

Mistura de deltametrina e clorpirifós no manejo da resistência de *Blattella germanica* (Linnaeus, 1757) (Dictyoptera: Blattellidae) a deltametrina

Eloisa Salmeron¹, Celso Omoto

Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias 11, 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: elosalmeron@ig.com.br

Abstract

SALMERON E, OMOTO C. 2004. Mixture of deltamethrin and chlorpyrifos for managing *Blattella germanica* (Linnaeus, 1757) (Dictyoptera: Blattellidae) resistance to deltamethrin. Entomotropica 19(2):85-89.

The viability of the use of deltamethrin and chlorpyrifos mixture for managing *B. germanica* resistance to deltamethrin was evaluated on susceptible and resistant strains of *B. germanica* by residual tarsal-contact bioassay. The following treatments were evaluated: (a) 12.5 mg deltamethrin/m²; (b) 240 mg chlorpyrifos/m²; (c) mixture of 12.5 mg deltamethrin + 120 mg chlorpyrifos/m²; (d) mixture of 12.5 mg deltamethrin + 240 mg chlorpyrifos/m² and (e) control. The application of the treatments was done on tiles. The infestations of German cockroaches on treated-tiles were done on 0, 7, 14, 28, 35 and 42-day old residues. The use of mixtures gave better control of the susceptible strain than the use of the products by itself. In the mixture of 120 mg of chlorpyrifos (half of the recommended rate) in 12.5 mg of deltamethrin/m², the discrimination of the strains was detected from 14-day old residues and with 240 mg of chlorpyrifos in the mixture, the discrimination was possible only with 42-day old residues. Thus, the commercial recommended rates of deltamethrin and chlorpyrifos in the mixture (12.5 mg deltamethrin + 120 mg chlorpyrifos/m²) should be reevaluated for managing *B. germanica* resistance to deltamethrin.

Key words: Bioassay, insecta, German cockroach, urban pest.

Resumo

SALMERON E, OMOTO C. 2004. Mistura de deltametrina e clorpirifós no manejo da resistência de *Blattella germanica* (Linnaeus, 1757) (Dictyoptera: Blattellidae) a deltametrina. Entomotropica 19(2):85-89.

A viabilidade do uso da mistura de deltametrina e clorpirifós no manejo da resistência de *B. germanica* a deltametrina foi avaliada a partir de um bioensaio de contato tarsal com as linhagens suscetível e resistente de *B. germanica* a deltametrina. Os tratamentos testados foram (a) 12,5 mg deltametrina/m²; (b) 240 mg clorpirifós/m²; (c) mistura de 12,5 mg deltametrina + 120 mg clorpirifós/m²; (d) mistura de 12,5 mg deltametrina + 240 mg clorpirifós/m² e (e) controle. A aplicação dos tratamentos foi realizada sobre azulejos. As infestações de baratas sobre os azulejos tratados foram realizadas com resíduos de 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade. A mistura proporcionou um melhor controle da linhagem suscetível do que os produtos utilizados isoladamente. No tratamento da mistura de 120 mg de clorpirifós (metade da dose recomendada) com 12,5 mg deltametrina/m², a sobrevivência de indivíduos resistentes a deltametrina foi observada logo a partir de resíduos com 14 dias de idade, ao passo que com 240 mg clorpirifós na mistura, a seleção a favor de indivíduos resistentes a deltametrina ocorreu somente a partir de resíduos com 42 dias de idade. Portanto, a mistura de deltametrina e clorpirifós nas doses atualmente recomendadas (12,5 mg deltametrina + 120 mg clorpirifós/m²) deve ser reavaliada para o manejo da resistência de *B. germanica* a deltametrina.

Palavras chave: barata alemã, bioensaio, insecta, pragas urbanas.

Introdução

A mistura dos inseticidas deltametrina e clorpirifós tem sido muito utilizada no controle de *Blattella germanica* (Linnaeus, 1757) (Dictyoptera: Blattellidae). As principais razões têm sido devido ao excelente efeito de choque (*knock-down*) proporcionado pela deltametrina e ao efeito

residual do clorpirifós. No entanto, dentro do contexto e manejo da resistência de pragas a pesticidas, o uso de misturas de produtos deve ser criteriosamente avaliado.

