

SELETIVIDADE FISIOLÓGICA DE INSETICIDAS UTILIZADOS EM CULTURA CAFEIEIRA SOBRE OVOS E ADULTOS DE *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* MULSANT

L.C.D. Rocha¹, G.A. Carvalho², A.P. Moura³, V.F. Moscardini^{2*}, D.T. Rezende^{4***}, O.M. Santos^{5**}

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Praça Tiradentes, 416, CEP 37576-000, Inconfidentes, MG, Brasil. E-mail: luiz.rocha@ifs.ifsuldeminas.edu.br

RESUMO

Em cafeeiros, a associação de inimigos naturais com produtos fitossanitários seletivos é uma importante estratégia no manejo de pragas. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos letais e subletais de produtos fitossanitários utilizados na cultura cafeeira sobre ovos e adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant em laboratório. Os bioensaios foram realizados sob $25 \pm 2^\circ \text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. Os inseticidas utilizados e suas respectivas dosagens de aplicação, em g ou mL de i.a. L^{-1} foram: tiametoxam (0,5), imidacloprido (0,7), óleo mineral (13,3), endossulfam (2,63) e dimetoato (0,48). A testemunha foi composta apenas por água destilada. A aplicação dos produtos foi realizada por meio de torre de Potter. Avaliaram-se a viabilidade de ovos, a sobrevivência dos espécimes e os efeitos dos compostos sobre os parâmetros reprodutivos do predador. Tiametoxam provocou prolongamento na duração do período embrionário (7,1 dias) em ovos tratados e junto com imidacloprido foram classificados como nocivos, seguidos do endossulfam e dimetoato que apresentaram toxicidade intermediária e do óleo mineral que foi seletivo. Em função da seletividade do óleo mineral, pode-se recomendá-lo visando à compatibilização com o predador *C. montrouzieri* em programas de manejo integrado de pragas na cultura cafeeira.

PALAVRAS-CHAVE: Insetos sugadores, joaninha, pesticidas, café, seletividade, controle biológico.

ABSTRACT

PHYSIOLOGIC SELECTIVITY OF PESTICIDES USED ON COFFEE PLANTATIONS ON EGGS AND ADULTS OF *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* MULSANT. On coffee plantations, the association between selective compounds and natural enemies composes an important tool for the pest management. The objective of this study was to evaluate some pesticides used on coffee plantations in regard to their lethal and sublethal effects on eggs and adults of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant under laboratory conditions. The bioassays were carried out in the Laboratory of Selectivity Studies, Department of Entomology of the Universidade Federal de Lavras – UFLA, Brazil, under controlled conditions (climatic chamber) at $25 \pm 2^\circ \text{C}$, RH of $70 \pm 10\%$ with a 12 h photophase. The pesticides and doses in g or mL of i.a. L^{-1} were: thiamethoxam (0.5), imidacloprid (0.7), mineral oil (13.3), endosulfan (2.63) and dimethoate (0.48). Distilled water was used as a control. The sprayings of the pesticides were accomplished using a Potter's tower. The parameters evaluated were: specimen survival after the application of the compounds, oviposition and eggs viability. Thiamethoxam, imidacloprid and endosulfan were the most harmful to the treated individuals. When sprayed on eggs, thiamethoxam increased the embryonic period length (7.1 days). Mineral oil was the only compound that did not affect the reproduction of *C. montrouzieri*. In function of the selectivity presented by mineral oil, it can be recommended to be used in integrated pest management on coffee plantations in association with this predator.

KEY WORDS: Sucking insects, ladybeetles, pesticides, coffee, selectivity, biological control.

²Universidade Federal de Lavras, Departamento de Entomologia, Lavras, MG, Brasil.

³Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Biologia, Seropédica, RJ, Brasil.

⁴Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, Brasil.

⁵UNIFENAS, Universidade "José do Rosário Vellano", Alfenas, MG, Brasil

*Mestranda em Agronomia/Entomologia, DEN/UFLA.

**Mestrando em Sistema de Produção na Agropecuária, UNIFENAS.

***Mestranda em Proteção de Plantas, FCA/UNESP.

INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira representa atualmente um dos principais pilares de divisas econômicas para o país. Neste cenário a cultura cafeeira figura como uma das de maior relevância na geração de divisas que fortalecem a balança comercial. A produção brasileira concentra-se nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo (MAPA, 2007).

Apesar do grande sucesso da cultura cafeeira em solos nacionais, vários problemas podem afetar o desempenho dos cafezais, reduzindo a produtividade e a qualidade nas principais áreas cultivadas, entre os quais, pode-se citar a ocorrência de pragas. Ácaros, coleóperos, lepidópteros e hemípteros são freqüentes nas lavouras.

As espécies cochonilha-branca *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), cochonilha-branca *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) e cochonilha-branca-de-cauda-longa *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) (Hemiptera: Pseudococcidae) são as cochonilhas-farinhas mais comuns na parte aérea dos cafeeiros, sendo que suas ninfas ou fêmeas adultas sugam a seiva nas rosetas, resultando no chochamento e queda de botões florais e frutos ainda em desenvolvimento (SANTA-CECÍLIA *et al.*, 2007).

