

**EFEITO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS  
UTILIZADOS EM CITROS SOBRE OPERÁRIAS  
DE *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera:  
Apidae)**

**ANA PAULA MACHADO BAPTISTA**

**2007**

**ANA PAULA MACHADO BAPTISTA**

**EFEITO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS EM  
CITROS SOBRE 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  
2007**

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

Baptista, Ana Paula Machado

Efeito de produtos fitossanitários utilizados em citros sobre operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) / Ana Paula Machado Baptista

-- Lavras : UFLA, 2007.

48 p. : il.

Orientador: Geraldo Andrade Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Seletividade. 2. Inseticida. 3. Abelhas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-632.95  
-638.15

**ANA PAULA MACHADO BAPTISTA**

**EFEITO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS EM  
CITROS SOBRE 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, área de concentração Entomologia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 16 fevereiro de 2007

Dr. César Freire Carvalho

UFLA

Dr. Maurício Sekiguchi Godoy

UFLA

Dr. Silvio Favero

UNIDERP



Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho

UFLA

(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus pelo infinito amor concedido durante mais essa jornada em minha vida. Assim como as estrelas do céu, incontáveis são as promessas do Senhor para mim,

## **AGRADEÇO**

Ao meu pai José Baptista Filho (*in memoriam*), a minha admiração,  
Às minhas avós Laudelina dos Reis Machado (*in memoriam*) e Alice Baptista, que são exemplos de honestidade e dedicação à família,

## **OFEREÇO**

À minha amada mãe Nulcena Machado Baptista, pelo amor incondicional, pela amizade verdadeira, pela paciência oferecida, pelo exemplo de força, perseverança e luta no decorrer de nossas vidas, e por abrir mão de parte de sua vida e me seguir nessa caminhada,

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua infinita misericórdia e pela promessa de vida eterna.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Entomologia, pelos conhecimentos adquiridos e pela oportunidade concedida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Geraldo Andrade Carvalho, pelos ensinamentos, amizade, paciência, dedicação, conselhos, confiança, princípios de ética e moral aos quais levarei pelo resto de minha vida.

A toda minha família, especialmente aos meus tios, Londres e Ilda, aos meus padrinhos, Laudir e Elineide, minha tia, Nadiôle aos meus primos, Guy e Roseli, pelo apoio, incentivo, dedicação, carinho, atenção, e principalmente pela confiança durante essa jornada em minha vida.

À tia Rosângela e ao tio Maurício, pelo cuidado, atenção, conselhos, confiança, e principalmente pelo grande incentivo durante etapas importantes em minha vida.

Ao meu amigo, Professor Silvio Favero, pelos ensinamentos adquiridos, amizade, conselhos, paciência e por me apresentar o mundo dos insetos.

Ao professor César Freire Carvalho pelos ensinamentos que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Entomologia, em especial, Ronald Zanetti, Brígida Souza e Renê Luis de Oliveira Rigitano pelos ensinamentos transmitidos.

Ao Dr. Maurício Sekiguchi Godoy, por ter aceitado o nosso convite em fazer parte da banca de defesa de minha dissertação.

Ao amigo Luis Onofre, pela amizade e apoio durante minha estadia em Lavras.

À amiga Karina, pelo companherismo, amizade, conquistas e alegrias compartilhadas.

Às amigas de curso, Ronara, Karina, Sabrina, Tatianne, Cristiane e Beth pelos momentos inesquecíveis passados juntos.

Aos amigos de curso Fabiano, Iuri, Marco Aurélio, Douglas e Robson, por todos os bons momentos.

Às minhas queridas vizinhas mineiras Célia, Kelly e Meire, pelos bons momentos vividos.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, pelo apoio, amizade e colaboração, especialmente Fábio, Nazaré, Julinho, Irene, Lisiane e D. Ivone.

Aos colegas do Laboratório de Seletividade, Valéria, Olinto, Denise, Jander, Andréa e Beth, pela colaboração.

Ao colega Stephan Malfitano Carvalho e ao funcionário Geraldo A. Jesus (Dico), pela grande colaboração na realização dos trabalhos práticos.

Ao Prof. Júlio S. S. Bueno Filho e à doutoranda Imaculada (DEX/UFLA), pelo grande auxílio nas análises estatísticas.

Ao Márcio, funcionário da EPAMIG/CTSM, pelo auxílio na utilização da torre de Potter.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

**“E vós sabeis em seus corações e em vossas almas que não tem falhado uma só palavra de todas as boas coisas que a seu respeito falou o Senhor teu Deus; nenhuma delas falhou e todas se cumpriram” (Josué 23:14).**



## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	I
ABSTRACT.....	II
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	6
CAPÍTULO 2 Efeito de produtos fitossanitários utilizados em citros sobre operárias de <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae).....	9
Resumo.....	9
Abstract.....	10
1 Introdução.....	11
2 Material e métodos.....	12
2.1 Teste de pulverização dos produtos fitossanitários aplicados diretamente sobre adultos de <i>A. mellifera</i> .....	14
2.2 Teste de fornecimento de pasta Cândi contaminada com os produtos fitossanitários às abelhas.....	15
2.3 Teste de contato direto das abelhas com placas de Petri contaminadas com os produtos fitossanitários.....	16
2.4 Teste de contato direto das abelhas com folhas de citros tratadas com os produtos fitossanitários.....	17
3. Resultados e Discussão.....	19
3.1 Efeito da pulverização direta dos produtos fitossanitários sobre adultos de <i>A. mellifera</i> .....	19
3.2 Efeito do fornecimento de pasta Cândi contaminada com os produtos fitossanitários para adultos de <i>A. mellifera</i> .....	23
3.3 Efeito do contato de adultos de <i>A. mellifera</i> com placas de Petri contaminadas com os produtos fitossanitários.....	25
3.4 Efeito de contato de adultos de <i>A. mellifera</i> com folhas de citros contaminadas com os produtos fitossanitários.....	28
4. Conclusões.....	30
5. Referências Bibliográficas.....	31
Lista de anexos .....	35

## RESUMO

BAPTISTA, Ana Paula Machado. **Efeito de produtos fitossanitários utilizados em citros sobre operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae).** 2007. 48 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG.<sup>1</sup>

O controle de pragas em citros, geralmente, é realizado por meio de produtos fitossanitários que podem ocasionar impacto negativo sobre organismos benéficos, dos quais destacam-se as abelhas polinizadoras, responsáveis pela fecundação das flores de plantas cítricas. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na citricultura brasileira para operárias de *Apis mellifera* Linnaeus. Avaliaram-se os produtos espiroclorfenol (0,025 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>) (Envidor 240 SC), tetradifona (0,3 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>) (Tedion 80 EC), buprofezina (0,2 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>) (Applaud 250 WP), piriproxifem (0,075 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>) (Cordial 100 EC), enxofre (0,5 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>) (Kumulus DF-AG 800 WG) e acefato (0,075 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>) (Orthene 750 BR). Os compostos foram aplicados de quatro formas em abelhas: 1- pulverização direta; 2- fornecimento de pasta Candi contaminada; 3- por contato em placas de Petri contaminadas e 4- por contato em folhas de citros contaminadas. As abelhas foram coletadas em uma colônia no Apiário da Universidade Federal de Lavras, transportadas em gaiolas de PVC para o laboratório, onde foram mantidas em condições controladas de 25±2°C, UR 70±10% e fotofase de 12 horas. Os adultos foram anestesiados com CO<sub>2</sub> por dois minutos, sendo, em seguida, transferidos para gaiolas de PVC de 15 cm de diâmetro x 20 cm de altura nos bioensaios de pulverização direta e dieta contaminada, ou para placas de Petri nos bioensaios de contato. As avaliações de mortalidade foram realizadas até 96 horas após a aplicação dos produtos químicos. Os bioensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições nos experimentos de pulverização e dieta contaminada, e cinco repetições nos experimentos de contato, sendo cada repetição formada por 10 abelhas. Acefato foi altamente tóxico, causando 100% de mortalidade das abelhas, independente do método de aplicação, e os demais compostos foram inócuos a *A. mellifera*.

---

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

## ABSTRACT

BAPTISTA, Ana Paula Machado. **Effect of phytosanitary products used in citrus over the workers of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae).** 2007. 48 p. Dissertation (Master in Entomology) – Federal University of Lavras - Lavras - MG.<sup>1</sup>

Pests control in citrus is usually made by mean of phytosanitary products which can cause a negative impact over beneficial organisms, from which it is highlighted pollinator bees responsible for fecundation of citric plants. Therefore this work aimed to evaluate the toxicity of the phytosanitary products currently used in the Brazilian citriculture for the workers of *Apis mellifera* Linnaeus. The products spirodiclofen (0.025 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>) (Envidor 240 SC), tetradifon (0.3 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>) (Tedion 80 EC), buprofezin (0.2 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>) (Applaud 250 WP), pyriproxifen (0.075 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>) (Cordial 100 EC), sulfur (0.5 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>) (Kumulus DF-AG 800 WG) and acephate (0.075 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>) (Orthene 750 BR) were evaluated. The compounds were applied in four different forms on the bees: 1- direct pulverization; 2- Contaminated candy paste supplied; 3- Contaminated Petri dishes by contact and 4- by contact in citrus leaves contaminated. The bees were collected in a colony in Apiary of the Federal University of Lavras, transported in PVC cages to the laboratory where they were kept under controlled conditions of the 25±2°C, RU 70±10% and photophase of 12 hours. The adult ones were anesthetized with CO<sub>2</sub> for two minutes, then they were transferred to the PVC cages, measuring 15 cm diameter x 20 cm height, in the bioassays of direct pulverization and contaminated diet, or to Petri dishes in the contact bioassays. The evaluation of the mortality was up to 96 hours after the application of the chemical products. The bioassays were made at a total randomized delineation with 10 replications in the experiments of direct pulverization and contaminated diet, and five replications in the experiments of contact, being each replication made by 10 bees. Acephate was highly toxic causing 100% mortality on the bees independently of the application method, and the other compounds were innocuous to *A. mellifera*.

