

## AVANÇOS NA IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMAS DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PRAGAS A PESTICIDAS NO BRASIL

### ADVANCES IN THE IMPLEMENTATION OF PESTICIDE RESISTANCE MANAGEMENT PROGRAMS IN BRAZIL

C. Omoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ-USP, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil, e-mail: celomoto@esalq.usp.br

A resistência de pragas a pesticidas tem sido um dos grandes entraves em programas de manejo integrado de pragas (MIP) envolvendo o uso de produtos químicos. No Brasil, os primeiros trabalhos na área de resistência foram iniciados pela pesquisadora Dra. Esmeralda Mello (Mello 1970) com a detecção de resistência de *Sitophilus oryzae* (L.) ao DDT e lindane no final da década de 60. Grandes avanços na implementação de programas de manejo da resistência de pragas a pesticidas no Brasil foram observados na última década com o treinamento de diversos pesquisadores brasileiros em instituições no exterior. Com isso tem sido possível a consolidação de laboratórios para a realização de pesquisas com diversas pragas de importância agrícola (tais como *Alabama argillacea*, *Bemisia tabaci*, *Brevipalpus phoenicis*, *Panonychus ulmi*, *Plutella xylostella*, *Sitophilus* spp., *Spodoptera frugiperda*, *Rhyzopertha dominica*, *Tetranychus urticae*, *Tuta absoluta* etc.) e médico-veterinária (tais como *Aedes aegypti*, *Blattella germanica*, *Culex* spp., *Haematobia irritans* etc.). Sem dúvida, um importante passo neste processo está relacionado com a criação do Comitê Brasileiro de Ação a Resistência a Inseticidas (IRAC-BR) em 1997 que é composto por representantes de indústrias químicas e do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, além de consultores técnicos.

Os objetivos do IRAC-BR têm sido (a) fomentar pesquisas para avaliar os casos de insucessos de produtos no controle de uma determinada praga, (b) promover treinamento técnico na área de manejo da resistência de pragas a pesticidas, e (c) coordenar esforços para a implementação local de estratégias de manejo da resistência de pragas a pesticidas de modo a manter todas as classes de inseticidas e acaricidas como viáveis opções de controle de uma determinada praga. Os principais progressos desse Comitê serão apresentados em uma outra mesa-redonda durante o XIX Congresso Brasileiro de Entomologia.

Apesar dos avanços significativos na área de manejo da resistência de pragas a pesticidas no Brasil, alguns questionamentos ainda têm sido comumente levantados, tais como:

**Influência da resistência na eficácia de um produto:** o principal questionamento não deve ser concentrado apenas na existência ou não de resistência de uma praga a um determinado produto químico, pois a resistência está presente naturalmente em todas as situações devido à alta variabilidade genética em populações de insetos e ácaros. Sendo assim, deveríamos questionar qual a frequência de resistência. A frequência de resistência refere-se à proporção de uma população que é resistente a um produto. Inicialmente a frequência é baixa ( $10^{-3}$  a  $10^{-12}$ ) (Roush & McKenzie 1987). A presença de resistência em baixas frequências não irá comprometer significativamente a eficácia do produto. A frequência a partir da qual a resistência passa a comprometer a eficácia de um produto tem sido definida como frequência crítica (Dennehy 1987). Portanto, é de fundamental importância o conhecimento da linha-básica de suscetibilidade de uma praga a um determinado produto para avaliar os casos de insucessos no controle de uma praga com um determinado produto. As estratégias de manejo da resistência são mais eficientes quando implementadas no início da evolução da resistência (Georghiou 1983).

**Rotação ou mistura de produtos:** Dentro do contexto de manejo da resistência, uma das estratégias mais recomendadas tem sido a rotação de produtos que apresentam diferentes mecanismos de ação. A rotação de produtos é baseada no princípio de que a frequência de resistência a um produto (A) diminui quando os outros produtos (por ex. B e C) são utilizados; ou seja, os indivíduos resistentes ao produto A se comportam como suscetíveis aos produtos B e C (Georghiou 1983). Para o sucesso da rotação há necessidade de assumir que existe custo adaptativo dos indivíduos resistentes na ausência da pressão de seleção e que não existe resistência cruzada entre os componentes da rotação. Por exemplo, sabe-se que ocorre

resistência cruzada entre dicofol e bromopropilato em *Brevipalpus phoenicis*; ou seja, a aplicação de dicofol seleciona também os ácaros resistentes a bromopropilato e vice-versa (Alves et al. 2000a). Sendo assim, em talhões de citros onde se utiliza o dicofol para o controle de *B. phoenicis*, a aplicação do bromopropilato deve ser evitada mesmo para o controle de uma outra praga como *Phyllocoptruta oleivora*.