O controle dessas pragas vem sendo realizado de formas variadas, entretanto, tem crescido no país o emprego do manejo integrado de pragas (MIP) nesta cultura, principalmente em sistemas de Produção Integrada de Café (PIC) que se encontra em fase de implantação no território brasileiro (BOLLER *et al.*, 1999; ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2002; RAJJ, 2003; BOLLER *et al.*, 2004). Nesse sistema preconiza-se, entre outras práticas de proteção ao meio ambiente, a redução no uso de produtos fitossanitários e intensificação do emprego de outros métodos para o controle de pragas, visando à obtenção de produtos de melhor qualidade. Desta forma, o uso de inimigos naturais, como predadores e/ou parasitoides está sendo bastante incentivado.

Destaca-se, dentre o grupo de inimigos naturais que habitam o agroecossistema cafeeiro, os coccinélideos (Coleoptera: Coccinellidae), conhecidos como joaninhas, organismos eficientes no controle de vários insetos-praga. Existem cerca de 4.200 espécies pertencentes a esta família, das quais aproximadamente 90% são predadoras (CHACKO *et al.*, 1978; IPERTI, 1999). Pertencente a esta ordem, a espécie *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant é a mais eficiente no controle de cochonilhas, principalmente do gênero *Planococcus* sp. É uma espécie nativa da Austrália e foi o primeiro agente biológico introduzido na Índia, em 1898, para o controle de *Coccus viridis* (Green) em cafeeiro (PUTTARUDRIAH *et al.*, 1952, citado por CHACKO

et al., 1978), sendo posteriormente empregada na Califórnia (EUA) para o controle de *P. citri* em citros (SMITH; ARMITAGE, 1920).

Em literaturas, nacional e internacional, poucos são os trabalhos recentes relacionados ao efeito de pesticidas sobre *C. montrouzieri*, entretanto, até 1990 era considerado o 15º inimigo natural mais estudado em termos de seletividade (CROFT, 1990). CHACKO *et al.* (1978) já relataram a importância de se conhecer o efeito dos pesticidas sobre esse predador, como forma de garantir o sucesso do controle biológico. No Brasil, o presente estudo é o primeiro a ser realizado.

Avaliações dos efeitos de acaricidas, inseticidas e fungicidas na mortalidade e efeitos subletais sobre *C. montrouzieri* já realizadas, evidenciaram tolerância diferenciada desse predador aos diversos produtos fitossanitários (BELLOWS *et al.*, 1985; MORSE; BELLOWS, 1986; MORSE *et al.*, 1987; BABU; AZAM, 1987; BELLOWS; MORSE, 1988; MANI *et al.*, 1997; BOYERO *et al.*, 2005; CLOYD; DICKINSON, 2006). Tais efeitos podem ainda interferir na compatibilização do emprego de inimigos naturais em programas de MIP ou PIC em condições de campo.

Desta maneira, considerando-se a potencialidade dos predadores da espécie *C. montrouzieri* no controle de cochonilhas em cafeeiros e a necessidade da compatibilização desses organismos com aplicações de pesticidas, o objetivo do trabalho foi avaliar a seletividade fisiológica de inseticidas utilizados na cultura cafeeira sobre ovos e adultos desse predador.

MATERIAL E MÉTODOS

Realização dos bioensaios em laboratório

Os bioensaios seguiram a metodologia proposta por membros da Organização Internacional para o Controle Biológico (IOBC/WPRS, 1992; JANSEN; HAUTIER, 2005). Os inseticidas utilizados e suas respectivas dosagens de aplicação, em g ou mL de i.a. L⁻¹ foram: tiametoxam (0,5), imidacloprido (0,7), óleo mineral (13,3), endossulfam (2,63) e dimetoato (0,48). A testemunha foi composta apenas por água destilada. A aplicação dos produtos foi realizada por meio de torre de Potter.

Criação de manutenção de *C. montrouzieri* em laboratório

Para implantação da criação de manutenção, adultos de *C. montrouzieri* provenientes da empresa Gravena Manecol foram acondicionados em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, fechadas com filme de PVC transparente e mantidas em câmaras

climatizadas reguladas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os predadores foram alimentados com uma massa cotonosa contendo ovos, ninfas e adultos de *P. citri*, provenientes de uma criação de laboratório e para o fornecimento de água foi disposto um chumaço de algodão hidrófilo umedecido no interior da placa.

As posturas do predador em massas de ovos da cochonilha foram periodicamente removidas e transferidas para novas placas, para desenvolvimento das fases de larva, pupa e adulta. Após a emergência dos adultos, estes foram separados em novas placas de Petri para dar início a um novo ciclo de desenvolvimento.

Efeito dos inseticidas sobre ovos de *C. montrouzieri*

Ovos com aproximadamente 12 horas de idade foram retirados da criação de laboratório e colocados em placas de Petri de 15 cm de diâmetro. As pulverizações dos compostos foram realizadas diretamente sobre os ovos por meio de torre de Potter, com a aplicação de $1,5 \pm 0,5 \text{ mg.cm}^{-2}$.