---

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

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO GERAL

As espécies de plantas do gênero *Citrus* são originárias das regiões tropicais e subtropicais da Ásia e do arquipélago Malaio. Embora essas espécies tenham sido cultivadas por povos primitivos, sua difusão pelo mundo foi relativamente lenta. As espécies de laranja azeda (*Citros limon* (L.) Burm) e doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck) foram introduzidas na Europa somente por volta do ano de 1400 (Koller, 1994).

No Brasil, os relatos indicam que algumas espécies de *Citrus* foram introduzidas durante a colonização e, provavelmente, as primeiras plantas foram cultivadas no litoral da Bahia, em 1567. Porém, outros documentos demonstram que a introdução teria ocorrido via ilha de Cananéia, em São Paulo, considerada como o local de origem da citricultura brasileira (Hasse, 1987).

A produção citrícola brasileira ocupa uma posição de destaque, sendo o Brasil considerado o maior produtor mundial de citros, em função da perfeita adaptação da planta no país e aos investimentos, tanto em pesquisa quanto nos setores produtivos (AGRIANUAL, 2006; Azevedo & Pio, 2002). Segundo Manica et al. (1995), o Brasil apresentou crescimento na produção de 65%, em um período de 25 anos, o que permitiu que atingisse o primeiro lugar na produção mundial de frutas cítricas em 1984. Desde então, a produção nacional vem mantendo essa posição de destaque no cenário mundial, liderando, em 2006, as exportações de suco de laranja concentrado (Rosa, 2006).

A região Sudeste, sobretudo o estado de São Paulo, é referência em citricultura, respondendo por 71,7% da área total produtora de citros e por 98% da produção de suco, seguido por Sergipe (6,7%), Bahia (5,9%), Minas Gerais (4,5%), Paraná (1,7%) e demais estados representam 9,4% dessa aérea (Brasil,

2006). O estado de São Paulo produziu, na safra 2005/06, cerca de 14.365.680 toneladas de laranja, enquanto a produção dos outros estados brasileiros foi de 3.672.000 toneladas. A laranja é um produto que atende a cerca de 50% da demanda e 75% das transações internacionais, trazendo, anualmente, mais de US\$ 1 bilhão em divisas para o Brasil, no centro de uma cadeia produtiva que gera PIB equivalente a US\$ 5 bilhões de dólares. O setor emprega, diretamente, cerca de 400 mil pessoas e é a atividade econômica essencial de vários municípios da região Sudeste do país (Abecitrus, 2006).

Apesar de ser uma cultura com grande potencial econômico, apresenta fatores limitantes de produção, como a presença de pragas e doenças nos pomares, que podem ocorrer desde a formação das mudas até a implantação e a condução do pomar e, geralmente comprometem o desenvolvimento e a produtividade das plantas ou, mesmo, podem inviabilizar economicamente a cultura.

O controle dessas pragas e doenças em pomares cítricos brasileiros vem sendo feito, principalmente, por meio da aplicação de produtos fitossanitários, os quais podem provocar desequilíbrios biológicos, pois, na sua maioria, são de amplo espectro de ação, atuando não somente sobre a praga, mas também em insetos benéficos. As joaninhas, os crisopídeos, as vespas e os ácaros predadores são considerados insetos benéficos encontrados em plantas cítricas, bem como os insetos polinizadores, destacando-se as abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) (Parra et al. 2003).

A polinização por abelhas *A. mellifera* é essencial para a produção de frutos, não somente em termos de produção, mas também pela otimização da qualidade destes produtos (Jay, 1986).

Pesquisas sobre a polinização em *Citrus* sp. confirmam um aumento significativo na produção quando as abelhas estavam presentes. Frost & Soost (1968), citados por Domingues & Neto (1999), observaram que a morfologia

floral em *Citrus* sp. favorece a polinização cruzada natural, principalmente por abelhas, podendo influenciar, por exemplo, no número de sementes dos frutos cítricos.

Azevedo & Pio (2002) avaliando a influência da polinização sobre o número de sementes de Tangor-Murcote, constataram que essa variedade se mostrou autocompatível e depende de um agente de polinização para haver uma boa fixação de frutos. Verificaram também incremento no número médio de sementes dos frutos, evidenciando a influência da polinização cruzada nesta característica.

Em estudos sobre a influência da polinização na frutificação de variedades de laranja doce, Domingues & Tulmann-Neto (1999) observaram que a polinização é necessária para a fixação desses frutos.

Avaliando a polinização realizada pelas abelhas *A. mellifera* em culturas de laranja (*Citrus sinensis*), Malerbo-Souza et al. (2003) determinaram que os frutos cujas flores foram visitadas adequadamente ficaram mais pesados, apresentaram menor acidez e maior número de sementes por gomo. Malerbo-Souza et al. (2004) reforçaram a importância da presença de *A. mellifera* como polinizadora em cultura de citros, e a frutificação em flores de laranjas depende do número de abelhas.

Inúmeros trabalhos vêm sendo realizados visando avaliar os efeitos de produtos fitossanitários sobre abelhas. Pham-Delegue et al. (2002) realizaram uma revisão sobre possíveis procedimentos experimentais para avaliar aspectos comportamentais das abelhas, quando expostas à contaminação em doses subletais de produtos químicos. Técnicas para a avaliação da frequência de entrada e saída das abelhas em colônia, por meio de censo direto com auxílio de equipamentos eletrônicos de contagem, estão sendo testadas. Outras técnicas estão relacionadas com o comportamento de orientação das abelhas, além da

avaliação de resíduos de compostos químicos em produtos e subprodutos das abelhas, por meio de técnicas de cromatografia.

Atkins et al. (1981) avaliaram a toxicidade de 399 produtos sobre populações de abelhas e constataram que 20% mostraram-se extremamente tóxicos, 15% foram moderadamente e 65% foram pouco ou não tóxicos. Também verificaram que produtos à base de captam e paratiom-metil microencapsulado foram extremamente tóxicos quando fornecidos às larvas de abelhas, dando origem a adultos deformados.

Verificou-se que os inseticidas dimetoato, clorpirifós e paratiom-metil foram os mais tóxicos, com  $DL_{50}$  de 0,7; 1,8 e 3,0  $\mu\text{g}/\text{abelha}$ , respectivamente. Fentiom apresentou menor toxicidade em relação aos demais compostos, com  $DL_{50}$  de 69,6  $\mu\text{g}/\text{abelha}$  (Wolff, 1999).

Thompson (2003) constatou que deltametrina não provocou mortalidade de abelhas, mas causou efeito subletal, como hipotermia nas colônias e perda de sentido, impossibilitando o retorno dos insetos à colônia.

Carvalho et al. (2002a, b e c) observaram que os inseticidas fentiom, triclorfom, fenitrotiom, carbaril e malatiom foram altamente tóxicos, matando 100% das abelhas em 24 horas.

Devido à dificuldade de se avaliar o efeito de produtos químicos sobre as fases jovens de abelhas, vários trabalhos associam o fornecimento dos pesticidas ao hábito alimentar das abelhas. Pesquisadores forneceram xarope de açúcar contaminado com inseticida à base de cipermetrina à colônias de abelhas, durante cinco meses e constataram durante as semanas de avaliação, mortalidade significativa de insetos nas colméias. Também verificaram, por meio de testes laboratoriais, que este composto provocou efeitos subletais como glicosemia, alteração da atividade da enzima ATPase e outras perturbações fisiológicas e comportamentais (Bendahou et al., 1999).

Avaliando os inseticidas tiametoxam, abamectina e metidatiom por pulverização ou fornecidos via alimento para operárias de *A. mellifera*, Carvalho et al. (2004a, b) verificaram alta toxicidade dos produtos independente do método de aplicação. Briguenthi (2003), testando a toxicidade de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Berliner, 1915) para adultos de *A. mellifera*, observou efeito tóxico desse produto, quando pulverizado ou fornecido via alimento.

Iwasa et al. (2004) constataram que os neonicotinóides imidaclopride, tiametoxam e clotianidim apresentaram alta toxicidade para abelhas, com valores de  $DL_{50}$  de 17,9; 29,9 e 21,8 ng/abelhas, respectivamente. Acetamipride e tiaclopride foram menos tóxicos para as abelhas *A. mellifera*, comparados aos outros produtos.

Estudos a respeito dos efeitos de produtos fitossanitários sobre abelhas são muito importantes, devido à grande utilização desses insumos para controlar pragas e doenças em diferentes culturas, os quais, geralmente, são maléficis a insetos benéficos. O uso de produtos seletivos, ou seja, aqueles que controlam as pragas sem, no entanto, afetar negativamente as populações de insetos benéficos e inimigos naturais em culturas, constitui uma importante estratégia dentro do manejo integrado de pragas (Degrande et al., 2002).

Devido à importância de abelhas como agentes polinizadores em citros, objetivou-se avaliar a toxicidade de alguns produtos fitossanitários aplicados nesta cultura para operárias adultas de *A. mellifera*.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABECITRUS. **Produção de laranja – São Paulo**. Disponível em: <[http://www.abecitrus.com.br/producao\\_br.html](http://www.abecitrus.com.br/producao_br.html)>. Acesso em: 15 dez. 2006.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2006. p.257-258.
- 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. 20p.
- AZEVEDO, F.A.; PIO, M.R. **Influência da polinização sobre o número de sementes do Tangor-Murcote**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.24, n.2, p.468-471, 2002.
- BENDAHOU, 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, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Produção agrícola – lavouras temporárias e permanentes**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2006.
- 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. 67p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, S.M. et al. **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, MS. 2002a. p.112.
- CARVALHO, E.M. et al. **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, MS. 2002b. p.114.

CARVALHO, S.M. et al. 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, MS. 2002c. p.115.

CARVALHO, S.M. et al. 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, RS, 2004a. p.547.

CARVALHO, S.M. et al. 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, RS, 2004b. p.547.

DEGRANDE, P.E. et al. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.71-93.

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

HASSE, G. **A laranja no Brasil 1500-1987: a história da agroindústria cítrica brasileira dos quintais coloniais às fabricas exportadoras de suco do século XX**. São Paulo: Duprat e Lobe, 1987. 296p.

IWASA, T. et al. Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Protection*, v.23, p.371-378, 2004.

JAY, S.C. Spatial management of honey bees on crops. *Annual Review Entomology*, v.31, n.1, p.49-65, 1986.

KOLLER, O.C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rigel, 1994. p.23-25.

