

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
CONTROLE DE DOENCAS E PRAGAS DOS CITROS**

FÁBIO PRUDENTE DE ANDRADE

**Confundimento sexual de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856
(Lepidoptera: Gracillariidae) com o uso de feromônio sintético**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Orientador: Dr. André Gustavo Corrêa Signoretti

Coorientador: Dr. Odimar Zanuzo Zanardi

**Araraquara
Janeiro 2016**

FÁBIO PRUDENTE DE ANDRADE

Confundimento sexual de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) com o uso de feromônio sintético

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Orientador: Dr. André Gustavo Corrêa Signoretti

Coorientador: Dr. Odimar Zanuzo Zanardi

**Araraquara
Janeiro 2016**

FÁBIO PRUDENTE DE ANDRADE

Dissertação apresentada ao Fundo de defesa da Citricultura como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Araraquara, 29 de janeiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Dr. André Gustavo Corrêa Signoretti
Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP.

Dr. Haroldo Xavier Linhares Volpe
Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, Araraquara/SP.

Dr. Newton Cavalcanti de Noronha Junior
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Santo Antônio de Goiás/GO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre me dá forças para enfrentar os desafios que a vida propõe.

Aos meus pais, Fábio de Andrade Filho e Tânia Maria Prudente de Andrade, pela excelente educação e por me oferecerem condições para frequentar boas escolas, além de me incentivarem sempre a buscar novos conhecimentos.

A todos meus familiares, em especial aos meus irmãos, Laís Prudente de Andrade e João Neto Prudente de Andrade, além de João Borges Prudente (*in memoriam*), Elida, Eleta, Almerinda, Fábio (*in memoriam*), Sílvia, Rogéria, Carlito, Isabel, Mariane, Carlos José, Sandra e Pedro.

A Flaviana Cruz, minha futura esposa. Obrigado por sempre me apoiar em todas minhas escolhas e dar força em momentos de dificuldade.

A FMC Química, em especial ao meu gerente Varner Morandini e meu supervisor Weber Marti, que me apoiaram, do início ao fim, em todo o processo da pós-graduação, e aos colegas Maurício Lofrano e André Godoy.

Ao Fundecitrus, Fundo de Defesa da Citricultura, pela oportunidade de cursar a Pós-Graduação.

A todos do laboratório de Ecologia Química e Comportamento do Fundecitrus pelo auxílio na avaliação dos experimentos.

Ao proprietário das Fazendas Paineiras e Fazenda Monjolinho por permitir a instalação do trabalho e principalmente ao Eduardo e demais funcionários das mesmas, que me auxiliou no que foi possível.

A toda equipe da Fazenda Guacho, do Grupo Agroterenas, por todo comprometimento e empenho desde a instalação até os monitoramentos realizados em campo. Em especial agradeço Márcio Soares e Júlio Falquete.

Em especial, sou grato ao meu orientador Dr. André Gustavo Corrêa Signoretti e coorientador Dr. Odimar Zanuzo Zanardi, pela oportunidade de trabalho, por toda confiança depositada em mim, por sua excelente orientação e por todos os conhecimentos transmitidos, que foram imprescindíveis para a minha formação profissional.

Ao Professor Dr. José Carlos Barbosa, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Jaboticabal, pelo auxílio na realização das análises estatísticas.

Obrigado!

Confundimento sexual de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) com o uso de feromônio sintético

Autor: Fábio Prudente de Andrade
Orientador: Dr. André Gustavo Corrêa Signoretti
Coorientador: Dr. Odimar Zanuzo Zanardi

Resumo

A lagarta-minadora-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) é uma praga de importância mundial na cultura do citros. O objetivo desse trabalho foi investigar a eficácia do feromônio sexual sintético como técnica do confundimento de machos. No experimento da safra 2013/2014 foi utilizado dois tratamentos: i) septos de borracha com feromônio, onde foram instalados os septos em todas as plantas e ii) testemunha, onde não foi realizada nenhuma aplicação com produto químico específico para o controle de *P. citrella*. Na safra 2014/2015 foi utilizado áreas maiores e os tratamentos foram: i) septos de borracha com feromônio, onde foram instalados os septos em todas as plantas; ii) controle químico, padrão do produtor e iii) controle químico + septos com feromônio, onde foram instalados os septos em todas as plantas e realizado o controle químico padrão do produtor. Nos tratamentos com feromônio, utilizou-se septos de borracha impregnados com feromônio sintético, que foram fixados por arames de aço, no terço superior e na parte interna de todas as plantas desses tratamentos. Em todos eles foram colocados armadilhas do tipo Delta contendo piso adesivo e septo de borracha com feromônio. Elas foram instaladas no terço superior de copa das plantas para seu monitoramento prévio e avaliações. As mesmas foram realizadas quinzenalmente, contando-se os machos capturados em cada armadilha. Em ambos os experimentos os resultados obtidos mostraram que houve diferença no número de machos de *P. citrella* capturados nas armadilhas, em que o uso de feromônio proporcionou o menor número de insetos capturados quando comparados aos demais tratamentos. Avaliou-se também a presença de injúrias nas folhas, cujo monitoramento ocorreu observando apenas a última brotação madura. Na safra 2013/2014 foram realizadas duas amostragens, enquanto que para o experimento realizado na safra 2014/2015 foram feitas três avaliações para todos os tratamentos. O percentual de injúrias nas folhas de citros foi similar entre os tratamentos testados. Pode-se concluir que o feromônio sintético sexual de *P. citrella* é efetivo na técnica de confundimento de machos, reduz a localização de parceiros sexuais e, conseqüentemente, acasalamento da praga na área aplicada. Em condições como as do presente trabalho, seu uso não é suficiente para impedir injúrias foliares causadas pela praga. Estudos devem ser realizados em áreas maiores e com aplicações mais precoces a fim de encontrar as condições adequadas para uso desse feromônio na prevenção de injúrias foliares ocasionadas por *P. citrella*.

Palavras chave: *Citrus* spp., Confundimento de machos, Lagarta-minadora-dos-citros, Manejo integrado de pragas, Voláteis.

***Phyllocnistis Citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) sexual confounding using synthetic pheromone**

Author: Fábio Prudente de Andrade
Advisor: Dr. André Gustavo Corrêa Signoretti
Co-advisor: Dr. Odimar Zanuzo Zanardi

Abstract

The leafminer, *Phyllocnistis Citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) is an important worldwide pest in citrus. The aim of this study was to investigate the synthetic sexual pheromone efficacy as a mating disruption technique. In the 2013/2014 crop experiment, two treatments were used: i) rubber septa with pheromone, where the septa were installed in all plants and ii) control, in which no application with specific chemical product for *P. citrella* control was performed. In the 2014/2015 crop, larger areas were used and the treatments were: i) rubber septa with pheromone, where the septa were installed in all plants; ii) Grower standard chemical control, and iii) chemical control + septa with pheromone, in which septa were installed in all plants and the grower standard chemical control was carried out. In the treatments with pheromone, rubber septa impregnated with synthetic pheromone were used, and fixed by steel wires, on the upper third and the inside part of all the treatment plants. In all of them, Delta type traps were placed containing adhesive flooring and rubber septum with pheromone. The traps were installed in the upper third of tree canopy for prior monitoring and evaluation. The same procedures were held every two weeks, counting the males captured in each trap. In both experiments, the results showed that there were differences in the number of *P. citrella* males captured in the traps, in which the use of pheromone provided the lowest number of insects captured when compared to the other treatments. The presence of injury on the leaves was also evaluated, in which the monitoring was carried out by observing only the last mature budding. In the 2013/2014 crop two samplings were performed, while for the experiment conducted in the 2014/2015 crop, three assessments were made for all treatments. The injury percentage in citrus leaves was similar among the treatments. It can be concluded that *P. citrella* sexual synthetic pheromone is effective in the mating disruption technique, reduces the sexual mate localization, and consequently, the best mating in the applied area. Under the conditions of this study, its use not enough to impede foliar injuries caused by the pest. Further studies must be performed in larger areas and with earlier applications in order to find the suitable conditions for the use of this pheromone in foliar injury prevention caused by *P. citrella*.

