al. (1990), Sartori et al. (1990), Guedes et al. (1995) e Guedes et al. (1996).

O inseticida ideal deve ser tóxico às pragas, mas seletivo a outras formas de organismos (WINTERINGHAM; BARNES, 1969). Os parasitóides e os predadores das pragas de grãos armazenados são normalmente mais sensíveis aos inseticidas do que as pragas (HUFFAKER, 1971). Os principais parasitóides das pragas dos grãos armazenados são Hymenoptera das famílias *Pteromalidae* e *Bethylidae* (HAGSTRUM;

FLINN, 1992). Estes parasitóides uma vez introduzidos na massa de grãos, através de programas de controle biológico, podem realizar a supressão de pragas por vários anos (SINHA et al., 1979). Flinn et al. (1996) observaram o efeito da supressão populacional de *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) causada pela ação de *Theocolax elegans* em trigo armazenado. Em estudos posteriores, Flinn; Hagstrum (2000) constataram redução média de 90% em populações de *R. dominica* em trigo armazenado após incrementos populacionais de *T. elegans*.

Helbig (1998) observou influência de *T. elegans* no controle de *S. zeamais* em milho durante o armazenamento. A utilização do princípio ativo e dosagem de um inseticida são fundamentais tanto para o controle das pragas como para a preservação dos agentes de controle biológico natural. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi verificar a seletividade de diferentes inseticidas sobre *Theocolax elegans*, parasitóide de *S. zeamais*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em laboratório sob temperatura de 25± 2°C e umidade relativa do ar de 70± 5%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições contendo 20 insetos

¹ Aluno do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa

² Mestrando, Entomologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa

³ Professor Titular, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa

cada, além da testemunha que foi exposta apenas ao solvente acetona. Foram utilizados adultos de *Theocolax elegans* que estavam presentes em massa de milho utilizada para manutenção de populações de *Sitophilus zeamais*. Os inseticidas em grau técnico, utilizados nos tratamentos são pertencentes a dois grupos: os fosforados, onde foram utilizados os produtos inseticidas clorpirifós metílico, malation e pirimifós metílico e dos piretróides: cipermetrina, deltametrina e permetrina.

Para determinação das concentrações que ocasionaram 95% de mortalidades (CL_{95}) na população de *S. zeamais* foi utilizado frasco cilíndrico de vidro transparente de 20ml de volume, com área interna equivalente a 35,4 cm², os quais foram impregnados com 0.4 ml da solução de cada inseticida utilizado nos tratamentos, diluída em acetona, segundo metodologia adaptada por Guedes et al. (1996) e Ribeiro (2001). Os vidros foram colocados em rotor para que o princípio ativo fosse distribuído uniformemente por toda a superfície interna desses tubos, além de possibilitar a evaporação do solvente. Foram utilizados 20 insetos adultos não sexados em cada tubo e após um período de exposição de 24h foi avaliada a mortalidade proporcionada pela concentração dos respectivos inseticidas utilizados, além da testemunha onde apenas o solvente foi usado.

Os dados de mortalidade obtidos nos tratamentos foram submetidos à análise de Próbite, por intermédio do procedimento PROC PROBIT do programa System of Statistical Analyses (SAS) para obtenção da curva concentração-mortalidade (SAS INSTITUTE, 1997). Nos testes de seletividade do inseticida para o parasitóide foram utilizadas as CL_{95} de cada inseticida determinadas para a população padrão de susceptibilidade de *S. zeamais* (Tabela 1). Nestes testes, foram utilizados 20 adultos de *T. elegans* em cada tubo de vidro e avaliada a mortalidade após um período de exposição de 24h. Os dados de mortalidade obtidos neste teste foram corrigidos pela mortalidade da testemunha, utilizando-se a fórmula de Abbott (1925), submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações dos princípios ativos utilizados neste trabalho que proporcionaram 95% de mortalidade para a população padrão de susceptibilidade de *S. zeamais* estão apresentadas na Tabela 1. Quanto a toxicidade dos inseticidas testados, o pirimifós metílico foi o que apresentou-se menos potente ao *S. zeamais* enquanto que a cipermetrina e o malation foram os que se mostraram

mais potente a esta praga, como mostra a análise do X^2 (Tabela 1).

