

PROTEÇÃO DE PLANTAS

Resistência Cruzada Entre o Dicofol e Outros Acaricidas em *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae)

EVERALDO B. ALVES, CELSO OMOTO E CLAUDIO R. FRANCO

ESALQ/USP, Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola,
Av. Pádua Dias 11, 13418-900, Piracicaba, SP.
E-mail: celomoto@carpa.ciagri.usp.br

An. Soc. Entomol. Brasil 29(4): 765-771 (2000)

Cross-Resistance Between Dicofol and Other Acaricides in
Brevipalpus phoenicis (Acari: Tenuipalpidae)

ABSTRACT - Cross-resistance relationships between dicofol and other acaricides recommended in citrus were evaluated in *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) to find alternative products for managing dicofol-resistant mites. Susceptible and dicofol-resistant *B. phoenicis* strains were tested against fenbutatin oxide, propargite, fenpyroximate and bromopropilate. Dicofol-resistant *B. phoenicis* showed positive cross-resistance to bromopropilate and negative cross-resistance to fenpyroximate. No cross-resistance was detected between dicofol and the acaricides fenbutatin oxide and propargite. Therefore, among the acaricides tested only bromopropilate should be avoided for managing dicofol resistance in *B. phoenicis*.

KEY WORDS: Citrus leprosis mite, *Citrus sinensis*, chemical control, resistance management.

RESUMO - Relações de resistência cruzada entre o dicofol e alguns acaricidas recomendados na cultura de citros foram avaliadas em *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) para identificar produtos alternativos a serem utilizados em um programa de manejo da resistência ao dicofol. Linhagens de *B. phoenicis* susceptível e resistente ao dicofol foram testadas com os acaricidas óxido de fenbutatina, propargite, fempiroximato e bromopropilato. A linhagem de *B. phoenicis* resistente ao dicofol apresentou resistência cruzada positiva ao bromopropilato e resistência cruzada negativa ao fempiroximato. Não foi detectada resistência cruzada entre o dicofol e os acaricidas óxido de fenbutatina e propargite. Os resultados indicam que dentre os acaricidas testados, somente o bromopropilato deve ser evitado em programas de manejo da resistência de *B. phoenicis* ao dicofol.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro da leprose, *Citrus sinensis*, controle químico, manejo da resistência.

O conhecimento das relações de resistência cruzada entre os produtos recomendados para o controle do complexo de pragas em uma determinada cultura é uma das condições básicas para a implementação de qualquer estratégia de manejo da resistência envolvendo o uso de produtos químicos (Georghiou 1983, Tabasknik 1989, Denholm & Rowland 1992). Dentre as pragas que atacam a cultura de citros no Brasil, destacam-se o ácaro da leprose, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), e o ácaro da falsa ferrugem, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead). Estima-se que mais de 90 milhões de dólares são gastos anualmente com acaricidas na citricultura brasileira, o que representa aproximadamente 20% do custo de produção (Salvo Filho 1997). Devido à alta pressão de seleção com acaricidas, a evolução da resistência a acaricidas nestas duas espécies de ácaro tem sido um problema emergente (Gravena 1994, Omoto et al. 1994, Omoto 1995). Sendo assim, a correta escolha do acaricida a ser utilizado é fundamental para a obtenção do controle satisfatório da praga, assim como para a preservação da vida útil dos acaricidas.

Estudos de resistência cruzada com o dicofol têm sido realizados em outras espécies de ácaros, principalmente da família Tetranychidae. Mansour & Plaut (1979) constataram resistência cruzada positiva entre o dicofol e o bromopropilato em *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) resistente a dicofol. Fergusson-Kolmes et al. (1991) também comprovaram a presença de resistência cruzada positiva entre o dicofol e os acaricidas bromopropilato, clorobenzilato e amitraz em uma linhagem isogênica de *Tetranychus urticae* (Koch) resistente ao dicofol. A ocorrência de resistência cruzada depende do mecanismo de resistência, e portanto não pode ser extrapolada interespecificamente, ou mesmo intraespecificamente. O objetivo do presente trabalho foi o de determinar as relações de resistência cruzada em *B. phoenicis* entre o dicofol e outros acaricidas recomendados na cultura de citros no Brasil, como o óxido de fenbutatina, propargite,

fempiroximato e bromopropilato.