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

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*, v.10, n.2, p.144-153, 2004.

MANICA, I. et al. **Produção, industrialização e comércio mundial de citros.** Porto Alegre, 1995. 307p.

PARRA, J.R.P.; PINTO, A.S.; OLIVEIRA, H.W. **Guia ilustrativo de pragas e insetos benéficos dos citros.** Piracicaba, 2003. 104p.

PHAM-DELEGUE, M. et al. Behavioural methods to assess the effects os pesticides on honey bees. *Apidologie*, v.33, n.5, p.425-432, 2002.

ROSA, G.R. **Anuário brasileiro de fruticultura.** Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2006. 136p.

THOMPSON, H.M. Behavioural effects os pesticides in bees – their potencial for use in risk assessment. *Ecotoxicology*, v.12, n.1, p.317-330, 2003.

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

## CAPÍTULO 2

### EFEITO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS EM CITROS SOBRE OPERÁRIAS DE *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE)

(Preparado de acordo com as normas da Bragantia – Revista de Ciências Agronômicas)

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de produtos fitossanitários utilizados em cultura de citros sobre operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. O experimento foi conduzido no período de abril a setembro de 2006, no Laboratório de Estudos de Seletividade de Produtos Fitossanitários do Departamento de Entomologia da UFLA, em Lavras, MG. Avaliou-se a toxicidade dos produtos espiroclorfenol (0,025 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>), tetradifona (0,3 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>), buprofezina (0,2 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>), piriproxi-fem (0,075 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>), enxofre (0,5 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>) e acefato (0,075 p.c. 100 mL<sup>-1</sup>). Os compostos foram aplicados via pulverização direta sobre os insetos, fornecidos em dieta contaminada, pulverizados em folhas de citros e em placas de Petri. Os bioensaios foram realizados em laboratório, sob temperatura de 25±2°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas, em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições para os experimentos de pulverização e dieta contaminada, e cinco repetições para os experimentos de contato, sendo cada unidade experimental formada por dez operárias adultas. Avaliou-se a mortalidade dos indivíduos em cada experimento até 96 horas após a exposição das abelhas aos produtos. Constatou-se que, independentemente do modo de aplicação dos compostos, acefato foi tóxico para operárias adultas de *A. mellifera*, causando 100% de mortalidade. Os demais produtos não foram tóxicos aos adultos de *A. mellifera*.

**Palavras-chave:** inseticida, fungicida, acaricida, abelhas, laranja, seletividade.

## ABSTRACT

This work aimed to evaluate the effect of phytosanitary products used in citrus cultivation on the workers of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. The experiment was conducted during the period ranging from April to September 2006, in the entomology laboratory of phytosanitary product selectivity of the Entomology Department of UFLA, in Lavras, MG. It was evaluated the toxicity of the products spirodiclofen (0.025 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>), tetradifon (0.3 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>), buprofezin (0.2 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>), pyriproxifen (0.075 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>), sulfur (0.5 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>) and acephate (0.075 c.p. 100 mL<sup>-1</sup>). The compounds were applied with direct pulverization over the insects, supplied in contaminated diet, pulverized citrus leaves and in Petri dishes. The bioassays were made in the temperature of the 25±2°C, relative moisture of 70±10% and photophase of 12 hours, in entirely randomized delineation with 10 replication for the experiments of direct pulverization and contaminated diet and five replications for the contact experiments, being each experimental unit formed by ten adult workers. It was evaluated the mortality of the individuals in each experiment up to 96 hours after the exposition of the bees to the products. It was evidenced that independently from the compound application method used, acephate was toxic for the adult workers of *A. mellifera* causing 100% mortality. The other products were not toxic to adults of *A. mellifera*.

**Key words:** insecticide, fungicide, acaricide, bees, orange, selectivity.

## 1 INTRODUÇÃO

A citricultura é uma importante área do setor agrícola do Brasil, juntamente com a cafeicultura e a cana-de-açúcar. A expansão desse setor e as novas tecnologias empregadas fizeram com que a citricultura brasileira aumentasse sua produtividade e com produtos de alta qualidade, sendo o Brasil considerado o maior produtor mundial de laranja. O estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor e exportador de frutas cítricas do país (Agrianual, 2006; Neves et al., 2001).

Contudo, existem fatores limitantes à produção, como pragas e doenças nos pomares e o seu controle vem sendo feito, principalmente, por meio da aplicação de produtos fitossanitários, os quais podem provocar o ressurgimento de pragas, o aparecimento de populações resistentes e efeitos negativos sobre insetos benéficos. Este é um dos fatores que justificam o emprego das estratégias do manejo integrado de pragas (MIP) (Degrande et al., 2002).

Dentre os insetos benéficos presentes em cultura de citros, merece atenção a abelha *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), que tem despertado interesse dos pesquisadores, por se destacar como importante agente polinizador (Freitas & Imperatriz-Fonseca, 2005).

Vários experimentos comprovam a eficiência de *A. mellifera* em relação à polinização de *Citrus* sp., proporcionando aumento em produção, além de otimizar a qualidade, obtendo-se frutos mais pesados, mais doces e com maior número de sementes por gomo (Azevedo & Pio, 2002; Domingues & Tulmann Neto, 1999; Malerbo-Souza et al., 2003; Malerbo-Souza et al., 2004; Sanford, 2003a).

No entanto, o uso constante de produtos químicos em citros pode causar repelência ou morte de abelhas. Thompson (2003) avaliou a ação de produtos fitossanitários para *A. mellifera* e constatou efeito na atividade de

forrageamento, na percepção de feromônios, no desenvolvimento de larvas e da colônia. Decourtye et al. (2005) forneceram alimento contaminado com doses subletais de alguns inseticidas e verificaram que deltametrina não foi tóxico, tendo os compostos à base de dimetoato e fipronil apresentado alta toxicidade.

Considerando a importância da abelha *A. mellifera* como agente polinizador em *Citrus* sp., o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de produtos fitossanitários utilizados nesta cultura, em diferentes formas de aplicação, sobre operárias desta espécie.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Estudos de Seletividade de Produtos Fitossanitários do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de abril a setembro de 2006.

Operárias de *A. mellifera* foram coletadas em quadros de melgueira em uma colônia do Apiário Central/UFLA e transportadas para o laboratório em gaiolas de cloreto de polivinila (PVC) de 10 cm de diâmetro x 20 cm de comprimento, contendo cerca de 250 abelhas por gaiola.

Foram realizados quatro experimentos, nos quais foi avaliada a ação de contato dos produtos fitossanitários; em um utilizaram-se placas de Petri com superfícies contaminadas e, no outro, houve a exposição dos adultos a folhas de citros contaminadas. Também foram avaliados os efeitos da pulverização direta dos produtos sobre operárias adultas de *A. mellifera* e a ação por ingestão de pasta Cândi contaminada com resíduos dos compostos.

Os produtos fitossanitários utilizados nos experimentos são usados para o controle de pragas em cultura de citros, durante o florescimento e as outras fases do desenvolvimento da planta. Foram testados nas maiores dosagens

recomendadas pelos fabricantes (Tabela 1). O tratamento testemunha foi constituído apenas por água destilada e no bioensaio com alimento contaminado, o tratamento testemunha constituiu-se apenas de pasta Cândi.

TABELA 1. Nomes técnicos, comerciais, grupos químicos, dosagens e classes dos produtos avaliados para *Apis mellifera*.

Nome Técnico	Nome Comercial	Grupo Químico	Dosagem (p.c. 100 mL <sup>-1</sup> água)	Classe*
Espirodiclofeno	Envidor SC	Cetoenol	0,025	A
Tetradifona	Tedion 80 EC	Clorodifenil sulfonas	0,3	A
Buprofezina	Applaud 250 WP	Tiadiazinonas	0,2	I
Piriproxifem	Cordial 100 EC	Piridiléter	0,075	I
Enxofre	Kumulus 800 WG	Inorgânico	0,5	A/F
Acefato	Orthene 750 BR	Organofosforado	0,075	A/I

\*Classe: "I" inseticida; "A" acaricida; "A/F" acaricida/fungicida; "A/I" acaricida/inseticida.

A mortalidade dos adultos foi avaliada 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 12; 15; 18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 60; 72 e 96 horas após a aplicação dos produtos. Foi registrado o número total de espécimes mortos, sendo considerados como tal aqueles que não responderam a estímulos mecânicos. Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos (seis produtos químicos e testemunha) com 10 repetições, nos bioensaios de pulverização direta e dieta contaminada, e cinco repetições nos bioensaios de contato, sendo cada parcela experimental constituída de 10 operárias adultas de *A. mellifera*.



Para a realização das análises estatísticas dos dados obtidos, ajustou-se um modelo linear generalizado, com função de ligação logística (modelo logit), utilizando-se, para isso, o módulo GLM (“Generalized Linear Models”) do software estatístico R® (Ihaka & Gentleman, 1996).

## **2.1 Teste de pulverização dos produtos fitossanitários aplicados diretamente sobre adultos de *A. mellifera***

A pulverização dos produtos sobre operárias de *A. mellifera* foi realizada por meio de pulverizadores manuais. A taxa média de aplicação por pulverizador foi de 2 mg de calda/cm<sup>2</sup>, conforme metodologia de Carvalho (2006).

Utilizaram-se aproximadamente, 250 abelhas, anestesiadas com CO<sub>2</sub>, por 120 segundos, distribuídas sobre uma folha de papel e pulverizadas com o respectivo produto químico (Tabela 1).

Em seguida, as operárias foram transferidas para gaiolas cilíndricas de PVC, de 15 cm de diâmetro e 10 cm de altura, vedadas na parte inferior com tecido branco tipo organza e na parte superior com tecido tipo filó (Figura 1).

O alimento fornecido às abelhas constituiu-se de pasta Cândi colocada sobre o filó, na parte superior da gaiola e um pedaço de algodão embebido em água destilada, o qual foi umedecido periodicamente antes de ficar ressecado (Figura 1). As gaiolas foram mantidas em sala climatizada à temperatura de 25±2°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas.