A recomendação da mistura de pesticidas para o manejo da resistência é baseada no princípio de que os indivíduos resistentes a um determinado produto serão controlados pelo outro componente da mistura, e vice-versa (Georghiou

1983). Dentre as várias condições para o sucesso dessa estratégia devem ser consideradas a baixa frequência de resistência para os dois componentes da mistura, padrão de herança da resistência recessiva para pelo menos um dos produtos, alta mortalidade da praga, presença de refúgio para indivíduos suscetíveis, persistência biológica semelhante para os dois componentes da mistura etc (Mani 1985, Roush 1989, Tabashnik 1989). Estas condições são raramente obedecidas na prática, levando à seleção de indivíduos resistentes aos 2 produtos simultaneamente.

Em algumas situações, o uso da mistura de produtos pode ser mais vantajoso do que o uso de produtos isolados para o controle de pragas, principalmente em situações onde ocorre sinergismo dos produtos em mistura (Stone et al. 1988). Esse sinergismo pode ocorrer em situações onde um mecanismo de resistência a um determinado produto confere uma maior suscetibilidade a um outro produto. Por exemplo, um aumento na destoxificação metabólica por meio de monooxigenases dependentes do citocromo P-450 em linhagens resistentes de uma espécie a um piretróide pode conferir uma maior suscetibilidade a inseticidas fosforotioatos que são bioativados por meio deste mesmo grupo enzimático por dessulfuração (Matsumura 1985). O sinergismo de fosforotioatos e piretróides tem sido explorado em alguns programas de controle de pragas, tais como *Heliothis virescens* (F.) (Plapp et al. 1990), *Bemisia tabaci* (Genn.) (Denholm et al. 1999), *Musca domestica* L. (MacDonald et al. 1983), *Haematobia irritans* (L.) (Byford et al. 1987) etc.

Como a prática de uso da mistura de deltametrina e clorpirifós tem sido muito comum no controle de *B. germanica* nas nossas condições, o objetivo do presente estudo foi o de avaliar a viabilidade dessa mistura nas doses recomendadas atualmente no manejo da resistência de *B. germanica* a deltametrina.

Material e Métodos

Este experimento foi conduzido no laboratório de Resistência de Artrópodes a Pesticidas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP. Foram utilizadas as linhagens de *B. germanica* suscetível (denominada de SUS) e resistente a deltametrina (Deltametrina-R). As baratas foram coletadas através de armadilhas segundo procedimentos relatados por Cornwell (1976). A linhagem SUS foi obtida da Bioagri Laboratórios Ltda., Piracicaba-SP, onde a população era mantida em laboratório por mais de dez anos sem nunca ter recebido qualquer tratamento com inseticida. A linhagem Deltametrina-R foi resultante a partir de três ciclos de seleção com deltametrina (na concentração de 320 µg de deltametrina/ml de acetona)

sobre uma população proveniente do Rio de Janeiro, RJ (Salmeron e Omoto 2003). No presente trabalho foram utilizadas baratas da quarta geração (F4) da linhagem Deltametrina-R.

A criação de *B. germanica* em laboratório seguiu os procedimentos reportados por Cornwell (1968). A dieta das baratas consistiu de ração para cachorro, gelatina e leite em pó, além de um fornecimento ininterrupto de água através de bebedouros plásticos. A criação foi mantida em uma sala regulada à temperatura de 28±1°C, umidade relativa de 55±5% e fotofase de 12 h (Lee et al. 1996).

A avaliação da mistura de deltametrina e clorpirifós foi realizada a partir de um bioensaio de contato tarsal com as linhagens SUS e Deltametrina-R. Os tratamentos testados foram (a) 12,5 mg deltametrina/m² (K'OTHRINE 25CE; formulação concentrado emulsionável, 25 g de deltametrina/L, Aventis Environmental Science); (b) 240 mg clorpirifós/m² (DURSBAN 4E; formulação concentrado emulsionável, 480 g de clorpirifós/L, Dow AgroSciences Industrial Ltda.); (c) mistura de 12,5 mg deltametrina + 120 mg clorpirifós/m²; (d) mistura de 12,5 mg deltametrina + 240 mg clorpirifós/m² e (e) controle. Os produtos foram diluídos em água destilada e a aplicação foi realizada sobre a superfície de um azulejo (15x15 cm) através da torre de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Reino Unido) calibrada à pressão de 10 psi (68,95 kPa). Um volume de 2 ml de solução foi utilizado em cada pulverização, obtendo-se uma deposição média de resíduo úmido de 1,50 mg/cm² sobre cada azulejo. No tratamento controle foi realizado a pulverização de apenas água. As pulverizações de todos os azulejos utilizados no experimento foram realizadas no mesmo dia e as infestações de baratas sobre os azulejos tratados foram realizadas no decorrer do tempo para avaliar a persistência biológica dos resíduos de inseticidas.