Uma classificação de grupos de acaricidas de acordo com o seu mecanismo de ação encontra-se na Tabela 1. A rotação de produtos que apresentam diferentes mecanismos de ação visa minimizar a seleção da resistência através do mecanismo de redução na sensibilidade do sítio de ação. Porém, vale salientar que os outros mecanismos de resistência como a redução na penetração cuticular e aumento na detoxificação metabólica de produtos não estão associados diretamente com os sítios de ação dos produtos. O conhecimento das relações de resistência cruzada deve ser avaliado para cada espécie em estudo, pois a resistência a um determinado produto não implica necessariamente que todos os produtos pertencentes a esse grupo químico estejam comprometidos. Por exemplo, a resistência de *B. phoenicis* a hexitiazox (Campos & Omoto 2002a) não compromete a eficácia de flufenoxuron, embora os dois produtos pertençam ao grupo dos reguladores de crescimento de ácaros (Campos & Omoto 2002b).

Uma outra prática bastante utilizada no manejo da resistência tem sido a mistura de produtos. O princípio da mistura de dois produtos (A e B) se baseia no fato que os indivíduos resistentes ao produto A serão controlados pelo produto B e vice-versa. Porém existe a possibilidade de se encontrarem indivíduos resistentes aos produtos A e B através da resistência múltipla. Dentre as outras condições para o sucesso da mistura estão: baixa frequência de resistência, ausência de resistência cruzada e persistência biológica semelhante para os dois produtos (Mani 1985; Roush 1989; Tabashnik 1989). Essas condições são raramente obedecidas. No entanto, essa prática tem sido muito comum nas nossas condições, principalmente após a constatação de falhas no controle da praga com o uso de um determinado inseticida. Apesar da detecção de resistência cruzada negativa entre dicofol e fenpyroximate em *B. phoenicis*, as doses recomendadas destes produtos em mistura não têm sido suficiente para explorar o efeito sinérgico dos produtos para o controle desse ácaro (Alves et al. 2000a,b). A mesma situação tem sido observada para as doses recomendadas em mistura de deltametrina e clorpirifós no controle de *B. germanica* (Salmeron & Omoto 2002). Portanto, em situações em que a resistência a um determinado produto se encontra numa frequência relativamente elevada, o uso de misturas não é aconselhável e tampouco a redução de doses dos produtos em mistura (a não ser que ocorra um efeito sinérgico dos produtos em mistura).

**Uso de doses reduzidas ou elevadas:** A evolução da resistência ocorre mediante a seleção de indivíduos resistentes a um determinado produto. Portanto, se o uso de doses reduzidas (ou seja, dose abaixo da recomendada pelo fabricante) possibilita um controle satisfatório da praga, isso implica que a maioria dos indivíduos suscetíveis está sendo controlada, ou seja, a seleção dos indivíduos resistentes está sendo observada. O uso de doses reduzidas é vantajoso no manejo de resistência somente em situações em que é possível permitir a sobrevivência de uma certa proporção da praga (de 20 a 30%) para possibilitar o cruzamento com os indivíduos resistentes selecionados (Tabashnik & Croft 1982). Por outro lado, o uso de doses elevadas (ou seja, doses acima da recomendada pelo fabricante) pode ser vantajoso em algumas situações, principalmente para controlar os indivíduos resistentes heterozigotos. No entanto, esta estratégia é contra os princípios de MIP, além da necessidade de preservação de refúgio para indivíduos suscetíveis para o sucesso desta estratégia e da possibilidade de seleção de indivíduos com maiores intensidades de resistência (com diferentes mecanismos de resistência), dificultando ainda mais o controle da praga.

**Tabela 1.** Classificação dos principais acaricidas de acordo com o mecanismo de ação.

<b>Grupo Químico</b>	<b>Nome Comum</b>	<b>Mecanismo de Ação Primário</b>
A. Enxofre	enxofre	Interferência no transporte de elétrons na mitocôndria através da redução do S para H <sub>2</sub> S
B. Dinitrofenóis	binapacril e dinocap	Inibidores da fosforilação oxidativa. O transporte de elétrons ocorre, mas não há a formação de ATP
C. Organoestânicos	cihexatin, óxido de fenbutatin, azociclotin	Inibidores da fosforilação oxidativa. O transporte de elétrons ocorre, mas não há a formação de ATP
D. Pyrrole	clorfenapir	Inibidores da fosforilação oxidativa através do desacoplamento de prótons da mitocôndria
E. Pyrazol	fenpiroximate, piridaben, fenazaquin, etc.	Inibidores do transporte de elétrons na mitocôndria – Sítio I
F. Propargite	propargite	Inibidor de ATPase mediado pelo Mg <sup>++</sup> na mitocôndria
G. Dicofol e Bromopropilato	dicofol, bromopropilato	Inibidores do transporte de elétrons na mitocôndria – Sítio II
H. Organofosforados e Carbamatos	dimetoato, triazofós, etion, aldicarb, etc.	Inibidores da acetilcolinesterase
I. Piretróides e Éster nor-pirétrico	bifentrin, fenpropatrin, acrinatrin, etc.	Moduladores de canais de Na <sup>+</sup>
J. Ciclodienos	endosulfan	Antagonistas do GABA (ácido $\gamma$ -aminobutírico)
K. Avermectinas	abamectin	Ativadores de canais de Cl <sup>-</sup> (agonistas do GABA)
L. Reguladores de crescimento de ácaros	hexitiazox, flufenoxuron, etc.	Modo de ação inespecífico ou desconhecido (inibidores da síntese da quitina ?)

