

**TOXICIDADE DE PRODUTOS  
FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA  
CULTURA DE CITROS A OPERÁRIAS DE  
*Apis mellifera* Linnaeus, 1758  
(HYMENOPTERA: APIDAE)**

**STEPHAN MALFITANO CARVALHO**

**2006**

**STEPHAN MALFITANO CARVALHO**

**TOXICIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA  
CULTURA DE CITROS A OPERÁRIAS DE *Apis mellifera* Linnaeus, 1758  
(HYMENOPTERA: APIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**

**Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Carvalho, Stephan Malfitano

Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros a  
operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) /  
Stephan Malfitano Carvalho - Lavras : UFLA, 2006.

72 p. : il.

Orientador: Geraldo Andrade Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Abelhas. 2. *Apis mellifera*. 3. Seletividade. 4. Inseticidas acaricidas.  
5. Citros I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-559.771

-634.3049771

**STEPHAN MALFITANO CARVALHO**

**TOXICIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA  
CULTURA DE CITROS A OPERÁRIAS DE *Apis mellifera* Linnaeus, 1758  
(HYMENOPTERA: APIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 17 de março de 2006

Dr. Paulo Rebelles Reis	EPAMIG - CTSM
Prof. Dr. Renê Luiz de Oliveira Rigitano	UFLA
Dr. Rogério Antônio Silva	EPAMIG - CTSM

**Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho**  
UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

Acima de tudo a **Deus**, que me concedeu essa oportunidade...

Aos meus pais, **César e Rosangela**, exemplos de humildade, bondade e honestidade, pessoas honradas que sempre me incentivaram e apoiaram, presentes em todos os momentos da minha vida, ensinando-me a continuar na busca de novos caminhos....

Ao meu irmão **Kiel**, pela amizade, carinho e dedicação recebidas....

Aos meus avós, **Binho & Salma e Dico & Maria**, pelo amor, compreensão, carinho, incentivo durante toda minha vida....

À minha namorada, **Cristiane**, pelo amor, carinho, amizade, apoio e força, durante este e todos os momentos da minha vida.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Entomologia, por meio de seus docentes, pelos conhecimentos adquiridos, companheirismo e pela oportunidade por esta realização.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Com respeito e admiração, ao meu orientador, Prof. Geraldo A. Carvalho que, com paciência, competência e amizade, auxiliou-me na condução e concretização deste trabalho.

Ao Prof. Renê L. O. Rigitano, do DEN/UFLA e aos pesquisadores Dr. Paulo R. Reis e Dr. Rogério A. Silva da EPAMIG/CTSM, o meu muito obrigado pela participação neste trabalho e pela amizade.

Ao Prof. Júlio S. S. B. Filho, do DEX/UFLA e às doutorandas Lúcia A. Mendonça DEN/UFLA e Carla R. G. Brighenti DEX/UFLA, pela amizade, companheirismo e auxílio nos trabalhos de análises estatísticas.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Júlio A. O. Filho, Nazaré A. M. Vitorino, Elaine A. Louzada, Fábio P. Carriço e Lisiane O. Orlandi, em especial ao Geraldo A. Jesus (Dico), pela colaboração, auxílio, amizade e ensinamento.

Aos colegas e amigos da pós-graduação e do Laboratório de Seletividade/DEN, pelo companheirismo e amizade durante essa caminhada.

Ao amigo Deodoro, pelo companheirismo, apoio e troca de conhecimentos na belíssima profissão de Apicultor.

Aos amigos de graduação/Agronomia, Carlos Vinício, Carlos Roberto, Leonardo, Zecão, Juliana, Diego e Bruno Pedreira, pelos bons momentos de convívio, amizade e alegrias.

Aos amigos Fred, Péricles, Rafaela, Janjão, Aline, Luiz Flavio, Mileni, Carlos Henrique, Thiago, Siquera e Claudia (Tau), pelo apoio e amizade durante nossas caminhadas.

A Maria, por sempre estar presente em nossos dias, nos apoiando e ajudando, completando a nossa família.

Ao Carlos Alberto (Pé) e Darlene, pela amizade, apoio e ensinamentos, os meus mais sinceros agradecimentos.

Ao Pécio e D. Mirian, pela oportunidade, confiança e, acima de tudo, amizade, obrigado.

Aos meus familiares, pela compreensão, amizade e apoio.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram e acreditaram na conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	I
ABSTRACT .....	II
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Importância da citricultura.....	3
2.2 Principais entraves à produção brasileira de citros .....	4
2.3 Importância da apicultura .....	5
2.4 A abelha <i>A. mellifera</i> como polinizadora .....	7
2.5 Efeito de produtos fitossanitários sobre operárias adultas de <i>A. mellifera</i> .....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Teste de fornecimento de pasta Cândi contaminada.....	19
3.2 Teste de pulverização direta sobre adultos de <i>A. mellifera</i> .....	20
3.3 Teste de contato direto em placa de Petri com superfície contaminada.....	21
3.4 Teste de contato direto em folhas de citros fixadas em placa de Petri.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Efeito do fornecimento de pasta Cândi contaminada para adultos de <i>Apis mellifera</i> .....	24
4.2 Efeito da pulverização direta sobre adultos de <i>A. mellifera</i> .....	29
4.3 Efeito do contato de adultos de <i>A. mellifera</i> em superfície vítrea contaminada pelos produtos fitossanitários .....	34
4.4 Efeito do contato de adultos de <i>A. mellifera</i> com folhas de citros contaminadas .....	38
4.5 Efeito dos produtos fitossanitários sobre operárias de <i>Apis mellifera</i> em função das técnicas de aplicação.....	41
5 CONCLUSÕES .....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
LISTA DE ANEXOS .....	56
ANEXOS.....	58

## RESUMO

CARVALHO, Stephan Malfitano. **Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros a operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae)**. 2006. 72 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG.<sup>1</sup>

Este trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade de alguns produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros para a abelha polinizadora *Apis mellifera* Linnaeus. Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado e os tratamentos foram formados pelos produtos (nome comercial): thiamethoxam (Actara 250WG), deltamethrin (Decis 25CE), lufenuron (Match CE), tebufenozide (Mimic 240SC), propargite (Omite 720CE), cyhexatin (Sipcatin 500SC), methidathion (Supracid 400CE) e abamectin (Vertimec 18CE), utilizados na maior dosagem recomendada pelo fabricante para a cultura. Para a aplicação dos produtos, utilizaram-se técnicas de pulverização direta sobre os adultos, pulverização de superfície de placas de Petri, imersão de folhas de citros e incorporação em pasta Cândi. As abelhas foram coletadas em uma única colméia, sendo anestesiadas com CO<sub>2</sub> por dois minutos para o manuseio e montagem dos bioensaios, que foram mantidos sob temperatura de 25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas. Constatou-se que, independentemente do modo de aplicação, thiamethoxam e methidathion foram altamente tóxicos às abelhas, gastando, em média, 22,5 horas para matarem 100% das operárias. Abamectin foi extremamente tóxico em todos os ensaios, com média de 98% de mortalidade, às 48 horas. Deltamethrin foi medianamente tóxico às abelhas, com média de 45% de mortalidade nos quatro bioensaios. Propargite foi tóxico no ensaio de pasta Cândi contaminada, com média de 75% de mortalidade e, nos demais testes, foi pouco tóxico, com média de 12% de mortalidade. Lufenuron, tebufenozide e cyhexatin não apresentaram quaisquer efeitos deletérios sobre os adultos de *A. mellifera*, sendo considerados seletivos, com médias de 8,3%; 4,3% e 4,3% de mortalidade, respectivamente.

---

<sup>1</sup> Orientador: Geraldo Andrade Carvalho – UFLA.

## ABSTRACT

CARVALHO, Stephan Malfitano. **Toxicity of pesticides used in citrus crops to workers of *Apis mellifera* Linnaeus 1758 (Hymenoptera: Apidae)**. 2006. 72 p. Dissertation (Master in Entomology) – Universidade Federal de Lavras-Lavras - MG.<sup>1</sup>

The toxic effects of some pesticides registered for use in citrus crops, to workers of *Apis mellifera* Linnaeus, were evaluated in the laboratory. The experiments were carried out in a completely randomized design and the pesticides (commercial formulations) tested were: thiamethoxam (Actara 250WG), deltamethrin (Decis 25CE), lufenuron (Match CE), tebufenozide (Mimic 240SC), methidathion (Supracid 400CE) and abamectin (Vertimec 18CE). Four bioassays were carried out, corresponding to different forms of exposure of the insects to the pesticides: topical spraying, contaminated food (Candy paste) and contact with treated Petri dishes or citrus leaves. The rates of application of the pesticides were based on their highest recommended rates for citrus crops. The bees were collected from a single hive, being anesthetized with CO<sub>2</sub> for two minutes for the handling and setting of the bioassays, which were carried out under temperature of 25±2°C, RH of 70±10% and 12-hour photophase. It was found that, regardless of the mode of application, both thiamethoxan and methidathion were highly toxic to the bees, causing 100% of mortality after about 22h of exposure, on average among the bioassays. Abamectin was extremely toxic, with a mean of 98% of mortality among the bioassays, after 48h of exposure. Deltamethrin was medially toxic to the bees, with a mean of 45% of mortality in the four bioassays at the end experiment. Propargite was toxic in the bioassay of contaminated Candy paste with a mean of 75% of mortality; in the other bioassays this compound was little toxic, causing less than 12% of mortality. Lufenuron, tebufenozide and cyhexatin did not present any deleterious effects on the adults of *A. mellifera*, being considered selective, with means of 8.3, 4.3 and 4.3% of mortality, respectively, among the bioassays.

---

<sup>1</sup> Adviser: Geraldo Andrade Carvalho – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

O complexo citrícola é, indiscutivelmente, uma importante área do setor agrícola do Brasil, juntamente com o da cafeicultura e o da cana-de-açúcar, com grande destaque internacional. Devido à expansão desse setor e juntamente com novas tecnologias atualmente empregadas, a citricultura brasileira alcançou patamares de produção e qualidade que são referenciados mundialmente. Dentro do contexto da produção brasileira, o estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor e exportador mundial de suco e frutas cítricas (Maia, 1996; Neves et al., 2001).

Porém, mesmo com algumas características positivas envolvendo a citricultura brasileira, o setor citrícola não está livre de fatores limitadores de produção, como as pragas e as doenças em pomares.

Pragas, como pulgões, lagartas, moscas-das-frutas, cigarrinhas, psilídeos e ácaros, provocam danos diretos aos frutos e às plantas, e alguns destes organismos também estão associados e são responsáveis pela disseminação de fungos, vírus e bactérias, que causam sérias doenças nas plantas.

Para o controle de artrópodes-praga nessa cultura, os produtores, geralmente, fazem uso de produtos fitossanitários que, normalmente, são de amplo espectro de ação, atuando não somente sobre a praga, mas também em insetos benéficos. Aplicados fora das recomendações estabelecidas pelos fabricantes, os pesticidas são importantes contaminadores do ambiente, deixando resíduos tóxicos, provocando o desenvolvimento de populações de pragas resistentes e, além de tudo, são ainda responsáveis pela intoxicação dos trabalhadores rurais que realizam aplicações no campo.

Dessa forma, os métodos de controle de pragas das plantas cítricas vêm sendo avaliados, levando-se em consideração o potencial dos insetos e ácaros benéficos presentes nos pomares. Podem-se mencionar as joaninhas, os

crisopídeos, as vespas, os ácaros predadores e os insetos polinizadores. Esses últimos são bastante importantes à cultura de citros e os principais responsáveis pela fecundação das flores. A abelha *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) é um visitante habitual das flores em várias espécies cítricas, sendo relatada como um inseto de grande importância para a cultura não somente pela fecundação, mas também pela produção de mel e pólen.

Em face do grande potencial apícola apresentado pela citricultura, vários produtores de frutas cítricas e de produtos apícolas vêm firmando parcerias para que ambas as partes possam ser beneficiadas pela polinização e pela produção de produtos apícolas. Porém, devido ao uso de produtos fitossanitários no controle de pragas e doenças, as populações de abelhas podem ser adversamente afetadas por esses produtos, os quais podem causar repelência ou morte desses insetos.

Devido à importância da manutenção de abelhas *A. mellifera* na cultura dos citros e à crescente busca de informações sobre seletividade de produtos fitossanitários às abelhas africanizadas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade de alguns inseticidas/acaricidas empregados na citricultura a operárias de *A. mellifera*, em condições de laboratório.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância da citricultura**

Atualmente, a produção citrícola brasileira ocupa posição de destaque, devido, especialmente, à perfeita adaptação da planta no país e aos investimentos, tanto em pesquisa quanto nos setores produtivos. Segundo Manica et al. (1995), o Brasil apresentou crescimento na produção de 605%, em um período de 25 anos, assumindo o primeiro lugar na produção mundial de frutas cítricas em 1984. Desde então, a produção nacional vem mantendo posição de destaque no cenário mundial.

Segundo censo estatístico realizado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2004), o estado de São Paulo apresenta 71,7% da área total produtora de citros, seguido por Sergipe (6,7%), Bahia (5,9%), Minas Gerais (4,5%) e Paraná (1,7%); os demais estados representam 9,4% dessa área. Em termos de produtividade, o estado do Paraná superou o estado de São Paulo, produzindo média de 28.143 kg/ha, seguido por São Paulo com 25.030 kg/ha, Minas Gerais, com 15.973 kg/ha, Bahia, com 15.795 kg/ha e Sergipe, com 13.400 kg/ha.

De acordo com Neves (1997), no estado de São Paulo, existe uma distribuição pouco uniforme, relativa aos campos de produção, visto que 90% de todos os pomares estão instalados em apenas quatro Divisões Agrícolas Regionais, num total de 14, no estado. As Regionais de Campinas, São Carlos, São José do Rio Preto e Barretos são as principais, formando o chamado cinturão citrícola, sendo considerado o maior centro produtor de frutas cítricas do mundo.

Em função do grande potencial produtivo da citricultura brasileira, o setor, a cada ano, supera suas expectativas. A partir do ano de 1990, pôde-se

observar, segundo levantamento do MAPA (2004), aumento relativo na produção, com um total de 14,02 milhões de toneladas de laranja para este ano e, em 2004, 18,3 milhões de toneladas, representando aumento de 30,36%. Estudos conduzidos por Neves et al. (2001) evidenciaram que o maior valor obtido nesse período ocorreu em 1996, quando foi comercializado US\$ 1,4 bilhão, devido ao alto preço médio obtido naquela época, porém, não foi o maior volume exportado.

Com relação às exportações, foi relatado pelo MAPA (2004) um declínio no volume comercializado de suco de laranja congelado, no período de 1996 (1.183.289 toneladas) a 2004 (1.010.258 toneladas). Esse recuo não foi restrito somente no Brasil, mas também nos demais países produtores. Em documento oficial editado pelo USDA (2005), os técnicos norte-americanos apontaram redução de 15% na produção americana de laranja, na safra 2005-2006, devido à ocorrência do furacão “Wilma”, que devastou inúmeros pomares na região da Flórida.

Conforme a Associtrus (2005), o setor citrícola brasileiro movimenta, anualmente, US\$ 5 bilhões, com investimentos de US\$ 2,2 bilhões nas áreas de produção, gerando 400 mil empregos diretos e 1,2 milhão indiretos.

## **2.2 Principais entraves à produção brasileira de citros**

Muitas são as pragas que estão associadas à citricultura, mas, de acordo com Ciba-Geigy Agrochemicals (1975) e Gallo et al. (2002), somente 23 espécies de artrópodes fitófagos são de maior importância para a cultura, nos diversos países produtores. No Brasil, diversas pragas podem atacar a cultura, podendo-se destacar ácaros, cochonilhas, moscas-das-frutas, lagartas de frutos e folhas, cigarrinhas, pulgões e psilídeos. Em condições brasileiras ocorre grande

variação na ocorrência de pragas e, em certas regiões, existe maior tendência para o aparecimento de uma ou de outra espécie (Koller, 1994).

Mesmo com todo o potencial brasileiro na produção de frutas cítricas, o setor apresenta vários fatores limitantes. Neves et al. (2001) relataram que a exportação de frutas frescas para mercados como EUA e Europa não está somente relacionada às barreiras tarifárias, mas sim às técnicas de produção e controle fitossanitário que, normalmente são feitos empregando-se grande volume de produtos químicos para o controle de pragas e doenças.