Após os ovos receberem os produtos, foram individualizados em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura, vedados com filme de PVC transparente e mantidos em câmara climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e 12 horas de fotofase. As larvas eclodidas e sobreviventes foram alimentadas *ad libitum*, a cada dois dias, com massa de ovos, ninfas e adultos da cochonilha *P. citri*, até a fase adulta.

O delineamento foi o inteiramente ao acaso, com seis tratamentos e dez repetições, sendo cada parcela composta por três ovos, totalizando 30 ovos/tratamento. Avaliaram-se o número de ovos viáveis e a duração do período embrionário.

Efeito dos inseticidas sobre adultos de *C. montrouzieri*

Adultos com 24 a 36 horas de idade foram separados por sexo e colocados em placas de Petri forradas com papel-filtro, onde receberam os produtos em pulverização, conforme metodologia utilizada na pulverização de ovos e larvas. Posteriormente, um casal por repetição, foi transferido para placa de Petri de 15 cm de diâmetro forrada com papel-filtro e vedada na parte superior com filme de PVC transparente. Os adultos foram alimentados *ad libitum* com a cochonilha *P. citri*. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com seis tratamentos e 10 repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois espécimes. As avaliações da mortalidade de adultos foram realizadas 1h, 1, 2, 3, 4 e 5 dias após as pulverizações.

Efeito dos produtos sobre os parâmetros reprodutivos de *C. montrouzieri*

Avaliaram-se o período de pré-oviposição, fecundidade das fêmeas e a viabilidade dos ovos colocados durante os primeiros 20 dias de oviposição. Espécimes oriundos de ovos ou adultos tratados, foram separados em casais e acondicionados em placas de Petri de 5 cm de diâmetro e fechadas com filme de PVC transparente. Os espécimes foram alimentados *ad libitum* por meio do fornecimento de água (em algodão umedecido) e ovos, ninfas e adultos da cochonilha *P. citri*. Para estudos da viabilidade dos ovos, foram coletados ao acaso 30 ovos de cada tratamento a cada semana por um período de vinte dias.

Para os testes foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com número variável de tratamentos e 7 repetições, cada uma composta por um casal de indivíduos. O número de tratamentos e repetições foi variável em função da mortalidade provocada pelo produto.

Análise estatística

Os dados de sobrevivência após 1h, 1, 2, 3, 4 e 5 dias após a aplicação dos produtos sobre adultos foram transformados para arco-seno $\sqrt{(x/100)}$ e submetidos à análise de variância em um modelo de parcelas subdivididas no tempo, com os produtos na parcela.

As médias de sobrevivência dos espécimes nos instares subseqüentes à aplicação sobre ovos. Utilizou-se um esquema fatorial de 6×4 em um delineamento inteiramente ao acaso de produtos x número de instares com quatro 4 repetições, utilizando-se cinco insetos em cada unidade experimental (quando possível).

As comparações das médias dos tratamentos foram realizadas por meio do teste de Scott e Knott a 5% de significância (SCOTT; KNOTT, 1974). O mesmo modelo de análise foi adotado para os dados referentes aos efeitos dos compostos sobre os parâmetros reprodutivos dos insetos tratados nas diferentes fases de desenvolvimento. Para os dados balanceados, foi utilizado o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000). Quando o número de repetições foi diferente para os tratamentos, utilizou-se o proc GLM do SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

Classificação dos produtos quanto à toxicidade segundo escala da IOBC

Os produtos foram enquadrados em classes de toxicidade conforme as recomendações sugeridas por membros da IOBC (VEIRE *et al.*, 2002), onde: classe 1 = inócuo ($< 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% \leq E \leq 80\%$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80 < E \leq 99\%$) e classe 4 = nocivo ($> 99\%$ de mortalidade), em função do efeito sobre os parâmetros reprodutivos e mortali-

dade do predador, sendo o efeito total (E%) calculado pela fórmula proposta por VOGT (1992):

$$E = 100\% - (100\% - M\%) \times R_1 \times R_2$$

Na qual: E = efeito total (%); M% = mortalidade total, corrigida em função do tratamento testemunha (ABBOTT, 1925); R_1 = razão entre a média diária de ovos colocados por fêmea tratada e não tratada; R_2 = razão entre a média de ovos viáveis colocados por fêmea tratada e não tratada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito dos inseticidas sobre a viabilidade de ovos

Tiametoxam, imidacloprido e dimetoato causaram a mortalidade de embriões do predador, levando a uma redução significativa nas porcentagens de larvas eclodidas (Tabela 1). Observou-se também que tiametoxam prolongou o desenvolvimento de embriões e larvas provenientes de ovos tratados e reduziu ainda a viabilidade da fase larval (Tabela 1).

Desde o início da segunda metade do século passado, trabalhos como o de RIPPER *et al.* (1951) têm buscado compreender o efeito de pesticidas sobre os inimigos naturais. Entretanto, nos últimos anos as pesquisas têm dado ênfase não só para a mortalidade de espécimes adultos, mas também às diferentes fases de desenvolvimento e ainda aos efeitos subletais que os compostos podem provocar nos organismos não-alvo, como apresentado no presente estudo.