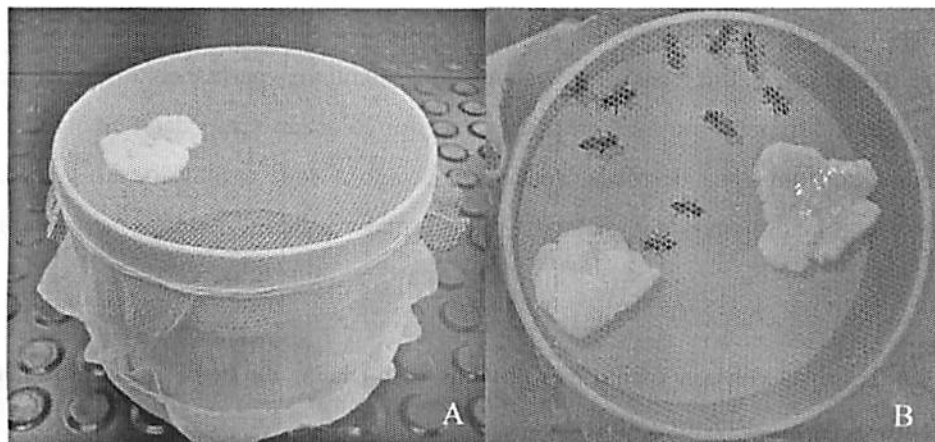


Figura 1 - a) esquema de uma gaiola fechada na parte superior com tecido tipo filó e na parte inferior com tecido tipo organza; b) vista superior de uma gaiola montada, mostrando a pasta Cândi (direita) e o algodão embebido com água (esquerda) sobre o filó.

## 2.2 Teste de fornecimento de pasta Cândi contaminada com os produtos fitossanitários às abelhas

Para a realização desse experimento, foi determinado o volume da pasta Cândi preparada com 50 g de açúcar de confeitado e 10 mL de mel, de acordo com a metodologia desenvolvida por Carvalho (2006). Determinado o volume da massa, calculou-se a dosagem de cada produto. Para facilitar a homogeneização, os produtos foram diluídos em 20 mL de mel e, em seguida, adicionaram-se 100 g de açúcar de confeitado para a confecção da pasta Cândi contaminada.

Após o preparo e a contaminação do alimento, procedeu-se a realização do experimento. Os adultos foram anestesiados com  $\text{CO}_2$ , durante 120 segundos, e colocados dentro de gaiolas de PVC de 15 cm de diâmetro e 10 cm de altura, que foram fechadas conforme descrito no subitem 2.1.

A pasta Cândi contaminada foi colocada na parte superior de cada gaiola, sobre o filó, tendo, no tratamento testemunha, permanecido isenta de resíduos químicos. Ao lado da pasta Cândi foi colocado um pedaço de algodão embebido em água destilada, sendo umedecido a cada avaliação. As gaiolas foram mantidas em sala climatizada, nas mesmas condições descritas no subitem 2.1.

### 2.3 Teste de contato direto das abelhas com placas de Petri contaminadas com os produtos fitossanitários

Foram utilizadas arenas constituídas de duas placas de Petri de 10 cm de diâmetro x 2 cm de altura, dispostas uma sobre a outra e fixadas por grampos metálicos colocados equidistantes em sua borda, para impedir o deslocamento da placa superior, conforme metodologia de Carvalho (2006). Entre as duas placas, havia uma abertura de 2,5 mm, para permitir a aeração do conjunto, evitando a condensação de vapores tóxicos que poderiam influenciar nos resultados (Figura 2).

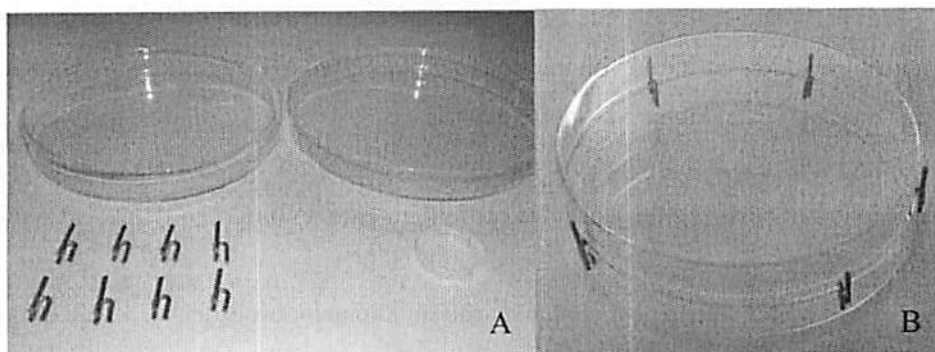


Figura 2 - Grampos metálicos no formato de h, utilizados na montagem e na fixação das placas de Petri e tampa plástica onde se colocou a pasta Cândi (A). Esquema de montagem da arena, correspondendo a uma repetição (B).

Nesse teste, a aplicação dos produtos fitossanitários nas placas foi realizada por meio de torre de Potter, calibrada a 15 Lb/pol<sup>2</sup> assegurando uma aplicação de 1,5±0,5 µg de calda/cm<sup>2</sup>, conforme as recomendações da “International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC), West Palaearctic Regional Section (WPRS)” (Degrande et al., 2002; Hassan, 1997; Veire et al., 1996). Após cada pulverização, a torre de Potter foi lavada com água destilada, álcool 92,8°GL e, novamente, com água destilada, sendo removidas as gotículas remanescentes com papel-toalha, após cada lavagem.

Após pulverizadas, as placas foram mantidas à sombra, por um período de 3 horas, para permitir que o excesso do líquido pudesse evaporar.

Para a montagem das unidades experimentais, as abelhas foram anestesiadas com CO<sub>2</sub>, por um período de 120 segundos e colocadas em número de dez por arena, num total de 50 abelhas por tratamento.

Como alimento, utilizou-se pasta Cândi colocada em uma tampa plástica de 2 cm de diâmetro dentro de cada arena e esse experimento foi mantido, em laboratório, nas mesmas condições descritas no subitem 2.1.

#### **2.4 Teste de contato direto das abelhas com folhas de citros tratadas com os produtos fitossanitários**

Para simular uma situação que acontece em campo, neste experimento foi utilizado o mesmo tipo de arena descrita no subitem 2.3. Porém, a contaminação dos produtos não foi realizada diretamente na placa, mas nas folhas de tangerina Ponkan, *Citrus reticulata* Blanco.

As folhas foram coletadas de uma planta selecionada no pomar da UFLA, que estava isenta de qualquer aplicação de produtos fitossanitários há pelo menos, um ano. Foram transportadas para o laboratório, sendo devidamente

lavadas e deixadas à sombra para eliminar o excesso de água. Posteriormente, foram contaminadas por meio de imersão nas caldas químicas por um período de cinco segundos. Após esse procedimento, as folhas ficaram em repouso por, aproximadamente, 3 horas em local arejado e à sombra, para eliminar o excesso de calda.

Após a secagem, as folhas foram colocadas em número de três nas placas de Petri fixadas pela parte abaxial, utilizando-se de fita adesiva de dupla face (Figura 3). De modo semelhante ao dos ensaios anteriores, as abelhas foram anestesiadas com auxílio de CO<sub>2</sub> por um período de 120 segundos e colocadas em número de dez por arena.

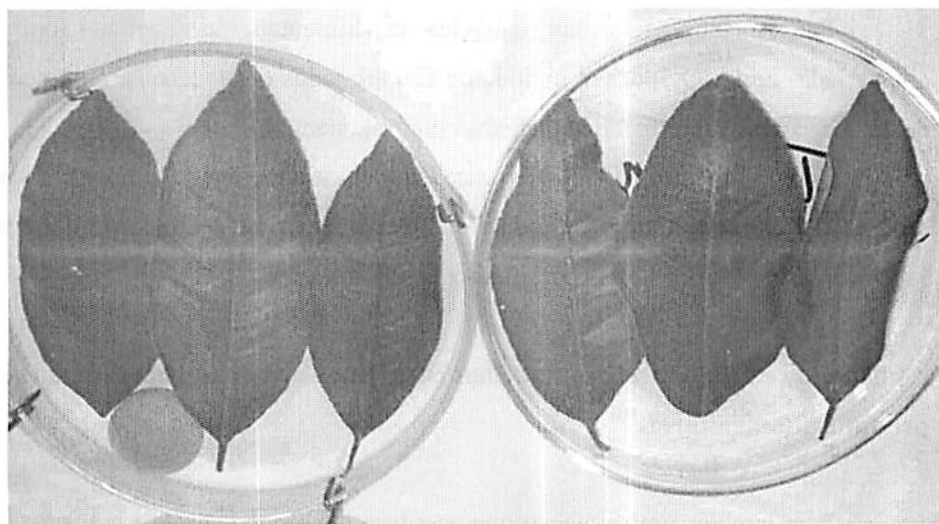


Figura 3 – Folhas de citros fixadas no fundo da placa de Petri.

O alimento fornecido para esses adultos foi a pasta Cândi, colocada sobre uma tampa plástica de 2 cm de diâmetro no interior de cada arena, evitando-se, assim, o contato com as folhas contaminadas.

Esse bioensaio também foi mantido em sala climatizada, nas mesmas condições descritas no subitem 2.1.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as análises dos dados, foram realizadas análises de “deviance” para cada bioensaio, visando verificar o ajuste do modelo empregado. Em anexo encontram-se as tabelas de análise de “deviance” para os modelos testados (Tabelas 1A, 1E, 1I e 1M), equações do preditor linear de cada bioensaio (Tabelas 1C, 1G, 1K e 1<sup>o</sup>) e os parâmetros utilizados na definição das equações (Tabelas 1B, 1F, 1J e 1N) Encontram-se também nos anexos as tabelas de mortalidade acumulada por produto fitossanitário testado em função do tempo (Tabelas 1D, 1H, 1L e 1P), para cada um dos quatro bioensaios.

#### 3.1 Efeito da pulverização direta dos produtos fitossanitários sobre adultos de *A. mellifera*

O efeito do composto acaricida/inseticida acefato pulverizado em adultos de *A. mellifera* foi crescente ao longo do período de avaliações, tendo, uma hora após a aplicação, ocorrido diferença de mortalidade observada (Figura 1A) e estimada (Figura 1B), comparada aos demais compostos. Esse composto causou sintoma de intoxicação, como falta de coordenação motora, tremores e prostração na maioria das abelhas, que permaneceram no fundo das gaiolas. Como este é um produto pertencente ao grupo químico dos organofosforados, ele não degrada acetilcolina após a transmissão do impulso nervoso nos insetos e, conseqüentemente, isso resulta na formação de impulsos repetitivos na célula, causando sintomas de intoxicação como inquietação, tremores, convulsões e paralisia (Rigitano & Carvalho, 2001).