Foram detectadas diferenças significativas na mortalidade dos parasitóides em função dos inseticidas utilizados (Tabela 3), porém nenhum apresentou seletividade em favor do parasitóide. Este fato, possivelmente, pode ser ocasionado por um ou combinação dos seguintes fatores: maior volume corporal do *S. zeamais* em relação ao *T. elegans*, maior taxa de degradação dos inseticidas devido à ação enzimática, maior taxa de penetração de inseticidas via cutícula ou diferenças interespecíficas no sítio de ação dos inseticidas e ainda uma maior taxa de excreção das moléculas inseticidas.

Guedes et al. (1992) relatou que a maior seletividade dos piretróides em relação aos inimigos naturais pode estar relacionada com a menor taxa de penetração desses inseticidas na cutícula dos inimigos naturais do que em suas presas, ao contrário dos resultados obtidos, que podem ser em decorrência do parasitóide possuir cutícula pouco espessa, o que permite uma penetração mais rápida do composto tóxico, ou ainda possuir uma composição diferente da camada lipídica da cutícula. Outra explicação para as diferentes mortalidades de *T. elegans* entre os inseticidas piretróides se deva ao fato de que eles apresentem pesos moleculares diferentes e segundo Finlayson; Maccarthy (1965), Brattsten et al. (1986) e Stock; Holloway (1993), substâncias com pesos moleculares maiores possuem menor capacidade de penetração na cutícula deste inseto provendo mais tempo para sua detoxificação. De acordo com Yu (1987 e 1988), a ação de enzimas como as oxidases microssomas e esterases na metabolização desses inseticidas, ou ainda modificações nos canais de sódio alterando a sensibilidade das enzimas (Na-K)-ATPase e Mg₂-ATPase (SUN *et al.*, 1990; ZHAO et al., 1992; LENG; XIAO, 1995), podem também ser responsáveis pela seletividade desses inseticidas. Segundo Brattsten et al. (1986), a seletividade de carbamatos está associada a maior taxa de metabolização destes pelo predador do que pela praga por enzimas monooxigenases dependentes de citocromo P450. Essas enzimas normalmente detoxificam compostos lipofílicos, transformando-os em metabólicos polares, possibilitando sua excreção. Esta hipótese baseia-se no fato das monooxigenases dependentes de citocromo P450 serem as principais enzimas envolvidas nos mecanismos metabólicos de redução de toxicidade de carbamatos em insetos (GUEDES, 1999).

De acordo com Tripathi; O'Brien (1973), Voss (1980) e Silver et al. (1995), a sensibilidade da acetilcolinesterase a inseticidas organofosforados ou a velocidade com que esta enzima catalisa a hidrólise do

neurotransmissor acetilcolina (SILVER *et al.*, 1995) estão relacionadas com a seletividade destes inseticidas a este parasitóide. Em geral os inseticidas organofosforados apresentam alta toxicidade a muitas espécies de inimigos naturais e têm sido amplamente investigados com relação à seletividade destacando-se, entre as classes de inseticidas, como o grupo de inseticidas que apresenta maior número de casos de seletividade fisiológica a inimigos naturais (FRAGOSO *et al.*, 2001). Fukuto (1984) atribui ao fato de alguns inseticidas organofosforados, como por exemplo, malation, pirimifós metílico e clorpirifós metílico, terem que sofrer uma bioativação para que expressem seu caráter inseticida, como sendo uma das razões para a seletividade.

CONCLUSÕES

1. Por apresentar menor toxicidade a *T. elegans*, a utilização de inseticidas do grupo dos fosforados poderá ser mais indicada no controle de *S. zeamais* em grãos armazenados.

2. Apesar de todos os inseticidas testados terem apresentado diferenças significativas entre si, nenhum deles apresentou baixa toxicidade a *T. elegans*.