Keywords: *Citrus* spp, Integrated pest management, Leafminer, Mating disruption, Volatile.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura do citros	3
2.1.1 Aspectos gerais dos citros	3
2.1.2 Importância econômica da citricultura no Brasil	3
2.2 Aspectos associados à <i>Phyllocnistis citrella</i>	4
2.2.1 Distribuição geográfica e hospedeiros de <i>Phyllocnistis citrella</i>	4
2.2.2 Aspectos bioecológicos de <i>Phyllocnistis citrella</i>	5
2.2.3 Importância econômica e danos de <i>Phyllocnistis citrella</i>	6
2.3 Métodos de controle de <i>Phyllocnistis citrella</i>	7
2.3.1 Controle químico.....	7
2.3.2 Controle biológico.....	8
2.3.3 Controle por comportamento	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Instalação e monitoramento das armadilhas.....	13
3.2. Instalação dos septos de feromônio.....	13
3.3. Avaliação da técnica de confundimento de machos de <i>Phyllocnistis citrella</i>	14
3.3.1. Descrição da área experimental safra 2013/2014.....	14
3.3.2. Descrição da área experimental safra 2014/2015.....	16
3.4. Avaliação da porcentagem de injúrias causadas pela lagarta de <i>Phyllocnistis citrella</i> em plantas cítricas	18
3.5. Análise estatística.....	18
4. RESULTADOS.....	19
4.1. Avaliação do número de machos de <i>Phyllocnistis citrella</i> capturados nas armadilhas com feromônio sexual na safra 2013/2014	19
4.2. Porcentagem de injúrias causadas por <i>Phyllocnistis citrella</i> na safra 2013/2014	19
4.3. Avaliação do número de machos de <i>Phyllocnistis citrella</i> capturados nas armadilhas com feromônio sexual na safra 2014/2015	20
4.4. Porcentagem de injúrias causadas por <i>Phyllocnistis citrella</i> na safra 2014/2015	21
5. DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no cenário mundial como um dos maiores produtores de citros, sendo responsável por uma produção 397,2 milhões de caixas (40,8 kg/cx) e exportação de 382 ton de suco no ano de 2015. O “cinturão citrícola”, como é popularmente conhecido, corresponde à faixa produtora que se estende do Estado de São Paulo até parte do Triângulo Mineiro e detém 69% da área total de citros no Brasil, com uma produção de aproximadamente 309,3 milhões de caixas (40,8 kg/caixa) de laranja, o que evidencia o destaque deste setor para o país (FNP Consultoria & Comércio, 2016).

Entretanto, a citricultura paulista vem sendo constantemente ameaçada por graves problemas fitossanitários, entre eles, a ocorrência da lagarta-minadora-dos-citros (LMC), *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae). No Brasil, o primeiro registro da espécie ocorreu em pomares de laranjeira Valência, no município de Limeira, São Paulo, a partir da qual se espalhou por todo o Estado e consolidou-se como praga associada às plantas cítricas (Feichtenberger & Raga, 1996).

O cancro cítrico é uma das mais graves doenças dos citros e é conhecida mundialmente como “Asiatic Citrus Canker”, que apresenta um potencial devastador de algumas espécies de citros, especialmente daquelas cultivadas em áreas onde são registradas, simultaneamente, chuva em abundância e temperaturas elevadas (Pruvost et al., 1997). O controle do cancro cítrico no estado de São Paulo baseia-se em medidas de exclusão e erradicação de plantas dos pomares quando afetadas pela doença (Barbosa et al., 2001). Todavia, áreas com a presença da LMC têm relação direta como aumento na incidência do cancro cítrico, sendo essencial a aplicação de medidas de controle para *P. citrella*, a fim de diminuir a incidência da doença nos pomares (Gravena, 1994; Lourenção & Muller, 1994).

Devido aos problemas fitossanitários causados por *P. citrella*, pode-se afirmar que o uso de métodos de controle em áreas com altas populações da praga são necessários para que se obtenha uma produção mais rentável e de boa qualidade. O controle de *P. citrella* tem sido realizado basicamente com inseticidas químicos que, além de onerar os custos de produção, aumentam os riscos de intoxicação dos aplicadores, de contaminação do ambiente (Omoto, 2000) e favorecem a seleção de populações de *P. citrella* resistentes aos ingredientes ativos utilizados no manejo de pragas nos pomares cítricos (Omoto, 2000).

Para minimizar os problemas causados pelo uso indiscriminado de inseticidas, a utilização de feromônios sexuais tem se mostrado eficiente e promissora para o manejo de insetos-praga, incluindo a lagarta-rosada-do-algodoeiro [*Pectinophora gossypiella* (Saunders,

1844) (Lepidoptera: Gelechiidae)], traça-da-batatinha [*Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae)] e traça-do-tomateiro [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)] (Ali Mafi et al., 2005; Leal et al., 2006; Parra-Pedrazzoli et al., 2006). A amostragem dos adultos por meio de armadilhas contendo feromônio sexual sintético é um importante instrumento para detectar a ocorrência da praga e tornar o seu controle mais econômico e efetivo, racionalizando as pulverizações e preservando os inimigos naturais nos agroecossistemas. Do mesmo modo, técnicas de coleta massal, confundimento de machos e atraí-mata poderão, eventualmente, ser utilizadas no controle dessas pragas (Parra-Pedrazzoli, 2006).

Para que a técnica de confundimento de machos de *P. citrella* seja eficaz, há a necessidade de que grandes quantidades de feromônio sejam liberadas no campo, em formulações apropriadas para desorientar e impedir o acasalamento do inseto (Bento, 2001). No entanto, nos Estados Unidos, o controle de *P. citrella* por confusão sexual tem sido efetivo mesmo com o uso de baixas concentrações do feromônio (Stelinski & Rogers 2008), provando que o feromônio em baixas doses é capaz de perturbar o acasalamento da praga (Lapointe et al., 2006).