Após três horas da aplicação, esse produto provocou 13% de mortalidade; com nove horas, causou a mortalidade de 47% das abelhas e, às 60 horas após aplicação, apresentou 99% de mortalidade (Figuras 4A e 4B).

A alta toxicidade desse inseticida a adultos de *A. mellifera* também foi mencionada por Hunt et al. (2003), Outlaw & Lay (2006), Rield et al. (1999) e Sanford (2003b). Além desses aspectos, Stoner et al. (1985) constataram redução significativa na sobrevivência de larvas, rainhas e operárias quando avaliaram esse mesmo composto em colônias de abelhas em condições de campo, confirmando tratar-se de um inseticida altamente tóxico a esses adultos.

Resultados semelhantes foram observados para outros compostos pertencentes ao mesmo grupo químico do acefato. Guez et al. (2005) examinaram o efeito de doses subletais do inseticida organofosforado paratiom-metil sobre o comportamento de forrageamento de abelhas *A. mellifera* e observaram que esse composto modificou a frequência de visitação para uma fonte de alimentação em que as abelhas tinham sido treinadas previamente. Dominguez et al. (2003) observaram 100% de mortalidade de operárias de *A. mellifera* ao se alimentarem do malatium em iscas tóxicas presentes em armadilhas usadas para o controle de moscas-das-frutas.

Pesquisas realizadas com diversos produtos organofosforados evidenciaram a importância desses compostos como altamente tóxicos a abelhas de *A. mellifera* (Atkins et al., 1981; Carvalho et al.; 2002a, b, c; Carvalho et al., 2004a, b; Carvalho, 2006; Thompson, 2003; Wolff, 1999).

Às 96 horas após a exposição aos compostos, constatou-se que piriproxifem, espirodiclofeno, buprofezina, tetradifona e enxofre apresentaram taxas de mortalidade de 15%, 11%, 7%, 5% e 4%, respectivamente, sendo considerados inofensivos a operárias adultas de *A. mellifera* (Figuras 4A e 4B).

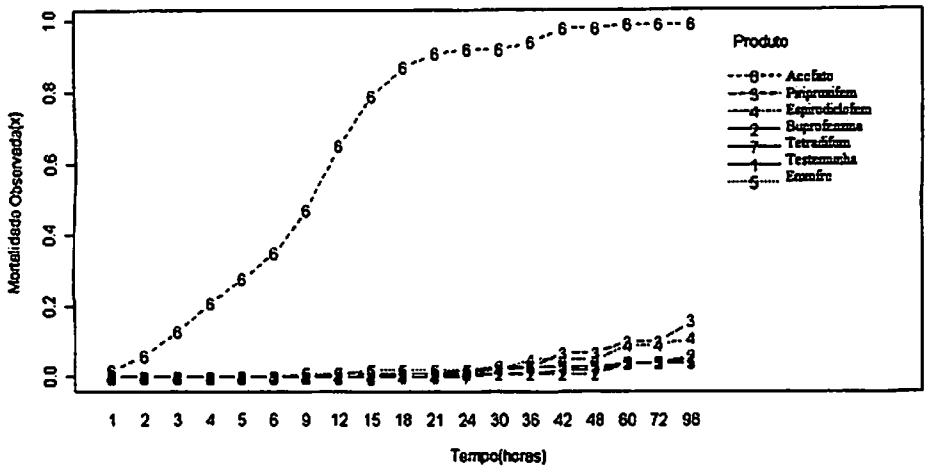


Figura 4A - Mortalidade média (%) observada de *Apis mellifera* ao longo do tempo, em função da pulverização dos produtos fitossanitários. Temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

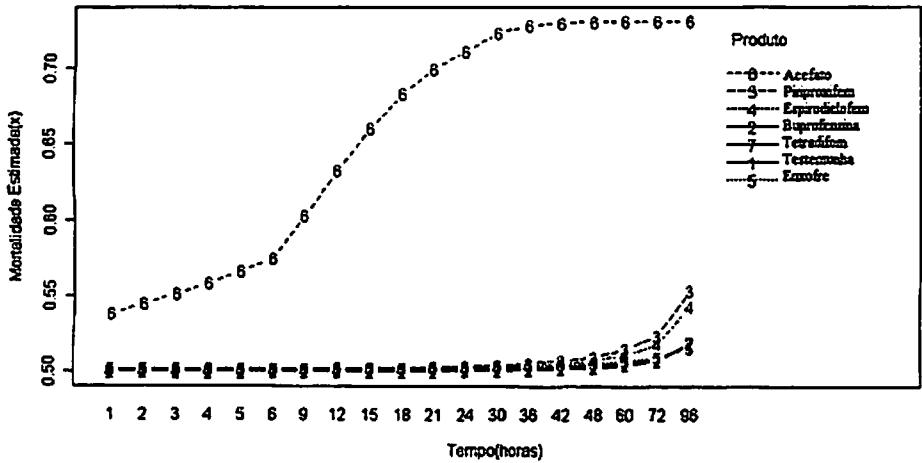


Figura 4B - Mortalidade média (%) estimada de *Apis mellifera* ao longo do tempo, em função da pulverização dos produtos fitossanitários. Temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.



Os inseticidas reguladores de crescimento piriproxifem e buprofezina, avaliados no presente estudo, não causaram mortalidade significativa para operárias de *A. mellifera*. A inocuidade observada para esses compostos pode estar relacionada ao modo de ação, pois piriproxifem é um análogo do hormônio juvenil e buprofezina é um inibidor da síntese de quitina, sendo que ambos apresentam maior eficiência sobre insetos na fase jovem.

Piriproxifem foi citado por Outlaw & Lay (2006) como um inseticida que pode ser usado em locais onde se encontram abelhas adultas devido à sua inocuidade. Resultados semelhantes também foram encontrados por Thompson et al. (2005) para abelhas *A. mellifera* com os reguladores de crescimento fenoxicarbe, diflubenzurom e tebufenozide.

Para os acaricidas tetradifona e espiroclorfenol, não foi constatado efeito tóxico, confirmando os dados obtidos de Sanford (2003b) e Outlaw & Lay (2006), os quais classificaram o acaricida tetradifona como inócua a abelhas adultas. Rield et al. (1999) descreveram o composto espiroclorfenol como tóxico a abelhas, afetando o desenvolvimento larval e causando produção de adultos com deformações morfológicas. A divergência entre os resultados do presente trabalho e o observado por Rield et al. (1999) é resultante, provavelmente, do fato de ter sido avaliado somente a mortalidade de adultos de *A. mellifera*.

Referente ao fungicida enxofre, Hunt et al. (2003), Outlaw & Lay (2006) e Sanford (2003b) também o classificaram como não tóxico a abelhas. Rield et al. (1999) afirmaram que os fungicidas, usualmente, não causam mortalidade em populações de abelhas. De modo geral, é comum os fungicidas não apresentarem sítios de ação eficientes contra insetos, uma vez que sua ação está relacionada ao metabolismo de fungos.

### **3.2 Efeito do fornecimento de pasta Cândi contaminada com os produtos fitossanitários para adultos de *A. mellifera***

Observou-se que, uma hora após o fornecimento da dieta contaminada para as abelhas, o acefato, de forma semelhante ao método de pulverização foi altamente tóxico, causando sintomas de intoxicação, como falta de coordenação motora, tremores e prostração das abelhas, permanecendo as mesmas no fundo da gaiola. Esses sintomas são típicos de intoxicação por inseticidas organofosforados, como citado por Rigitano & Carvalho (2001).

Duas horas após, o acefato provocou redução na sobrevivência dos indivíduos, com média de 13% de mortalidade e, às seis horas, atingiu 50%. Decorridas doze horas desde o fornecimento da dieta, verificou-se que este composto causou 90% de mortalidade e com 30 horas após, apresentou 100% de mortalidade de operárias de *A. mellifera* (Figuras 5A e 5B).

Os resultados obtidos no presente trabalho confirmam aqueles descritos em literatura, em que vários pesquisadores classificaram o acefato como altamente tóxico para abelhas (Hunt et al., 2003; Outlaw & Lay, 2006; Riedl et al., 1999 e Sanford, 2003b). Este efeito que também é evidente para muitos outros inseticidas organofosforados para abelhas *A. mellifera* (Atkins et al., 1981; Carvalho et al., 2002a, b, c; Carvalho et al., 2004a, b; Carvalho, 2006; Dominguez et al., 2003; Guez et al., 2005; Thompson, 2003 e Wolff, 1999).

Taylor & Goodwin (2001) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de acefato, em solução de sacarose, sobre a atratividade de abelhas e verificaram que o inseticida foi o único dos oito avaliados que repeliu as abelhas em todas as concentrações testadas.

Os produtos piriproxifem, tetradifona, enxofre, espiroclorfenol e buprofezina, causaram mortalidade de 36%, 35%, 33%, 31% e 26%,

respectivamente, 96 horas após o fornecimento da dieta contaminada, sendo considerados inócuos às operárias de *A. mellifera* (Figuras 5A e 5B).