Conforme os resultados obtidos para ovos e larvas, verificou-se que os inseticidas apresentaram comportamentos distintos. Tiametoxam e imidacloprido foram mais severos, dimetoato e endossulfam, tiveram, de modo geral, efeitos intermediários e o óleo mineral apresentou-se como menos prejudicial.

Tiametoxam e imidacloprido são compostos persistentes ao grupo dos neonicotinóides e atuam por

contato e ingestão, apresentando também ação translaminar e atividade sistêmica em tecidos de plantas (PMRA, 2001). Tais propriedades podem estar relacionadas ao fato dos produtos terem penetrado no interior dos ovos e provocado efeito tóxico sobre os embriões.

Os compostos neonicotinóides são potentes agonistas da acetilcolina nas junções colinérgicas do sistema nervoso dos insetos e como não são degradados pela acetilcolinesterase, provocam a morte dos insetos (WARE; WHITACRE, 2004). Esta ação pode ter sido conferida às larvas de *C. montrouzieri* de forma severa quando expostas aos produtos tiametoxam e imidacloprido, ocasionando a sua morte.

Efeito dos compostos sobre os parâmetros reprodutivos de fêmeas de *C. montrouzieri* tratadas nas fases de ovo

Os compostos não afetaram o período de pré-oviposição, com médias que variaram de 4,8 a 5,9 dias; todavia, endossulfam e dimetoato foram prejudiciais aos parâmetros números de ovos colocados por fêmeas do predador oriundas de ovos tratados (diário e total). A viabilidade dos ovos colocados não foi afetada por nenhum produto avaliado. Para tiametoxam e imidacloprido não foi possível avaliar tais características biológicas em razão da reduzida taxa de eclosão de larvas, uma vez que os compostos provocaram elevada mortalidade (Tabela 2).

Em insetos, poucos são os trabalhos disponíveis em literatura que relatam efeitos de dimetoato sobre a reprodução. Sobre Collembola, PETERSEN; GJELSTRUP (1998) verificaram que além de afetar o crescimento e pesos dos insetos, também reduziu a capacidade reprodutiva de espécimes de *Folsomia fimetaria* (Linnaeus) (Collembola: Isotomidae) e *Hypogastrura assimilis* Krausbauer (Collembola: Hypogastruridae) avaliadas.

Tabela 1 - Viabilidade de ovos tratados (%), duração do período embrionário (dias), duração da fase larval (dias) e viabilidade da fase larval (%) (\pm EP) de espécimes de *Cryptolaemus montrouzieri*, submetidos ao tratamento na fase de ovo. Temperatura de $25 \pm 2^\circ$ C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Tratamentos	Viabilidade de ovos tratados	Duração do período embrionário	Duração da fase larval	Viabilidade da fase larval
Tiametoxam	26,6 \pm 4,08 c	7,1 \pm 3,45 b	29,3 \pm 5,35 b	13,3 \pm 2,25 b
Imidacloprido	13,3 \pm 7,42 c	6,5 \pm 0,08 a	-	-
Óleo mineral	80,0 \pm 2,18 a	5,3 \pm 1,15 a	24,8 \pm 2,39 a	80,0 \pm 5,93 a
Endossulfam	91,3 \pm 3,12 a	5,1 \pm 0,04 a	23,9 \pm 3,86 a	93,3 \pm 6,28 a
Dimetoato	66,6 \pm 6,45 b	6,1 \pm 0,50 a	23,9 \pm 5,12 a	66,6 \pm 4,49 a
Testemunha	100,0 \pm 0,00 a	5,4 \pm 1,59 a	25,3 \pm 2,19 a	86,7 \pm 7,55 a
CV(%)	17,79	22,29	31,65	26,78

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$). (-) Não foi possível avaliar o parâmetro biológico em função da alta mortalidade provocada pelo produto.

Tabela 2 - Período de pré-oviposição (dias), número médio diário e total de ovos colocados em 20 dias e a viabilidade (\pm EP), obtidos de fêmeas de *Cryptolaemus montrouzieri* provenientes de ovos tratados com os produtos. Temperatura de $25 \pm 2^\circ$ C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Tratamentos	Pré-oviposição (dias)	Nº médio diário de ovos	Total de ovos/20 dias	Viabilidade dos ovos (%)
Tiametoxam	-	-	-	-
Imidacloprido	-	-	-	-
Óleo mineral	5,3 \pm 0,58 a	3,9 \pm 1,50 a	78,8 \pm 9,58 a	85,6 \pm 9,46 a
Endossulfam	4,8 \pm 1,96 a	2,3 \pm 1,16 b	46,2 \pm 8,26 b	82,3 \pm 5,36 a
Dimetoato	5,8 \pm 2,11 a	2,4 \pm 1,01 b	49,0 \pm 8,59 b	81,6 \pm 5,09 a
Testemunha	5,9 \pm 0,94 a	4,2 \pm 1,12 a	84,8 \pm 6,93 a	80,6 \pm 4,38 a
CV (%)	26,13	29,27	24,30	13,44

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$). (-) Não foi possível formar casais, em função da alta mortalidade provocada pelo produto.