Visto a importância de se buscar outras táticas de controle de *P. citrella*, o presente trabalho teve como objetivo investigar a eficácia do feromônio sexual sintético como técnica do confundimento de machos, visando fornecer subsídios para os programas de manejo integrado de pragas dos citros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do citros

2.1.1 Aspectos gerais dos citros

As plantas cítricas são originárias do Sudeste Asiático, sendo essa região responsável pela domesticação e difusão das espécies cítricas pelo mundo, chegando ao Brasil na metade do século XVI, pelos navios portugueses (Soost & Roose, 1996).

O gênero *Citrus* pertence à família botânica Rutaceae, subfamília Aurantioideae, tribo Citreae e subtribo Citrinae, possuindo dezenas de espécies e híbridos descritas para esse gênero. A taxonomia dos citros é complexa, devido à grande diversidade de espécies, variedades e clones. Isso ocorre devido à possibilidade de hibridização natural entre as espécies, embrião nuclear, ocorrência de mutações espontâneas e pelo grande número de cultivares e híbridos existentes (Swingle, 1967; De Oliveira et al., 2014).

As espécies e cultivares de citros se desenvolvem e produzem frutos sob condições edafoclimáticas bastante variadas, porém é mais comum o plantio comercial em regiões de clima tropical e subtropical. A suscetibilidade das plantas e dos frutos à geada muda conforme as combinações de variedades de copa e de porta-enxertos. Verões longos e quentes proporcionam condições mais favoráveis para o crescimento e maturação dos frutos. Nas regiões de clima mediterrâneo e similares, com longos períodos de seca, a irrigação é necessária para manter satisfatoriamente o crescimento das plantas e o desenvolvimento dos frutos (De Oliveira et al., 2014). De acordo com Davies & Albrigo (1994), os fatores ambientais exercem influência decisiva no crescimento, desenvolvimento e produção das plantas cítricas, sendo os principais responsáveis pela variação na produção dos pomares.

O melhoramento genético de citros é dirigido tanto para as cultivares de porta-enxerto, como para as cultivares de copa e de suas interações. Considerando-se as cultivares de copa, o melhoramento genético busca genótipos que produzam frutas saborosas, fáceis de descascar, sem sementes, de coloração intensa da casca, polpa e suco, com épocas de produção mais precoces e mais tardias, com alto teor de sólidos solúveis, acidez equilibrada e tolerante a pragas e doenças (Oliveira et al., 2011).

2.1.2 Importância econômica da citricultura no Brasil

A citricultura é uma das atividades mais importantes da economia brasileira, com elevado potencial competitivo no setor do agronegócio, apoiada pela alta demanda de produtos *in natura* e processados, tais como suco concentrado e pasteurizado, pectina, óleos essenciais e outros. No Brasil, o setor citrícola é constituído na sua maioria por pequenos produtores. Entretanto,

quase a metade da produção está concentrada nas grandes propriedades pertencentes às indústrias que investem em pomares próprios, o que resulta na concentração econômica do segmento (Boteon & Neves, 2005). Dentre as plantas cítricas cultivadas no mundo, as laranjas merecem posição de destaque com 16 milhões de toneladas, sendo seu cultivo realizado em todas as regiões brasileiras (FNP Consultoria & Comércio, 2016).

Na safra 2013/2014, o Brasil foi responsável por cerca de 50% da produção mundial de suco de laranja, exportando 98% do total produzido, com participação de 85% no mercado mundial, produzidos em uma área de aproximadamente 800 mil hectares, superando a produção da Flórida (EUA), maior concorrente brasileiro no mercado de sucos de laranja, em quantidade de frutas e suco concentrado (FNP Consultoria & Comércio, 2014).

Este setor se destaca por contribuir no crescimento socioeconômico, na balança comercial nacional e, principalmente, como gerador de empregos diretos e indiretos, segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2015). Os países mais reconhecidos mundialmente como produtores e exportadores no setor citrícola são Brasil, Estados Unidos, China, Espanha, México, Egito, Argentina, Itália, Turquia, Israel, Japão e África do Sul, sendo que em cada um desses países há o predomínio de diferentes variedades de plantas cítricas.

Além do suco e dos frutos consumidos *in natura*, podem ser comercializados subprodutos da laranja obtidos durante o processo de industrialização, tais como: farelo, células congeladas, óleos essenciais e líquidos aromáticos. Estes produtos são usados como solvente industrial, componentes aromáticos na obtenção de sabores e aromas artificiais na indústria farmacêutica e alimentícia e na fabricação de adesivos, entre outras finalidades (Souza, 2001).

Contudo, alguns fatores contribuem atualmente para redução da área plantada e da rentabilidade da citricultura brasileira, tais como o aumento dos custos de produção (especialmente mão de obra), a limitação do aumento de produtividade devido aos problemas fitossanitários que têm surgido ao longo da sua história - e que são responsáveis por grandes perdas para a cultura - bem como o aumento de oportunidades de investimentos em outras culturas (Boteon & Pagliuca, 2010).

2.2 Aspectos associados à *Phyllocnistis citrella*

2.2.1 Distribuição geográfica e hospedeiros de *Phyllocnistis citrella*

A *P. citrella*, é uma espécie originária da Ásia, com ocorrência em praticamente todos os países produtores de citros, como Austrália, África do Sul, Estados Unidos e países da América Central (Heppner, 1993; Prates et al., 1996). Em 1994, *P. citrella* teve sua ocorrência

registrada no México e em vários países da América Central e, nesta época, já se alertava para a possibilidade de introdução da praga no Brasil (Gravena et al., 1994, Lourenção & Muler, 1994).

No Brasil, *P. citrella* foi constatada pela primeira vez em março de 1996, em viveiros no município de Limeira, São Paulo e, desde então, observou-se uma rápida dispersão da praga por todas as áreas produtoras de citros dos estados de São Paulo, Amazonas, Roraima, Rondônia, Piauí, Bahia, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná (Prates et al., 1996), ocasionando danos irreversíveis, principalmente em viveiros e pomares de laranjeiras recém-instalados, sendo assim considerada mais uma praga de importância econômica associada as plantas cítricas (Chiradia & Milanez, 1997; Didonet et al., 1998; Nascimento & Vidal, 1998; Gravena, 2002).

Esta espécie ataca preferencialmente plantas da família Rutaceae, em especial àquelas pertencentes ao gênero *Citrus* (Heppner, 1993; Cònsoli et al., 1996). Entretanto, *P. citrella* também pode ocorrer em hospedeiros alternativos das famílias Oleraceae, Laranthaceae, Leguminosaceae e Lauraceae (Heppner, 1993; Prates et al., 1996). No entanto, existe pouca informação sobre o desenvolvimento completo de *P. citrella* nesses hospedeiros alternativos, sendo esta praga mais estudada em plantas de espécies cítricas.

2.2.2 Aspectos bioecológicos de *Phyllocnistis citrella*

A lagarta-minadora-dos-citros é um microlepidóptero de hábito minador, pertencente à família Gracillariidae e subfamília Phyllocnistinae. O inseto possui desenvolvimento holometabólico, ou seja, possui metamorfose completa, compreendida pelos estágios de ovo, lagarta, pupa e adulto. No estágio de lagarta, *P. citrella* se desenvolve no tecido paliçádico das folhas, provocando minas (galerias) (Auerbach et al., 1995; Cònsoli et al., 1996; Parra et al., 2002a) em forma de serpentina (Mckenna et al., 2013).