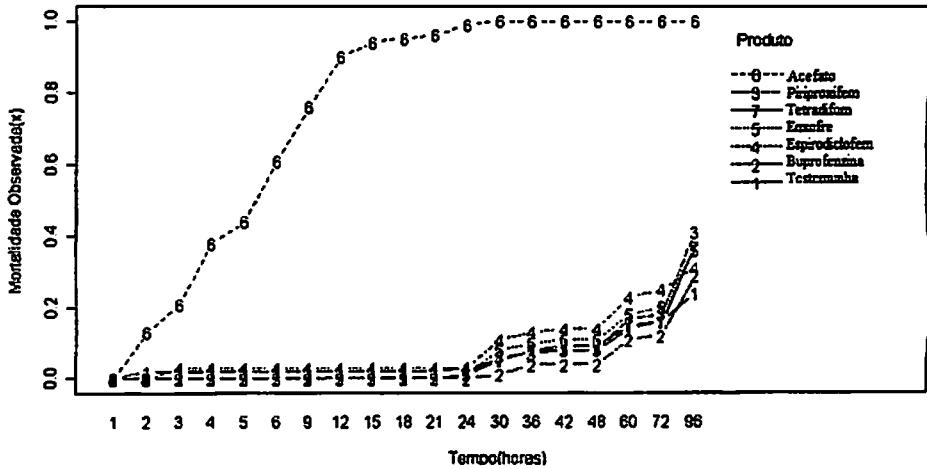


Figura 5A - Mortalidade média (%) observada de *Apis mellifera* ao longo do tempo de avaliação, em função de ingestão de pasta Candi contaminada com os produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

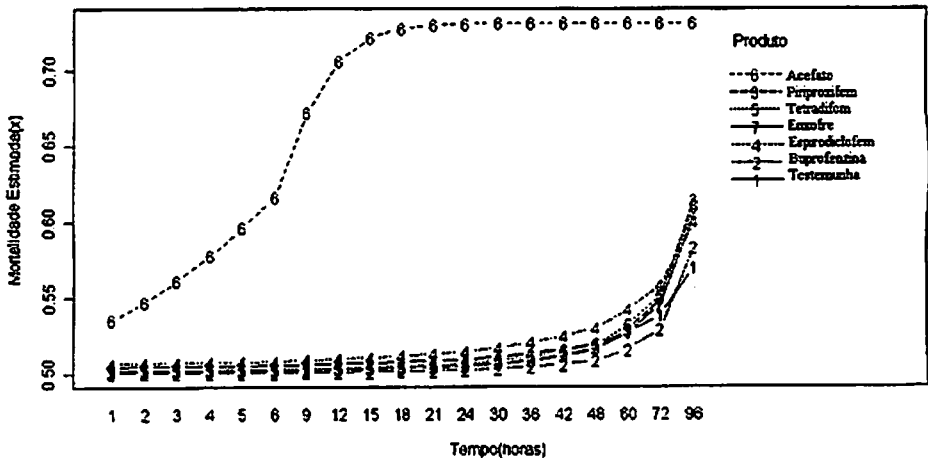


Figura 5B - Mortalidade média (%) estimada de *Apis mellifera* ao longo do tempo de avaliação, em função de ingestão de pasta Candi contaminada com os produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

Resultados semelhantes foram observados por Thompson et al. (2005) e Outlaw & Lay (2006), que não verificaram mortalidade significativa para abelhas adultas, quando receberam aplicações de inseticidas reguladores de crescimento, pertencente ao mesmo grupo químico dos compostos piriproxifem e buprofezina. Tasei (2001) afirmou que os reguladores de crescimento geralmente são inócuos para abelhas adultas.

Com relação ao tetradifona, os resultados da presente pesquisa confirmam aqueles encontrados por Sanford (2003b) e Outlaw & Lay (2006), que o classificaram como inócuo a abelhas *A. mellifera*.

Com relação aos fungicidas testados, todos foram inócuos, assemelhando-se aos resultados obtidos por Rield et al. (1999), Hunt et al. (2003), Outlaw & Lay (2006) e Sanford (2003b), os quais relataram que, usualmente, os fungicidas não causam mortalidade em abelhas.

### **3.3 Efeito do contato de adultos de *A. mellifera* com placas de Petri contaminadas com os produtos fitossanitários**

Observando o efeito do contato dos indivíduos com placas de Petri contaminadas com os produtos fitossanitários ao longo do período de avaliação, constatou-se que, diferentemente dos métodos de pulverização e dieta contaminada, foi observado que nas primeiras duas horas de avaliação nenhum dos compostos avaliados foi prejudicial às operárias de *A. mellifera*. Três horas após o contato dos indivíduos com acefato, observou-se mortalidade de 12%; seis horas depois, verificou-se 50% de mortalidade e, às 21 horas após a exposição a esse composto, constatou-se mortalidade de 100%, sendo considerado extremamente tóxico (Figuras 6A e 6B).

O efeito tóxico desse inseticida foi claramente observado nesta pesquisa e confirmam os resultados obtidos por Hunt et al. (2003), Outlaw & Lay (2006), Sanford (2003b), Taylor & Goodwin (2001) e Thompson (2003).

Os demais produtos foram inócuos às abelhas operárias, com médias de mortalidade às 96 horas de 12%, 10%, 10%, 8% e 4%, para os compostos enxofre, tetradifona, buprofezina, piriproximifem e espirodiclofeno, respectivamente (Figuras 6A e 6B).

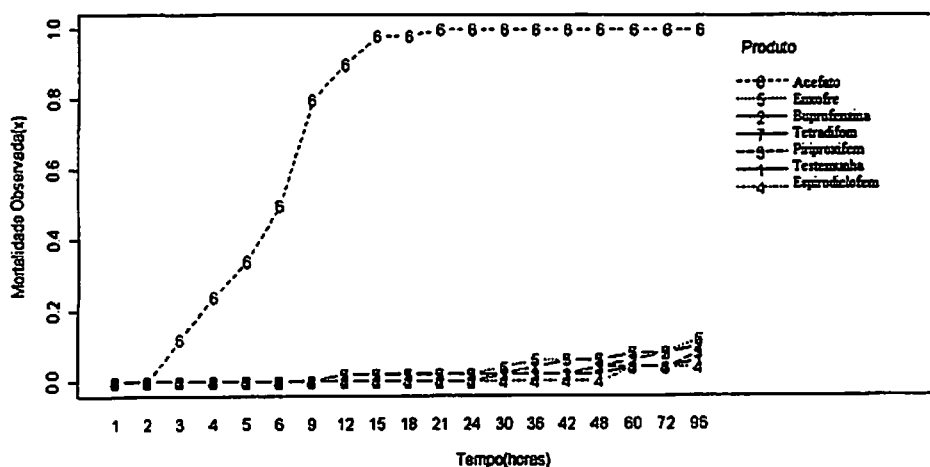


Figura 6A – Mortalidade média (%) observada de *A. mellifera* ao longo do tempo, em função do contato com placa de Petri contaminada com produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

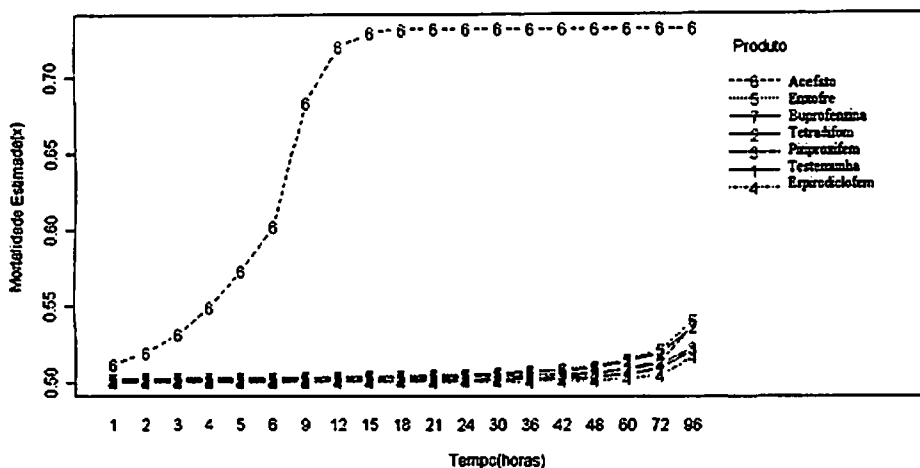


Figura 6B – Mortalidade média (%) estimada de *A. mellifera* ao longo do tempo em função do contato com placa de Petri contaminada com produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

A baixa toxicidade dos inseticidas reguladores de crescimento observada no presente trabalho para abelhas também foi verificada por Outlaw & Lay (2006) e por Thompson et al. (2005), quando avaliaram os produtos fenoxicarbe, diflubenzurom e tebufenozide.

Como relatado por Sanford (2003b) e Outlaw & Lay (2006), o acaricida tetradifona apresenta baixa toxicidade para abelhas, confirmando as informações obtidas neste bioensaio. De forma semelhante, os resultados obtidos no presente trabalho confirmam aqueles de Hunt et al. (2003), Outlaw & Lay (2006); Rield et al. (1999) e de Sanford (2003b), os quais classificaram o fungicida enxofre como não tóxico.

### **3.4 Efeito de contato de adultos de *A. mellifera* com folhas de citros contaminadas com os produtos fitossanitários**

Nenhum dos compostos testados apresentou mortalidade até duas horas após o contato das abelhas com as folhas contaminadas. Após três horas, acefato causou 13% de mortalidade dos indivíduos. Com seis horas de avaliação, observaram-se 46% de mortalidade e, às 21 horas, 100% de indivíduos mortos (Figuras 7A e 7B).

Os resultados obtidos assemelharam-se àqueles de Hunt et al. (2003), Sanford (2003b), Thompson (2003) e Outlaw & Lay (2006), nos quais o acefato foi classificado como extremamente tóxico às abelhas *A. mellifera*. O acefato, além de ser um composto deletério aos adultos, interfere no comportamento de forrageamento, sendo considerado extremamente nocivo a abelhas (Atkins et al., 1981; Carvalho et al., 2002a, b, c; Carvalho et al., 2004a, b; Carvalho, 2006; Dominguez et al., 2003; Guez et al., 2005; Thompson, 2003; Wolff, 1999).

Enxofre, tetradifona, piriproxifem, espirodiclofeno e buprofezina apresentaram-se inócuos às abelhas, com mortalidades de 22%, 18%, 16%, 10% e 8%, respectivamente (Figuras 7A e 7B).