Os resultados do presente estudo indicam a possibilidade do dimetoato ter afetado a espermatogênese ou a oogênese durante o período de maturação do sistema reprodutivo de *C. montrouzieri*, ocasionando redução na fecundidade dos ovos, assim como foi verificado por PETERSEN; GJELSTRUP (1998).

Para endossulfam, o efeito conferido sobre os parâmetros reprodutivos de fêmeas tratadas nas fases de ovo e quarto instar pode ter ocorrido pelo fator de bioacumulação do composto nos tecidos dos insetos. De acordo com dados do arquivo EXTONET (1996) e WARE; WHITACRE (2004) o composto pertence ao grupo químico dos organoclorados e apresenta alto potencial para bioacumulação nos tecidos gordurosos de artrópodes. Ovos de *C. montrouzieri* podem apresentar maiores teores de gorduras em seus tecidos de reserva, facilitando o seqüestro do pesticida no organismo. Com a retenção do composto, sua ação pode ter sido revelada na fase reprodutiva, em função do elevado consumo de energia pelos insetos.

Efeito dos produtos fitossanitários sobre adultos de *C. montrouzieri*

Na sobrevivência

A fase adulta também se mostrou bastante sensível aos pesticidas tiametoxam, imidacloprido, endossulfam e dimetoato, que resultaram em altos valores de mortalidade.

Uma hora após a aplicação dos produtos, verificou-se que imidacloprido apresentou efeito tóxico aos adultos de *C. montrouzieri*, com média de 46,7% de sobrevivência. Decorridas 24 horas desde a pulverização com tiametoxam, imidacloprido e dimetoato observou-se redução significativa na sobrevivência dos espécimes, com médias de 13,3%; 33,3% e 33,3%, respectivamente e ainda, não se observaram sobreviventes tratados com endossulfam (Tabela 3). No quinto dia após a pulverização, os produtos tiametoxam,

imidacloprido, óleo mineral, endossulfam e dimetoato apresentaram médias de sobrevivência de 6,7%; 9,0%; 80,0%; 0,0% e 26,6%, respectivamente.

Para o óleo mineral constatou-se que após 24 horas desde a aplicação ocorreu uma redução na sobrevivência dos espécimes, chegando a 80% ao final da avaliação.

Estudando a toxicidade direta de óleo mineral (20 mL L⁻¹) sobre as joaninhas *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae), *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae), *Harmonia axyridis* (Pallas) e *C. montrouzieri*, SMITH; KRISCHIK (2000) também não observaram efeito tóxico do composto na sobrevivência desses predadores e classificaram o composto como seletivo para os predadores.

Na reprodução

A alta mortalidade provocada por tiametoxam, imidacloprido e endossulfam aos adultos de *C. montrouzieri* tratados impossibilitou a avaliação dos seus efeitos sobre as características reprodutivas desse predador. Verificou-se que óleo mineral não afetou o período de pré-oviposição, número médio de ovos colocados diariamente e tampouco o total de ovos colocados em 20 dias de avaliação; entretanto, fêmeas tratadas com dimetoato apresentaram redução no número médio diário de ovos e também no total de ovos colocados (Tabela 4). O período de pré-oviposição e a viabilidade dos ovos não foram afetados por nenhum dos compostos submetidos à avaliação.

Efeito total dos produtos fitossanitários sobre o predador de acordo com escala proposta pela IOBC

A alta mortalidade apresentada pelos compostos neonicotinóides resultou na classificação desses compostos como altamente prejudiciais ao predador, sendo enquadrados na classe 4 para ovos e adultos (Tabela 5).

Tabela 3 - Sobrevivência (%) (\pm EP) de adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* após a aplicação dos produtos fitossanitários. Temperatura de $25 \pm 2^\circ$ C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Tratamentos	Sobrevivência (%)/ dias após aplicação					
	1 hora	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias
Tiametoxam	86,7 \pm 2,25 aA	13,3 \pm 2,41 bB	6,7 \pm 1,33 dB	6,7 \pm 1,33 dB	6,7 \pm 1,33 dB	6,7 \pm 1,33 cB
Imidacloprido	46,7 \pm 6,41 bA	33,3 \pm 3,97 bB	20,0 \pm 3,27 cC	20,0 \pm 3,27 cC	13,3 \pm 3,01 dC	9,0 \pm 3,01 cC
Óleo mineral	100,0 \pm 0,00 aA	86,7 \pm 3,29 aB	80,0 \pm 4,96 bB	80,0 \pm 4,96 bB	80,0 \pm 4,96 bB	80,0 \pm 4,96 aB
Endossulfam	100,0 \pm 0,00 aA	0,0 \pm 0,00 cB	-	-	-	-
Dimetoato	100,0 \pm 0,00 aA	33,3 \pm 4,23 bB	26,6 \pm 3,46 cB	26,6 \pm 3,46 cB	26,6 \pm 3,46 cB	26,6 \pm 3,46 bB
Testemunha	100,0 \pm 0,00 aA	100,0 \pm 0,00 aA	100,0 \pm 0,00 aA	100,0 \pm 0,00 aA	100,0 \pm 0,00 aA	93,3 \pm 5,54 aA
CV(%)	23,28					

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$). (-) O composto provocou mortalidade de 100% dos espécimes tratados.