A oviposição é realizada durante o crepúsculo em folhas novas (brotações) e preferencialmente na superfície abaxial das folhas. Os ovos concentram-se (mais de 80%) na região mediana e apical das folhas, principalmente na nervura principal (72,8%). Em casos de altas infestações, é comum encontrar ovos nos dois lados do limbo foliar (Chagas & Parra, 2000). Os ovos de *P. citrella* são de difícil visualização, sendo ligeiramente convexos, translúcidos e medindo aproximadamente 0,3 mm de comprimento por 0,2 mm de largura, tornam-se mais visíveis próximos à eclosão, quando adquirem coloração amarelo-opaco (Batra

et al., 1988; Garijo & Garcia, 1994; Alba, 1996). O período de desenvolvimento embrionário de *P. citrella* é de 2,1 dias a 25°C, podendo variar com a temperatura (Chagas & Parra, 2000).

As lagartas, ao eclodirem, penetram no tecido foliar, iniciando a construção de galerias, permanecendo na folha durante todo o seu desenvolvimento. As galerias apresentam um formato de serpentina, de coloração prateada, causando retorcimento das folhas e redução na área fotossintética das plantas (Mckenna et al., 2013).

As lagartas medem de 1 a 3 mm de comprimento. Esta fase dura em média de 6,3 dias a 25°C, passando por quatro instares. No entanto, dependendo dos hospedeiros de que a lagarta se alimenta, substâncias antibióticas ou propriedades antinutricionais inerentes a um determinado genótipo de planta ou mesmo fatores ambientais, o número de instares do inseto pode sofrer variações (Chagas & Parra, 2000).

Próximo a completar seu desenvolvimento, a lagarta confecciona uma câmara pupal por meio da secreção de fios de seda, dobrando a margem ou mesmo a parte mediana da folha. As pupas são obtectas, com formato alongado, de coloração marrom clara, com um processo pontiagudo na região anterior, utilizado provavelmente para o rompimento da câmara pupal no momento da sua emergência (Heppner, 1993).

O adulto é uma mariposa pequena de aproximadamente 4,0 mm de envergadura. Nas asas anteriores, observam-se escamas de coloração branca a prata, brilhantes, plumosas, com pelos escuros distribuídos longitudinal e transversalmente. Estas são mais estreitas e apresentam uma mancha preta na região apical, característica da espécie (Heppner, 1993; Alba, 1996; Gallo et al., 2002). Os adultos apresentam hábito noturno, período em que ocorre a cópula e oviposição. A cópula inicia-se nas primeiras 72 horas após a sua emergência, com duração variável de 30 minutos a 9 horas (Pandey & Pandey, 1964; Batra et al., 1988; Knapp et al., 1994). O número de gerações por ano pode variar de 4 a 13. Em condições favoráveis, o ciclo de vida (ovo-adulto) varia de 14 a 18 dias (Heppner, 1993).

2.2.3 Importância econômica e danos de *Phyllocnistis citrella*

Embora *P. citrella* tenha preferência por folhas novas, há registros dessa praga atacando também frutos e pecíolos de brotações, especialmente em variedades que apresentam ramos mais tenros (Sponagel & Díaz, 1994; Heppner, 1995). Os danos causados às plantas são dependentes do nível de infestação da praga. Em pomares com alta infestação, seguramente há redução no potencial produtivo da planta, já que a lagarta provoca interrupção do desenvolvimento das folhas jovens, inibindo a sua abertura e expansão, deformando-as completamente e podendo causar sua queda (Heppner, 1993; Prates et al., 1996).

As folhas infestadas enrolam-se e tornam-se cloróticas ou até necróticas, reduzindo a sua capacidade fotossintética e o desenvolvimento das plantas (Paiva & Yamamoto, 2015). Além disso, pode causar a queda prematura das folhas reduzindo o desenvolvimento das brotações e o potencial produtivo da cultura (Peña et al., 1996; Moraes et al., 1999; Nascimento et al., 2000).

Todavia, os danos indiretos são os mais preocupantes. As minas abertas pelas lagartas de *P. citrella* favorecem não somente a entrada de microorganismos oportunistas, mas principalmente, da bactéria do cancro cítrico, *X.axonopodis* pv. *citri* e de fungos saprofíticos, como *Alternaria* spp., e *Paecilomyces* spp. (Cook, 1988). Segundo Gravena (2005), essas lesões também servem de abrigo para o ácaro plano [*Brevipalpus yothersi* (Baker, 2015) (Prostigmata: Tenuipalpidae)] vetor do *Citrus leprosis virus*-tipo citoplasmático (CiLV-C) para as plantas cítricas.

Embora *X. axonopodis* pv. *citri* possa infectar através dos estômatos, a taxa de infecção em folhas lesionadas por *P. citrella* é 11 vezes maior do que em folhas sadias (Chagas et al., 2001; Belasque et al., 2005). Por esse motivo, desde a constatação da lagarta-minadora-dos-citros no Brasil (Prates et al., 1996), tem havido uma grande preocupação dos citricultores, não somente com os danos diretos causados pelo inseto às plantas, mas também com a possibilidade da associação das lesões causadas pelas lagartas com a disseminação da bactéria do cancro cítrico nos pomares (Gravena, 1994; Lourenção & Muller, 1994).

2.3 Métodos de controle de *Phyllocnistis citrella*

2.3.1 Controle químico

O controle químico tem sido ostensivamente utilizado para o manejo *P. citrella*. No entanto, essa prática é onerosa e geralmente pouco efetiva, haja vista que os produtos utilizados atualmente proporcionam proteção das plantas por no máximo duas semanas (Knapp et al., 1995). Além disso, o intenso uso desses produtos pode contribuir para a seleção de populações de *P. citrella* resistentes aos ingredientes ativos, além de afetar negativamente a população dos inimigos naturais presentes nos pomares e contaminação do ambiente e dos trabalhadores envolvidos no processo produtivo (Villanueva-Jiménez & Hoy, 1998).

A supressão populacional de *P. citrella* tem sido realizada predominantemente com a aplicação de inseticidas pertencentes à classe das avermectinas, abamectina, o que tem causado preocupação no que se refere ao aumento na frequência de indivíduos resistentes aos produtos. Em campo, a abamectina apresenta uma rápida fotodecomposição após sua aplicação, contudo,

possui atividade residual, devido a sua ação translaminar e rápida penetração no tecido foliar (Paiva, 2011). Outros inseticidas registrados e utilizados com frequência em pomares de citros para o controle de *P. citrella* são: imidacloprido, clorpirifós, bifentrina e beta-ciflutrina (Morais, 2015).

Para a realização do controle químico, devem-se levar em consideração os conceitos do manejo integrado de pragas, efetuando-se o monitoramento das mesmas para que a aplicação seja feita quando a população atingir o nível de controle.