**Dificuldades e desafios na implementação de estratégias:** Sem dúvida, grandes avanços na área de detecção e monitoramento da resistência de pragas a pesticidas foram realizados no Brasil nos últimos anos. O grande desafio atual está na implementação de estratégias de manejo da resistência. A implementação depende de vários fatores, tais como (a) programa educacional para a conscientização da magnitude do problema da resistência, (b) necessidade de um esforço conjunto envolvendo agricultores, indústrias químicas, consultores e pesquisadores, (c) realização de experimentos de campo por um período prolongado, (d) regulamentação de uso de pesticidas etc.

Como exemplo de implementação de um programa de monitoramento e manejo da resistência a pesticidas pode-se citar *Brevipalpus phoenicis* em citros, um projeto financiado pela FAPESP, Fundecitrus e empresas privadas. Neste caso, para a escolha de um determinado acaricida a ser utilizado, recomenda-se inicialmente avaliar o histórico de todas as aplicações de inseticidas e acaricidas por grupo químico (baseado na Tabela 1) utilizados para o controle do complexo de pragas de citros em um determinado talhão nos últimos anos. Posteriormente é realizada a escolha de alguns produtos que poderiam ser aplicados no talhão. A decisão final é baseada no monitoramento da resistência que é realizado por meio de bioensaios práticos nas próprias fazendas. Para tanto, frutos de laranja são pulverizados com concentrações diagnósticas do produto (previamente definidas) com o auxílio de um pulverizador manual de jardim. Posteriormente, o fruto pulverizado é infestado com ácaros coletados em um determinado talhão de citros. Para produtos com ação ovicida, os ácaros coletados são transferidos em um fruto e deixados para colocar os ovos por um período de 48 h. Em seguida, os ácaros adultos são retirados e a pulverização do produto é realizada sobre os ovos. Com esse procedimento, as chances de sucesso na escolha do melhor produto para obter um controle satisfatório da praga têm aumentado bastante.

Finalmente, alguns outros questionamentos serão debatidos na mesa-redonda, tais como: (a) viabilidade prática de programas de monitoramento da resistência, (b) necessidade de pesquisas básicas relativas aos aspectos bioecológicos de pragas, e (c) posição da indústria frente ao problema da resistência.

#### Literatura Citada

- Alves, E.B.; C. Omoto & C.R. Franco. 2000a.** Resistência cruzada entre o dicofol e outros acaricidas em *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 29(4): 765-771.
- Alves, E.B.; C. Omoto & C.R. Franco. 2000b.** Mistura de dicofol com fenpiroximato no manejo da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. An. Soc. Entomol. Brasil. 29(4): 789-797.
- Campos, F.J. & C. Omoto. 2002a.** Resistance to hexythiazox in *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) from Brazilian citrus. Exp. Appl. Acarol. (no prelo).
- Campos, F.J. & C. Omoto. 2002b.** Ácaro da leprose: existe resistência cruzada entre hexitiazox e flufenoxuron? Citricultura Atual 5(26): 14-15.
- Georghiou, G. P. 1983.** Management of resistance in arthropods, pp. 769-792. In: Georghiou, G. P. & Saito, T. [eds.], Pest resistance to pesticides. Plenum, New York.
- Mani, G.S. 1985.** Evolution of resistance in the presence of two insecticides. Genetics 109: 761-783.
- Mello, E.J.R. 1970.** Constatação de resistência ao DDT e lindane em *Sitophilus oryzae* (L.) em milho armazenado, na localidade de Capinópolis, Minas Gerais. In: Reunião Brasileira de Milho, Porto Alegre, p. 131-134.
- Roush R.T. & J.A. McKenzie. 1987.** Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. Ann. Rev. Entomol. 32: 361-380.
- Roush, R. T. 1989.** Designing resistance management programs: how can you choose? Pestic. Sci. 26: 423-441.
- Salemeron, E. & C. Omoto. 2002.** Mistura de deltametrina e clorpirifós no manejo da resistência de *Blattella germanica* (L., 1767) (Dictyoptera: Blattellidae) a deltametrina. In: Resumos do XIX Congresso Brasileiro de Entomologia, Manaus.

- Tabashnik, B. E. 1989.** Managing resistance with multiple pesticide tactics: theory, evidence, and recommendations. *J. Econ. Entomol.* 82: 1263-1269.
- Tabashnik, B.E. & B.A. Croft. 1982.** Managing pesticide resistance in crop-arthropod complexes: interactions between biological and operational factors. *Environ. Entomol.* 11: 1137-1144.