As baratas foram previamente separadas (estágio adulto e machos) e confinadas em um recipiente plástico (500 ml) de forma invertida sobre a superfície do azulejo tratado. Cada recipiente apresentava um orifício na base superior e uma camada de vaselina líquida foi untada na borda inferior interna dos recipientes para manter as baratas restritas ao resíduo de inseticida. As infestações foram realizadas aos 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a pulverização. Para cada tratamento, linhagem e tempo de infestação foram utilizadas 4 repetições de 10 baratas. Após cada infestação, inicialmente foi avaliado o efeito *knock-down* após 5 minutos, em que as baratas ficaram em contato com o resíduo do inseticida. Após 15 minutos, as baratas foram retiradas do resíduo tratado e retornadas para recipientes plásticos (500 ml) limpos com tampa, contendo algodão embebido em água e alimento (ração para cachorro). Os bioensaios foram mantidos em câmara

TABELA 1. Porcentagem de *knock-down* com 5 min e mortalidade com 24 h nas linhagens suscetível (SUS) e Deltametrina-R de *B. germanica* em diferentes idades de resíduo de inseticidas.

Tratamento	Idade do resíduo (dias)	SUS		Deltametrina-R	
		% <i>knock-down</i> (5 min)	% mortalidade (24 h)	% <i>knock-down</i> (5 min)	% mortalidade (24 h)
12,5 mg deltametrina/m ²	0,00	72,50	100,00	62,50	17,50
	7,00	90,00	100,00	43,24	21,67
	14,00	75,00	100,00	7,50	2,50
	21,00	70,00	97,50	7,50	2,50
	28,00	62,50	100,00	17,50	0,00
	35,00	42,50	77,44	5,00	0,00
	42,00	65,00	92,44	12,50	5,00
240 mg clorpirifós/m ²	0,00	0,00	100,00	0,00	80,00
	7,00	0,00	100,00	0,00	80,56
	14,00	0,00	100,00	2,50	75,00
	21,00	0,00	100,00	0,00	72,50
	28,00	0,00	100,00	0,00	67,50
	35,00	0,00	74,74	0,00	87,50
	42,00	0,00	100,00	0,00	72,50
12,5 mg deltametrina+120 mg clorpirifós/m ²	0,00	70,00	100,00	67,50	100,00
	7,00	50,00	100,00	67,50	100,00
	14,00	75,00	100,00	45,00	97,50
	21,00	70,00	100,00	32,50	95,00
	28,00	77,50	100,00	35,00	87,50
	35,00	65,00	100,00	7,50	52,50
	42,00	62,50	100,00	0,00	27,50
12,5 mg deltametrina + 240 mg clorpirifós/m ²	0,00	47,50	100,00	60,00	100,00
	7,00	85,00	100,00	52,50	100,00
	14,00	65,00	100,00	50,00	100,00
	21,00	67,50	100,00	40,00	100,00
	28,00	60,00	100,00	20,00	100,00
	35,00	45,00	100,00	20,00	100,00
	42,00	47,50	100,00	5,00	97,50

climatizada, regulada à temperatura de 28±1°C, umidade relativa de 55±5% e fotofase de 12 h. A mortalidade foi avaliada com 24 h após a infestação, considerando-se como mortas os indivíduos incapazes de se locomoverem normalmente, mostrando evidências de paralisia ou tombamento.

Os dados de mortalidade (X) para cada tratamento foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925), transformados em arco sen $\sqrt{x/100}$ e submetidos à análise de variância em um delineamento fatorial (tratamento×linhagem×idade de resíduo) com interações. O nível de significância dos testes foi de $\alpha=0,05$.