Neves et al. (2002) mencionaram que o Brasil ocupa a terceira posição mundial no uso de produtos fitossanitários, nos quais gasta US\$ 2,35 bilhões (12,11% do total mundial), cujo volume é atribuído à grande área cultivada. Considerando somente o setor de fruticultura, esse valor torna-se inferior, variando de 6% a 8%.

Uma característica importante do setor citrícola é o expressivo gasto com produtos fitossanitários por área, ultrapassando US\$ 100,00/ha, superando as culturas de café, milho, soja e cana-de-açúcar, com média de US\$ 48,00/ha. Confirmando esse alto investimento com produtos por área, a citricultura ocupou o segundo lugar, com consumo médio de 16,89 kg/ha de ingredientes ativos, precedida somente pela cultura da macieira com 48,99 kg/ha. As culturas de café, milho, soja e cana-de-açúcar apresentaram média de consumo de 2,84 kg/ha de ingredientes ativos (Neves et al., 2002).

### **2.3 Importância da apicultura**

A apicultura é considerada como uma das mais antigas atividades agropecuárias do mundo. No Brasil, os primeiros relatos sobre a atividade apícola datam de sua introdução, realizada em 1840 (Osowski, 2003).

Devido à grande diversidade botânica encontrada no Brasil e à adaptação da abelha *A. mellifera*, a apicultura tornou-se uma importante atividade, porém, foi somente a partir da segunda metade do século vinte que o setor sofreu maior impulso, provavelmente pelo grande investimento realizado pelos produtores, pesquisadores e órgãos governamentais. Pode-se considerar também, como fator de crescimento, a introdução acidental da espécie africana *Apis mellifera scutellata* (Lepeletier, 1836) (Hymenoptera: Apidae), em 1956, por Warwick Estevam Kerr (Sanford, 2005), no estado de São Paulo. Isso provocou hibridação entre a espécie Européia “versus” Africana, obtendo-se abelhas denominadas africanizadas, com maior grau de resistência a doenças e predadores, rusticidade, maior produtividade e menor agressividade em relação aos parentais africanos, entre outras características.

Como toda atividade, o setor apícola também apresenta vários problemas, desde aqueles relacionados à produção até a comercialização. Com relação à produção de mel, o Brasil vem, a cada dia, ocupando lugar de destaque. Segundo o IBGE (2004), o país ocupava o sexto lugar, com uma produção estimada de 20 mil toneladas, no ano de 2001, sendo a China o maior produtor mundial.

Paula Neto & Almeida Neto (2005) classificaram o Brasil como 14<sup>o</sup> produtor, no ano de 2001, segundo levantamento da FAOSTAT (2005), contradizendo o censo do IBGE (2004). Já em 2004, o país perdeu mais uma posição para a Coreia, passando para o 15<sup>o</sup> lugar, porém, com acréscimo de 12,05%, alcançando 24,5 mil toneladas de mel, correspondendo a 1,88% da produção mundial. Neste estudo, China, EUA e Argentina permaneceram nas três primeiras posições, com 276, 82 e 80 mil toneladas de mel, em 2004, respectivamente.

Por volta da década de 1990, a apicultura recebeu vários incentivos, principalmente econômicos, devido ao interesse do governo em difundir a

atividade, agregando maior rentabilidade ao setor agropecuário. Mas, foi somente após o ano de 2002 que o setor alcançou o auge de sua produção e comercialização, devido ao embargo da União Européia ao mel da China, pela presença de altos índices de resíduos de antibióticos e pela restrição de compra dos méis da Argentina pelos americanos, alegando concorrência desleal (Paula Neto & Almeida Neto, 2005).

Devido à restrição imposta aos principais produtores e exportadores mundiais, o mercado internacional voltou-se para o Brasil, como sendo um grande produtor de méis e própolis, fazendo com que os preços do mercado interno se elevassem rapidamente, atingindo reajustes de 300%. Outra grande expansão foi referente à produção de própolis verde, principalmente no estado de Minas Gerais, sendo essa produção quase que totalmente exportada, principalmente para o Japão.

Paula Neto & Almeida Neto (2005) relataram que a região Sul do Brasil foi a maior produtora de mel, no ano de 2003, correspondendo a 51,15% do total, com volume de 15,36 mil toneladas e faturamento de R\$ 78,60 milhões. Em seguida, vêm a região Nordeste, com 26,54% do total, 7,96 mil toneladas e R\$ 36,78 milhões; região Sudeste com 17,77% do total, 5,34 mil toneladas e R\$ 36,54 milhões, Centro-Oeste 2,84%, 851,93 toneladas e R\$ 6,58 milhões e a região Norte, com 1,70%, 509,87 toneladas e faturamento de R\$ 3,23 milhões. Pesquisa realizada por Lengler (2001), juntamente com a Confederação Nacional de Apicultura, prevê que o mercado mundial terá condição de consumir 170 mil toneladas de méis brasileiros.

#### **2.4 A abelha *A. mellifera* como polinizadora**

De acordo com estimativas da FAO (2004), 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo são polinizadas por alguma espécie de abelha, 19% por

moscas, 6,5% por morcegos, 5% por vespas, 5% por besouros, 4% por borboletas e 4% por pássaros. Kevan & Phillips (2001), avaliando o potencial de organismos polinizadores, estimaram que somente o Canadá faturou 6 milhões de dólares com a produção de sementes de alfafa, oriundas da polinização realizada por *A. mellifera*. Em proporções mundiais a contribuição para a economia, devido à presença de polinizadores, foi estimada em torno de 54 bilhões de dólares por ano (Kenmore & Krell, 1998).

Levando-se em consideração somente *A. mellifera*, Morse & Calderone (2000) concluíram que essa espécie gerou US\$ 14,6 bilhões nos EUA, com sua atividade de polinização. No Brasil, não existem dados que demonstrem o percentual de polinização desses insetos, sendo necessários estudos para avaliar o potencial de cada espécie. Atualmente, duas culturas se destacam como dependentes das atividades das abelhas para a fecundação de suas flores, a macieira e o meloeiro. Somente no estado de Santa Catarina, em 2004, produtores de frutíferas alugaram 45 mil colméias para a realização de polinização, a um custo médio de R\$ 40,00 por colméia (Freitas & Fonseca, 2005).

Segundo Freitas (1998), um dos principais problemas relacionados à polinização está ligado ao desconhecimento dos produtores da importância desse inseto em relação à cultura explorada, subestimando o serviço prestado pelas abelhas. Entretanto, os apicultores demonstram interesse somente pelos produtos das abelhas, deixando de lado a interação planta x polinizador. Para que haja uma grande expansão do setor, é necessário um sincronismo entre as partes, visando à perpetuação das espécies, ao aumento de produção e ao crescimento coletivo.

A espécie *A. mellifera* é generalista e destaca-se por ser de fácil manejo, alocação, eficiência e pela produção de alimentos de alto valor agregado. Moreti et al. (1996) avaliaram a produção de sementes de girassol e concluíram que as

plantas visitadas por insetos tiveram aumento aproximado de 80% na granação das sementes e de 91% no peso final. Os insetos de maior frequência foram as abelhas, destacando-se *A. mellifera* como a principal, com média de 5,3 abelhas/flor no horário de maior visitação.

Para avaliar a eficiência de *A. mellifera* como polinizadora, um dos principais fatores a ser considerado é a densidade ideal de colônias por área. Paranhos (1990), buscando determinar a densidade de colméias em pomares de macieira, determinou que o ideal é a alocação de cinco colméias adultas por hectare e que a coleta de pólen e néctar decresce a cada 20 metros. Marchini et al. (1998), estudando a distância de colméias de *A. mellifera* em relação à cultura de girassol, não verificaram diferença entre o desenvolvimento e o peso dos capítulos, mesmo quando as colônias estavam distantes em até 200 m. Carvalho (1999) determinou que o raio ideal de ação desse inseto é de 2 km, independente da cultura.

Mesmo sendo um inseto exótico, a abelha *A. mellifera* apresentou uma excelente adaptação ao continente americano, sendo responsável pela polinização em diversas culturas, como eucalipto (Pacheco, 1982), soja (Vila, 1988), cucurbitáceas (Gomes, 1991), cajueiro (Paulino, 1992), acerola (Ribeiro, 2000), pessegueiro (Mota et al., 2002) e girassol (Inácio et al., 2003b).

Considerando a cultura dos citros, estudos referentes à polinização por abelhas são escassos, provavelmente pelo fato da planta ser autógama ou pelo desconhecimento dos produtores em relação ao benefício desse inseto à cultura. Pasini (1989) mencionou que o incremento da polinização não afetou o peso dos frutos produzidos por plantas de laranja cv. Pêra Lima, porém, o número de frutos foi maior. Quando se avaliou o teor de suco, constataram-se valores maiores, devido à presença das abelhas, e que a relação sólidos solúveis/acidez foi menor, em função do incremento na acidez total.

Com relação à autogamia ou à autofecundação, Domingues et al. (1999) concluíram que, em 34 diferentes variedades de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, 68% delas obtiveram frutos oriundos da polinização aberta ou cruzada, destacando a importância da polinização cruzada e a ocorrência da alogamia nessa cultura.

Malerbo-Souza (1991) e Malerbo-Souza et al. (2003) estudando a polinização de laranja por abelhas do gênero *Apis*, observaram que a planta de citros apresenta alto teor de açúcares em seu néctar (aproximadamente 30%) e que essa concentração persiste durante todo o dia, servindo de estímulo para o polinizador. As abelhas apresentaram preferência em coletar néctar (94,4%) em relação ao pólen (5,6%), porém, a polinização foi mais eficaz nas flores que receberam de 10 a 15 visitas. De maneira geral, o número total e o peso das frutas foram superiores quando a polinização foi realizada pelas abelhas.

Malerbo-Souza et al. (2004) reforçaram a importância da presença de *A. mellifera* como polinizadora na cultura de citros. Estes autores avaliaram a ação atraente dos produtos Bee-here®, eugenol, citral, geraniol e extrato oleoso de limão, que foram diluídos em água e aplicados nas plantas e concluíram que todos os produtos apresentaram efeito atraente.

## **2.5 Efeito de produtos fitossanitários sobre operárias adultas de *A. mellifera***

Vários trabalhos vêm sendo realizados procurando avaliar os efeitos tóxicos de pesticidas, sejam eles inseticidas, acaricidas, herbicidas etc., a insetos benéficos. Em função da biologia das abelhas *A. mellifera*, seu comportamento social e a dificuldade em reproduzir e manter vivas as fases jovens dessa espécie em laboratório, torna-se difícil a realização de estudos com todos os estádios de desenvolvimento desse polinizador. Por isso, a maioria das pesquisas de seletividade/toxicidade de produtos fitossanitários é realizada com adultos.

Pesquisadores vêm tentando desenvolver técnicas que permitam avaliar e determinar o efeito de produtos químicos sobre abelhas em condições de laboratório e campo. Exposições via contato, pulverização, fumigação e ingestão, obtendo resultados rápidos e confiáveis, são as técnicas preferidas. Porém, quando a pesquisa é realizada em condições de campo, diversos fatores externos estão associados e os resultados podem ser diferentes daqueles obtidos em laboratórios.

Atkins et al. (1981) avaliaram a toxicidade de 399 produtos a abelhas e verificaram que 20% eram extremamente tóxicos, 15% moderadamente e 65% pouco ou não tóxicos; porém, 50% dos compostos mais utilizados nas diversas culturas nos EUA foram considerados moderadamente e altamente tóxicos às abelhas. Produtos à base de captan e parathion-methyl microencapsulado foram extremamente tóxicos quando fornecidos às larvas, dando origem a adultos deformados. Uma das estratégias utilizadas foi o uso associado do produto fitossanitário incorporado a um repelente, o que reduziu em 50% os riscos de contaminação e intoxicação das abelhas. Segundo esses autores, o horário de aplicação dos produtos também pode ser alterado, evitando os períodos de maior visitação dos polinizadores.

Visando ao controle de *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904 (Acarina, Mesostigmata, Varroidae), Manino et al. (1988) avaliaram a toxicidade de alguns acaricidas a operárias de *A. mellifera*. Endosulfan foi o único que apresentou mortalidade intermediária em testes de contato, tendo azocyclotin, benzyl benzoate, benzoximate, binapacryl, phosalone, tetradifon e vamidothion sido extremamente tóxicos para as abelhas, tanto em testes de contato, como de ingestão em laboratório.

Vidal (1988), avaliando a toxicidade de produtos usados na cultura da aboboreira, recomendou o uso de methyl parathion, trichlorfon, permethrin e deltamethrin em horários de baixa ocorrência das abelhas, devido ao alto poder

deletério desses compostos. Em testes de fumigação e de contato, todos os produtos foram altamente tóxicos, exceto deltamethrin, que apresentou toxicidade intermediária.

Greig-Smith et al. (1994) reuniram dados referentes à intoxicação de abelhas por produtos fitossanitários, no período de 1981 a 1991, por meio da determinação de parâmetros, como  $DL_{50}$  e  $CL_{50}$ , e da avaliação de resíduos dos produtos em indivíduos coletados mortos no campo. Para cada ano, foram estimados cerca de 50 casos de contaminação referentes a 30 moléculas. Na Inglaterra, as intoxicações em abelhas foram causadas por triazophos em colza e dimethoate em grandes culturas e, na Escócia, por fenitrothion em framboesa e gamma-HCH em colza.

Devido ao hábito alimentar das abelhas, aliado à dificuldade de se avaliar o efeito de produtos químicos sobre estes insetos nas fases embrionária e larval, vários pesquisadores procuram associar a alimentação com o fornecimento de pesticidas. Bendahou et al. (1999) forneceram diretamente às colônias, durante cinco meses consecutivos, xarope de açúcar contaminado com inseticida à base de cypermethrin. Durante as 18 semanas de tratamento, observou-se mortalidade de abelhas nas colméias, mas também se evidenciou a presença de efeitos subletais quando realizados testes laboratoriais em amostras de abelhas, como glucosemia, alteração da atividade da enzima ATPase, além de outras perturbações fisiológicas e comportamentais.

Testando o efeito dos inseticidas endosulfan, deltamethrin, baytroid e sevin, Abramson et al. (1999) concluíram que nenhum desses produtos apresentou efeito de repelência, quando fornecidos via alimento. Exceto deltamethrin, os demais foram altamente tóxicos às abelhas, apresentando mortalidade uma hora após o fornecimento do alimento. Thompson (2003) verificou que deltamethrin não provocou mortalidade de abelhas, mas causou

efeito subletal em baixas concentrações, como hipotermia e perda de sentido, impossibilitando o retorno à colônia.

Em estudo realizado por Wolff (1999), determinou-se a toxicidade de inseticidas, fungicidas e acaricidas para *A. mellifera*. Dos inseticidas testados, dimethoate, chlorpyrifos e methyl parathion foram os mais tóxicos, com DL<sub>50</sub> de 0,7 µg/abelha, 1,8 µg/abelha e 3,0 µg/abelha, respectivamente. Fenthion apresentou menor toxicidade em relação aos demais compostos, com DL<sub>50</sub> de 69,6 µg/abelha. Entre os acaricidas, abamectin, mesmo não apresentando efeito deletério sobre as abelhas, apresentou DL<sub>50</sub> de 62,6 µg/abelha e cyhexatin mostrou-se seletivo, apresentando DL<sub>50</sub> de 273.982,6 µg/abelha. Os fungicidas benomyl e procloraz foram seletivos e suas DL<sub>50</sub> foram de 35.921.846,5 µg/abelha e 269.904,7 µg/abelha, respectivamente.

Villa et al. (2000) avaliaram parâmetros toxicológicos de alguns produtos fitossanitários utilizados em duas áreas agrícolas sobre o desenvolvimento de larvas e adultos de *A. mellifera*. Pelos resultados obtidos do HQ<sub>contato</sub> (*hazard quotient*), observou-se que de todos os fungicidas avaliados, nenhum foi extremamente tóxico, tendo dodione, mancozeb e metiram apresentado comportamento intermediário. Já para os inseticidas, vamidothion foi mediamente tóxico e os organofosforados chlorpyrifos e methidathion altamente nocivos. Nas ensaios com teste de ingestão, os fungicidas não apresentaram nenhum efeito tóxico, porém, os inseticidas vamidothion, chlorpyrifos e methidathion foram altamente nocivos, e acephate mediamente.

Carvalho et al. (2002a,b,c) observaram que os inseticidas fenthion, trichlorfon, fenitrothion, carbaryl e malathion foram altamente tóxicos, matando 100% das abelhas em 24 horas. Deltamethrin foi mediamente tóxico, provocando mortalidade próxima a 60% e *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* mostrou-se inócuo às operárias de *A. mellifera*.