Material e Métodos

Duas linhagens de *B. phoenicis*, uma susceptível e outra resistente ao acaricida dicofol, foram utilizadas no presente estudo. Uma população de *B. phoenicis* que vinha sendo criada em laboratório na ausência de pressão seletiva com acaricidas há mais de cinco anos foi tomada como a linhagem susceptível de referência (S). A linhagem de *B. phoenicis* resistente ao dicofol (R) foi obtida através da seleção com dicofol em condições laboratoriais, a partir de uma população de *B. phoenicis* coletada em um pomar comercial de citros da região de Itápolis, SP em 1997, onde a frequência de uso deste acaricida era bastante alta. As CL_{50} s estimadas para as linhagens S e R foram de 7,44 µg de dicofol / mL de água destilada [ppm (I.A.)] e 422,45 ppm (I.A.), respectivamente.

As linhagens S e R foram testadas com os acaricidas óxido de fenbutatina (Torque® 500 SC, suspensão concentrada, 500 g de óxido de fenbutatina/L, Cyanamid Química do Brasil Ltda.), propargite (Omite® 720 CE BR, concentrado emulsionável, 720 g de propargite/L, Uniroyal Química S. A.), fempiroximato (Kendô® 50 SC, suspensão concentrada, 50 g de fempiroximato/L, Hoechst Schering AgrEvo do Brasil Ltda.) e bromopropilato (Neoron® 500 CE, concentrado emulsionável, 500 g de bromopropilato/L, Novartis Biociências S. A.). O método de bioensaio adotado foi o de contato residual para todos os acaricidas. Cinco a seis concentrações de cada produto, que proporcionassem mortalidade entre 5 a 99%, foram testadas em ambas as linhagens. As diferentes concentrações dos produtos escolhidas para os bioensaios foram preparadas através da diluição dos produtos comerciais em água destilada. Os bioensaios foram realizados em arenas de 2,6 cm de diâmetro confeccionadas com folhas de laranja da variedade Pera Rio coletadas em um pomar sem aplicação de acaricidas. As arenas de folha foram mantidas sobre algodão

embebido em água até a pulverização do produto. A aplicação foi feita sobre a superfície adaxial dos discos de folha através da torre de pulverização de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Reino Unido) calibrada a uma pressão de 10 psi (68,95 kPa). Foi utilizado um volume de 2 mL de solução em cada pulverização, obtendo-se a deposição média de resíduo úmido de 1,56 mg/cm² sobre as arenas. Após a aplicação, as arenas foram retornadas sobre o algodão umedecido até a secagem do produto. Em seguida, as arenas foram acondicionadas individualmente em placas acrílicas de 3,5 cm de diâmetro (Falcon 1008, Becton Dickinson Labware, Lincoln Park, NJ, Estados Unidos) contendo 2 ml de uma mistura ainda não geleificada de ágar-água na concentração de 2,3%. Após a geleificação do substrato no fundo da placa, uma barreira para evitar a fuga dos ácaros foi construída ao redor dos discos de folha com a mesma mistura de ágar-água (adaptado de Vestergaard *et al.* 1995).

Foram transferidos 10 ácaros adultos por arena. Cada concentração foi repetida cinco a seis vezes ao longo do tempo e cada repetição foi constituída por aproximadamente 40 ácaros. Após a infestação dos ácaros nas arenas, as placas foram tampadas e mantidas em câmara climática a 25±1°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14 horas. A mortalidade foi avaliada 24 horas após a infestação com o auxílio de um pincel com um único pelo e microscópio estereoscópico. Os ácaros foram virados de costas e aqueles que retornaram à posição normal e andaram foram considerados vivos. As repetições que apresentaram uma mortalidade superior a 15% na testemunha foram descartadas, assim como aquelas cuja perda de ácaros no ágar ultrapassou 15%.

Os dados de mortalidade de cada produto para as duas linhagens de *B. phoenicis* foram submetidos à análise de Probit através do programa POLO-PC (LeOra Software 1987). Um teste de paralelismo das linhas de concentração-resposta de cada produto para as linhagens S e R foi conduzido. As relações

de resistência cruzada entre os produtos estudados e o dicofol foram obtidas através da análise de sobreposição ou não dos intervalos de confiança das CL₅₀s estimadas de cada produto para as linhagens S e R. O nível de significância adotado para os testes foi de $\alpha=0,05$.