Resultados e Discussão

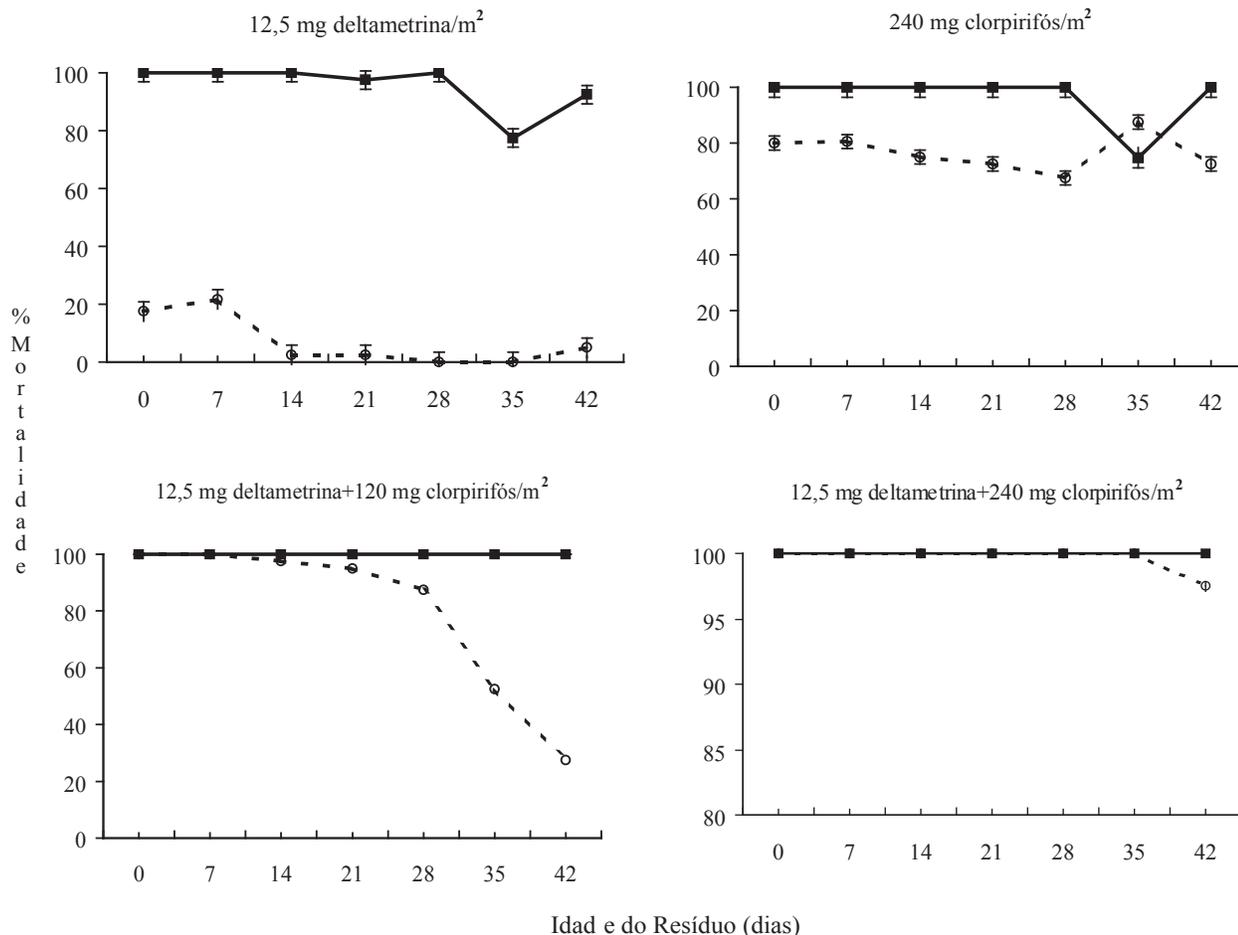
O efeito *knock-down* foi observado somente nos tratamentos com deltametrina utilizada isoladamente ou em mistura (Tabela 1). As curvas de degradação da persistência biológica dos diferentes tratamentos para as 2 linhagens testadas estão representadas na Figura 1. Os