O nível de controle em pomares novos é de 10% dos ramos com folhas contendo lagartas vivas de primeiro ou segundo instares de *P. citrella*. Em pomares adultos, o nível de controle é de 30% dos ramos com folhas contendo lagartas vivas de primeiro ou segundo instares e quando o talhão apresentar 50% das plantas com brotações (Gravena, 1998). Entretanto, devido à dificuldade de serem realizadas as amostragens e a falta de conscientização dos produtores, o controle químico muitas vezes é realizado de forma preventiva (Parra-Pedrazzoli & Bento, 2008).

Em princípio, o uso de produtos químicos parece vantajoso, pois modifica rapidamente o nível populacional do inseto, reduzindo seus danos em curto espaço de tempo. Contudo, deve-se considerar o aumento das pressões sociais, econômicas e ecológicas, já que muitos dos inseticidas são nocivos aos agentes de controle biológico natural, o que favorece o aumento populacional das pragas de importância secundária (Pedigo, 2001). Além disso, estudos realizados nos Estados Unidos têm mostrado que aplicações sucessivas de inseticidas vêm selecionando populações de *P. citrella* resistentes a uma vasta gama de ingredientes ativos (Villanueva-Jiménez & Hoy, 1998).

2.3.2 Controle biológico

O controle biológico de pragas é um fenômeno que consiste na regulação populacional dos insetos-praga por meio de inimigos naturais, com o objetivo de manter a população da praga abaixo do nível de dano econômico (Parra et al., 2002a; Hodlle & Van Driesche, 2009). Esses podem ser de diferentes tipos (parasitóides, predadores e patógenos) e são os principais fatores de mortalidade no agroecossistema. Como medida de controle, podem atuar isoladamente, mantendo as pragas em níveis populacionais toleráveis ou podem ser utilizados de maneira complementar a outras medidas de controle, buscando manejo da praga a ser controlada (Parra, 2000). Neste contexto, cerca de 80 espécies de parasitoides e predadores foram constatados como inimigos naturais de *P. citrella*. Entre os parasitoides, aqueles pertencentes à ordem

Hymenoptera (Heppner, 1993) e predadores como crisopídeos, antocorídeos, formigas, vespas e aranhas têm sido os mais importantes nos pomares cítricos (Parra et al., 2002b).

No Brasil, é relatado também grande número de inimigos naturais atuando no controle dessa praga. Relataram como parasitoides larvais e/ou pupais os microhimenópteros *Cirrospilus* spp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Pachyneuron* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) (Penteado-Dias et al., 1997), *Elasmus* sp. (Hymenoptera: Elasmidae), *Eupelmus* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae), *Conura* sp. (Hymenoptera: Chalcididae) e *Horismenus* spp. (Hymenoptera: Eulophidae) (Costa et al., 1999; Sá et al., 2000), além de *Galeopsomyia fausta* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) (Sá et al., 2000), um parasitoide nativo que também atua no controle da lagarta-minadora-dos-citros.

Além dessas espécies, foi introduzido em 1998 no Brasil o parasitoide *Agéniaspis citricola* Logvinovskaya, 1983 (Hymenoptera: Encyrtidae). Esse parasitoide se estabeleceu rapidamente e passou a representar 60,1% do total de parasitoides identificados nos levantamentos faunísticos, tornando-se mais um importante inimigo natural para o controle de *P. citrella* nos pomares cítricos (Sá et al., 2000).

No entanto, com a constatação das bactérias *Candidatus Liberibacter* spp., cujos sintomas estão associados ao huanglongbing (HLB) no Brasil (Teixeira et al., 2005) o controle químico foi intensificado na tentativa de suprimir os níveis populacionais do psílídeo-asiático-dos-citros *Diaphorina citri* Kuwayama, 1907 (Hemiptera: Liviidae), causando impactos negativos nos programas de controle biológico de *P. citrella*, já que a grande maioria dos inseticidas usados não são seletivos para o parasitoide *A. citricola*. Apesar dos efeitos deletérios causados pelos inseticidas, o controle biológico exercido pelo parasitoide *A. citricola*, tem sido considerado um dos principais casos de sucesso de controle biológico clássico no mundo (Parra et al., 2002b).

A despeito da sua importância, o controle biológico isolado, muitas vezes, não é capaz de reduzir a população da praga para níveis inferiores àqueles capazes de causar danos econômicos, necessitando de associação com outros métodos de controle que possam contribuir para o manejo da praga (Simberloff & Stiling, 1996).

2.3.3 Controle por comportamento

A comunicação entre insetos pode ser realizada por meio de sinais químicos, denominados semioquímicos. Esses são classificados em aleloquímicos e feromônios, dependendo das interações que intermediam. Para os insetos, esses sinais podem ser utilizados para a localização da presa, defesa, seleção de plantas hospedeiras, escolha dos locais para oviposição, corte e acasalamento (Tegoni et al., 2004).

Os semioquímicos são importantes tanto na comunicação interespecífica quanto na intraespecífica. Quando agem na comunicação interespecífica, são chamados de aleloquímicos e podem ser divididos em três classes: 1) kairomônios, um composto ou uma mistura de compostos que beneficia o receptor do sinal. 2) alomônios, substâncias que beneficiam o emissor do sinal. 3) sinomônios, sinais que beneficiam tanto o emissor como o receptor e são identificados na interação planta-herbívoro, herbívoro-predador e no terceiro nível trófico. Já na comunicação intraespecífica esse semioquímico é conhecido como feromônio e podem ser classificados segundo sua função: 1) feromônios de marcação de trilha: rastro químico deixado por um inseto, que só será detectado e entendido por outro inseto da mesma espécie. 2) feromônios de alarme: insetos emitem um odor característico ao serem tocados avisando aos outros membros da colônia que um inimigo pode estar se aproximando. 3) feromônios de ataque: servem como aviso aos outros insetos de que devem atacar um intruso. 4) feromônios de agregação: quando um inseto encontra comida ou um lugar bom para fazer moradia emite um feromônio para atrair os insetos da mesma espécie. 5) feromônios sexuais: utilizado para atrair o parceiro para a cópula (Parra et al., 2002b; Zarbin et al., 2009).

Os feromônios são substâncias químicas simples, biodegradáveis e usualmente empregados em quantidades diminutas. Os machos e as fêmeas da mesma espécie comunicam-se com frequência por meio de feromônios sexuais. Estas substâncias são mensageiros químicos produzidos por um sexo do inseto para atração do sexo oposto com propósito de reprodução. Estes compostos estão entre as substâncias fisiologicamente ativas mais conhecidas atualmente, por causarem respostas comportamentais mesmo quando usadas em concentrações extremamente baixas (Gullan & Cranston, 2008).

A possibilidade de interferir no sistema de comunicação entre os indivíduos utilizando os feromônios sexuais, de modo a inviabilizar as futuras gerações da espécie-praga, tem fascinado o mundo científico ligado a área desde a década de 1970 (Gullan & Cranston, 2008).

Estudos de comportamento de insetos visando à obtenção e síntese de feromônios vêm aumentando consideravelmente nos últimos anos, principalmente entre os insetos da ordem Lepidoptera, com destaque para os microlepidópteros. O uso de feromônios tem se mostrado

eficiente e promissor para o manejo de insetos-praga em diversas culturas, incluindo de citros, algodoeiro, tomateiro e macieira (Leal et al., 2001; Bento et al., 2001; Ali Mafi et al., 2005).