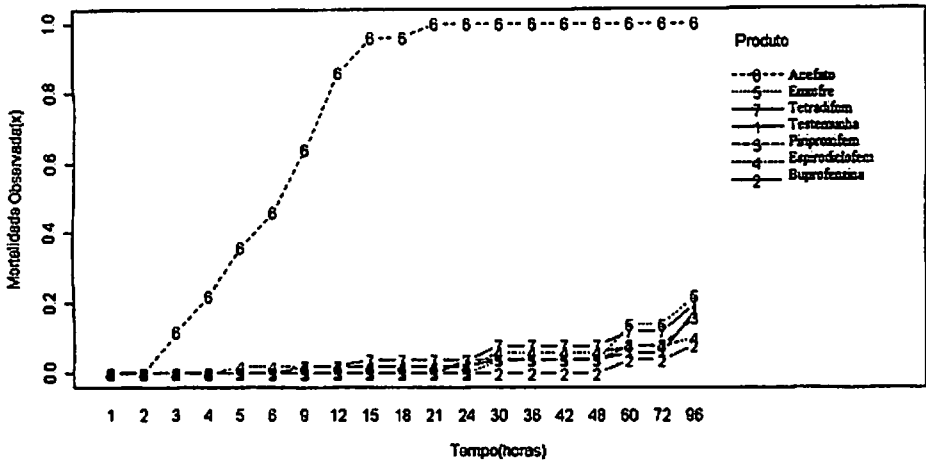


Figura 7A – Mortalidade média (%) observada de *A. mellifera* ao longo do tempo em função do contato com folhas de citros contaminadas com os produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

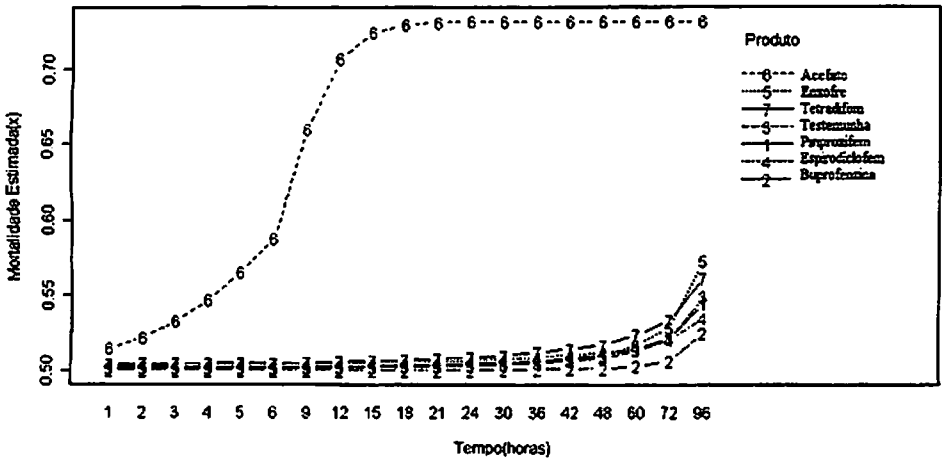


Figura 7B – Mortalidade média (%) estimada de *A. mellifera* ao longo do tempo em função do contato com folhas de citros contaminadas com os produtos fitossanitários. Temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

Outlaw & Lay (2006) e Thompson et al. (2005) também relataram que buprofezina, piriproxim e outros reguladores de crescimento não apresentam efeitos tóxicos sobre adultos de *A. mellifera*. Outlaw & Lay (2006) e Sanford



(2003b) classificaram o acaricida tetradifona como não tóxico para abelhas, de forma semelhante ao constatado na presente pesquisa.

#### 4 CONCLUSÕES

1. O inseticida acefato é tóxico para operárias adultas de *A. mellifera*, independentemente do método de aplicação dos produtos.

2. Os acaricidas espirodiclofeno e tetradifona, os inseticidas reguladores de crescimento piriproxifem e buprofezina e o fungicida enxofre não são tóxicos para operárias adultas de *A. mellifera*.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006. p.257-258.

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. 20p.

AZEVEDO, F.A.; PIO, M.R. Influência da polinização sobre o número de sementes do Tangor-Murcote. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.468-471 2002.

CARVALHO, S.M. et al. 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, MS. 2002a. p.112.

CARVALHO, E.M. et al. 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, MS. 2002b. p.114.

CARVALHO, S.M. et al. 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, MS. 2002c. p.115.

CARVALHO, S.M. et al. 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, RS, 2004a. p.547.

CARVALHO, S.M. et al. 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, RS, 2004b. p.547.

CARVALHO, S.M. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros a operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae). 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DECOURTYE, A. et al. Comparative sublethal toxicity of nine pesticide on olfactory learning performances of the honeybee *Apis mellifera*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v.48, p.242-250, 2005.

DEGRANDE, P.E. et al. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P. et al. (Ed.). *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p.71-93.

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

DOMINGUEZ, V.M.M. et al. Toxicidad sobre *Apis mellifera* de cebos empleados em el combate de moscas de la fruta. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia*, Costa Rica, n.69, p.66-72, 2003.

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

GUEZ, D.; ZHANG, S-W.; SRINIVASAN, M.V. Methyl parathion modifies foraging behaviour in honeybees (*Apis mellifera*). *Ecotoxicology*, v.14, n.4, p.431-437, 2005.

HASSAN, S.A. Métodos padronizados para testes de seletividade, com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: Fealq, 1997. p.207-233.

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

IHAKA, R.; GENTLEMAN, R.R. A language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Estatistics*, v.5, n.3, p.299-314, 1996.

MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R.H; COUTO, L.A. Polinização em culturas de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pêra-Rio).

**Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n.4, p.237-242, 2003.

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**, v.10, n.2, p.144-153, 2004.

NEVES, E.M. et al. Citricultura brasileira: efeitos econômicos – financeiros, 1996-2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.432-436, 2001.

OUTLAW, T.E.; LAY, C. **How to protect honeybees from pesticides**. Clemson: Clemson University. Department of Pesticides Regulation, 2006. 4p. (Bulletin, 5).

RIGITANO, R.L.O.; CARVALHO, G.A. **Toxicologia e seletividade de inseticidas** Lavras: FAEPE, 2001. 72p. 2001.

RIELD, H. et al. **How to reduce bee poisoning from pesticides**. Oregon: A Pacific Northwest Extension, 1999. 28p.

SANFORD, M.T. **Pollination of citrus by honey bees**. Florida: University of Florida. Florida Cooperative Extension Service, 2003a. 8p. (Circular, 092).

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

STONER, A.; WILSON, W.T.; HARVEY, J. Acephate (Orthene): effects on honey bee queen, brood and worker survival. **American Bee Journal**, v.125, n.6, p.448-450, 1985.

TASEI, J.N. Effects of insect growth regulators on honey bees and non-*Apis* bees. A review. **Apidologie**, v.32, p.527-545, 2001.

TAYLOR, M.A.; GOODWIN, R.M. **Destruction of managed and feral honey bee (*Apis mellifera*) colonies**. New Zealand: Ministry of Agriculture and Forestry, 2001. 57p.

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

THOMPSON, H.M. et al. The effects of four insect growth-regulating (IGR) insecticides on honeybee (*Apis mellifera* L.) colony development, queen rearing and drone sperm production. *Ecotoxicology*, v.14, n.7, p.757-769, 2005.

VEIRE, M. van de.; SMAGGHE, G.; DEGHEELE, D. Laboratory test method to evaluate the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Entomophaga*, Paris, v.41, n.2, p.235-243, 1996.

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

## LISTA DE ANEXOS

		Página
TABELA 1A	Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de pulverização direta sobre operárias de <i>Apis mellifera</i> .....	37
TABELA 1B	Estimativa 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 direta.....	37
TABELA 1C	Equações do preditor linear para cada produto fitossanitário, no ensaio de pulverização direta, em função do tempo em horas.....	38
TABELA 1D	Mortalidade acumulada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para o ensaio de pulverização direta.....	39
TABELA 1E	Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de fornecimento de pasta Cândi contaminada para operárias de <i>Apis mellifera</i> .....	40
TABELA 1F	Estimativa 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 fornecimento de pasta Cândi contaminada.....	40
TABELA 1G	Equações do preditor linear para cada produto fitossanitário, no ensaio de fornecimento de pasta Cândi contaminada.....	41
TABELA 1H	Mortalidade acumulada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para o ensaio de fornecimento de pasta Cândi contaminada.....	42
TABELA 1I	Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contato em placa de Petri contaminada.....	43
TABELA 1J	Estimativa 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.....	43

TABELA 1K	Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de contato em placa de Petri contaminada.....	44
TABELA 1L	Mortalidade acumulada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para o ensaio de contato em placa de Petri.....	45
TABELA 1M	Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contato em folhas de citros contaminadas..	46
TABELA 1N	Estimativa 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.....	46
TABELA 1O	Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.....	47
TABELA 1P	Mortalidade acumulada de operárias de <i>Apis mellifera</i> , em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para o ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.....	48

## ANEXOS

Tabela 1A. Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de pulverização direta sobre operárias de *Apis mellifera*.

Fator de variação	P- valor	G.L.	“deviance”	Resid. DF.	Resid. Dev.
Produto	<0,0001	6	4695.1	1314	2196.3
Tempo	<0,0001	1	992.4	1313	1204.0
Produto x tempo	<0,0001	6	383.6	1307	820.3

Tabela 1B. Estimativa 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 direta.

Variáveis	Estimado	Intervalo de confiança		Erro standard	Pr (> z )
		Mínimo	Máximo		
Testemunha (Intercept)	-2.6546	-7.4928	2.1832	2.4680	2.1607
Acefato	3.5277	2.7731	4.2824	0.3850	$<2 \times 10^{-16}$
Piriproxifem	0.2968	-0.6173	1.2110	0.4664	0.5245
Espirodiclofeno	-0.0178	-0.9874	0.9516	0.4946	0.9711
Enxofre	0.5775	-0.3505	1.5057	0.4765	0.2226
Tetradifona	-1.0962	-2.3830	0.1906	0.6565	0.0950
Buprofezina	-0.7973	-1.9955	0.4008	0.6113	0.1921
Tempo	0.0416	0.0175	0.0409	0.0059	$8.8 \times 10^{-7}$
Acefato x tempo	0.1431	0.1219	0.1642	0.0107	$<2 \times 10^{-16}$
Piriproxifem x tempo	0.0102	-0.0040	0.0246	0.0073	0.1605
Espirodiclofeno x tempo	0.0107	-0.0043	0.0257	0.0076	0.1630
Enxofre x tempo	-0.0069	-0.0226	0.0087	0.0080	0.3844
Tetradifona x tempo	0.0124	-0.0064	0.0312	0.0096	0.1959
Buprofezina x tempo	0.0093	-0.0086	0.0274	0.0091	0.3080



Tabela 1C. Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de pulverização direta, em relação ao tempo, em horas.