A exposição de ovos do predador ao endossulfam e dimetoato causou baixo efeito tóxico e os compostos foram considerados levemente nocivos (classe 2). O óleo mineral não apresentou ação ovicida e causou apenas 9,0% de efeito total sobre os espécimes (classe 1) (Tabela 5).

Com exceção do óleo mineral, todos os produtos testados foram prejudiciais aos predadores, quando pulverizados sobre os insetos na fase adulta. Os inseticidas tiametoxam, imidacloprido e endossulfam foram nocivos e enquadrados na classe 4, apresentando valores de efeito total aos predadores da ordem de 100% (Tabela 5). Dimetoato foi categorizado como moderadamente nocivo e enquadrado na classe 3, com uma média de efeito total de 81,4%.

Óleo mineral não apresentou efeito tóxico significativo, com efeito total de cerca de 29,7%, sendo enquadrado na classe 1, sendo considerado inócuo (Tabela 5).

Os estudos já realizados e disponíveis em literatura relataram que adultos de *C. montrouzieri* apresen-

tam respostas variadas aos compostos químicos, e que a maioria das populações é mais suscetível aos compostos neurotóxicos (MORSE; BELLOWES, 1986; MORSE *et al.*, 1987; RAMESH; AZAM, 1987; CASTAÑER; GARRIDO, 1995; MANI *et al.*, 1997; BOYERO *et al.*, 2005; CLOYD; DICKINSON, 2006).

Dentre os compostos neurotóxicos, os organofosforados apresentam alto impacto sobre os coccinelídeos. Em dezessete compostos deste grupo já testados, a média de toxicidade calculada variou de 2,8 a 3,0 na escala proposta pela IOBC que varia de 1 até 4 (MIRET; GARCIA-MARI, 2001). Em ensaios realizados por BOYERO *et al.* (2005) os compostos organofosforados metidatim e malatim causaram elevada mortalidade de *C. montrouzieri* 24 horas após a sua aplicação. Esses resultados assemelham-se aos obtidos neste estudo para dimetoato, onde 24 horas após a sua pulverização, a mortalidade dessa espécie de predador foi de cerca de 70%.

Tabela 4 - Período de pré-oviposição (dias), número médio diário e total de ovos colocados em 20 dias e a viabilidade (\pm EP), obtidos de espécimes de *Cryptolaemus montrouzieri* provenientes de adultos tratados com os produtos. Temperatura de $25 \pm 2^\circ$ C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Tratamentos	Pré-oviposição (dias)	Nº médio diário de ovos	Total de ovos/ 20 dias	Viabilidade dos ovos (%)
Tiametoxam	-	-	-	-
Imidacloprido	-	-	-	-
Óleo mineral	6,0 \pm 1,32 a	2,9 \pm 0,50 a	57,0 \pm 5,77 a	75,6 \pm 7,35 a
Endossulfam	-	-	-	-
Dimetoato	5,8 \pm 1,96 a	2,1 \pm 0,99 b	41,0 \pm 4,47 b	83,4 \pm 9,38 a
Testemunha	5,3 \pm 0,94 a	3,2 \pm 0,48 a	63,2 \pm 4,00 a	83,5 \pm 6,35 a
CV (%)	9,22	12,64	23,49	27,31

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$). (-) Não foi possível formar casais, em função da alta mortalidade provocada pelo produto.

Tabela 5 - Mortalidade (%), oviposição, efeito total (E%) e classificação dos produtos em função da escala de toxicidade proposta pela IOBC, de espécimes oriundos de pupas e adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* tratados. Temperatura de 25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas.

Tratamentos	N ^o casais	Mortalidade	R ₁ ¹	R ₂ ²	M% ³	E (%) ⁴	Classe ⁵
Ovos tratados							
Tiametoxam	-	83,7	-	-	81,2	100,0	4
Imidacloprido	-	100,0	-	-	100,0	100,0	4
Óleo mineral	7	20,0	3,9	85,6	7,7	9,0	1
Endossulfam	7	8,7	2,3	82,3	0,0	43,9	2
Dimetoato	7	33,4	2,4	81,6	23,2	55,8	2
Testemunha	7	13,3	4,2	80,6	-	-	-
Adultos tratados							
Tiametoxam	-	93,3	-	-	92,8	100,0	4
Imidacloprido	-	90,0	-	-	89,6	100,0	4
Óleo mineral	7	20,0	2,9	75,6	14,3	29,7	1
Endossulfam	-	100,0	-	-	100,0	100,0	4
Dimetoato	2	73,4	2,1	83,4	71,4	81,4	3
Testemunha	7	6,7	3,2	83,5	-	-	-

¹Oviposição média/fêmea/dia.