Visando determinar novas técnicas de avaliação de pesticidas para abelhas, Pham-Delegue et al. (2002) propuseram alguns ensaios para avaliar os efeitos sobre o comportamento de abelhas quando expostas a contaminações em doses subletais. Uma das técnicas empregada foi a avaliação da frequência de entrada e saída das abelhas na colônia, realizando um censo direto com auxílio de equipamentos eletrônicos de contagem. Outras técnicas estão relacionadas com o comportamento de orientação e com testes de resíduos de pesticidas em produtos e subprodutos das abelhas, avaliando a possível contaminação, empregando, por exemplo, técnicas de cromatografia.

Dominguez et al. (2003), realizando teste de contato para avaliar o efeito tóxico de algumas iscas usadas no controle de moscas-das-frutas, constataram que somente o tratamento com o inseticida malathion foi extremamente nocivo às abelhas, causando 100% de mortalidade quando foram colocadas em contato com o produto logo após a contaminação da superfície. Em teste no qual as abelhas foram liberadas após 60 minutos da contaminação da superfície com esse composto, observou-se que a mortalidade reduziu para 10%.

Edward et al. (2003) avaliaram o efeito da isca Success 0,02 CB<sup>®</sup>, formulada a partir de uma mistura do inseticida spinosad + acetato de amônio, sobre abelhas. Os testes de contato foram realizados pulverizando placas de Petri e colocando as abelhas em contato com a superfície contaminada. Avaliaram-se os efeitos pelas técnicas de exposição contínua e limitada, e pela aplicação tópica. Exceto para a aplicação tópica, que apresentou mortalidade de 100%, para as demais técnicas, a isca foi medianamente tóxica, causando mortalidade média de 62,5%.

Inácio et al. (2003a) verificaram que inflorescências de girassol tratadas com o inseticida carbaryl apresentaram menor produção de grãos, na ordem de 36% em relação à testemunha e isso foi devido à repelência causada pelo inseticida carbamato às abelhas.

Thompson (2003) realizou um estudo completo a respeito do efeito de pesticidas sobre abelhas e mencionou o forrageamento, a percepção de feromônios, o desenvolvimento de larvas e da colônia e o efeito de repelência, como variáveis a serem avaliadas.

Carvalho et al. (2004a,b) não encontraram diferenças significativas quando os inseticidas foram pulverizados ou fornecidos via alimento, tendo thiamethoxam, abamectin e methidathion sido altamente tóxicos em quaisquer das situações. Da mesma maneira, Briguenthi (2003) constatou que *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Berliner, 1915) não foi seletivo a *A. mellifera*, quando pulverizado ou fornecido via alimento, provocando intumescimento abdominal dos adultos com posterior morte.

Realizando estudos com doses subletais de deltamethrin (500 µg/kg de açúcar), Decourtye et al. (2004) compararam este produto ao imidacloprid (24 µg/kg de açúcar), em condições de laboratório e semi-campo. Em relação à mortalidade, imidacloprid foi mais tóxico que deltamethrin. Os produtos causaram diminuição na atividade de busca e coleta de alimento, e movimentação no alvado da colônia. Quando foi avaliado o senso olfativo, constatou-se que imidacloprid reduziu a capacidade de distensão da probóscida, fato não observado no tratamento à base de deltamethrin.

Iwasa et al. (2004) relataram que a toxicidade dos neonicotinóides é alterada em função do radical ligado ao nitrogênio principal, variando sua DL<sub>50</sub> de 0,018 µg/abelha, no caso de imidacloprid até 0,138 µg/abelha, para nitenpyram. Quando existe a presença de um ciano substituto, a toxicidade diminui, tendo, para acetamiprid, sido de 7,1 µg/abelha e, para thiacloprid, de 14,6 µg/abelha.

Decourtye et al. (2005), comparando a capacidade olfativa das abelhas em função do fornecimento de alimento contaminado com doses subletais de alguns inseticidas, verificaram que deltamethrin não foi tóxico, porém, o reflexo

relativo à distensão da probóscida em busca do alimento foi menor do que aquele observado no tratamento testemunha. Para os tratamentos à base de dimethoate e fipronil, observou-se alta toxicidade dos dois compostos, porém, nenhum apresentou qualquer influência na emissão da probóscida e no sentido olfativo dos insetos.

Hassani et al. (2005) avaliaram diferentes doses de fipronil, administradas topicamente e por meio de alimento contaminado, e concluíram que, quando aplicado no tórax do inseto na dosagem de 0,001 µg/abelha, provocou dificuldade do inseto em detectar presença de açúcares, fato não observado quando fornecido via ingestão. Na dosagem de 0,0005 µg/abelha, também em aplicação tópica, causou redução na capacidade olfativa e nenhum efeito sobre a atividade locomotora. Entretanto, tem sido relatado, por diversos pesquisadores, que alguns produtos, como fipronil, apresentam grande capacidade de ocasionar efeitos subletais em *A. mellifera*, ocasionando distúrbios principalmente no olfato e na percepção de açúcares.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nos Laboratórios de Estudos de Seletividade e de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de março a dezembro de 2005. Operárias de *A. mellifera* utilizadas para a montagem dos experimentos foram coletadas em quadros de melgueira, em uma colônia do Apiário Central/UFLA. O transporte até os laboratórios foi realizado utilizando-se gaiolas de cloreto de polivinila (PVC) de 10 cm de diâmetro x 20 cm de comprimento, agrupando em torno de 250 abelhas por gaiola.

Em laboratório, foram realizados quatro experimentos, sendo dois para avaliar a ação por contato dos produtos fitossanitários, sendo que em um foram utilizadas placas de Petri com superfície contaminada e no outro folhas de citros contaminadas. No terceiro bioensaio realizou-se a pulverização dos produtos diretamente sobre operárias de *A. mellifera* previamente anestesiadas com CO<sub>2</sub>, e o quarto constou do fornecimento de pasta Cândi contaminada com os produtos.

Os tratamentos foram formados por inseticidas/acaricidas nas suas dosagens máximas recomendadas pelos fabricantes para o controle de pragas da cultura de citros (Tabela 1). Como tratamento testemunha, utilizou-se somente água destilada nos testes de contato direto na placa ou folha e no de pulverização. No ensaio de alimento contaminado, o tratamento testemunha constituiu somente de pasta Cândi.

TABELA 1. Nome comercial, nome técnico, dosagem e classe dos inseticidas/acaricidas utilizados para a avaliação de seletividade para adultos de *A. mellifera*.

Nome comercial	Nome técnico	Dosagem p.c. / 100L água	Classe*	Grupo químico
Actara 250 WG	Thiamethoxam	150 g	I	Neonicotinóide
Decis 25 CE	Deltamethrin	50 mL	I	Piretróide
Match CE	Lufenuron	75 mL	I	Aciluréia
Mimic 240 SC	Tebufenozide	50 mL	I	Diacilhidrazina
Omite 720 CE	Propargite	100 mL	A	Derivado do fenoxi- ciclohexil
Sipcatin 500 SC	Cyhexatin	50 mL	A	Organoestânico
Supracid 400 CE	Methidathion	125 mL	I	Organofosforado
Vertimec 18 CE	Abamectin	30 mL	I/A	Avermectina

\* Classe: “I” inseticida; “A” acaricida; “I/A” inseticida/acaricida.

Os horários de avaliação foram padronizados e realizados 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42, 48, 60 e 72 horas após a montagem dos experimentos. Para os experimentos de contato em superfície contaminada de folha de citros e placas de Petri, as avaliações estenderam-se até 48 horas após a montagem e, para aqueles de pulverização e pasta Cândi contaminada, até 72 horas.

Foi registrado o número total de espécimes mortos, sendo considerados como tal aqueles que não respondiam a estímulo mecânico. Todos os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (9 tratamentos x 4 repetições). Para a realização das análises estatísticas dos dados obtidos, empregou-se o programa R<sup>®</sup> (2006), tendo a modelagem sido feita utilizando o módulo “GLM”, do inglês *Generalized linear models*.

### **3.1 Teste de fornecimento de pasta Cândi contaminada**

Para a realização desse experimento, primeiramente, foi determinada a densidade da pasta Cândi preparada, empregando-se 50 g de açúcar de confeitiro e 10 mL de mel.

O volume da pasta foi determinado de forma direta, colocando-se, em uma proveta de 250 mL, o volume de 100 mL de água. Uma alíquota de 130,5 g de pasta Cândi foi envolvida com filme de PVC, para impedir a absorção de água e colocada dentro da proveta. Posteriormente, determinou-se o volume final e, por diferença entre os volumes final e inicial, determinou-se o volume da massa de pasta Cândi, que foi de 90 mL. Com esse volume, calculou-se a dosagem de cada produto. Para facilitar a homogeneização, os produtos foram diluídos diretamente em 20 mL de mel e, em seguida, adicionaram-se 100 g de açúcar de confeitiro para a confecção de pasta.

Após o preparo e contaminação do alimento, procedeu-se a realização do bioensaio. As abelhas, em número de 150, foram anestesiadas com dióxido de carbono durante dois minutos, agrupadas em número de dez e colocadas em gaiolas cilíndricas de PVC de 15 cm diâmetro x 10 cm altura, sendo fechadas em suas bases com tecido organza e em suas extremidades superiores com tecido tipo filó. Cada tratamento foi formado por 10 repetições, sendo cada parcela constituída por dez insetos. As gaiolas foram acondicionadas em sala climatizada, à temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

A pasta Cândi, contaminada ou não com os produtos, foi colocada na parte superior de cada gaiola, sobre o filó, nos respectivos tratamentos. Ao lado da pasta Cândi, foi mantido um pedaço de algodão embebido em água destilada, que foi umedecido a cada avaliação (Figura 1).



FIGURA 1. Vista superior de uma gaiola montada, mostrando a pasta Cândi (direita) e o algodão embebido com água (esquerda) sobre o filó.

### 3.2 Teste de pulverização direta sobre adultos de *A. mellifera*

Empregaram-se pulverizadores manuais para a aplicação dos produtos fitossanitários, permitindo uma aplicação semelhante entre os equipamentos. A taxa de aplicação média por pulverizador foi de 0,9 mL, em 1074 cm<sup>2</sup> ( $8,4 \times 10^{-4}$  mL/cm<sup>2</sup>), tendo esse valor sido obtido pela média de nove repetições. Em cada uma, realizaram-se dez borrifadas, a uma distancia de  $\pm 25$  cm do alvo.

Aproximadamente 150 abelhas foram anestesiadas com CO<sub>2</sub> por 120 segundos, distribuídas sobre uma folha de papel e pulverizadas com o respectivo inseticida/acaricida. Em seguida, 10 adultos foram transferidos para cada gaiola cilíndrica de PVC de 15 cm de diâmetro e 10 cm de altura, que foi vedada na parte inferior com tecido branco tipo organza, e na parte superior, com tecido

tipo filó. A alimentação constou de pasta Cândi colocada sobre o filó na parte superior e um chumaço de algodão embebido em água destilada, o qual foi umedecido em todas as avaliações (Figura 1). As gaiolas foram colocadas em sala climatizada, nas mesmas condições descritas no subitem 3.1.

### **3.3 Teste de contato direto em placa de Petri com superfície contaminada**

Para a realização desse tipo de teste, prepararam-se arenas constituídas de duas placas de Petri de 10 cm de diâmetro x 2 cm de altura, que foram dispostas uma sobre a outra e fixadas por meio de quatro grampos metálicos colocados equidistantes em sua borda, tendo como função fixar e impedir o deslocamento da placa superior (Figura 2a). Entre essas duas unidades e com auxílio desses grampos, foi deixada uma abertura de 2,5 mm para impedir a fuga das abelhas e permitir a aeração do conjunto (Figura 2b).

Foi conduzido um pré-teste para avaliar a longevidade das abelhas dentro da arena. Para tal, realizou-se um ensaio com três tratamentos e cinco repetições, sendo cada uma formada por cinco espécimes/arena, visando determinar o tipo de alimento que causa menor mortalidade até 48 horas. Os tratamentos foram pasta Cândi, solução aquosa de mel diluída em água a 50% e a testemunha (sem alimento). As condições climáticas e técnicas de montagem foram iguais àquelas que seriam usadas para a montagem do experimento definitivo. Ao término do pré-teste, o tratamento com pasta Cândi não apresentou mortalidade, demonstrando ser o alimento ideal para as abelhas neste bioensaio.



FIGURA 2. Grampos metálicos no formato de h, utilizados na montagem e fixação das placas de Petri, e tampa plástica onde se colocou à pasta Cândi (A). Esquema de montagem da arena, correspondendo a uma repetição, com destaque para a fresta entre as placas (B).

A aplicação dos produtos fitossanitários nas placas foi realizada por meio de torre de Potter, calibrada para aplicação de um volume de  $1,5 \pm 0,5 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ , a uma pressão de  $15 \text{ lb}/\text{pol}^2$ . Após a pulverização, as placas foram mantidas à sombra por um período de 3 horas, para permitir que o excesso de água pudesse evaporar.

Cada tratamento foi composto por cinco repetições e em cada unidade experimental havia uma tampa de 2 cm de diâmetro, contendo como alimento a pasta Cândi. As abelhas foram expostas a  $\text{CO}_2$  por um período de 120 segundos e colocadas em número de cinco por arena, num total de 25 abelhas por tratamento.

As unidades experimentais foram mantidas em laboratório, nas mesmas condições descritas no subitem 3.1.

#### **3.4 Teste de contato direto em folhas de citros fixadas em placa de Petri**

Nesse teste, utilizou-se o mesmo tipo de arena descrita no subitem 3.3, porém, a contaminação pelos produtos não foi feita diretamente na placa, mas

em folhas de tangerina Ponkan *Citrus reticulata* Blanco. Para a coleta das folhas, selecionou-se, no Campus da UFLA, uma planta isenta de qualquer aplicação de pesticidas há pelo menos, um ano.

As folhas coletadas foram levadas para o laboratório, sendo contaminadas por meio de imersão na respectiva calda química, por um período de cinco segundos. Para retirar o excesso de água, as folhas ficaram em repouso por aproximadamente 3 horas, em local arejado e à sombra.

Após a secagem, duas folhas foram fixadas pela parte abaxial no fundo das placas de Petri (Figura 3), utilizando fita adesiva de dupla face. Nesse bioensaio, também foi fornecida, como alimento, pasta Cândi colocada sobre uma tampa plástica de 2 cm de diâmetro no interior de cada arena, evitando o contato com as folhas contaminadas. As abelhas foram anestesiadas com auxílio de CO<sub>2</sub> por um período de 120 segundos e colocadas em número de cinco por arena, com cinco repetições, totalizando 25 abelhas por tratamento.

O bioensaio foi mantido em sala onde as condições climáticas registradas foram as mesmas descritas no subitem 3.1.



FIGURA 3. Folhas de citros fixadas no fundo da placa de Petri (A). Esquema de montagem da arena, correspondendo a uma repetição, com detalhe para a fresta entre as placas (B).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise dos dados, foram testados os modelos de Probit e Logit, tendo o de melhor ajuste sido o de Logit. Em anexo encontram-se as tabelas de análise de “deviance” para os modelos testados (Tabelas 1A, 1E, 1I, 1M e 1Q), as de estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear de cada modelo (Tabelas 1B, 1F, 1J, 1N e 1R), as das equações do preditor linear (Tabelas 1C, 1G, 1K, 1O e 1S) e as de mortalidade média observada de *A. mellifera*, para cada produto fitossanitário testado e em função do tempo (Tabelas 1D, 1H, 1L, 1P e 1T), sendo uma para cada um dos quatro bioensaios e de análise conjunta.

### 4.1 Efeito do fornecimento de pasta Cândi contaminada para adultos de *Apis mellifera*

Constatou-se que, trinta minutos após o fornecimento do alimento contaminado para as abelhas, e mesmo com a baixa quantidade de alimento ingerida (Figura 4), os tratamentos à base de thiamethoxam e methidathion provocaram sinais de intoxicação, como tremores, falta de coordenação motora e prostração das operárias, as quais permaneceram no fundo da gaiola. Os demais produtos não apresentaram nenhum efeito tóxico, até os primeiros trinta minutos do início da alimentação.

Após uma hora do início da alimentação, o inseticida thiamethoxam provocou mortalidade de 46% e com três horas de avaliação, atingiu 80%. A partir desse intervalo de tempo, constatou-se pequeno acréscimo à média de mortalidade, porém, algumas abelhas ainda permaneceram vivas no fundo das gaiolas, apresentando sinais típicos de intoxicação e, com 21 horas,

thiamethoxam causou a morte de quase a totalidade das abelhas (Figuras 5 A e B).