Resultados e Discussão

Os acaricidas óxido de fenbutatina, propargite e fempiroximato se mostraram como opções viáveis dentro de um programa de manejo da resistência de *B. phoenicis* ao dicofol. Não foi detectada presença de resistência cruzada entre o dicofol e os acaricidas óxido de fenbutatina e propargite. Pelo teste de paralelismo das linhas de regressão estimada através da análise de próbite, verificou-se que as respostas das duas linhagens foram semelhantes para o óxido de fenbutatina ($\chi^2=0,285$; g.l.=1; $P>0,05$) (Fig. 1A) e propargite ($\chi^2=0,027$; g.l.=1; $P>0,05$) (Fig. 1B). Foi verificada uma sobreposição dos intervalos de confiança das CL₅₀s do óxido de fenbutatina e propargite estimados para as duas linhagens (Tabela 1).

Trabalhos realizados em outras espécies de ácaros confirmam a inexistência de resistência cruzada entre o dicofol e acaricidas organoestânicos, como por exemplo em *Panonychus ulmi* (Koch) (Pree & Wagner 1987), *T. cinnabarinus* (Mansour & Plaut 1979) e *T. urticae* (Fergusson-Kolmes *et al.* 1991). Com relação ao propargite, Fergusson-Kolmes *et al.* (1991) não detectaram presença de resistência cruzada entre o dicofol e propargite em *T. urticae*. Por outro lado, Mansour & Plaut (1979) reportaram presença de uma moderada resistência cruzada entre o dicofol e propargite em *T. cinnabarinus*. Pelo fato dos autores não terem utilizado uma linhagem isogênica, há a possibilidade da ocorrência de resistência múltipla na linhagem de *T. cinnabarinus* testada.

Resistência cruzada negativa foi verificada entre o dicofol e fempiroximato em *B. phoenicis*, ou seja, uma maior susceptibilidade ao fempiroximato foi verificada para a