A utilização de feromônio sexual em armadilhas adesivas tem sido eficaz no monitoramento de três importantes pragas pertencentes à família Gelechiidae: lagarta-rosada-do-algodoeiro (*P. gossypiella*), traça-da-batatinha (*P. operculella*) (Vilela, 1988) e traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) (Attygalle et al., 1995). Na família Tortricidae, foram descobertos os feromônios sexuais de importantes pragas no Brasil, hoje sintetizados e comercializados para uso nos pomares. Como exemplo tem-se a identificação de 3E,5Z-acetato de dodecadienila, feromônio sexual da lagarta-enroladeira-da-macieira [*Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae)], (Unelius et al., 1996) e também a descoberta, identificação e síntese do feromônio sexual do bicho-furão-dos-citros [*Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae)] (Leal et al., 2001), que vem sendo utilizado para o monitoramento desses insetos nos pomares (Bento et al., 2001).

Dentre os benefícios da utilização de feromônios como recursos para o manejo de insetos-praga, pode-se citar a facilidade de utilização, a especificidade, o caráter não poluente e a grande compatibilidade com outros métodos de controle (Parra-Pedrazzoli et al., 2006). Todavia, o conhecimento dos elementos envolvidos na utilização de feromônios, como por exemplo, o comportamento e a biologia do inseto-praga alvo, tamanho, cor, forma das armadilhas, altura de colocação em relação ao nível do solo, local de instalação, formulação, proporção dos componentes e dose do feromônio são extremamente importantes e podem definir a efetividade do uso de feromônios nos programas de monitoramento de insetos-praga (Parra-Pedrazzoli & Bento, 2008).

Além de permitir o monitoramento, feromônios também podem ser utilizados na técnica de confundimento para supressão dos níveis populacionais de insetos-praga. A técnica do confundimento consiste na impregnação da área com grandes quantidades de feromônios sintéticos, impedindo que o inseto siga a pluma de odor natural de comunicação entre os indivíduos, reduzindo a probabilidade de encontros e agregação dos sexos e, conseqüentemente, do acasalamento (Vilela & Della Lucia, 2001).

Os primeiros trabalhos referentes ao uso de feromônio sexual de *P. citrella* para seu manejo surgiram por acaso, quando Ando et al. (1985) no Japão descobriram que o composto (Z,Z)-7,11-hexadecadienal (Z7Z11-16Ald) poderia atrair espécies de Gelechiidae. Porém, testes de campo com armadilhas contendo este composto falharam na China, Espanha, Itália, EUA, Turquia e Brasil (Sant'ana et al., 2003). Somente no final da década de 1980, Du et al. (1989) demonstraram que esse composto tratava-se, na verdade, de um forte atraente sexual

para *Phyllocnistis wampella* Liu & Zeng, 1985 (Lepidoptera: Gracillariidae), mas foi pouco atrativo para *P. citrella*. A partir daí, as pesquisas voltaram novamente para os estudos básicos de comportamento deste inseto (Parra-Pedrazzoli et al., 2006).

Leal et al. (2001) encontraram três componentes ativos extraídas das glândulas de feromônio de fêmeas de *P. citrella*, os quais capturaram um grande número de machos da espécie, demonstrando que os componentes são eficientes e que podem ser utilizados em pomares para monitorar a população da lagarta-minadora-dos-citros.

Resultados preliminares encontrados no Brasil e EUA mostraram que o feromônio sintetizado é eficiente na atração de machos de *P. citrella*, sendo útil no monitoramento de populações dessa espécie por meio do uso de armadilhas (Lapointe et al., 2006). Entretanto, estudos sobre como implementar seu uso frequente no manejo de pragas devem ser realizados no Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em 2 safras distintas (safra 13/14 e safra 14/15), sendo que alguns padrões foram seguidos, tais como: instalação dos septos de feromônios; instalação e monitoramento das armadilhas e avaliação da porcentagem de injúrias causadas pela lagarta de *Phyllocnistis Citrella* em plantas cítricas, que serão mencionados primeiro. Outros, por terem sido realizados em fazendas diferentes e com tratamentos também diferentes, serão explicados separadamente por safra.

3.1. Instalação e monitoramento das armadilhas

Para o monitoramento de *P. citrella* foram utilizadas armadilhas do tipo Delta, de cor branca, contendo piso adesivo onde foi fixado um septo de borracha/armadilha, impregnado com feromônio sexual de concentração diferente daquele utilizado para técnica de confundimento de machos nas parcelas tratadas com feromônio sexual. Os septos de feromônio para monitoramento também foram fornecidos pela ISCA TechnologiesInc®, Riverside, CA, USA, contendo 1,8 mg de uma mistura 3:1 mistura de (Z,Z,E)-7,11,13-hexadecatrienal : (Z,Z)-7,11-hexa decadienal (os septos já vieram do fabricante impregnados com a concentração indicada para esse tipo de situação). As avaliações foram realizadas quinzenalmente, durante os meses de dezembro a maio, totalizando 10 avaliações para o experimento realizado na safra 2013/2014 e oito avaliações para o experimento realizado na safra 2014/2015. Os pisos adesivos das armadilhas foram substituídos a cada 15 dias, no momento em que foram realizadas as inspeções. Os septos de borracha utilizados para o monitoramento foram substituídos aos 90 dias após a instalação dos experimentos, conforme recomendação do fabricante. Durante as avaliações, foram contabilizados o número de mariposas capturadas em cada armadilha, que eram levadas do campo para o laboratório e submetidas a contagem uma a uma.

3.2. Instalação dos septos de feromônio

Para os tratamentos onde houve a utilização de feromônio, foi feito primeiramente o monitoramento através das armadilhas instaladas na área e, após a constatação da infestação uniforme em 100% da área, realizou-se uma aplicação química direcionada para o controle de *P. citrella* (Imidacloprid + Abamectina). Isto feito, foram utilizados como dispenser septos de borracha fornecidos pela ISCA TechnologiesInc®, Riverside, CA, USA, impregnados com 2,7 mg de (Z,Z,E)-7,11,13-hexadecatrienal (como já foi dito, os septos já vieram do fabricante impregnados com a concentração indicada para esse tipo de situação), os quais foram

distribuídos em todas as plantas das parcelas. Os septos foram fixados por arames de aço de 2 mm de diâmetro de aproximadamente 10 centímetros de comprimento, no terço superior e na parte interna das plantas, a fim de evitar que os raios solares incidissem diretamente sobre os mesmos, o que poderia diminuir sua durabilidade e efetividade no campo (Figura 1). Durante o período das avaliações dos experimentos, não foram realizadas substituições dos septos de feromônio.



Figura 1. Inspetores instalando os septos nas plantas e septo já amarrado.