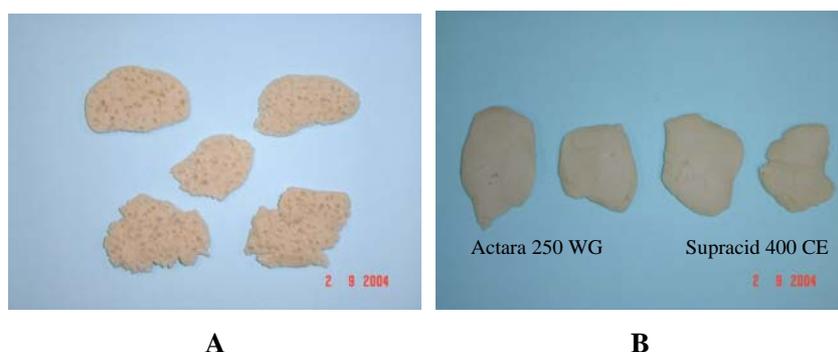


FIGURA 4. **A** – Porções de pasta Cândi (testemunha), apresentando perfurações realizadas pelas abelhas após 72 horas. **B** – Pasta Cândi com vestígios de alimentação pelas abelhas, nos tratamentos com thiamethoxam e methidathion. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

A toxicidade do thiamethoxam também foi observada por Thompson (2003), o qual relatou que esse inseticida não causa somente danos diretos, mas também indiretos quando fornecidos em doses subletais a *A. mellifera*, como diminuição da atividade de vôo, redução da capacidade olfativa dos adultos, influenciando na atividade de forrageamento e armazenamento de alimento. Iwasa et al. (2004), avaliando vários inseticidas do grupo dos neonicotinóides, registraram a alta toxicidade do thiamethoxam às abelhas. Hunt et al. (2003) classificaram thiamethoxam como medianamente tóxico para as abelhas, enquanto que Rhodes et al. (2006) confirmaram a alta toxicidade dessa molécula, além de relacionar os possíveis efeitos comportamentais nos adultos, interferindo significativamente na atividade de forrageamento do inseto.

Methidathion também foi extremamente tóxico logo na primeira hora após o fornecimento da pasta Cândi contaminada, porém, em menor intensidade que thiamethoxam, com mortalidade de 14%. Nas avaliações subseqüentes,

observou-se um crescente aumento na taxa de mortalidade, comparando-se ao thiamethoxan entre seis e nove horas após o início do ensaio, com média de mortalidade de 90%. A partir desse intervalo de avaliação, methidathion superou a porcentagem de mortalidade do thiamethoxam, matando 100% das abelhas às 15 horas (Figuras 5 A e B).

A alta toxicidade provocada pelo methidathion também foi observada por Villa et al. (2000), os quais verificaram que esse composto foi altamente tóxico quando fornecido a abelhas adultas através de pólen contaminado. Atkins et al. (1981) classificaram methidathion como extremamente tóxico e com  $DL_{50}$  de 0,34  $\mu\text{g}/\text{abelha}$ , valor próximo àquele determinado por Villa et al. (2000). Outros pesquisadores, como Hunt (2000), Hunt et al. (2003) e Sanford (2003), também registraram a toxicidade provocada pelo methidathion a adultos de abelhas.

Mesmo não provocando sintoma visual de intoxicação às abelhas nas duas primeiras horas, o inseticida/acaricida abamectin causou mortalidade de aproximadamente, 5% na terceira avaliação (três horas). A partir da quinta hora de avaliação, esse produto mostrou-se extremamente tóxico, ocorrendo alta mortalidade, com médias de 47% e 70% nas avaliações de seis e nove horas, respectivamente. Na oitava avaliação (12 horas), abamectin igualou-se a thiamethoxam, com mortalidade de 90% e, às 18 horas do início da alimentação da dieta contaminada com abamectin, ocorreu 100% de mortalidade dos insetos (Figuras 5 A e B).

Wolf (1999) descreveu o produto abamectin como sendo atóxico ou de baixa toxicidade às operárias híbridas de um cruzamento entre as espécies *Apis mellifera mellifera* Linnaeus, 1758 x *Apis mellifera ligustica* Spinola, 1806 x *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836, divergindo dos resultados obtidos na presente pesquisa. As diferenças de resultados podem estar relacionadas com o grau de hibridação e as possíveis espécies envolvidas nos cruzamentos. Os

resultados encontrados no presente trabalho confirmam aqueles de Hunt et al. (2003) e Rhodes et al. (2006), os quais constataram alta toxicidade deste composto às abelhas *A. mellifera*.

Referente ao deltamethrin, não foram observados sintomas de intoxicação às operárias com o início da alimentação até a sexta avaliação (seis horas). Com nove horas após o início do bioensaio, o composto provocou mortalidade de 13%. Na décima sexta avaliação (48 horas), esse produto causou mortalidade de 49% das abelhas, totalizando, ao final de 72 horas, uma mortalidade de 67% (Figuras 5 A e B).

A toxicidade de deltamethrin foi relatada por diversos pesquisadores, como Belzunces et al. (2001), Decourtye et al. (2004, 2005), Thompson (2003) e Vandame et al. (1995), podendo ser direta, com a morte das abelhas ou, quando em doses subletais, causam distúrbios fisiológicos e comportamentais, respectivamente. Carvalho et al. (2002a), testando produtos registrados para a cultura das cucurbitáceas, também observaram efeitos tóxicos desse inseticida piretróide, classificando-o como mediamente tóxico às operárias de abelhas.

Avaliando o efeito do acaricida propargite sobre adultos de abelhas, observou-se que esse produto apresentou comportamento semelhante ao da testemunha e dos compostos cyhexatin, tebufenozide e lufenuron. Porém, a partir de 24 horas, apresentou efeito tóxico mais evidente, aumentando-se a taxa de mortalidade das abelhas. Às trinta horas do início do bioensaio, propargite provocou mortalidade de 18% e, com 72 horas, a mortalidade foi de 75%, igualando-se ao inseticida deltamethrin (Figuras 5 A e B). Ao se confrontar os resultados obtidos para propargite com aqueles relatados por Macbride (1997), Sanford (2003) e Tew (1996), para adultos de *A. mellifera*, constataram-se que, nessas pesquisas, foi mencionado tratar-se de um composto de baixa toxicidade, podendo ser empregado para o controle de organismos-praga em diversas culturas.

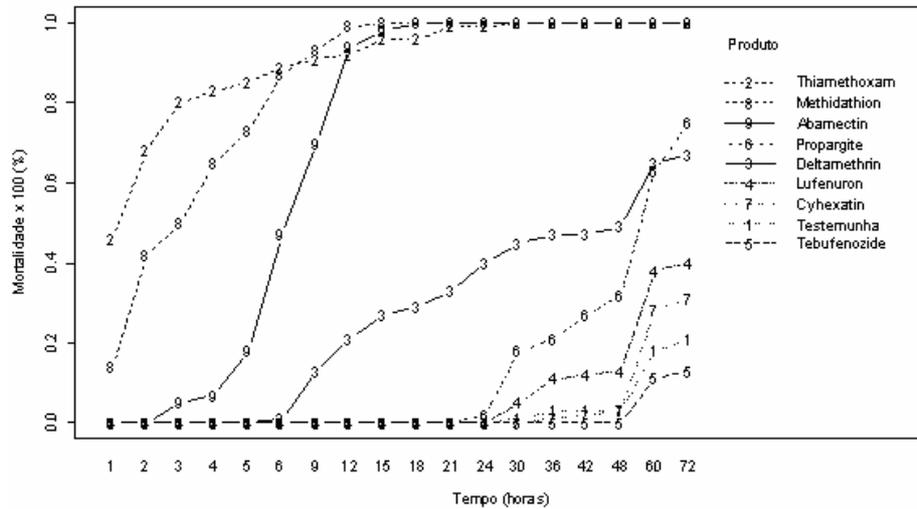


FIGURA 5. A - Mortalidade média (%) observada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em função da ingestão de pasta Cândi contaminada com os produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

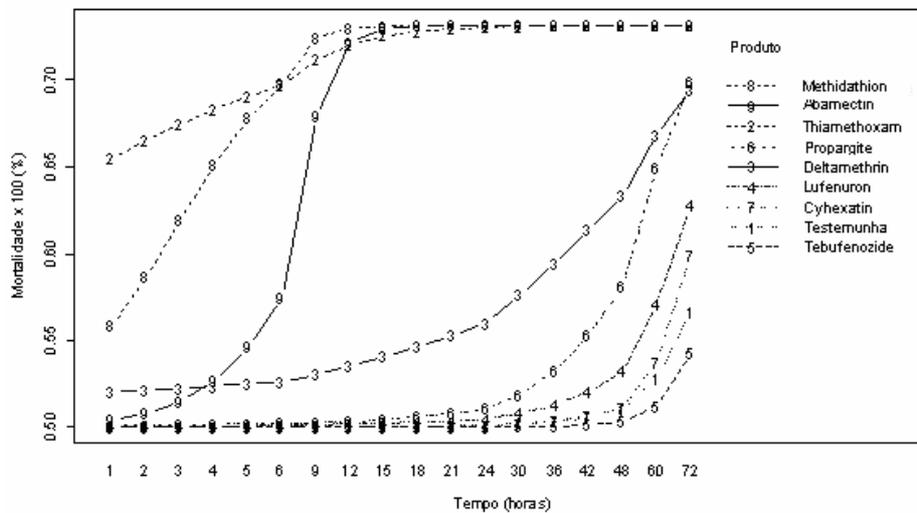


FIGURA 5\*. B - Mortalidade média (%) estimada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em função da ingestão de pasta Cândi contaminada com os produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

\* O modelo estimado explica 92,77% da variação global dos dados.

Cyhexatin, lufenuron e tebufenozide comportaram-se de maneira semelhante até a avaliação de 24 horas e, com 72 horas, lufenuron demonstrou ser mais tóxico, matando 40% das abelhas. Cyhexatin apresentou toxicidade intermediária em relação a esses dois compostos, finalizando com média de 31% e tebufenozide com 13% de mortalidade das abelhas (Figuras 5 A e B).

Os resultados obtidos nos trabalhos conduzidos por Atkins et al. (1981), Hunt (2000), Tew (1996) e Wolff (1999), bem como aqueles registrados na presente pesquisa, confirmam a baixa toxicidade do acaricida cyhexatin a operárias de *A. mellifera*. Hunt (2003) classificou o inseticida regulador de crescimento tebufenozide como de baixa toxicidade a operárias adultas de *A. mellifera*, porém, Barker & Taber (1977)<sup>1</sup> e De Wael et al. (1995)<sup>2</sup>, citados por Thompson (2003), constataram que, quando pólen e água contaminados com inseticidas reguladores de crescimento foram fornecidos a adultos de abelhas do gênero *Apis*, influenciaram negativamente o desenvolvimento da colônia e também provocaram a morte de ovos e larvas.

#### **4.2 Efeito da pulverização direta sobre adultos de *A. mellifera***

Uma hora após a pulverização do produto thiamethoxam sobre as operárias de *A. mellifera*, observou-se a morte de 71% das abelhas, tendo também constatado que o inseticida methidathion apresentou alta toxicidade na primeira avaliação, com mortalidade de 68%. A toxicidade foi se tornando mais acentuada durante as avaliações e, com 9 horas após a pulverização, esses dois compostos apresentaram mortalidade de 100% (Figuras 6 A e B).

---

<sup>1</sup> BAKER, R.J.; TABER, S. Effects of diflubenzuron fed to caged honey bees. **Environmental Entomology**, v. 6, p. 167-168, 1977.

<sup>2</sup> DE WAEL, L.; DE GREEF, M.; VAN LAERE, O. Toxicity of pyriproxifen and fenoxycarb to bumble bee brood using a new method for testing insect growth regulators. **Journal of Apicultural Research**, v. 34, p. 3-8, 1995.

A alta toxicidade provocada pelo thiamethoxam também foi observada por Iwasa et al. (2004), sendo determinado a  $DL_{50}$  de 0,03  $\mu\text{g}/\text{abelha}$ . Os resultados obtidos nesse ensaio e aqueles encontrados por Thompson (2003) e Rhodes et al. (2006) foram semelhantes e esse inseticida foi classificado como altamente tóxico. Estes autores também constataram que este composto pode provocar alterações de ordem fisiológica e comportamental nas abelhas, quando usados em doses subletais, como alterações no ciclo embrionário, larval e de pupa, atividade de vôo, menor busca de alimento e baixo desenvolvimento da colônia.

Referente à toxicidade do inseticida methidathion, os dados obtidos confirmam aqueles de Atkins et al. (1981), classificando-o como altamente tóxico, com  $DL_{50}$  da ordem de 0,34  $\mu\text{g}/\text{abelha}$ , próximo àquele determinado por Villa et al. (2000), os quais encontraram  $DL_{50}$  de 0,4  $\mu\text{g}/\text{abelha}$ . Hunt (2000) classificou methidathion como extremamente tóxico a abelhas, quando manteve contato em superfície contaminada com esse inseticida e sugeriu a restrição de uso na época da florada das culturas nas quais geralmente é empregado. O efeito nocivo desse inseticida foi ainda mencionado por Mayer et al. (1999), Porrini et al. (2003), Sanford (2003) e também por Hunt et al. (2003), os quais reafirmaram tratar-se de um composto que causa alta mortalidade de abelhas.

No caso de abamectin, observou-se baixa toxicidade nas três primeiras horas após a pulverização do produto sobre as abelhas. A partir de quatro horas, apresentou maior toxicidade para esses insetos, com aumento gradual em função do tempo até nove horas. Após essa avaliação, abamectin apresentou os maiores valores de porcentagem de mortalidade, estabilizando-se entre 9 e 12 horas, com mortalidade de 69%. Nas demais avaliações, o produto continuou a apresentar efeito nocivo, e, com 30 horas, a mortalidade observada foi de 99% (Figuras 6 A e B).

Resultados semelhantes aos obtidos nessa pesquisa foram alcançados por Hunt et al. (2003), Mayer et al. (1999), Rhodes et al. (2006), Sanford (2003) e Tew (1997), os quais não só registraram os efeitos deletérios de abamectin, mas também sugeriram que o mesmo não fosse aplicado em locais onde ocorresse a presença de abelhas.

Diferentemente dos resultados constatados no ensaio de pasta Cândi contaminada, deltamethrin, pulverizado diretamente sobre os adultos, apresentou-se tóxico às abelhas, provocando efeito *knock down*. Os insetos permaneciam no fundo das gaiolas, apresentando movimentos descordenados e com tremores, caracterizando o efeito típico de intoxicação pelos inseticidas piretróides. Os efeitos de intoxicação cessaram, aproximadamente, uma hora após a pulverização, não tendo sido detectado nenhum outro efeito do produto e as abelhas apresentaram comportamento semelhante àquele no tratamento testemunha. A partir de nove horas, a mortalidade foi de 4% e, nas avaliações subseqüentes, o produto não demonstrou ser tóxico, finalizando o período de avaliações com mortalidade total de 27%, próximo àquela da testemunha, com 21% mortalidade (Figuras 6 A e B).

A baixa toxicidade encontrada nesse ensaio para deltamethrin assemelhou-se aos resultados obtidos por Vidal (1988), em que o uso desse produto foi recomendado para o controle de broca-das-cucurbitáceas, visto não apresentar efeitos deletérios sobre abelhas polinizadoras. Porém, Thompson (2003) relatou que subdoses desse inseticida podem causar efeitos comportamentais, fazendo com que abelhas tenham dificuldade na localização da colônia, impossibilitando o retorno dessas operárias. Decourtye et al. (2004 e 2005) observaram que deltamethrin e também imidacloprid em doses subletais afetaram a capacidade olfativa dessas abelhas.

Para o acaricida propargite, não foi constatado nenhum efeito tóxico após a pulverização das abelhas, mantendo-se inócuo até a décima segunda

avaliação (24 horas). Na avaliação subsequente observou-se que a mortalidade foi de 7% e, com 72 horas, encontrou-se 28% de indivíduos mortos (Figuras 6 A e B).

Nesse bioensaio, constatou-se menor toxicidade do propargite para as operárias, em comparação ao seu efeito no ensaio de ingestão de pasta Cândi contaminada. A baixa toxicidade observada pode ser comparada àquela descrita por Atkins et al. (1981), McBride (1997), Sanford (2003) e Tew (1996).