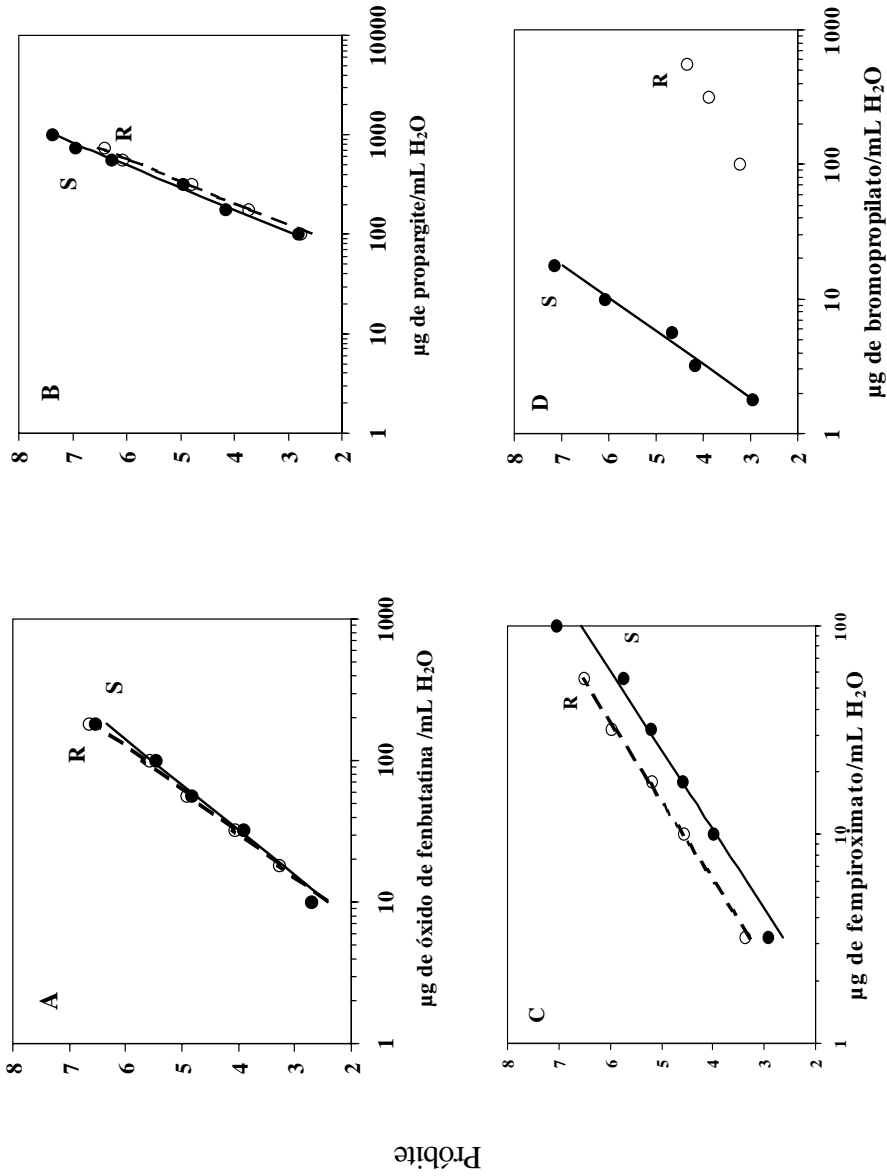


Figura 1. Respostas de concentração-mortalidade das linhagens de *B. phenicis* suscetível (S) e resistente (R) ao dicofol testadas com óxido de fenbutatina (A), propargite (B), fempiroximato (C) e bromopropilato (D).

Tabela 1. Respostas de concentração-mortalidade das linhagens de *B. phoenicis* susceptível (S) e resistente (R) ao dicofol quando testadas com óxido de fenbutatina, propargite, fempiroximato e bromopropilato.

Produto	Linhagem	n ¹	CL ₅₀ (95%IC) ppm (I.A.)	Coefficiente angular ± EP	Interpretação da resistência cruzada
Óxido de fenbutatina	S	1.090	67,2 (57,22-79,55)	3,1 ± 0,17	—
	R	849	61,6 (57,30-66,21)	3,3 ± 0,19	ausente
Propargite	S	956	298,2 (260,74-334,54)	4,5 ± 0,26	—
	R	857	346,6 (327,58-366,05)	4,5 ± 0,25	ausente
Fempiroximato	S	1.306	25,3 (21,09-30,16)	2,6 ± 0,13	—
	R	1.072	14,5 (13,34-15,69)	2,6 ± 0,15	negativa
Bromopropilato	S	958	5,8 (4,64-7,29)	4,0 ± 0,21	—
	R	—	> 320,0 ²	—	positiva

¹número de ácaros testados

²não foi possível estimar a CL₅₀ devido ao feito de repelência

linhagem R do que em relação à linhagem S (Tabela 1 e Fig. 1C). Não foram verificadas diferenças estatísticas no coeficiente angular estimado pela análise de Probit para as linhagens S e R ($\chi^2=0,003$; g.l.=1; $P>0,05$) (Fig. 1C), indicando que as duas linhagens respondem de maneira semelhante ao fempiroximato. No entanto, a CL₅₀ estimada para a linhagem R foi estatisticamente inferior à da linhagem S (Tabela 1). Os estudos realizados na presente pesquisa não permitem explicar as causas da resistência cruzada negativa entre os dois acaricidas; pois haveria a necessidade da elucidação dos mecanismos de resistência de *B. phoenicis* ao dicofol. Fergusson-Kolmes *et al.* (1991) detectaram resistência cruzada negativa entre o dicofol e clorpirifós etil em *T. urticae*. Uma maior ativação de clorpirifós para clorpirifós-oxon através das enzimas oxidativas mediadas pelo citocromo P-450 na linhagem de *T. urticae* resistente ao dicofol foi apontada por Hatano *et al.* (1992).

Resistência cruzada positiva foi verificada

entre o dicofol e bromopropilato em *B. phoenicis*, ou seja, a linhagem de *B. phoenicis* resistente ao dicofol também se mostrou resistente ao bromopropilato (Tabela 1; Fig. 1D). A estimativa da CL₅₀ do bromopropilato para a linhagem R não foi possível de ser realizada devido à repelência ocasionada pelo produto em concentrações superiores a 320 ppm de bromopropilato. Sendo assim, a maioria dos ácaros testados foram perdidos na solução ágar-água; diminuindo a precisão na estimativa da mortalidade nas concentrações testadas para a linhagem R. Ácaros sobreviventes da linhagem R foram observados mesmo a uma alta concentração de bromopropilato de 3.200 ppm. No entanto, a linhagem S se mostrou altamente susceptível a este acaricida. As CL₅₀ e CL₉₉ estimadas para a linhagem S através da análise de Probit foram de 5,81 (IC 95% 4,64-7,29) e 21,91 (IC 95% 13,12-37,16) ppm (I.A.), respectivamente. Pela impossibilidade de obtenção de uma linhagem isogênica de *B. phoenicis* resistente ao dicofol devido ao seu modo de