²Viabilidade de ovos (%).

³Mortalidade no tratamento corrigida pela fórmula de ABBOTT (1925).

⁴Efeito total do produto sobre o predador. $E = 100\% - (100\% - M\%) \times R_1 \times R_2$.

⁵Classe de toxicidade: classe 1 = inócuo ($E < 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% \leq E \leq 80\%$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80\% < E \leq 99\%$) e classe 4 = nocivo ($E > 99\%$) (VEIRE *et al.*, 2002).

A ação direta e indireta de neonicotinóides sobre *C. montrouzieri* foi estudada por CLOYD; DICKINSON (2006) cujos resultados evidenciaram mortalidade elevada, 24 horas após a aplicação dos compostos. Decorridas 48 horas, a mortalidade atingiu 100% para os tratamentos à base de acetamiprido e clotianidino (enquadrados na classe 4). Esses pesticidas pertencem ao mesmo grupo químico de imidacloprido e tiametoxam, avaliados neste estudo, com resultados semelhantes.

Na literatura, são escassos os estudos que abordam os efeitos de tiametoxam sobre esse predador e, em função do seu efeito prejudicial constatado no presente trabalho, novas pesquisas deverão ser realizadas para confirmar ou não a sua toxicidade para este inimigo natural em condições de semicampo e campo. É importante ressaltar ainda, que este composto é recomendado para aplicação via solo na cultura do café, podendo esta forma de aplicação, conferir seletividade fisiológica para alguns inimigos naturais presentes no agroecossistema cafeeiro.

CONCLUSÕES

Os pesticidas tiametoxam e imidacloprido são nocivos para *C. montrouzieri* nas fases de ovo e adulta, quando aplicado sobre os insetos.

Emdossulfam é nocivo para *C. montrouzieri* quando aplicado sobre adultos, e é levemente nocivo para ovos.

Dimetoato é levemente nocivo para ovos e moderadamente nocivo para e adultos de *C. montrouzieri*.

Óleo mineral é pouco prejudicial para *C. montrouzieri* e, portanto, pode ser empregado em programas de manejo integrado de cochonilhas da parte aérea de cafeeiros, visando à preservação desse predador.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Café) e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D-Café), pelo aporte financeiro e esta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo aporte financeiro para a realização do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v.18, n.2, p.265-267, 1925.

- ANDRIGUETO, J.R.; KOSOSKI, A.R. *Marco legal da produção integrada de frutas no Brasil*. Brasília: MAPA/SARC, 2002. 60p.
- BABU, T.R.; AZAM, K.M. Residual toxicity of different insecticides to the adult *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: Coleoptera). *Tropical Pest Management*, v.33, n.2, p.180-181, 1987.
- BELLOWS, T.S.J.; MORSE, D.G. Residual toxicity following dilute or low-volume applications of insecticides used for control of California red scale (Homoptera: Diaspididae) to four beneficial species in citrus agroecosystem. *Journal of Economic Entomology*, v.81, n.3, p.892-898, 1988.
- BELLOWS, T.S.J.; MORSE, D.G.; HADJIDEMETRIOU, D.G.; IWATA, Y. Residual toxicity of four insecticides used for control of citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) on three beneficial species in a citrus agroecosystem. *Journal of Economic Entomology*, v.78, p.681-686, 1985.
- BOLLER, E.F.; AVILLA, J.; JOERG, E.; MALAVOLTA, C.; WIJNANDS, F.G.; ESBJERG, P. *Integrated production: principles and technical guidelines*. 3.ed. Wädenswil: IOBC/WPRS/OILB/SROP, 2004. v.27, 54p. (Bulletin IOBC/WPRS, OILB/SROP, 2).
- BOLLER, E.F.; TITI, A.E.; GENDRIER, J.P.; AVILLA, J.; JOER, E.; MALAVOLTA, C. *Integrated production: principles and technical guidelines*. 2.ed. Wädenswil: IOBC/WPRS/OILB/SROP, 1999. v.22, 29p. (Bulletin IOBC/WPRS, OILB/SROP, 4).
- BOYERO, J.R.; RODRÍGUEZ, N.; SURIA, R.; RUÍZ, R.; PASCUAL, F. Efectos de varios plaguicidas sobre *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant y *Rhyzobius lophantae* Blaisdell (Coleoptera: Coccinellidae). *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas*, v.31, n.1, p.79-87, 2005.
- CASTAÑER, M.; GARRIDO, A. Toxicidad producida por contacto y persistència de diversos plaguicidas sobre três insetos utilizados en control biológico: *Cryptolaemus montrouzieri*, *Lysiphlebus testaceipes* y *Encarsia formosa*. *Investigaciones Agrarias: Producción y Protección Vegetales*, v.10, n.1, p.139-147, 1995.
- CHACKO, M.J.; BHAT, P.K.; RAO, L.V.A.; SINGH, M.B.D.; RAMANARAYAN, E.P.; SREEDHRAN, K. The use of the ladybird beetle *Cryptolaemus montrouzieri*, for the control of coffee mealybugs. *Journal of Coffee Research*, v.8, n.1, p.14-19, 1978.
- CLOYD, R.A.; DICKINSON, A. Effect of insecticides on mealybug destroyer (Coleoptera: Coccinellidae) and parasitoid *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), natural enemies of citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology*, v.99, n.5, p.1596-1604, 2006.
- CROFT, B. A. *Arthropod biological control agents and pesticides*. Environmental Science and Technology. New York: Wiley-Interscience, 1990. 723p.
- EXTOXNET - EXTENSION TOXICOLOGY NETWORK. *Pesticides information profiles: endosulfan*. Cornell, 1996. Disponível em: <<http://extoxnet.orst.edu/pips/endosulf.htm>>. Acesso em: 27 nov. 2007.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais*. São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- IOBC/WPRS. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL CONTROL. West Palaearctic Regional Section. Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms", Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. *IOBC/WPRS Bulletin*, v.15, p.1-186. 1992.
- IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. *Agriculture Ecosystems and Environments*, v.74, n.1/3, p.323-342, 1999.
- JANSEN, J.P.; HAUTIER, L. Comparative sensitivity of four ladybird species to five pesticides. In: VOGT, H.; OLSZAK, R.; GAJEK, D. IOBC/WPRS - Working Group Pesticides and Beneficial Organisms Poland: Meeting Dêbe, 2005. p.5-6.
- MANI, M.; LAKSHIMI, V.J.; KRISHNAMOORTHY, A. Side effects of some pesticides on the adult longevity, progeny production and prey consumption of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae, Coleoptera). *Indian Journal of Plant Protection*, v.25, n.1, p.48-51, 1997.
- MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Informe Estatístico do Café*. 17p. 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 8 fev. 2008.
- MIRET, J.A.J.; GARCÍA-MARÍ, F. Side effects of pesticides on selected natural enemies occurring in citrus in Spain. *IOBC/WPRS Bulletin*, v.24, n.4, p.103-112, 2001.
- MORSE, J.G.; BELLOWS, T.S.J. Toxicity of major citrus pesticides to *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Economic Entomology*, v.79, p.311-314, 1986.
- MORSE, J.G.; BELLOWS, J.R.; GASTON, L.K.; IWATA, Y. Residual toxicity of acaricides to three beneficial species on California citrus. *Journal of Economic Entomology*, v.80, p.953-960, 1987.