Quanto aos produtos lufenuron, tebufenozide e cyhexatin, verificou-se que não apresentaram quaisquer sintomas tóxicos às operárias de *A. mellifera*, com resultados semelhantes aos encontrados na testemunha e mortalidade às 72 horas de 21%, 13% e 20%, respectivamente. Assim, constatou-se que esses compostos não apresentaram toxicidade quando pulverizados sobre abelhas adultas, confirmando os resultados de Atkins et al. (1981), Hunt (2000), Tew (1996) e Wolf (1999).

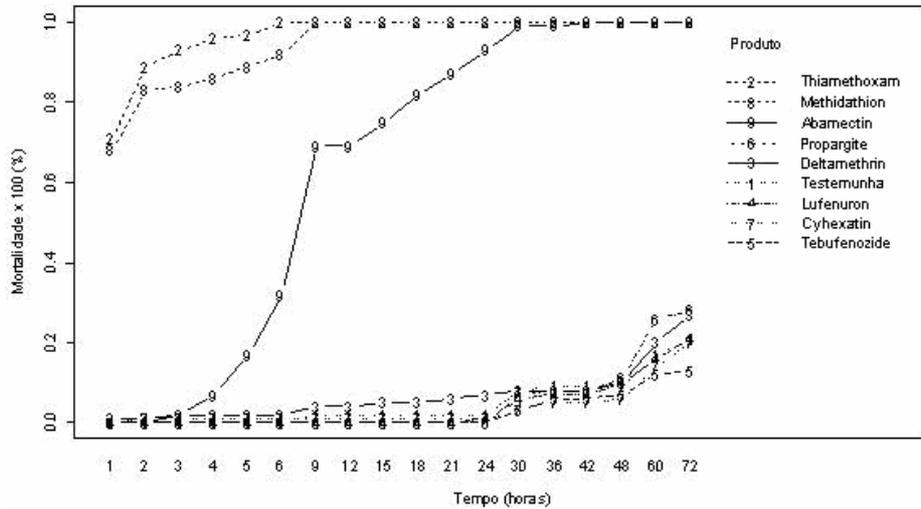


FIGURA 6. A - Mortalidade média (%) observada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em função da pulverização de produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

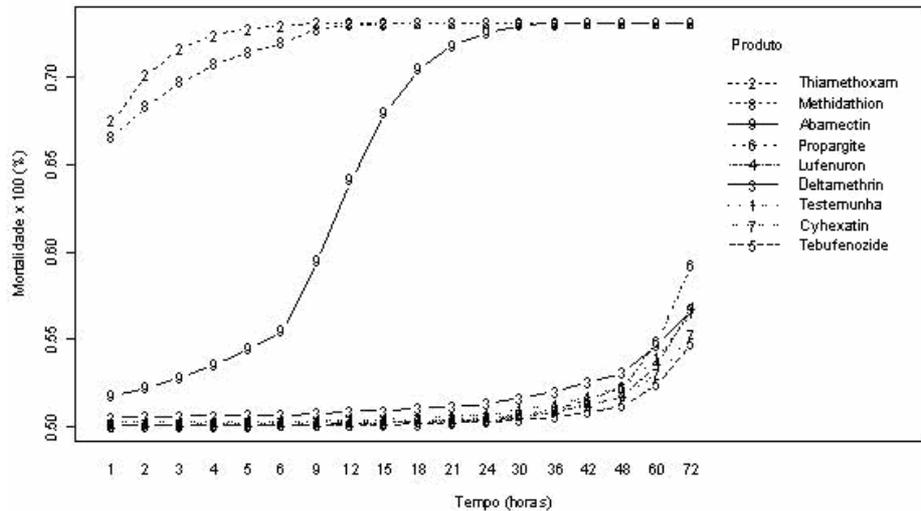


FIGURA 6\*. B - Mortalidade média (%) estimada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em função da pulverização de produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

\* O modelo estimado explica 92,77% da variação global dos dados.

### **4.3 Efeito do contato de adultos de *A. mellifera* em superfície vítrea contaminada pelos produtos fitossanitários**

De forma semelhante aos experimentos nos quais os produtos fitossanitários foram aplicados no alimento e em pulverização, observou-se alta toxicidade de thiamethoxam e methidathion. Logo após a liberação das abelhas dentro das arenas contaminadas, observaram-se sinais de intoxicação provocados pelos produtos cujos resíduos se encontravam na superfície de vidro, tendo thiamethoxam, já na primeira avaliação, provocada a morte de 56% dos adultos. Mesmo não causando a morte de nenhuma abelha na primeira avaliação, methidathion provocou nas abelhas sinais de intoxicação, as quais ficaram trêmulas, com movimentos descordenados, impossibilitando o deslocamento e a alimentação. Na segunda avaliação, esse produto provocou a morte de 28% das abelhas e thiamethoxam 68%, tendo, na quarta avaliação, os dois inseticidas apresentado, em média, 76% de mortalidade. Na sexta avaliação (seis horas), methidathion apresentou mortalidade de 100% e, para thiamethoxam, a mortalidade total ocorreu na nona avaliação (15 horas) (Figuras 7 A e B).

Os resultados obtidos confirmaram aqueles obtidos por Decourtye et al. (2004), Hunt et al. (2003), Iwasa et al. (2004), Rhodes et al. (2006) e Thompson (2003), quanto à toxicidade do thiamethoxam e por Atkins et al. (1981), Hunt (2000), Hunt et al. (2003), Mayer et al. (1999), Porrini et al. (2003), Sanford (2003) e Villa et al. (2000), para o organofosforado methidathion, como produtos de alta toxicidade a operárias de *A. mellifera*.

Observou-se que abamectin apresentou-se como um produto de baixa toxicidade às abelhas até a décima avaliação (18 horas), porém, a partir da décima primeira avaliação (21 horas) a mortalidade foi de 4%, constatando-se um aumento gradativo até a última avaliação (48 horas), atingindo 88% de mortalidade de adultos (Figuras 7 A e B). Embora Wolf (1999) tenha descrito

esse produto como sendo de baixa toxicidade às abelhas, novamente, os resultados dessa pesquisa divergem desse autor e confirmam aqueles relatados por Hunt et al. (2003), Mayer et al. (1999), Rhodes et al. (2006), Sanford (2003) e Tew (1997), os quais caracterizaram abamectin como extremamente tóxico às operárias de *A. mellifera*.

Igualmente observado no ensaio de pulverização (subitem 4.2), após a liberação das abelhas dentro das arenas contaminadas pelo inseticida deltamethrin, observou-se que as mesmas, após o fim do efeito do dióxido de carbono, apresentaram sintomas de intoxicação semelhantes àqueles do efeito *knock down*. Porém, nesse caso, esses insetos não se recuperaram, permanecendo trêmulos, evoluindo dessa condição até a morte. Nas cinco primeiras avaliações, não foi observada nenhuma morte de insetos provocada por esse produto, mas, na sexta hora após a liberação nas arenas, constatou-se 4% de mortalidade das abelhas. Nas demais avaliações, observou-se mortalidade crescente, passando por 8%, 20% e 32%, com uma estabilização nas avaliações de 15 e 18 horas, com um novo acréscimo até 21 horas. Nas demais avaliações, ocorreu estabilização de 44% de mortalidade entre 21 e 30 horas, seguida de um novo aumento até 48 horas e, ao final das avaliações, ocorreu um total de 64% de mortalidade (Figuras 7 A e B).

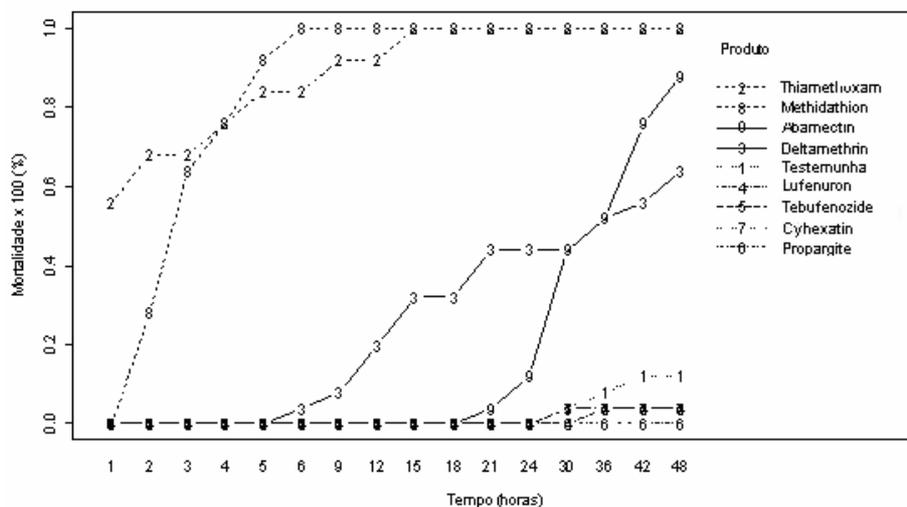


FIGURA 7. A - Mortalidade média (%) observada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em do contato em placa de Petri contaminada com produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

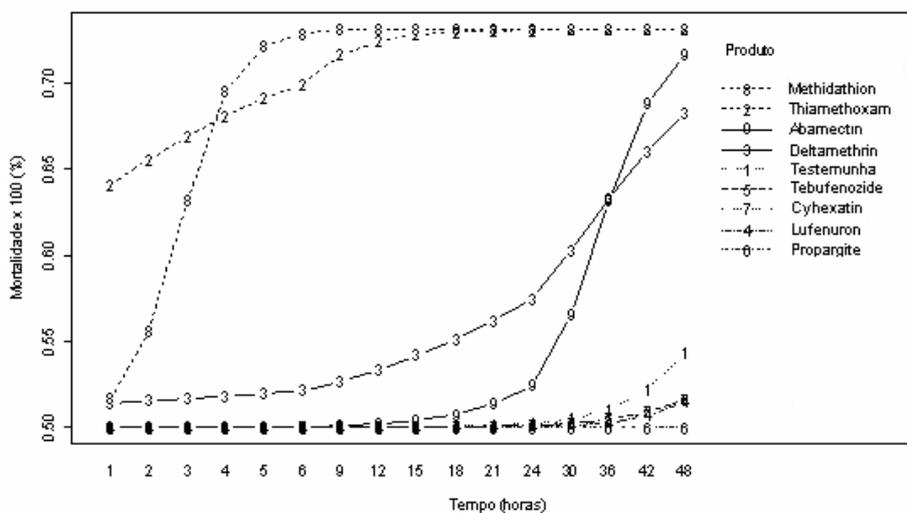


FIGURA 7\*. B - Mortalidade média (%) estimada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em do contato em placa de Petri contaminada com produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

\* O modelo estimado explica 90,33% da variação global dos dados.

Hunt (2000) relatou a toxicidade de deltamethrin, porém, não mencionou o período no qual o resíduo do produto ainda poderia afetar os adultos de *A. mellifera* ao entrarem em contato com superfície contaminada. Já Mayer et al. (1999), além de considerarem a toxicidade desse composto, sugeriram um período de carência superior a oito horas, para que as abelhas pudessem entrar em contato com a área tratada, acarretando o mínimo de injúrias. Rhodes et al. (2006) relacionaram repelência provocada por esse produto em um período de dois dias após a aplicação e que o mesmo não deve ser utilizado em áreas que possam ocorrer ou existir a presença desses polinizadores. Apesar desse efeito de repelência registrado por estes autores, vale ressaltar que, no ensaio de ingestão de pasta Cândi contaminada no presente trabalho, não foi observado efeito semelhante.

Para o acaricida propargite, não foi detectado nenhum efeito tóxico às abelhas em nenhuma das avaliações, podendo esse composto ser considerado inócuo quando as abelhas foram expostas à superfície contaminada. Os compostos lufenuron, tebufenozide e cyhexatin também foram inócuos às abelhas no teste de contato, apresentando mortalidade média final de 4% (Figuras 7 A e B).

Os resultados obtidos para lufenuron, tebufenozide, cyhexatin e propargite confirmam os de Atkins et al. (1981), Hunt (2000), Tew (1996) e Wolf (1999), os quais classificaram tais produtos como de baixa toxicidade para adultos de *A. mellifera*.

#### **4.4 Efeito do contato de adultos de *A. mellifera* com folhas de citros contaminadas**

Independente do método de aplicação empregado e como foi observado nos ensaios anteriores, os produtos thiamethoxam e methidathion foram altamente tóxicos às abelhas. Thiamethoxam apresentou alta mortalidade já na primeira avaliação, com média de 32% e methidathion, de 16%; porém, na segunda avaliação, methidathion causou 92% e thiamethoxam obteve 52% de mortalidade. Com três horas após a liberação das abelhas nas arenas, methidathion provocou a morte de 100% dos insetos, fato que ocorreu com thiamethoxam somente na sétima avaliação (nove horas) (Figuras 8 A e B).

Os efeitos deletérios desses dois inseticidas foram evidentes nessa pesquisa e confirmam os resultados obtidos por Decourtye et al. (2004), Hunt (2000), Hunt et al. (2003), Iwasa et al. (2004), Mayer et al. (1999), Porrini et al. (2003), Rhodes et al. (2006), Sanford (2003), Thompson (2003) e Villa et al. (2000), para operárias de *A. mellifera*.

Novamente, observou-se que deltamethrin apresentou-se ser tóxico logo após o contato das abelhas com a superfície das folhas contaminadas, fazendo com que elas ficassem trêmulas e com movimentos descordenados, tendo tais sintomas evoluído até a morte dos insetos. A partir da sexta hora, esse produto apresentou média de 4% de mortalidade, aumentando esse valor com o decorrer do tempo, tendo, com 21 e 24 horas, ocorrido estabilização com média de 56% de mortalidade; porém, com 48 horas atingiu 88% (Figuras 8 A e B).

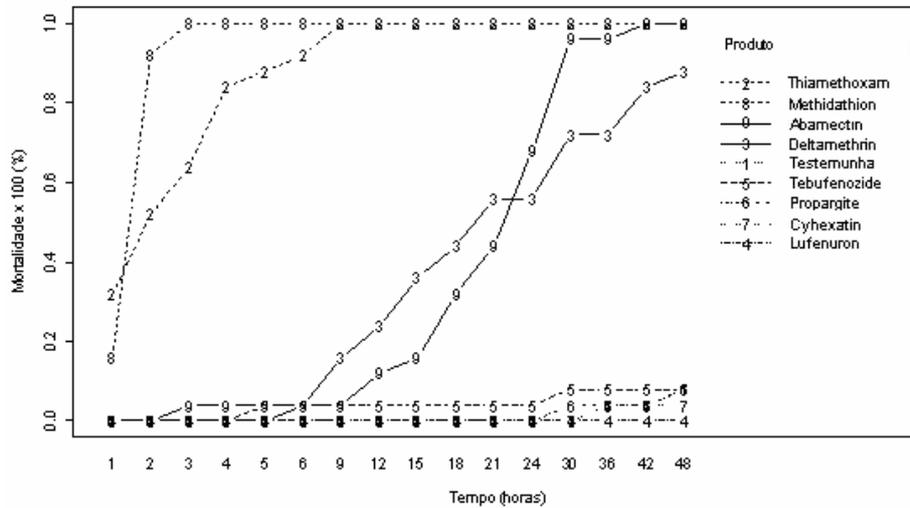


FIGURA 8. A - Mortalidade média (%) observada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em função do contato com folhas de citros contaminadas com produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

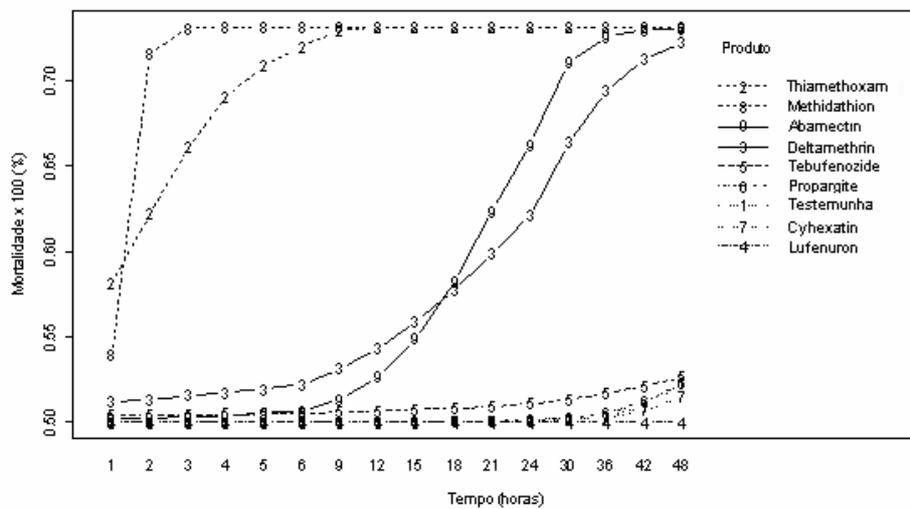


FIGURA 8\*. B - Mortalidade média (%) estimada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em função do contato com folhas de citros contaminadas com produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

\* O modelo estimado explica 93% da variação global dos dados.