3. Dentre os inseticidas testados, os piretróides apresentaram alta toxicidade tanto para *S. zeamais*, quanto para *T. elegans*.

ABSTRACT: This work was carried out in laboratory aiming to assess the selectivity of the insecticides deltamethrin, permethrin, cypermethin, chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl and malation to the parasitoid *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) in comparison with its prey, the maize weevil *Sitophilus zeamais*. The concentrations which killed 95% of the individuals of *S. zeamais* were: 0.005; 0.057; 0.038; 0.265; 0.001; and 0.001 mg a.i./ml respectively. These concentrations were used to assess the insecticide selectivity through bioassays using 20 ml glass scintillation vials with their inner surface coated with dried insecticide residue. Adult insects of *T. elegans*, collected in grains infested with *S. zeamais*, were used in this study. The mortality values obtained with the insecticides showed significant differences, however all of them were highly toxic to the parasitoid. Among the insecticide studied, cypermethrin was the most toxic to the parasitoid and deltamethrin the least toxic.

UNITERMS: Insecticide selectivity, *Theocolax elegans*, Natural enemy

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **J. Econ. Entomol.**, New York, v.18, p. 265-267, 1925.

BRAGA, G. C.; GUEDES, R. N. C.; SILVA, F. A. P.; CASTRO, L. H. Avaliação da eficiência de inseticidas, isolados e em misturas, no controle de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), em milho armazenado. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.38, p.522-528, 1991.

BRATTSTEN, L. B.; HOLYOKE, J. R.; LEEPER, K. F.; RAFFA. Insecticide resistance: Challenge to pest management and basic research. **Science**, Canberra, v. 231, p. 1255-1260, 1986.

CAJUEIRO, I. V. de M. Controle químico de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), em grãos de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, em laboratório. Piracicaba: ESALQ, 1988. 45p.

FINLAYSON, D. G.; MACCARTHY H. R. The movement and persistence of insecticides in plant tissue. **Res. Rev.**, New York, v. 9, p. 14-52, 1965.

FLINN, P. W.; HAGSTRUM, D. W. Augmentative releases of parasitic wasps in stored wheat reduce insects fragments in flour. **J. Stored Prod. Res.**, Oxford, v. 37, p. 179-186. 2000.

FLINN, P. W.; HAGSTRUM, D. W.; Mc GAUGHEY, W. H. Suppression of beetles in stored wheat by augmentative releases of parasitic wasps. **Environ. Entomol.**, Bordeaux, v. 25, p. 505-511, 1996.

FRAGOSO, D. B; JUSSELINO FILHO, P.; GUEDES, R. N. C; PROQUE, R. Seletividade de Inseticidas a Vespas Predadoras de *Leucoptera coffella* (Guér. -M'enev.) (Lepdoptera: Lyonetiidae). **Neot. Entomol.**, College Park, v. 30, n. 1, p.139-144, 2001.

FUKUTO, T. R. Propesticidas. In: MAGER, P.S.; KOHN, G.H. (Ed.). **Pesticides synthesis through rational approaches**. [S.L.]: Amer. Chem. Soc., p. 97-101. 1984.

GUEDES, R. N. C.; LIMA J. O. G; ZANUNCIO, J. C. Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitrothion para *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae). **An. Soc. Entomol. Brazil.**, Piracicaba, v. 21, 339-346, 1992.

GUEDES, R. N. C; LIMA, J.O. G; SANTOS, J. P; CRUZ, C. D. Inheritance of deltamethrin resistance in a Brazilian strain of maize weevil (*Sitophilus zeamais* (Motsch)). **Int. J. Pest Manag.**, Bordeaux, v. 40, p. 103-106. 1994.

GUEDES, R. N. C.; LIMA, J. O. L.; SANTOS, J. P.; CRUZ, C. D. Resistance to DDT and pyrethroids in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **J. Stored Prod. Res.**, Oxford, v. 31, p.145-150, 1995.

GUEDES, R. N. C.; DOVER, B. A.; KAMBHAMPATI, S. Resistance to chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl, and malathion in Brazilian and U.S. populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). **J. Econ. Entomol.**, Oxford, v. 89, p. 27-32, 1996.