efeitos de tratamento ($F=281,11$; gl.=3, 168; $P<0,05$), linhagem ($F=676,99$; gl.=1, 168; $P<0,05$) e idade de resíduo ($F=15,81$; gl.=6, 168; $P<0,05$) foram altamente significativos. As interações tratamento×linhagem ($F=200,25$; gl.=3, 168; $P<0,05$), tratamento×idade de resíduo ($F=3,86$; gl.=18, 168; $P<0,05$), linhagem× idade de resíduo ($F=6,43$; gl.=6, 168; $P<0,05$) e tratamento×linhagem×idade de resíduo ($F=7,11$; gl.=18, 168; $P<0,05$) foram altamente significativos.

O efeito *knock-down* do produto nem sempre pode ser considerado como a melhor forma de avaliar a sua eficiência, porque este efeito pode não resultar em mortalidade (Tabela 1). Essa tendência foi também verificada por Hemingway et al. (1993) por meio de um grande número de ninfas de *B. germanica* com efeito *knock-down*, mas que posteriormente recuperaram durante um período de 48 h, tanto na linhagem suscetível quanto na resistente a piretróides.

Diante dos resultados apresentados na Figura 1, fica evidente que a mistura de 12,5 mg deltametrina + 120 mg

Figura 1. Mortalidade das linhagens suscetível (SUS) (■) e Deltametrina-R (○) de *B. germanica* em diferentes idades de resíduo de inseticidas.



clorpirifós/m², que são as doses dos produtos utilizados comercialmente em mistura, não é eficiente para o manejo da resistência de *B. germanica* a deltametrina. Por outro lado, o uso da mistura de deltametrina e clorpirifós nas doses dos produtos recomendados isoladamente, ou seja, de 12,5 mg deltametrina + 240 mg clorpirifós/m², apresentou um melhor controle das 2 linhagens. Como Deltametrina-R não é uma linhagem isogênica, há possibilidade de que genes que conferem resistência ao clorpirifós estejam presentes na linhagem Deltametrina-R, uma vez que a mortalidade máxima foi obtida com clorpirifós na linhagem SUS (Figura 1).

Em situações em que a frequência de resistência de *B. germanica* a deltametrina ainda é baixa, o uso da mistura de deltametrina e clorpirifós nas duas proporções testadas foi mais eficiente do que os produtos utilizados isoladamente. Porém, em situações em que a frequência de resistência já se encontra relativamente alta, a mistura nas doses dos produtos recomendadas atualmente não foi suficiente para exercer controle sobre os

indivíduos resistentes a deltametrina. O uso da mistura de deltametrina e clorpirifós cada qual nas doses dos produtos recomendados isoladamente possibilitou um melhor controle da linhagem Deltametrina-R. Porém, a validade dessa recomendação deve ser avaliada em termos de custo, pois segundo Stone et al. (1998), a mistura pode ser vantajosa em certas situações, mas é imprescindível a realização da análise econômica para se adotar esta estratégia, além do risco de uma maior contaminação ambiental com pesticidas. Um outro grande entrave da mistura está na possibilidade de seleção de indivíduos resistentes aos dois produtos simultaneamente, levando à perda dos dois inseticidas no controle de *B. germanica*.

Uma das condições básicas para o sucesso da mistura é que a frequência de resistência aos 2 produtos seja baixa (Mani 1985, Roush 1989, Tabashnik 1989) e no caso de *B. germanica*, as frequências de resistência já se encontram relativamente altas tanto para a deltametrina como para o clorpirifós, como foi detectado por Salmeron e Omoto (2002). Portanto, para a recomendação da mistura há

necessidade de um monitoramento da resistência e utilização dessa estratégia somente em situações em que as frequências de resistência ainda sejam relativamente baixas aos 2 produtos da mistura.

A atividade biológica dos produtos utilizados em mistura deve ser semelhante para que o princípio básico da mistura seja observado (ou seja, os indivíduos resistentes a um determinado produto sejam controlados pelo produto alternativo, e vice-versa). No caso de deltametrina e clorpirifós, admite-se que o clorpirifós proporcione o controle residual.