3.3. Avaliação da técnica de confundimento de machos de *Phyllocnistis citrella*

3.3.1. Descrição da área experimental safra 2013/2014

O experimento foi realizado em pomares comerciais de laranjeiras doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] no município de Arandu, São Paulo, na Fazenda Paineiras (23°09'00.43"S; 49°02'09.80"O) e na Fazenda Monjolinho (23°10'27.80"S; 49°07'58.45"O). Os seis blocos foram divididos da seguinte forma: os blocos I e II, em uma área com 14,5 hectares, constituídos por laranjeiras da variedade “Valência Americana” enxertada em citrumeleiro “Swingle” (*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.), transplantado em 2006 no espaçamento de 6,8 m entre linhas x 2,8 m entre plantas, estavam localizados na Fazenda Paineiras. Já os blocos III, IV, V e VI foram instalados na Fazenda Monjolinho, em área de 25,86 hectares, constituídos de laranjeiras da variedade “Baianinha” enxertada em limão 'Cravo' [*Citrus limonia* (L.) Osbeck], com plantio em 2009 no espaçamento de 6,5 m entre linhas

× 2,5 m entre plantas (Figura 2). Em todos os blocos as variedades eram precoces e apesar dos porta-enxertos plantados em cada uma das fazendas terem características diferentes, por ser uma região com pluviosidade bem distribuída durante o ano, os fluxos vegetativos não se diferiram em época e intensidade. As idades dos pomares também não influenciaram, já que ambos possuíam mais de 4 anos de plantio e estavam em plena produção.

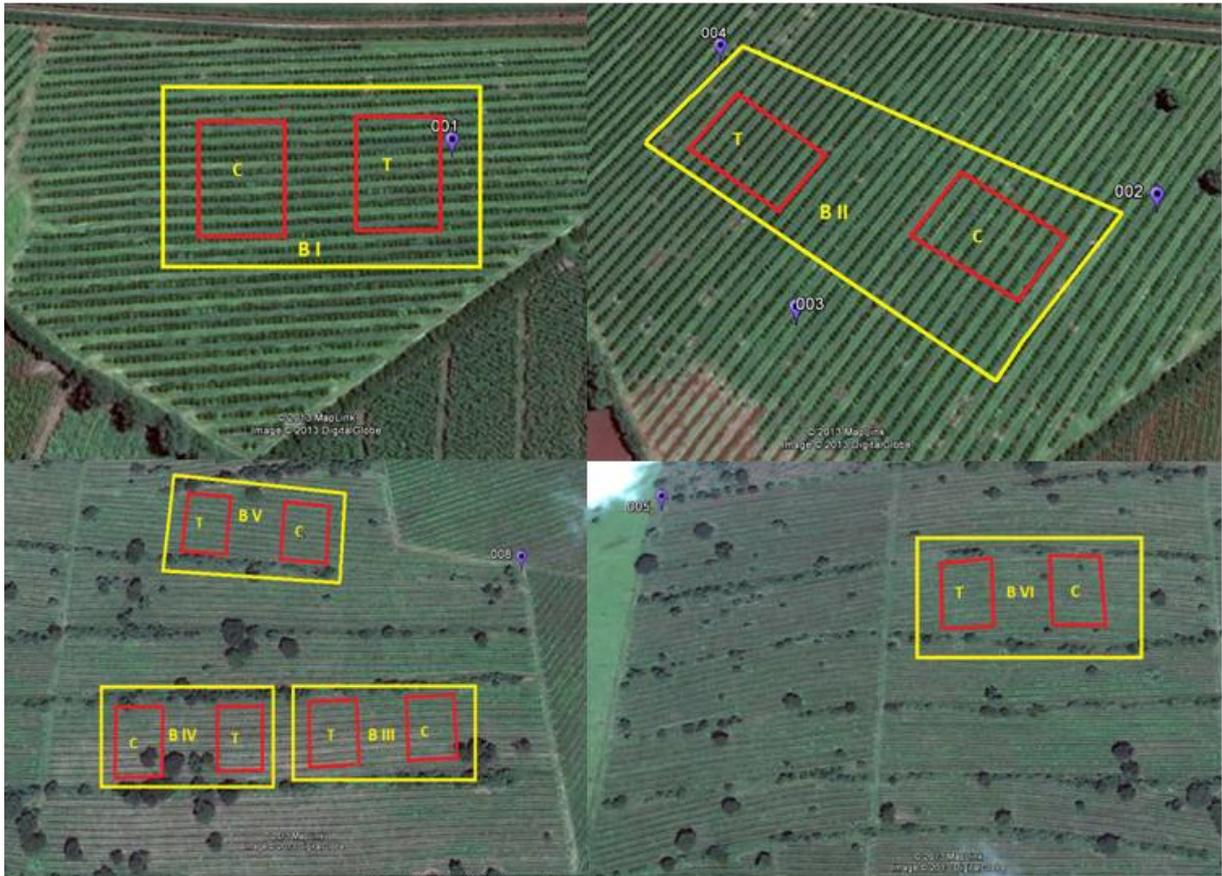


Figura 2. Talhões de citros utilizados para realização do experimento para o controle de *Phyllocnistis citrella* na safra de 2013/2014 localizados no município de Arandu, São Paulo.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com dois tratamentos e seis repetições (parcelas). Os tratamentos avaliados foram: i) septos de borracha com feromônio, que foram instalados em todas as plantas e ii) testemunha, em que não foi realizada nenhuma aplicação com produto químico específico para o controle de *P. citrella* (Tabela 1). Conforme orientação do fabricante do feromônio sintético, cada parcela foi constituída por 10 linhas com 20 plantas, totalizando 200 plantas por tratamento, sendo definida a 5ª linha (linha central) para a avaliação do experimento a fim de diminuir qualquer influência dos tratamentos instalados ao redor. Foram dispostas três armadilhas por parcela sempre na quinta linha, no terço superior da 5ª planta do lado oeste, na 10ª planta do lado leste e na 15ª planta lado oeste novamente. As

avaliações foram realizadas a cada 15 dias, durante o período de dezembro de 2013 e maio de 2014, onde foi contabilizado o número de mariposas capturadas nas armadilhas.

Tabela 1. Dada da aplicação, inseticida, dosagem e volume de calda utilizados na área experimental na safra 2013/2014.

Data	Inseticida	Dosagem L p.c.2000L ⁻¹ de água	Volume de calda (L ha ⁻¹)
19/12/2013	Beta-ciflutrina	0,150	800
29/01/2014	Beta-ciflutrina	0,150	800
10/02/2014	Dimetoato	1,000	800
31/03/2014	Bifentrina	0,400	800

3.3.2. Descrição da área experimental safra 2014/2015

O experimento foi conduzido em um pomar comercial de laranjeiras da variedade “Pera Rio” enxertada em limão “Cravo”, com plantio realizado em 2011 no espaçamento de 6,5 m entre linhas × 2,2 m entre plantas, na Fazenda Guacho (22°48’48.37”S; 49°20’15.53”O) localizada no município de Santa Cruz do Rio Pardo, São Paulo. A área foi dividida em três blocos, BI 13,44 ha, BII com 4,91 ha e BIII com 7,11 ha (Figura 3).