Tratamentos	Preditor linear "n"
Buprofezina	$n = - 3.451967 + 0.038638 X$
Piriproxifem	$n = - 2.357781 + 0.039557 X$
Espirodiclofeno	$n = - 2.672523 + 0.039966 X$
Enxofre	$n = - 2.077035 + 0.02229 X$
Acefato	$n = - 0.873156 + 0.17238 X$
Tetradifona	$n = - 3.75083 + 0.041699 X$
Testemunha	$n = - 2.654627 + 0.041699X$

Tabela 1D. Mortalidade acumulada de operárias de *Apis mellifera*, em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para o ensaio de pulverização direta.

Tratamentos	Horários de avaliação (horas)																		
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48	60	72	96
Acefato	2	6	13	21	28	35	47	65	79	87	91	92	92	94	98	98	99	99	99
Piriproxifem	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	3	3	7	7	10	10	15
Espirodiclofeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	5	5	9	9	11
Enxofre	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Tetradifona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	4	4	5
Buprofezina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	4	4	7
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4

Tabela 1E. Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de fornecimento de pasta Cândi contaminada para operárias de *Apis mellifera*.

Fator de variação	P- valor	G.L.	“deviance”	Resid. DF.	Resid. Dev.
Produto	<0,0001	6	4455.4	1314	3267.7
Tempo	<0,0001	1	1696.5	1313	1571.2
Produto x tempo	<0,0001	6	604.7	1307	966.5

Tabela 1F. Estimativa 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 fornecimento de pasta Cândi contaminada.

Variáveis	Intervalo de confiança			Erro standard	Pr (>/z)
	Estimado	Mínimo	Máximo		
Testemunha(Intercept)	-4.6045	-8.7762	-1.1187	1.7783	3.5464
Acefato	1.9183	1.4430	2.3936	0.2424	2.56x10 <sup>-15</sup>
Piriproxifem	-1.2032	-1.8583	-0.5482	0.3342	0.0003
Espirodiclofeno	0.4284	-0.06308	0.9199	0.2507	0.0875
Enxofre	-0.7621	-1.3619	-0.1624	0.3060	0.0127
Tetradifona	-1.1138	-1.7630	-0.4646	0.3312	0.0007
Buprofezina	-2.0263	-2.8600	-1.1926	0.4253	1.90x10 <sup>-6</sup>
Tempo	0.0326	0.0263	0.0390	0.0032	<2x10 <sup>-16</sup>
Acefato x tempo	0.3127	0.2707	0.3548	0.0214	<2x10 <sup>-16</sup>
Piriproxifem x tempo	0.0210	0.0110	0.0310	0.0050	3.51x10 <sup>-5</sup>
Espirodiclofeno x tempo	0.0013	-0.0070	0.0097	0.0042	0.7442
Enxofre x tempo	0.0156	0.0062	0.0251	0.0048	0.0011
Tetradifona x tempo	0.0184	0.0084	0.0283	0.0050	0.0002
Buprofezina x tempo	0.0237	0.0120	0.0355	0.0059	7.03x10 <sup>-5</sup>

**Tabela 1G. Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de fornecimento de dieta contaminada, em relação ao tempo, em horas.**

<b>Tratamentos</b>	<b>Preditor linear "n"</b>
<b>Buprofezina</b>	$n = - 6.630915 + 0.056487 X$
<b>Piriproxifem</b>	$n = - 5.807849 + 0.053767 X$
<b>Espirodiclofeno</b>	$n = - 4.176098 + 0.034091 X$
<b>Enxofre</b>	$n = - 5.366722 + 0.04835 X$
<b>Acefato</b>	$n = - 2.686183 + 0.34547 X$
<b>Tetradifona</b>	$n = - 5.71843 + 0.051102 X$
<b>Testemunha</b>	$n = - 4.604552 + 0.032693X$

Tabela 1H. Mortalidade acumulada de operárias de *Apis mellifera*, em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para o ensaio de fornecimento de pasta Cândi contaminada.

Tratamentos	Horários de avaliação (horas)																		
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48	60	72	96
Acefato	0	13	21	32	38	44	77	90	95	95	96	99	100	100	100	100	100	100	100
Piriproxifem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	7	8	8	17	18	36
Espirodiclofeno	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	11	13	14	14	23	25	31
Enxofre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	10	11	11	18	20	33
Tetradifona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	8	9	9	15	16	35
Buprofezina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	11	12	26
Testemunha	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5	8	8	8	14	16	25

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

Fator de variação	P- valor	G.L.	“deviance”	Resid. DF.	Resid. Dev.
Produto	<0,0001	6	2739.8	654	1198.4
Tempo	<0,0001	1	476.2	653	722.1
Produto x tempo	<0,0001	6	429.2	647	293.0

Tabela 1J. Estimativa 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)	-5.2354	-9.6551	1.5356	2.8547	1.3900
Acefato	2.6820	1.1999	4.1637	0.7561	0.0003
Piriproxifem	1.1710	-0.4456	2.7875	0.8248	0.1556
Espirodiclofeno	-1.5680	-4.3549	1.2197	1.4220	0.2703
Enxofre	1.5650	0.0337	3.0964	0.7813	0.0451
Tetradifona	1.4600	-0.0882	3.0090	0.7901	0.0645
Buprofezina	0.1713	-1.6306	1.9732	0.9194	0.8521
Tempo	0.0401	0.0209	0.0594	0.0098	$4.34 \times 10^{-5}$
Acefato x tempo	0.4987	0.4029	0.5944	0.0488	$<2 \times 10^{-16}$
Piriproxifem x tempo	-0.0144	-0.0354	0.0126	0.0122	0.3514
Espirodiclofeno x tempo	0.0134	-0.0226	0.0494	0.0183	0.4663
Enxofre x tempo	-0.0085	-0.0309	0.0138	0.0114	0.4559
Tetradifona x tempo	-0.0087	-0.0314	0.0139	0.0115	0.4521
Buprofezina x tempo	0.0045	-0.0206	0.0298	0.0128	0.7228

Tabela 1K. Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de contato com placa de Petri contaminada, em relação ao tempo, em horas.

Tratamentos	Preditor linear "n"
Buprofezina	$n = - 5.0641 + 0.0446 X$
Piriproxifem	$n = - 4.0644 + 0.0257X$
Espirodiclofeno	$n = - 6.8034 + 0.0535 X$
Enxofre	$n = - 3.6704 + 0.0316 X$
Acefato	$n = -2.5534 + 0.5388 X$
Tetradifona	$n = - 3.7754 + 0.0314 X$
Testemunha	$n = - 5.2354 + 0.0401 X$

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

Tratamentos	Horários de avaliação (horas)																		
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48	60	72	96
Acefato	0	0	12	24	34	50	80	90	98	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Piriproxifem	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	8
Espirodiclofeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4
Enxofre	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	4	6	6	6	8	8	12
Tetradifona	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	4	6	6	8	8	10
Buprofezina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4	6	8	10
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	4	4	6



Tabela 1M. Análise de “deviance” para os modelos testados no ensaio de contato em folha de citros contaminada.

Fator de variação	P- valor	G.L.	“deviance”	Resid. DF.	Resid. Dev.
Produto	<0,0001	6	2433.7	654	1351.7
Tempo	<0,0001	1	570.7	653	781.0
Produto x tempo	<0,0001	6	420.6	647	360.4

Tabela 1N. Estimativa 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 folha de citros contaminada.

Variáveis	Estimado	Intervalo de confiança		Erro standard	Pr (> z )
		Mínimo	Máximo		
Testemunha (Intercept)	-6.1070	-8.8629	-3.9944	1.2417	0.7870
Acefato	1.6570	0.7437	2.5702	0.4659	0.0003
Piriproxifem	-0.4865	-1.6514	0.6783	0.5943	0.4130
Espirodiclofeno	0.6244	-0.3502	1.5990	0.4972	0.2092
Enxofre	-0.7258	-1.9050	0.4532	0.6016	0.2276
Tetradifona	0.7304	-0.2069	1.6678	0.4782	0.1267
Buprofezina	-3.2933	-5.9388	-0.6477	1.3497	0.0146
Tempo	0.0348	0.0230	0.0466	0.0060	7.19x10 <sup>-9</sup>
Acefato x tempo	0.4043	0.3319	0.4766	0.0369	<2x10 <sup>-16</sup>
Piriproxifem x tempo	0.0062	-0.0112	0.0238	0.0089	0.4812
Espirodiclofeno x tempo	-0.0095	-0.0256	0.0065	0.0081	0.2445
Enxofre x tempo	0.0144	-0.0028	0.0317	0.0088	0.1014
Tetradifona x tempo	-0.0032	-0.0182	0.0118	0.0076	0.6770
Buprofezina x tempo	0.0274	-0.0051	0.0600	0.0166	0.0992

Tabela 10. Equações do preditor linear, para cada produto fitossanitário, no ensaio de contato com folha de citros contaminada, em relação ao tempo em horas.

Tratamentos	Preditor linear "n"
Buprofezina	$n = - 9.400383 + 0.062269 X$
Piriproxifem	$n = - 6.593636 + 0.041132 X$
Espirodiclofeno	$n = - 5.482648 + 0.025302 X$
Enxofre	$n = - 6.832956 + 0.049283 X$
Acefato	$n = -4.450073 + 0.439158 X$
Tetradifona	$n = - 5.376653 + 0.031637 X$
Testemunha	$n = - 6.107083 + 0.034839 X$

Tabela 1P. Mortalidade acumulada de operárias de *Apis mellifera*, em função dos produtos fitossanitários ao longo do tempo, para o ensaio de contato em folhas de citros contaminadas.

Tratamentos	Horários de avaliação (horas)																		
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	30	36	42	48	60	72	96
Acefato	0	0	12	22	36	46	64	86	96	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Piriproxifem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	8	8	16
Espirodiclofeno	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	6	6	6	6	8	8	10
Enxofre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	14	14	22
Tetradifona	0	0	0	0	0	0	2	2	4	4	4	4	8	8	8	8	12	12	20
Buprofezina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	8
Testemunha	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	18