GUEDES, R. N. C. Resistência de insetos a inseticidas. In: L. ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 1999. p.101-107.

HAGSTRUM, D. W.; FLINN, P.W. Integrated pest management of stored-grain insects. In: SATTER, D.B. (Ed.). **Storage of cereal grains and their products**. Saint Paul: American Association of Cereal Chemist, 1992. p. 335-362.

HELBIG, J. Ability of naturally parasitoids to suppress the introduced pest *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in traditional maize stores in Togo. **J. Stored Prod. Res.**, Oxford, v.34, p. 287-295, 1998.

HUFFAKER, C. B. The ecology of pesticide interference with insect populations. In: SWIFT, J.E. (Ed.). **Agricultural chemicals; harmony or discord for food, people and the environment**. Berkeley: Division of Agriculture and Science, 1971. p. 92-107.

LENG, X. F; XIAO, D. Q. Effect of deltamethrin on protein phosphorylation of housefly brain synaptosomes. **Pestic. Sci.**, Bordeaux, v.44, p. 88-89. 1995.

PACHECO, I. A; SARTORI, M. R; BOLOMHEZI, S. Resistance to malathion, pirimiphos-methyl and fenitrothion in Coleoptera from stored grains. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, (5.,) Bordeaux. **Proceedings...** Bordeaux: [s.m.], 1990. p. 1029-1037.

PICANÇO, M.; RIBEIRO, L. J.; LEITE, G. L. D.; ZANUNCIO, J. C. Seletividade de inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste orseis*. **Rev. Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.32, p. 369-372, 1997.

RATHMAN, R. J.; JOHNSON, M.W.; ROSENHEIM, J.A.; TABASHNIK, B.E.; PURCELL, M. Sexual differences in insecticide susceptibility and synergism with piperonyl butoxide in the leafminer parasitoid *Diglyphus begini* (Hymenoptera: Eulophidae). **J. Econ. Entomol.**, Oxford, v.85, p.15-20, 1992.

REES, D. P. Coleoptera. In: SUBRAMANYAM, B.H.; HAGSTRUM, D.W. (Ed.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 1-39.

REIS, L. L.; OLIVEIRA, O.; CRUZ, I. Biologia e potencial de *Dorus luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Rev. Pesq. Agrop.**, Brasília, v. 23, p. 333-342, 1988.

RIBEIRO, B. M. **Resistência de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera; Curculionidae) Inseticidas. Detecção e Mecanismos**. 2001. 41f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ROSSETO, C. J. **Resistência de milho a pragas de espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* (Motsch) e *Sitotroga cerearella* (Olivier)**. Piracicaba: ESALQ, 1972. 144 p.

SARTORI, M. R.; PACHECO, I. A.; VILLAR, R. M. G. Resistance to phosphine in stored grain insects in Brazil. In: INTERNATIONAL-WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, (5.,) 1990. Bordeaux. **Proceedings...** Bordeaux: INRA/SDPV, 1990. p. 1041-9.

(SAS) INSTITUTE; **SAS/STAT User's Guide, Version 6**. Cary, 1989. p. 144, n: 508.1989.

SILVER, A. R. J.; VAN EMDEN, H. F.; BATTERSBY, M. A biochemical mechanism of resistance to pirimicarb in two glasshouse clones of *Aphis gossypii*. **Pestic. Sci.**, Bordeaux, v. 43, p. 21-29, 1995.

SINHA, R. N.; WALLACE, H. A. H.; REISER, B.; LEFKOVICH, L. P. Interrelations of arthropods and microorganisms in damp bulk stored wheat- Amultivariate study. **Res. Popul. Ecol.**, Oxford, v.21, p. 40-67, 1979.

STOCK, D.; HOLLOWAY, P. J. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pestic. Sci.**, Bordeaux, v. 38, p. 165-177, 1993.