A toxicidade de deltamethrin também foi relatada por Decourtye et al. (2004 e 2005), Hunt (2000) e Rhodes et al. (2006), considerando esse produto como extremamente nocivo a abelhas. Thompson (2003) relatou a ocorrência de alterações comportamentais causadas por esse piretróide, alterando o sistema olfativo e de localização, impedindo o retorno das abelhas à colônia e diminuindo a atividade de forrageamento.

Como nos ensaios anteriores, abamectin apresentou baixa toxicidade nas primeiras horas quando as abelhas entraram em contato com a superfície contaminada. Com três horas, o produto provocou a morte de 4% delas, mantendo essa média até a avaliação de nove horas. Nas avaliações seguintes, o produto apresentou um maior acréscimo na taxa de mortalidade, passando de 16%, 32% e 44% para 100%, o que ocorreu com 42 horas (Figuras 8 A e B).

Manino et al. (1988), comparando vários acaricidas para o controle do ácaro *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904 (Acarina, Mesostigmata, Varroidae), relataram seus efeitos negativos às abelhas. Hunt et al. (2003), Mayer et al. (1999), Rhodes et al. (2006), Sanford (2003) e Tew (1997) também registraram os efeitos tóxicos e deletérios causados pelo abamectin a esses insetos, podendo seu efeito se estender até três dias, quando aplicado na dosagem de 11,34 g de ingrediente ativo por hectare.

Os demais produtos, lufenuron, tebufenozide, propargite e cyhexatin, foram inócuos. Tebufenozide foi o único produto que causou mortalidade pouco superior aos demais, na ordem de 4% de mortalidade, até na décima quarta avaliação (36 horas); porém, às 48 horas apresentou média de 8%. Lufenuron não provocou nenhuma mortalidade; propargite, na última avaliação, causou 8% e cyhexatin 4% de mortalidade (Figuras 8 A e B).

Como relatado por Atkins et al. (1981), Hunt (2000), Tew (1996) e Wolf (1999), os produtos lufenuron, tebufenozide, propargite e cyhexatin são de baixa

toxicidade para operárias de *A. mellifera* e as informações obtidas neste bioensaio confirmam esses resultados.

#### **4.5 Efeito dos produtos fitossanitários sobre operárias de *Apis mellifera* em função das técnicas de aplicação**

De maneira geral, os produtos thiamethoxam e methidathion apresentaram-se extremamente tóxicos às abelhas *A. mellifera*, independentemente da técnica de aplicação, diferindo, em alguns casos, quanto à velocidade de atuação do produto em provocar a morte das abelhas. Em média, thiamethoxam provocou 53,7% de mortalidade na primeira hora e methidathion 30%; contudo, próximo a seis horas, esses compostos apresentaram porcentagens de mortalidade superiores a 90% (Figuras 9 A e B).

Os resultados obtidos confirmam aqueles descritos na literatura, classificando thiamethoxam e methidathion como altamente nocivos. Desde os trabalhos de Atkins et al. (1981) até alguns mais recentes, como Decourtye et al. (2004), Hunt (2000), Hunt et al. (2003), Iwasa et al. (2004), Mayer et al. (1999), Porrini et al. (2003), Rhodes et al. (2006), Sanford (2003), Thompson (2003) e Villa et al. (2000), tornou-se evidente o risco quanto ao uso desses produtos em culturas que estão sendo visitadas por adultos de *A. mellifera*. Além de apresentarem alta toxicidade, as pesquisas desenvolvidas por Decourtye et al. (1999) e Guez et al. (2001) demonstraram que doses subletais, especialmente do thiamethoxam, foram capazes de afetar a capacidade de vôo e olfativa de abelhas adultas, interferindo, conseqüentemente, na busca por alimento e no desenvolvimento da colônia.

Mesmo apresentando baixa toxicidade após o início dos ensaios, abamectin mostrou ser um produto tóxico ao longo do tempo, não tendo nas primeiras horas, sido observada qualquer diferença comportamental nas abelhas,

assemelhando-se à testemunha. Após três horas, verificou-se que esse produto começou a apresentar efeito tóxico, com média de 3% de mortalidade, tendo um acréscimo médio na ordem de 6,5% a cada avaliação. Abamectin provocou a mortalidade de 98% das abelhas às 48 horas (Figuras 9 A e B).

Verificou-se que abamectin gastou mais tempo para provocar a morte de todas as abelhas, porém, foi classificado como extremamente tóxico. Hunt et al. (2003), Manino et al. (1988), Mayer et al. (1999), Rhodes et al. (2006), Sanford (2003) e Tew (1997) relataram a alta toxicidade desse inseticida/acaricida, recomendando que seu uso seja feito somente em áreas livres de abelhas ou, quando ocorrer a presença desses insetos, que a aplicação seja feita de maneira racional, em períodos de menor visitação, realizando aplicações localizadas.

Exceto no ensaio de pulverização, deltamethrin demonstrou ser tóxico para as abelhas, com média de até 88% de mortalidade no ensaio com folhas de citros contaminadas. Contudo, nas comparações relacionadas aos quatro métodos de aplicação, esse produto apresentou toxicidade intermediária. Desde a primeira avaliação, verificou-se que a mortalidade provocada por deltamethrin foi de 0,3%, com um acréscimo médio de 2,8% a cada avaliação, totalizando 45% de mortalidade após 48 horas (Figuras 9 A e B).

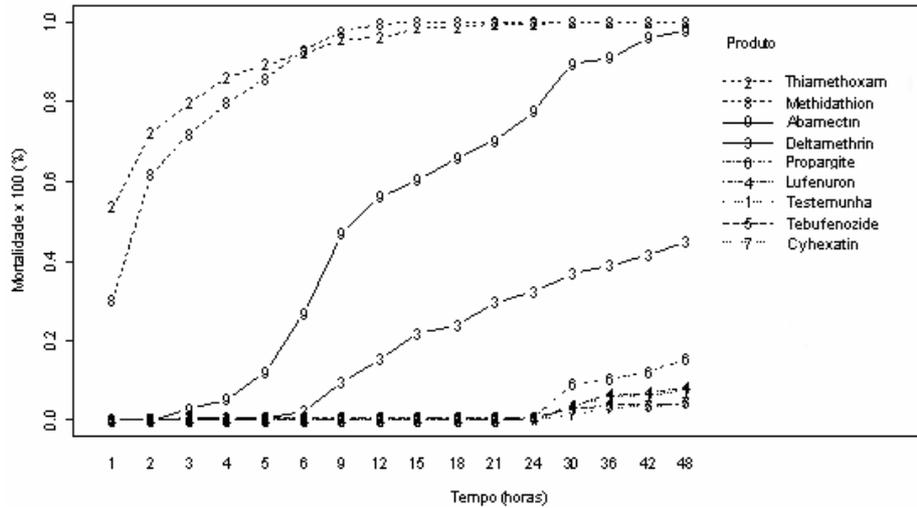


FIGURA 9. A - Mortalidade média (%) observada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em função das quatro metodologias de aplicação dos produtos fitossanitários utilizadas. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

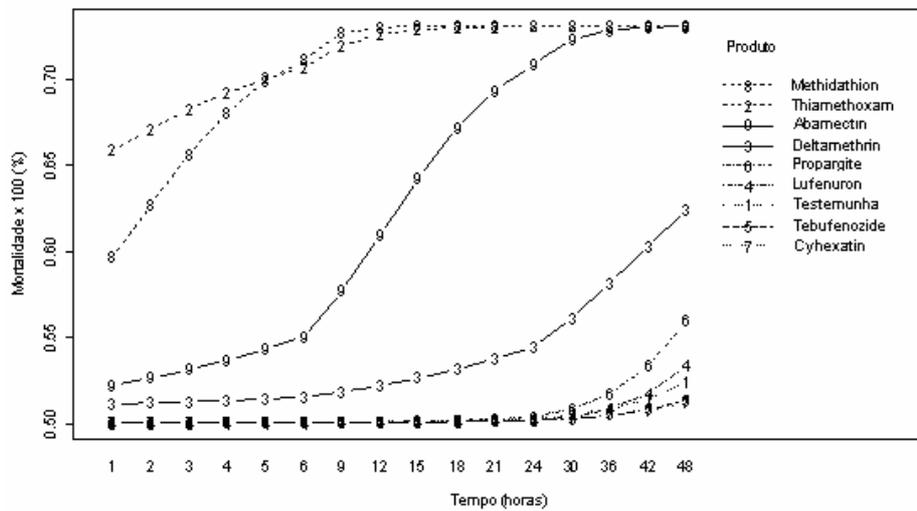


FIGURA 9\*. B - Mortalidade média (%) estimada de *Apis mellifera*, ao longo do tempo e em função das quatro metodologias de aplicação dos produtos fitossanitários utilizadas. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

\* O modelo estimado explica 87,32% da variação global dos dados.

Mesmo em função da toxicidade intermediária do inseticida deltamethrin, é importante ressaltar os estudos realizados por Belzunces et al. (2001), Decourtye et al. (2004), Thompson (2003) e Vandame et al. (1995), nos quais foram relatados os efeitos subletais provocados por esse produto, como hipotermia, impossibilidade de retorno à colônia, diminuição da capacidade olfativa e baixo desenvolvimento da colônia. Outros pesquisadores têm classificado este produto como extremamente tóxico, como Hunt (2000), Hunt et al. (2003), McBride (1997) e Sanford (2003). Já Mayer et al. (1999), em função dessa característica, recomenda seu uso nos fins da tarde, à noite ou na parte da manhã, de preferência quatro horas antes do horário de ocorrência das abelhas. Rhodes et al. (2006) mencionaram uma possível repelência num período de dois dias após a aplicação, além de relatar sua toxicidade para as abelhas.

Propargite demonstrou ser um composto tóxico somente por meio da ingestão de pasta Cândi contaminada. Na comparação das quatro diferentes metodologias de aplicação usadas, observou-se que esse acaricida apresentou mortalidade média da ordem de 0,7% após a décima segunda avaliação, chegando até 15,7% em 48 horas (Figuras 9 A e B). A baixa toxicidade desse produto também foi relatada por Hunt (2000), Hunt et al. (2003), McBride (1997), Mayer et al. (1999), Sanford (2003) e Tew (1996), quando avaliado em testes de pulverização e contato, causando o mínimo de mortalidade de *A. mellifera*.

O acaricida cyhexatin não demonstrou nenhum tipo de influência sobre o comportamento de abelhas adultas, sendo considerado atóxico, com médias de mortalidade de 4,3%, comparadas àquelas da testemunha. Wolf (1999) descreveu esse produto como inofensivo às abelhas, com  $DL_{50}$  de 2.634.448,18  $\mu\text{g}/\text{abelha}$ , sendo considerado inofensivo na escala proposta por Atkins et al. (1981). Ressalta-se também que Hunt (2000) e Tew (1997) mencionaram o baixo impacto provocado por esse acaricida a operárias de *A. mellifera*.

Como era esperado, a baixa toxicidade provocada pelos inseticidas reguladores de crescimento lufenuron e tebufenozide a operárias de abelhas foi comprovada, em que a mortalidade média foi de 8,3 e 4,3%, respectivamente. Mesmo não apresentando efeitos tóxicos aos adultos, esses produtos podem afetar o desenvolvimento das colônias, contaminando mel, cera e pólen e provocar a mortalidade de ovos e larvas ou causar distúrbios nas gerações subseqüentes, como a mal formação da glândula hipofaringeana, influenciando na produção de geléia real e no desenvolvimento da colônia, conforme foi relatado por Taber (1977) e de De Wael et al. (1995) citados por Thompson (2003). Hunt et al. (2003) também classificaram tebufenozide como de baixa toxicidade, além de outros inseticidas reguladores de crescimento, como diflubenzuron. Contudo, Abramson et al. (2004) confirmaram os efeitos subletais dos inseticidas tebufenozide e diflubenzuron, afetando somente a capacidade de percepção e o comportamento de alimentação dos adultos.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado este experimento, pôde-se concluir que:

- os inseticidas thiamethoxam e methidathion, e o acaricida abamectin foram altamente tóxicos para adultos de *A. mellifera*, nos quatro métodos de aplicação avaliados;
- deltamethrin foi tóxico no teste de contato em folhas de citros contaminadas. Em testes de pasta Cândi contaminada e de placa de Petri contaminada, mostrou-se mediamente tóxico e, quando pulverizado diretamente sobre os adultos de abelhas, apresentou baixa toxicidade;
- os inseticidas lufenuron e tebufenozide e o acaricida cyhexatin foram seletivos a adultos de *A. mellifera*;
- o acaricida propargite foi tóxico no teste de pasta Cândi contaminada; nos demais experimentos, demonstrou ser um produto de baixa toxicidade ou inofensivo a *A. mellifera*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMSON, C. I.; AQUINO, I. S.; RAMALHO, F. S.; PRICE, J. M. The effect of insecticides on learning in the africanized honey bee (*Apis mellifera* L.). **Archives of Environmental Contamination Toxicology**, New York, v. 37, n. 4, p. 529-535, Nov. 1999.

ABRAMSON, C. I.; SQUIRE, J.; SIERIDAN, A.; MULDER, P. G. The effect of insecticides considered harmless to honey bees (*Apis mellifera*): proboscis conditioning studies by using the insect growth regulators tebufenozide and diflubenzuron. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 33, n. 2, Apr. 2004.

ASSOCITRUS. **Panorama atual da citricultura – junho de 2005**. Disponível em: <[http://www.associtrus.com.br/panorama\\_atual.htm](http://www.associtrus.com.br/panorama_atual.htm)>. Acesso em: dez. 2005.

ATKINS, E. L.; KELLUM, D.; ATKINS, K. W. **Reducing pesticides hazardous to honeybees**. Mortality prediction techniques and integrated management strategies. Berkeley: University of Califórnia, 1981. 20 p.

BELZUNCES, L. P.; VANDAME, R.; XINGFA GU. Joint effects of pyrethroid insecticides and azole fungicides on honey-bee thermoregulation. In: BELZUNCES, L. P.; PELISSIER, C.; LEWIS, G. B. (Ed.). **Hazard of Pesticides to Bee**, France: INRA, 2001. p. 297-8.

BENDAHO, N.; FLECHE, C.; BOUNIAS, M. Biological and biochemical effects of chronic exposure to very low levels of dietary cypermethrin (cymbush) on honeybees colonies (Hymenoptera: Apidae). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, San Diego, v. 44, n. 2, p. 147-153, Oct. 1999.

BRIGHENTI, D. M. **Bioatividade do Dipel *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki (Berliner, 1915) para *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) e adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae)**. 2003. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, C. A. L.; MARCHINI, L. C.; ROS, P. B. Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* L. e algumas espécies de Trigonini (Apidae) em Piracicaba (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 49-56, 1999.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, E. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Efeito de alguns inseticidas usados em cucurbitáceas sobre adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2002a.

CARVALHO, E. M.; CARVALHO, S. M.; CARVALHO, C. F.; CARVALHO, G. A.; SOUZA, B. Impacto de inseticidas fornecidos a adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) por meio de pasta Cândi contaminada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2002b. p. 114.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, E. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Toxicidade de inseticidas fornecidos em solução aquosa de mel a adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2002c.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; BRIGHENTI, D. M. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados em citros sobre operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado, 2004a. p. 547.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; MOSCARDINI, V. F. Efeito de produtos fitossanitários recomendados para a cultura de citros sobre operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) fornecido por meio de pasta Cândi contaminada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado, 2004b. p. 547.

CIBA-GEIGY AGROCHEMICALS. **Citrus- Technical Monograph No 4.** Ciba-Geigy, Switzerland, 1975. 88 p.

DECOURTYE, A.; DEVILLERS, E.; CLUZEAU, S.; CHARRETON, M.; PHAN-DELEGUE, M. H. Effects of imidacloprid and dewltamethrin on associative learning in honeybees under semi-field and laboratory conditions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, San Diego, v. 57, n. 3, p. 410-419, Mar. 2004.