- PETERSEN, H.; GJELSTRUP, P. Effects of dimethoate on *Collembola* growth and reproduction. *Pesticides Research*, n.48, 1998.
- PMRA: PEST MANAGEMENT REGULATORY AGENCY. *Nota regulatória: Thiamethoxam Helix, Helix XTra*. Reg 2001-03. Health Canadá. Ottawa, 55p. 2001.
- PUTTARUDRIAH, M.; CHANNABASAVANNA, G.P.; MURTI, B.K. Discovery of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae, Coleoptera, Insecta) in Bangalore, South Índia. *Nature*, v.169, p.377-378, 1952.
- RAIJ, B.V. Produção integrada de café – PIC. *Agrônômico*, v.55, n.2, 2003.
- RAMESH, T.; AZAM, U.M. Residual toxicity of different insecticides to the adult *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: Coleoptera). *Tropical Pest Management*, v.33, n.2, p.180, 1987.
- RIPPER, W.E. *et al.* Selective insecticides and biological control. *Journal of Economic Entomology*, v.44, n.4, p.448-458, 1951.
- SANTA-CECÍLIA, L.V.C; SOUZA, B.; SOUZA, J.C.; PRADO, E.; MOINO-JUNIOR, A.; FORNAZIER, M.J.; CARVALHO, G.A. *Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos de controle*. Belo Horizonte: Epamig. 2007. 48p. (Boletim Técnico, 79).
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT: users guide. Cary, NC. 2001.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. *Biometrics*, v.30, p.502-512, 1974.
- SMITH, H.S.; ARMITAGE, H.M. Biological control of mealybugs in California. *California Department of Agriculture Bulletin*, v.9, p.104-158, 1920.
- SMITH, S.F.; KRISCHIK, V.A. Effects of biorational pesticides on four coccinellid species (Coleoptera: Coccinellidae) having potential as biological control agents in interiorscapes. *Journal of Economic Entomology*, v.93, n.3, p.732-736, 2000.
- VEIRE, van de; STERK, G.; STAAIJ, M. de van; RAMAKERS, P.M.J.; TIRRY, L. Sequential testing scheme for the assessment of the side-effects of plant protection products on the predatory bug *Orius laevigatus*. *BioControl*, v.47, n.1, p.101-113, 2002.
- VOGT, H. Untersuchungen zu nebenwirkungen von insektiziden und akariziden auf *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae). *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige*, v.57, n.2b, p.559-567. 1992.
- WARE, G.W.; WHITACRE, D.M. *An introduction to insecticides*. 4.ed. Tucson, Arizona, 2004. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/ware.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2007.

Recebido em 12/3/09
Aceito em 9/10/09