A presença de refúgio para indivíduos suscetíveis é uma outra condição para prolongar a vida útil dos produtos utilizados em mistura. Caso ocorra a seleção dos indivíduos resistentes aos dois produtos, a diluição da resistência poderia ser observada com o cruzamento dos indivíduos resistentes selecionados com os suscetíveis provenientes de áreas de refúgio (Georghiou 1983). No entanto, no caso de controle de *B. germanica*, a preservação de áreas de refúgio não seria uma alternativa viável.

Sem dúvida, a questão da mistura de produtos deve ser estudada mais detalhadamente em pesquisas futuras. Com a introdução de novos inseticidas para o controle de *B. germanica*, tais como fipronil, imidacloprid, hidrametilona etc, possivelmente, a opção mais segura para a preservação da vida útil de todos os produtos existentes no mercado seja a rotação de produtos associada a boas práticas de manejo integrado de pragas, considerando-se principalmente a sanitização.

Conclusões

A mistura de 12,5 mg deltametrina + 120 mg de clorpirifós/m² não é eficiente no manejo da resistência de *B. germanica* a deltametrina.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento desta pesquisa e ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo de doutorado para o primeiro autor.

Referências

ABBOTT WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol* 18:265-267.

BYFORD RL, LOCKWOOD JA, SMITH SM, SPARKS TC, LUTHER DG. 1987. Insecticide mixtures as an approach to the

management of the Pyrethroid - resistant Horn Flies (Diptera: Muscidae). *J Econ Entomol* 80(1):111-116.

CORNWELL PB. 1968. The cockroach: a laboratory insect and an industrial pest. London: The Rentokil Library. 391p.

CORNWELL PB. 1976. The cockroach: insecticides and cockroach control. London: The Rentokil Library. v.2. 557p.

DENHOLM I, CAHILL M, DENNEHY TJ, HOROWITZ AR. 1999. Challenges with managing insecticide resistance in agricultural pests, exemplified by the whitefly *Bemisia tabaci*. In: DENHOLM I, PICKETT JÁ, DEVONSHIRE AL. (Ed.). *Insecticide resistance: from mechanisms to management*. London: The Royal Society; CABI Publishing. p.81-92.

GEORGHIOU GP. 1983. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU GP, SAITO T. *Pest resistance to pesticides*. New York: Plenum. p769-792.

HEMINGWAY J, DUNBAR SJ, MONRO AG, SMALL GJ. 1993. Pyrethroid resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae): resistance levels and underlying mechanisms. *J Econ Entomol* 86(6):1631-1638.

LEE CY, YAP HH, CHONG NL. 1996. Insecticide resistance and synergism in field collected German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) in Peninsular Malaysia. *Bull Entomol Res* 86:675-682.

MACDONALD RS, SURGEONER GA, SOLOMON KR, HARRIS CR. 1983. Development of resistance to Permethrin and Dichlorvos by the house fly (Diptera: Muscidae) following continuous and alternating insecticide use on four farms. *Can Entomol* 115:1555-1561.

MANI GS. 1985. Evolution of resistance in the presence of two insecticides. *Genetics* 109:761-783.

MATSUMURA F. 1985. *Toxicology of insecticides*. New York: Plenum Press. 503 p.

PLAPP JR FW, CAMPANHOLA C, BAGWELL RD, MCCUTCHEON BF. 1990. Management of pyrethroid-resistant tobacco budworms on cotton in the United States. In: Roush RT, Tabashnik BE (Ed.). *Pesticide resistance in arthropods*. New York: Chapman and Hall. p237-260.

ROUSH RT. 1989. Designing resistance management programs: How can you choose? *Pest. Scie* 26:423-441.

SALMERON E, OMOTO C. 2003. Caracterização da resistência de *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) a deltametrina e clorpirifós e relações de resistência cruzada com fipronil. *Neotrop Entomol* 32(1):177-181.

SALMERON E, OMOTO C. 2002. Monitoramento da suscetibilidade de populações de *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) a inseticidas. *Arq Instit Biol* 69(3):45-56.

STONE ND, MAKELA ME, PLAPP JR FW. 1988. Nonlinear optimization analysis of insecticide mixtures for the control of tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *J Econ Entomol* 81(4):989-994.

TABASHNIK BE. 1989. Managing resistance with multiple pesticide tactics: theory, evidence, and recommendations. *J Econ Entomol* 82(5):1263-1269.