reprodução predominantemente por telitoquia, os resultados obtidos poderiam indicar a ocorrência de resistência múltipla. Porém, de acordo com os resultados obtidos com outras espécies de ácaro como *T. cinnabarinus* (Mansour & Plaut 1979) e *T. urticae* (Fergusson-Kolmes et al. 1991), há grandes indícios de resistência cruzada entre o dicofol e bromopropilato.

A partir dos dados obtidos no presente trabalho, fica evidente que em um programa de manejo da resistência de *B. phoenicis* ao dicofol, o acaricida bromopropilato deve ser evitado na rotação de acaricidas. A vantagem da resistência cruzada negativa entre o dicofol e o fempiroximato no manejo da resistência de *B. phoenicis* ao dicofol deve ser melhor explorada. Além dos acaricidas testados no presente trabalho, outros acaricidas recomendados em citros no Brasil necessitam ser estudados quanto à caracterização da resistência de *B. phoenicis*, assim como as suas relações de resistência cruzada. Devido ao reduzido número de cromossomos em *B. phoenicis* ($n=2$), há um problema potencial de seleção de linhagens do ácaro resistente a mais de um produto através da resistência múltipla (Omoto 1995). Sendo assim, o uso racional de acaricidas em citros deve ser observado com grande atenção para a maximização no controle de *B. phoenicis* ao menor custo possível.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro na execução da presente pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudo e de produtividade em pesquisa, respectivamente.

Literatura Citada

- Denholm, I. & M.W. Rowland. 1992.** Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: theory and practice. *Ann. Rev. Entomol.* 37: 91-112.
- Fergusson-Kolmes, L.A.; J.G. Scott & T.J. Dennehy. 1991.** Dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and pharmacokinetics. *J. Econ. Entomol.* 84: 41-48.
- Georghiou, G.P. 1983.** Management of resistance in arthropods, p. 769-792. In G.P. Georghiou & T. Saito. (eds.), *Pest resistance to pesticides*. New York, Plenum, 809p.
- Gravena, S. 1994.** Rotação de acaricidas no MIP-Citros: menos desequilíbrio e resistência. *Laranja* 15: 375-395.
- Hatano, R.; J.G. Scott & T.J. Dennehy. 1992.** Enhanced activation is the mechanism of negative cross-resistance to chlorpyrifos in the dicofol-IR strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 85: 1088-1091.
- LeOra Software. 1987.** POLO-PC: a user's guide to Probit Or LOGit analysis. LeOra Software, Berkeley, CA.
- Mansour, F.A. & H.N. Plaut. 1979.** The effectiveness of various acaricides against resistant and susceptible carmine spider mites. *Phytoparasitica* 7: 185-193.
- Omoto, C. 1995.** Resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) aos produtos químicos na citricultura, p. 179-188. In C.A.L. de Oliveira & L.C. Donadio (eds.), *Leprose dos citros*. Jaboticabal, FUNEP, 219p.
- Omoto, C., T.J. Dennehy, C.W. McCoy, S.E. Crane & J.W. Long. 1994.** Detection and characterization of the interpopulation variation of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) resistance to

- dicofol in Florida citrus. J. Econ. Entomol. 87: 566-572.
- Pree, D.J. & H.W. Wagner. 1987.** Occurrence of cyhexatin and dicofol resistance in the european red mite, *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae), in Southern Ontario. Can. Entomol. 119: 287-290.
- Salvo Filho, A. de 1997.** Notas sobre o tratamento fitossanitário em citros. Laranja 18: 155-163.
- Tabashnik, B.E. 1989.** Managing resistance with multiple pesticide tactics: theory, evidence, and recommendations. J. Econ. Entomol. 82: 1263-1269.
- Vestergaard, S., A.T. Gillespie, T.M. Butt, G. Schreiter & J. Eilenberg. 1995.** Pathogenicity of the hyphomycete fungi *Verticillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Biocont. Sci. and Tech. 5: 185-192.
- Aceito em 21/09/2000.*
-