DECOURTYE, A.; DEVILLERS, E.; GENECQUE, E.; MENACH, K. L.; BUDZINNSKI, H.; CLUZEAU, S.; PHAN-DELEGUE, M. H. Comparative sublethal toxicity of nine pesticides on olfactory learning performances of the honeybee *Apis mellifera*. **Archives of Environmental Contamination Toxicology**, New York, v. 48, n. 2, p. 242-250, Feb. 2005.

DOMINGUES, E. T.; NETO, A. T. Influência da polinização e da morfologia floral na frutificação de variedades de laranja-doce. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 163-170, jan./mar. 1999.

DOMINGUEZ, V. M.; LEYVA, J. L.; MORENO, D. S.; TRUJILLO, F. J.; ALATORRE, R.; BECERRIL, A. E. Toxicidad sobre *Apis mellifera* de cebos empleados em el combate de moscas de la fruta. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, n. 69, p. 66-72, 2003.

EDWARDS, C. R.; GERBER, C. K.; HUNT, G. J. A laboratory study to evaluate the toxicity of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, bait, Sucess 0. 02 CB, to the honey bee, *Apis mellifera*. **Apidologie**, Les Ulis, v. 34, n. 2, p. 171-180, Mar./Apr. 2003.

FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Ed.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, Brasil: Imprensa Universitária. 2004. p. 19-22.

FAOSTAT. **Key statistics of food and agriculture external trade**. Disponível em: <<http://www.faostat.org/es/ess/toptrade/trade.asp>>. Acessado em: dez. 2005. FREITAS, B. M. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 46, p. 16-20, maio 1998.

FREITAS, B. M.; FONSECA, V. L. I. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 80, p. 44-46, mar. 2005.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GOMES, M. F. F. **Polinização entomófila na produção de sementes híbridas (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*)**. 1991. 60 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GREIG-SMITH, P. W.; THOMPSON, H. M.; HARDY, A. R.; BEW, M. H.; FINDLAY, E.; STEVENSON, J. H. Incidents of poisoning of honeybees (*Apis mellifera*) by agricultural pesticides in Great Britain 1981-1991. **Crop Protection**, Oxford, v. 13, n. 8, p. 567-581, Dec. 1994.

GUEZ, D.; SUCHAIL, S.; GAUTHIER, M.; MALESZKA, R.; BELZUNCES, L.P. Constrating effects of imidacloprid on habituation in 7- and 8-day-old honeybees (*Apis mellifera*). **Neurobiology of learning and memory**, Elsevier, v. 76, n. 2, p. 183-191, Sept. 2001.

HASSANI, A. K. E.; DACHER, M.; GAUTHIER, M.; ARMENGAUD, C. Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). **Pharmacology, Biochemistry and Behavior**, Oxford, v. 82, n. 1, p. 30-39, Sept. 2005.

HUNT, G.; EDWARDS, R.; FOSTER, R. E. **Protecting honey bees from pesticides**. Beekeeping: E-53-W. Purdue University Cooperative Extension Service, 2003. 8 p.

HUNT, G. J. **Using honey bees in pollination**. Beekeeping: E-216-W. Purdue University Cooperative Extension Service, 2000. 5 p.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA 2004**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: dez. 2005.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal – 2003**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: dez. 2004.

INACIO, F. R.; MARCHINI, L. C.; AMBROSANO, G. M. B.; MORETI, A. C. de C. C. Efeito da aplicação de inseticida carbamato na visitação de insetos e sua relação com a produtividade na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Magistra**, Cruz das Almas, v. 15, n. 1, p. 87-91, jan./jun. 2003a.

INACIO, F. R.; MARCHINI, L. C.; AMBROSANO, G. M. B.; MORETI, A. C. C. C. Influência de diferentes espaçamentos de plantio na visitação de *Apis mellifera* L. e na produtividade da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Magistra**, Cruz das Almas, v. 15, n. 1, p. 93-10, jan./jun. 2003b.

IWASA, T.; MOTOYAMA, N.; AMBROSE, J. T.; ROE, R. M. Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. **Crop Protection**, Oxford, v. 23, n. 5, p. 371-378, May 2004.

KENMORE, P.; KRELL, R. Global perspectives on pollination in agriculture and agroecosystem management. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE: with Emphasis on Bees. São Paulo, Brasil. 1998.

KEVAN, P. G.; PHILLIPS, T. P. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology**, v. 5, n. 1, p. 8, 2001. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art8>>. Acesso em: jan. 2006.

KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Editora Rigel, 1994. 446 p.

LENGLER, S. Notícias da Confederação Brasileira de Apicultura: Associativismo e sua evolução no contexto brasileiro. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 64, p 18-20, nov. 2001.

MAIA, L. M. **Citricultura paulista: evolução, estrutura e acordos de preços**. São Paulo: IEA, 1996. 157 p.

MALERBO-SOUZA, D. T. **Polinização entomófila em três variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. 1991. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto,

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Honey bee attractants and pollination in sweet orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, var. Pera-Rio. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, Botucatu, v 10, n. 2, p. 144-153, 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-Rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 4, p. p. 237-242, São Paulo, 2003.

MANICA, I.; BARCENA, J. L. G.; DE SOUZA, P. V. D.; KRAUSE, C. A.; FIORAVANÇO, J. C. **Produção, industrialização e comércio mundial de citros**. Porto Alegre, Brasil. 1995. 307 p.

MANINO, A.; PATETTA, A.; RAVA, G. Esame dell'azione di azociclotin, benzoato do benzile, benzoximate, binapacryl, endosulfan, phosalone, tetradifon e vamidothion sull'ape in laboratorio. **Annali della Facoltà di Scienze Agrarie della Università di Torino**, Torino, v. 15, p. 81-96, 1988.

MAPA - MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Agricultura Brasileira em números – Anuário 2004**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: dez. 2005.

MARCHINI, L. C.; SILVA, V. C. da; SIMÕES, F. L.; CARVALHO, C. A. L. de. Influência da distancia da colônia de *Apis mellifera* L. na produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. 50., Natal, 1998. p. 68.

MAYER, D. F.; JOHANSEN, C. A.; BAIRD, C. R. How to reduce bee poisoning from pesticides. **Pacific Northwest Extension: Washington State University**, 1999. 15 p.

MCBRIDE, D. K. Protecting honeybees from pesticides. **NDSU Extension Service: E-494, North Dakota State University**, 1997. 10 p.

MORETI, A. C. C. C.; SILVA, R. M. B.; SILVA, E. C. A.; ALVES, M. L. T. M. F.; OTSUK, I. P. Aumento na produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) pela ação de insetos polinizadores. **Scientia Agrícola: Piracicaba**, v. 53, n. 1, p. 2-3, jan./abr. 1996.

MORSE, R. A.; CALDERONE, N. W. The value of honey bees pollinators of U. S. Crops in 2000. **Bee Culture**, Mar. 2000. Disponível em: <[Http://bee.airoot.com/beeculture](http://bee.airoot.com/beeculture)>. Acesso em dez. 2005.

MOTA, M. O. S.; NOGUEIRA-SOUTO, R. H. Polinização entomófila em pessegueiro (*Prunus pérsica* l.) **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 1/6, p. 124-128, 2002.

NEVES, E. M. **A importância sócio-econômica da citricultura no estado de São Paulo, 1997**. Disponível em: <<http://watson.fapesp.br/evaristo.htm>>. Acesso em: 29 jun. 2005.

NEVES, E. M.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D. S. Análise da demanda por defensivos pela fruticultura brasileira, 1997-2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 694-696, dez. 2002.

NEVES, E. M.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D. S.; NEVES, M. F. Citricultura Brasileira: Efeitos econômico-financeiros, 1996-2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal: São Paulo, v. 23, n. 2, p. 432-436, dez. 2001.

OSOWSKI, C. A. **As abelhas e a colméia**. Viamão, Rio Grande do Sul: Associação Gaúcha de Apicultores, 2003. 275 p.

PACHECO, I. A. **Polinização de *Eucalyptus saligna* Smith (Myrtaceae) por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae)**. 87p. 1982. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PARANHOS, B. A. J. **Estudo do raio de ação e densidade ideal de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera Apidae), marcadas com 32p em pomar de maca**. 1990. 55 p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba.

PASINI, F. M. **Influência da polinização entomófila sobre a produção e as características dos frutos da laranjeira cultivar "Piralima" (*Citrus sinensis* Osbeck)**. 1989. 68 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo.

PAULA NETO, F. L.; ALMEIDA NETO, R. M. Principais mercados apícolas mundiais e a apicultura brasileira. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 84, p. 2-23, 2005.

PAULINO, F. D. G. **Polinização entomófila em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no litoral de Pacajus-CE)**. 1992. 70 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PHAM-DELEGUE, M.; DECOURTYE, A.; KAISER, L. DEVILLERS, J. Behavioural methods to assess the effects of pesticides on honey bees. **Apidologie**, Les Ulis, v. 33, n. 5, p. 425-432, Sept./Oct. 2002.

PORRINI, C.; SABATINI, A. G.; GIROTTI, S.; GHINI, S.; MEDRZYCKI, P.; GRILLENZONI, F.; BORTOLOTTI, L.; GATTAVECCHIA, E.; CELLI, G. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. **Apiacta**, Bucarest, v. 38, n. 1, p. 63-70, 2003

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 2006.

RHODES, J.; SCOTT, M. **Pesticides: a guide to their effects on honey bees**. NSW Department of Primary Industries: Primefacts 149, 2006. 4 p.

RIBEIRO, A. M. F. **Polinização e uso de atrativos e repelentes para *Apis mellifera* (L.) em acerola (*Malpighia emarginata* D. C.), girassol (*Helianthus annuus* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sim) e soja (*Glycine max* Merrill).** 2000. 63 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SANFORD, M. T. Apicultura no Brasil: um gigante adormecido desperta. Parte II. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 84, p. 24-27, nov. 2005.

SANFORD, M. T. **Protecting honey bees from pesticides.** Florida: University of Florida, 2003. 21 p. (Florida Cooperative Extension Service. Circular 534).

TEW, J. E. **Protecting honey bees from pesticides.** Ohio: The Ohio State University, 1996. 10 p. (Ohio State University Extension. Circular HYG-2161-97).

THOMPSON, H. M. Behavioural effects of pesticides in bees – their potential for use in risk assessment. **Ecotoxicology**, Dordrecht, v. 12, n. 1/4, p. 317-330, Feb./Aug. 2003.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Safra de laranja da Flórida fica 15% abaixo da estimativa.** Disponível em: <[http://www.associtrus.com.br/ver\\_noticia.php?id=145](http://www.associtrus.com.br/ver_noticia.php?id=145)>. Acesso em: dez. 2005

VANDAME, R.; MELED, M.; COLIN, M. E.; BELZUNCES, L. P. Alteration of the homing-flight in the honey bee *Apis mellifera* L. exposed to sublethal dose of detamethrin. **Environmental Toxicology and Chemistry**, Pensacola, v. 14, n. 5, p. 855-60, May 1995.

VIDAL, M. das G. **Inseticidas para a cultura da aboboreira (*Cucurbita pepo* L. var. *meloepo*): Toxicidade para operárias híbridas de *Apis mellifera adansonii* L.** 1988. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VILA, V. V. P. **Efeito das abelhas africanizadas *Apis mellifera* L., na hibridação e na produtividade da soja, *Glycine max* (L.) Merrill.** 1988. 58 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VILLA, S.; VIGHI, M.; FINIZIO, A.; SERINI, G. B. Risk Assessment for honeybees from pesticides-exposed pollen. **Ecotoxicology**, Dordrecht, v. 9, n. 4, p. 287-297, Aug. 2000.

WOLFF, L. F. B. **Toxicidade de produtos fitossanitários sobre *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. 1999. 84 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

## LISTA DE ANEXOS

		página
TABELA 1 A	Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contaminação da pasta Cândi.....	58
TABELA 1 B	Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de <i>A. mellifera</i> , no ensaio de contaminação da pasta Cândi.....	58
TABELA 1 C	Equações do preditor linear para cada produto fitossanitário no ensaio de contaminação da pasta Cândi.....	59
TABELA 1 D	Mortalidade observada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função da pasta Cândi contaminada pelos produtos fitossanitários e ao longo do tempo...	60
TABELA 1 E	Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de pulverização dos adultos com os produtos fitossanitários.....	61
TABELA 1 F	Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de <i>A. mellifera</i> , no ensaio de pulverização com os produtos fitossanitários.....	61
TABELA 1 G	Equações do preditor linear para cada produto fitossanitário, no ensaio de pulverização dos adultos com os produtos fitossanitários.....	62
TABELA 1 H	Mortalidade observada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função dos produtos fitossanitários e ao longo do tempo, para o ensaio pulverização dos adultos.....	63
TABELA 1 I	Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contato em placa de Petri contaminada.....	64
TABELA 1 J	Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de <i>A. mellifera</i> , no ensaio de contato em placa de Petri contaminada.....	64
TABELA 1 K	Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de contato em placa de Petri contaminada.....	65

TABELA 1 L	Mortalidade observada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função dos produtos fitossanitários e ao longo do tempo, para o ensaio de contato em placa de Petri contaminada.....	66
TABELA 1 M	Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.	67
TABELA 1 N	Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de <i>A. mellifera</i> , no ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.....	67
TABELA 1 O	Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.....	68
TABELA 1 P	Mortalidade observada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função dos produtos fitossanitários e ao longo do tempo, para o ensaio de contato em folhas de citros contaminada.....	69
TABELA 1 Q	Análise de “deviance” para os modelos testados na comparação dos quatros diferentes métodos de aplicação testados.....	70
TABELA 1 R	Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de <i>A. mellifera</i> , na comparação dos quatros diferentes métodos de aplicação testados.....	70
TABELA 1 S	Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, na comparação dos quatros diferentes métodos de aplicação testados.....	71
TABELA 1 T	Mortalidade observada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para a comparação dos quatros diferentes métodos de aplicação testados.....	72

## ANEXOS

TABELA 1 A. Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contaminação da pasta Cândi.

Fator de Variação	G.L.	“deviance”	Resíduo G.L.	Resid. Dev.
Produto	8	9999,8	1611	6036,5
Tempo	1	3573,6	1610	2462,9
Produto x tempo	8	1096,0	1602	1366,9

TABELA 1 B. Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de *A. mellifera*, no ensaio de contaminação da pasta Cândi.

Variáveis	Estimado	Intervalo de confiança		Erro standard	Pr ( z )
		Mínimo	Máximo		
Testemunha (Intercept)	-7,378661	-8,55930	-6,198020	0,602379	$<2 \times 10^{-16}$ *
Actara	7,749465	6,54089	8,958030	0,616626	$<2 \times 10^{-16}$ *
Decis	4,904538	3,70539	6,103685	0,611821	$1,09 \times 10^{-15}$ *
Match	1,467655	0,11624	2,819059	0,689505	0,03329 *
Mimic	-2,716196	-5,62303	0,190642	1,483108	0,06704
Omite	1,898188	0,60918	3,187195	0,657669	0,00390 *
Sipcatim	-0,939773	-2,73684	0,857294	0,916888	0,30538
Supracid	5,634477	4,39867	6,870283	0,630525	$<2 \times 10^{-16}$ *
Vertimec	2,682627	1,38153	3,983722	0,663836	$5,32 \times 10^{-5}$ *
Tempo	0,088361	0,06920	0,107517	0,009774	$<2 \times 10^{-16}$ *
Actara x tempo	0,117196	0,07117	0,163219	0,023482	$6,01 \times 10^{-7}$ *
Decis x tempo	-0,032990	-0,05305	-0,012929	0,010235	0,00127 *
Match x tempo	-0,005146	-0,02762	0,017330	0,011468	0,65362
Mimic x tempo	0,029694	-0,01449	0,073879	0,022544	0,18780
Omite x tempo	0,010890	-0,01104	0,032825	0,011192	0,33055
Sipcatim x tempo	0,021449	-0,00725	0,050156	0,014647	0,14310
Supracid x tempo	0,473736	0,38196	0,565512	0,046825	$<2 \times 10^{-16}$ *
Vertimec x tempo	0,553444	0,47106	0,635823	0,042031	$<2 \times 10^{-16}$ *

\* significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 1 C. Equações do preditor linear para cada produto fitossanitário no ensaio de contaminação da pasta Cândi.