SUN, Y. Q.; YUAN, J. G.; LI, J.; HE, F.Q; LIU, B. W.; WANG, J.; GONG, K. Y. The resistance mechanism of housefly against pyrethroids. **Acta Entomol.**, Amsterdam, v. 33, p. 265-273, 1990.

TRIPATHI, R. K.; O' BRIEN, R. D. Insensitivity of acetyl cholinesterase as a factor in resistance of houseflies to the organophosphate ragon. **Pestic. Biochem. Physiol.**, Leicester, v.3, p.495-498, 1973.

VOSS, G. Cholinesterase auto analysis: a rapid method for biochemical studies on susceptible and resistant insects. **J. Econ. Entomol.**, Oxford, v.73, p. 189-192, 1980.

WINTERINGHAM, F. P. W.; BARNES, Mechanisms of selective insecticide action. **A. Rev. Ent.**, New York, v.14, p.409-42, 1969.

YU, S. J. Biochemical defense capacity in the spined soldier bug (*Podisus maculiventris*) and its lepidopterous prey. **Pest. Biochem. Physiol.**, Leicester, v. 28, p. 216-223, 1987.

YU, S. J. Selectivity of insecticides to the spined bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. **J. Econ. Entomol.**, Oxford, v. 81, p. 119-122, 1988.

ZHAO, W. Q.; FENG, G. L.; SUN, Y. Q.; SHAO, Y. An important resistance mechanism of housefly to DDT and pyrethroides-CSN insensitivity. **Acta Entomol.** Amsterdam, v.35, p. 393-398, 1992.

Tabela 1. Toxicidade relativa de seis inseticidas para população padrão de susceptibilidade de *Sitophilus zeamais*.

Inseticida	N ¹	Inclinação ± EPM ²	CL ₅₀ (IC95%)	CL ₉₅ (IC(95%))	c ²	Prob.
Cipermetrina	560	0,640 ± 0,026	0,114(0,099-0,133)	0,440(0,344-0,609)	0,96	0,20
Deltametrina	560	0,475 ± 0,030	0,080(0,065-0,096)	0,648(0,479-0,972)	0,92	0,38
Permetrina	640	0,456 ± 0,035	0,490(0,407-0,576)	3,028(2,379-4,147)	0,87	0,63
Clorpirifós	560	0,632 ± 0,068	0,006(0,006-0,007)	0,012(0,011-0,015)	0,80	0,40
Malation	400	1,332 ± 0,076	0,031(0,018-0,041)	0,057(0,042-0,166)	0,96	0,09
Pirimifós	640	0,582 ± 0,049	0,008(0,007-0,010)	0,017(0,014-0,036)	0,85	0,07

¹ N= número total de insetos por bioensaio; ²EPM = Erro padrão da média; CL = Concentração letal; IC = Intervalo de confiança; c² = Qui-quadrado; Prob. = Probabilidade

Tabela 2. CL₉₅ para *S. zeamais* com suas respectivas concentrações discriminatórias para os inseticidas cipermetrina, deltametrina, permetrina, clorpirifós metílico e pirimifós metílico.

Inseticidas	CL ₉₅ (µg i.a./cm ²)	CL ₉₅ (m i.a./mL)	Concentração discriminatória (mg i.a./mL)
Cipermetrina	0,440	0,038	0,040
Deltametrina	0,648	0,057	0,060
Permetrina	3,028	0,265	0,270
Clorpirifós metílico	0,012	0,001	0,001
Malation	0,057	0,005	0,005
Pirimifós metílico	0,017	0,001	0,001

Tabela 3. Seletividade de inseticidas a *T. elangans* parasitóides de *S. zeamais* na dose recomendada para o controle de *S. zeamais*.

Inseticidas (mg i.a./ml)	Concentração discriminatória % de Mortalidade do Parasitóides <i>T. elangans</i>
Cipermetrina	0,040 97,8 a ¹
Deltametrina	0,060 84,4 e
Permetrina	0,270 91,5 c
Clorpirifós metílico	0,001 88,5 d
Malation	0,005 94,6 b
Pirimifós metílico	0,001 94,6 b
Testemunha	0,000 3,00 f

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem, entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.