Produtos	Preditor linear “n”
Thiamethoxam	$n = 0,370804 + 0,205557 X$
Deltamethrin	$n = -2,474123 + 0,055371 X$
Lufenuron	$n = -5,911006 + 0,083215 X$
Tebufenozide	$n = -10,094857 + 0,118055 X$
Propargite	$n = -5,480473 + 0,099251 X$
Cyhexatin	$n = -8,318434 + 0,10981 X$
Methidathion	$n = -1,744191 + 0,562097 X$
Abamectin	$n = -4,696034 + 0,641805 X$
Testemunha	$n = -7,378661 + 0,088361 X$

$$F(x) = \frac{e^n}{(1 + e^n)}$$

em que,  $F(x)$  = mortalidade em porcentagem

$x$  = tempo em horas

TABELA 1 D. Mortalidade observada de operárias de *Apis mellifera*, em função da pasta Cândi contaminada pelos produtos fitossanitários e ao longo do tempo.

Produtos	Horários de avaliação (horas)																	
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48	60	72
Thiamethoxam	46	68	80	83	85	89	91	92	96	96	99	99	100	100	100	100	100	100
Deltamethrin	0	0	0	0	0	1	13	21	27	29	33	40	45	47	47	49	65	67
Lufenuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	12	13	38	40
Tebufenozide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13
Propargite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	21	27	32	63	75
Cyhexatin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	28	31
Methidathion	14	42	50	65	73	87	93	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Abamectin	0	0	5	7	18	47	70	94	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	18	21

TABELA 1 E. Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de pulverização dos adultos com os produtos fitossanitários.

Fator de variação	G.L.	“deviance”	Resid. DF.	Resid. dev.
Produto	8	12639,5	1611	3710,9
Tempo	1	1865,2	1610	1845,7
Produto x tempo	8	664,5	1602	1181,3

TABELA 1 F. Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de *A. mellifera*, no ensaio de pulverização com os produtos fitossanitários.

Variáveis	Estimado	Intervalo de confiança		Erro standard	Pr ( z )
		Mínimo	Máximo		
Testemunha (Intercept)	-4,792462	-5,311146	-4,273778	0,264640	<2x10 <sup>-16</sup> *
Actara	5,006965	4,240146	5,773784	0,391241	<2x10 <sup>-16</sup> *
Decis	0,952781	0,316069	1,589492	0,324859	0,00336 *
Match	-0,960809	-1,841930	-0,079687	0,449560	0,03258 *
Mimic	-1,257564	-2,242439	-0,272688	0,502497	0,01233 *
Omite	-1,031917	-1,892715	-0,171118	0,439191	0,01879 *
Sipcatim	-0,388076	-1,191280	0,415128	0,409806	0,34365
Supracid	5,207499	4,559251	5,855746	0,330745	<2x10 <sup>-16</sup> *
Vertimec	1,951543	1,355060	2,548026	0,304333	1,43x10 <sup>-10</sup> *
Tempo	0,052147	0,042009	0,062284	0,005172	<2x10 <sup>-16</sup> *
Actara x tempo	0,734322	0,497133	0,971511	0,121017	1,30x10 <sup>-9</sup> *
Decis x tempo	-0,012599	-0,025561	0,000363	0,006614	0,05679
Match x tempo	0,014242	-0,002027	0,030511	0,008301	0,08621
Mimic x tempo	0,011798	-0,006145	0,029741	0,009155	0,19752
Omite x tempo	0,021629	0,005781	0,037477	0,008086	0,00747 *
Sipcatim x tempo	0,001389	-0,014059	0,016838	0,007882	0,86010
Supracid x tempo	0,349198	0,2418134	0,456582	0,054789	1,85x10 <sup>-10</sup> *
Vertimec x tempo	0,211772	0,1835600	0,239984	0,014394	<2x10 <sup>-16</sup> *

\* significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 1 G. Equações do preditor linear para cada produto fitossanitário, no ensaio de pulverização dos adultos com os produtos fitossanitários.

Produtos	Preditor linear “n”
Thiamethoxam	$n = 0,214503 + 0,786469 X$
Deltamethrin	$n = -3,839681 + 0,039548 X$
Lufenuron	$n = -5,753271 + 0,066389 X$
Tebufenozide	$n = -6,050026 + 0,063945 X$
Propargite	$n = -5,824379 + 0,073776 X$
Cyhexatin	$n = -5,180538 + 0,053536 X$
Methidathion	$n = 0,415037 + 0,401345 X$
Abamectin	$n = -2,840919 + 0,263919 X$
Testemunha	$n = -4,792462 + 0,052147 X$

$$F(x) = \frac{e^n}{(1 + e^n)}$$

em que, F(x) = mortalidade em porcentagem

x = tempo em horas

TABELA 1 H. Mortalidade observada de operárias de *Apis mellifera*, em função dos produtos fitossanitários e ao longo do tempo, para o ensaio pulverização dos adultos.

Produtos	Horários de avaliação (horas)																		
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48	60	72	
Thiamethoxam	71	89	93	96	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Deltamethrin	1	1	2	2	2	2	4	4	5	5	6	7	8	8	8	10	20	27	
Lufenuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	7	7	10	16	21	
Tebufenozide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	6	7	12	13	
Propargite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	8	11	26	28	
Cyhexatin	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	5	6	14	20	
Methidathion	68	83	84	86	89	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Abamectin	0	0	2	7	17	32	69	69	75	82	87	93	99	99	100	100	100	100	100
Testemunha	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	8	9	9	9	17	21	

TABELA 1 I. Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contato em placa de Petri contaminada.

Fator de variação	G.L.	“deviance”	Resid. DF.	Resid. dev.
Produto	8	2365,0	711	1001,9
Tempo	1	529,4	710	472,5
Produto x tempo	8	147,0	702	325,5

TABELA 1 J. Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de *A. mellifera*, no ensaio de contato em placa de Petri contaminada.

Variáveis	Estimado	Intervalo de confiança		Erro standard	Pr ( z )
		Mínimo	Máximo		
Testemunha (Intercept)	-7,704	-10,71695	-4,690827	1,537	$5,41 \times 10^{-7}$ *
Actara	7,751	4,686413	10,815450	1,564	$7,15 \times 10^{-7}$ *
Decis	4,842	1,785526	7,897857	1,559	0,001902*
Match	-1,331	-7,627892	4,966051	3,213	0,678687
Mimic	0,1563	-4,472616	4,785235	2,362	0,947231
Omite	-0,1283	2668,712	2643,04654	0,001355	0,992444
Sipcatim	-0,1563	-4,472616	4,785235	2,362	0,947231
Supracid	3,708	0,418322	6,997252	1,678	0,027160 *
Vertimec	0,7769	-2,588657	4,142546	1,717	0,650941
Tempo	0,1282	0,056180	0,200131	0,03672	0,000483 *
Actara x tempo	0,1459	0,014281	0,277456	0,06714	0,029804 *
Decis x tempo	-0,04373	-0,118077	0,030618	0,03793	0,248995
Match x tempo	0,003544	-0,144451	0,151539	0,07551	0,962566
Mimic x tempo	-0,02584	-0,138723	0,087043	0,05760	0,653682
Omite x tempo	-0,1282	117,8334	117,577111	60,005	0,998297
Sipcatim x tempo	-0,02584	-0,13872	0,087043	0,05760	0,653682
Supracid x tempo	1,259	0,83728	1,681461	0,2154	$4,98 \times 10^{-9}$ *
Vertimec x tempo	0,06870	-0,015719	0,153126	0,04307	0,110710

\* significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 1 K. Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de contato em placa de Petri contaminada.

Produtos	Preditor linear “n”
Thiamethoxam	$n = 0,047 + 0,2741 X$
Deltamethrin	$n = -2,862 + 0,08447 X$
Lufenuron	$n = -9,035 + 0,131744 X$
Tebufenozide	$n = -7,5477 + 0,10236 X$
Propargite	$n = -20,534 + 0 X$
Cyhexatin	$n = -7,5477 + 0,10236 X$
Methidathion	$n = -3,996 + 1,3872 X$
Abamectin	$n = -6,9271 + 0,1969 X$
Testemunha	$n = -7,704 + 0,1282 X$

$$F(x) = \frac{e^n}{(1 + e^n)}$$

em que,  $F(x)$  = mortalidade em porcentagem

$x$  = tempo em horas

TABELA 1 L. Mortalidade observada de operárias de *Apis mellifera*, em função dos produtos fitossanitários e ao longo do tempo, para o ensaio de contato em placa de Petri contaminada.

Produtos	Horários de avaliação (horas)															
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48
Thiamethoxam	56	68	68	76	84	84	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100
Deltamethrin	0	0	0	0	0	4	8	20	32	32	44	44	44	52	56	64
Lufenuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4
Tebufenozide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4
Propargite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyhexatin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4
Methidathion	0	28	64	76	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Abamectin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	44	52	76	88
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	12	12

TABELA 1 M. Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.

Fator de variação	G.L.	“deviance”	Resid. DF.	Resid. dev.
Produto	8	2557,7	711	1086,1
Tempo	1	648,3	710	437,8
Produto x tempo	8	182,1	702	255,7

TABELA 1 N. Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de *A. mellifera*, no ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.

Variáveis	Estimado	Intervalo de confiança		Erro standard	Pr ( z )
		Mínimo	Máximo		
Testemunha (Intercept)	-9,79577	-15,85573	-3,735813	3,09187	0,001534 *
Actara	8,38298	2,268854	14,497100	3,11951	0,007204 *
Decis	6,71721	0,632981	12,801444	3,10426	0,030474 *
Match	-10,74073	-266,6625	2645,1436	1355,06794	0,993676
Mimic	5,76343	-0,372748	11,899602	3,13076	0,065636
Omite	1,81422	-5,307636	8,936070	3,63367	0,617582
Sipcatim	0,76096	-7,442477	8,964401	4,18551	0,855733
Supracid	3,97924	-2,587456	10,545943	3,35042	0,234957
Vertimec	4,83171	-1,306593	10,970005	3,13184	0,122887
Tempo	0,15669	0,018616	0,294769	0,07045	0,026134 *
Actara x tempo	0,54524	0,261892	0,828577	0,14457	0,000162
Decis x tempo	-0,02916	-0,169303	0,110983	0,07150	0,683409
Match x tempo	-0,15669	-1,178620	117,548633	60,05484	0,997918
Mimic x tempo	-0,11689	-0,258571	0,024798	0,07229	0,105895
Omite x tempo	-0,03751	-0,202161	0,127145	0,08401	0,655249
Sipcatim x tempo	-0,02499	-0,214168	0,164182	0,09652	0,795680
Supracid x tempo	3,99142	2,236592	5,746254	0,89534	8,27x10 <sup>-6</sup> *
Vertimec x tempo	0,08076	-0,065609	0,227119	0,07468	0,279522

\* significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 1 O. Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.

Produtos	Preditor linear “n”
Thiamethoxam	$n = -1,41279 + 0,70193 X$
Deltamethrin	$n = -3,07856 + 0,12753 X$
Lufenuron	$n = -20,5365 + 0 X$
Tebufenozide	$n = -4,03234 + 0,0398 X$
Propargite	$n = -7,98155 + 0,11918 X$
Cyhexatin	$n = -9,03481 + 0,1317 X$
Methidathion	$n = -5,81653 + 4,14811 X$
Abamectin	$n = -4,96406 + 0,23745 X$
Testemunha	$n = -9,79577 + 0,15669 X$

$$F(x) = \frac{e^n}{(1 + e^n)}$$

em que,  $F(x)$  = mortalidade em porcentagem

$x$  = tempo em horas

TABELA 1 P. Mortalidade observada de operárias de *Apis mellifera*, em função dos produtos fitossanitários e ao longo do tempo, para o ensaio de contato em folhas de citros contaminada.

Produtos	Horários de avaliação (horas)															
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48
Thiamethoxam	32	52	64	84	88	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Deltamethrin	0	0	0	0	0	4	16	24	36	44	56	56	72	72	84	88
Lufenuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tebufenozide	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8
Propargite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	8
Cyhexatin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4
Methidathion	16	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Abamectin	0	0	4	4	4	4	4	12	16	32	44	68	96	96	100	100
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	8

TABELA 1 Q. Análise de “deviance” para os modelos testados na comparação dos quatros diferentes métodos de aplicação testados.

Fator de variação	G.L.	“deviance”	Resid. DF.	Resid. dev.
Experimento	3	41	4316	35852
Tempo	1	1321	4315	34531
Produto	8	28828	4307	5702
Experimento x tempo	3	182	4304	5521
Tempo x produto	8	971	4296	4550

TABELA 1 R. Estimativas dos parâmetros utilizados na definição das equações do preditor linear que compõem o modelo para estimar a mortalidade de adultos de *A. mellifera*, na comparação dos quatros diferentes métodos de aplicação testados.

Variáveis	Estimado	Intervalo de confiança		Erro standard	Pr ( z )
		Mínimo	Máximo		
Folha (Intercept)	-6,635069	-7,347400	-5,922737	0,363441	<2x10 <sup>-16</sup> *
Pasta	0,224335	-0,016569	0,465238	0,122912	0,06798
Placa	-0,626195	-0,938940	-0,313449	0,159567	8,70x10 <sup>-05</sup> *
Pulverização	0,861064	0,618290	1,103837	0,123866	3,61x10 <sup>-12</sup> *
Tempo	0,101255	0,081615	0,120894	0,010020	<2x10 <sup>-16</sup> *
Actara	6,794638	6,083221	7,506054	0,362974	<2x10 <sup>-16</sup> *
Decis	3,180258	2,475223	3,885291	0,359718	<2x10 <sup>-16</sup> *
Match	-1,160418	-2,312886	-0,007949	0,588005	0,04844 *
Mimic	-0,288234	-1,356604	0,780136	0,545097	0,59696
Omite	-0,569345	-1,536799	0,398109	0,493608	0,24873
Sipcatim	0,026681	-0,983208	1,036570	0,515259	0,95870
Supracid	5,359962	4,638686	6,081238	0,368005	<2x10 <sup>-16</sup> *
Vertimec	3,770544	3,069905	4,471182	0,357475	<2x10 <sup>-16</sup> *
Pasta x tempo	-0,002997	-0,012522	0,006529	0,004860	0,53754
Placa x tempo	-0,018503	0,032358	-0,004646	0,007069	0,00886 *
Pulverização x tempo	-0,045939	-0,055949	-0,035929	0,005107	<2x10 <sup>-16</sup> *
Actara x tempo	0,197271	0,151607	0,242933	0,023298	<2x10 <sup>-16</sup> *
Decis x tempo	-0,013985	-0,033006	0,005037	0,009705	0,14961
Match x tempo	0,032741	0,003866	0,061615	0,014732	0,02625 *
Mimic x tempo	-0,007168	-0,035561	0,021225	0,014487	0,62075
Omite x tempo	0,036177	0,011433	0,060921	0,012625	0,00416 *
Sipcatim x tempo	-0,015751	-0,043103	0,011601	0,013956	0,25904
Supracid x tempo	0,472326	0,404074	0,540577	0,034823	<2x10 <sup>-16</sup> *
Vertimec x tempo	0,116586	0,094915	0,138255	0,011056	<2x10 <sup>-16</sup> *

\* significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 1 S. Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, na comparação dos quatros diferentes métodos de aplicação testados.

Produtos	Preditor linear “n”
Thiamethoxam	$n = 0,618773 + 0,231086 X$
Deltamethrin	$n = -2,995607 + 0,019831 X$
Lufenuron	$n = -7,336283 + 0,066557 X$
Tebufenozide	$n = -6,464099 + 0,026648 X$
Propargite	$n = -6,75521 + 0,069993 X$
Cyhexatin	$n = -6,149184 + 0,018065 X$
Methidathion	$n = -0,815903 + 0,506142 X$
Abamectin	$n = -2,405321 + 0,150402 X$
Testemunha	$n = -6,175865 + 0,033816 X$

$$F(x) = \frac{e^n}{(1 + e^n)}$$

em que, F(x) = mortalidade em porcentagem

x = tempo em horas

TABELA 1 T. Mortalidade observada de operárias de *Apis mellifera*, em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para a comparação dos quatros diferentes métodos de aplicação testados.

Produtos	Horários de avaliação (horas)															
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48
Thiamethoxam	53,7	72,3	79,7	86,3	89,3	92,3	95,7	96	98,7	98,7	99,7	99,7	100	100	100	100
Deltamethrin	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	2,3	9,7	15,7	22	24	29,7	32,3	37	39	41,7	45
Lufenuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	3,7	6,7	7	8,3
Tebufenozide	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	3	4	4	4,3
Propargite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	9	10,3	12,3	15,7
Cyhexatin	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,7	3,3	3,7	4,3
Methidathion	30	61,7	72,0	79,7	86	93	97,7	99,7	100	100	100	100	100	100	100	100
Abamectin	0	0	3	5,3	12,3	27	47	56,3	60,3	66	70,3	77,7	89,7	91	96	98
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	3,7	6	6,7	7,3