Figura 3. Talhões de citros divididos em três blocos (BI, BII e BIII) e três tratamentos (A, B e C) utilizados para realização do experimento para o controle de *Phyllocnistis citrella* na safra 2014/2015 na Fazenda Guacho, localizada no município de Santa Cruz do Rio Pardo, São Paulo.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três tratamentos e três repetições, sendo cada armadilha colocada no interior de cada bloco considerada uma repetição. Os tratamentos avaliados foram: i) septos de borracha com feromônio, instalados em todas as plantas; ii) controle químico, padrão do produtor (Tabela 2) e iii) controle químico (Tabela 2) + septos com feromônio, que foram instalados em todas as plantas e realizado o controle

químico padrão do produtor. O bloco I foi constituído por 32 linhas, totalizando 3000 plantas; o bloco II foi constituído por 20 linhas, totalizando 1230 plantas e o bloco III foi constituído por 20 linhas, totalizando 1250 plantas. Para a instalação das armadilhas utilizou-se a linha central de cada tratamento, colocando-se uma armadilha a cada 5 plantas, sempre uma de cada lado da copa da planta por toda a linha central. Também foram instaladas armadilhas três linhas abaixo e três linhas acima da linha central a cada 15 plantas, seguindo o mesmo procedimento de instalação descrito acima. As avaliações foram realizadas a cada 15 dias, durante o período de dezembro de 2014 e abril de 2015, onde foram contabilizados o número de mariposas capturados nas armadilhas.

Tabela 2. Dada da aplicação, inseticida, dosagem e volume de calda utilizados na área experimental na safra 2014/2015.

Data	Pesticida	Dosagem L p.c.2000L ⁻¹ de água	Volume de calda (L ha ⁻¹)
06/11/2014	Óleo mineral	5,000	700
06/11/2014	Abamectina	0,200	700
06/11/2014	Diflubenzuron	0,500	700
06/11/2014	Beta-ciflutrina	0,300	700
15/12/2014	Óleo mineral	5,000	700
15/12/2014	Bifentrina	0,400	700
15/12/2014	Abamectina	0,200	700
15/12/2014	Diflubenzuron	0,500	700
21/01/2015	Óleo mineral	5,000	700
21/01/2015	Bifentrina	0,400	700
21/01/2015	Abamectina	0,200	700
02/03/2015	Diflubenzuron	0,500	700
02/03/2015	Beta-ciflutrina	0,300	700
02/03/2015	Óleo mineral	5,000	700
02/03/2015	Abamectina	0,200	700
02/03/2015	Diflubenzuron	0,500	700
02/03/2015	Beta-ciflutrina	0,300	700
29/04/2015	Bifentrina	0,400	700
08/06/2015	Óleo mineral	5,000	700
08/06/2015	Bifentrina	0,400	700

3.4. Avaliação da porcentagem de injúrias causadas pela lagarta de *Phyllocnistis citrella* em plantas cítricas

A presença de injúrias causadas por *P. citrella* foi avaliada em folhas das brotações das plantas cítricas. Na safra 2013/2014 foram realizadas duas amostragens, uma no mês de janeiro e a outra no mês de fevereiro. Para o experimento realizado na safra 2014/2015 foram efetuadas três avaliações, realizadas com base no fluxo vegetativo das plantas (emissão de brotações). Durante essas avaliações não foi considerada a presença do inseto, mas a presença de folhas injuriadas pelo inseto nos ramos.

Para determinar a porcentagem de infestação por *P. citrella* nos tratamentos, foram avaliadas sempre de 5 em 5 plantas localizadas nas linhas três, cinco e oito de cada parcela. Em cada planta foram observados quatro ramos (um em cada quadrante da planta), observando apenas a última brotação madura.

3.5. Análise estatística

Os dados de captura de machos nas armadilhas foram inicialmente submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade dos resíduos e de Levene para a homogeneidade das variâncias. Como os dados não atenderam os pressupostos do modelo normal, os dados de captura de mariposas nas armadilhas e de porcentagem de injúrias nas folhas na safra 2013/2014 foram transformados em $\text{Log}(x) + 1$, submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de t ($p < 0,05$). No entanto, os dados de capturas de machos nas armadilhas e de porcentagem de injúrias nas folhas na safra 2014/2015 foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$, submetidos a ANOVA pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Todas as análises foram feitas utilizando o software AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos (Barbosa & Maldonado Junior, 2014).

4. RESULTADOS

4.1. Avaliação do número de machos de *Phyllocnistis citrella* capturados nas armadilhas com feromônio sexual na safra 2013/2014

De modo geral, o número de machos de *P. citrella* capturados nas armadilhas nas áreas tratadas com feromônio sexual foi menor do que no tratamento com inseticida (Tabela 3). Para a primeira e da terceira a décima avaliação observa-se que nas áreas tratadas com feromônio sexual, houve menor número de mariposas capturadas nas armadilhas diferindo da testemunha. No entanto, na segunda avaliação, foi observado que o número de machos capturados nas armadilhas nas áreas tratadas com feromônio sexual foi similar a testemunha (Tabela 3).

Tabela 3. Número médio (\pm erro padrão) de mariposas de *Phyllocnistis citrella* capturados nas armadilhas contendo feromônio sexual sintético na safra 2013/2014 no município de Arandu, São Paulo.

Tratamentos	Avaliação ¹				
	1	2	3	4	5
Feromônio sexual	5,4 \pm 2,95 b	2,6 \pm 1,39 a	1,7 \pm 0,45 b	1,8 \pm 0,72 b	1,5 \pm 0,58 b
Testemunha	8,5 \pm 3,72 a	5,3 \pm 0,74 a	4,7 \pm 0,45 a	7,4 \pm 1,83 a	5,2 \pm 0,9 a
$F_{2,10}$	5,72	18,07	14,45	14,48	21,03
Valor de p	0,0221	0,0005	0,0011	0,0011	0,0003

Tratamentos	Avaliação ¹				
	6	7	8	9	10
Feromônio sexual	1,1 \pm 0,43b	1,6 \pm 0,45 b	5,3 \pm 3,40 b	1,3 \pm 1,38 b	15,6 \pm 2,64 b
Testemunha	2,7 \pm 1,08 a	2,3 \pm 0,37 a	6,6 \pm 6,72 a	5,0 \pm 3,1 a	34,1 \pm 1,5 a
$F_{2,10}$	8,45	4,90	26,25	20,20	24,61
Valor de p	0,0071	0,0328	0,0001	0,0003	0,0001

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste t ($p < 0,05$).

4.2. Porcentagem de injúrias causadas por *Phyllocnistis citrella* na safra 2013/2014

Observou-se que para o tratamento onde se utilizou o feromônio sexual no controle de *P. citrella*, não houve diferença na porcentagem de injúrias causadas pelo inseto nas folhas em relação à testemunha. O aumento das injúrias ocorreu após dois meses de avaliação, onde na primeira avaliação ($F_{2,10} = 0,03$; $p = 0,8592$) a porcentagem de folhas com injúrias para o

tratamento com feromônio e testemunha foi de 16,1 e 15,7% e para a segunda avaliação ($F_{2,10} = 0,01$; $p = 0,9495$) de 24,9 e 25,0%, respectivamente (Figura 4).

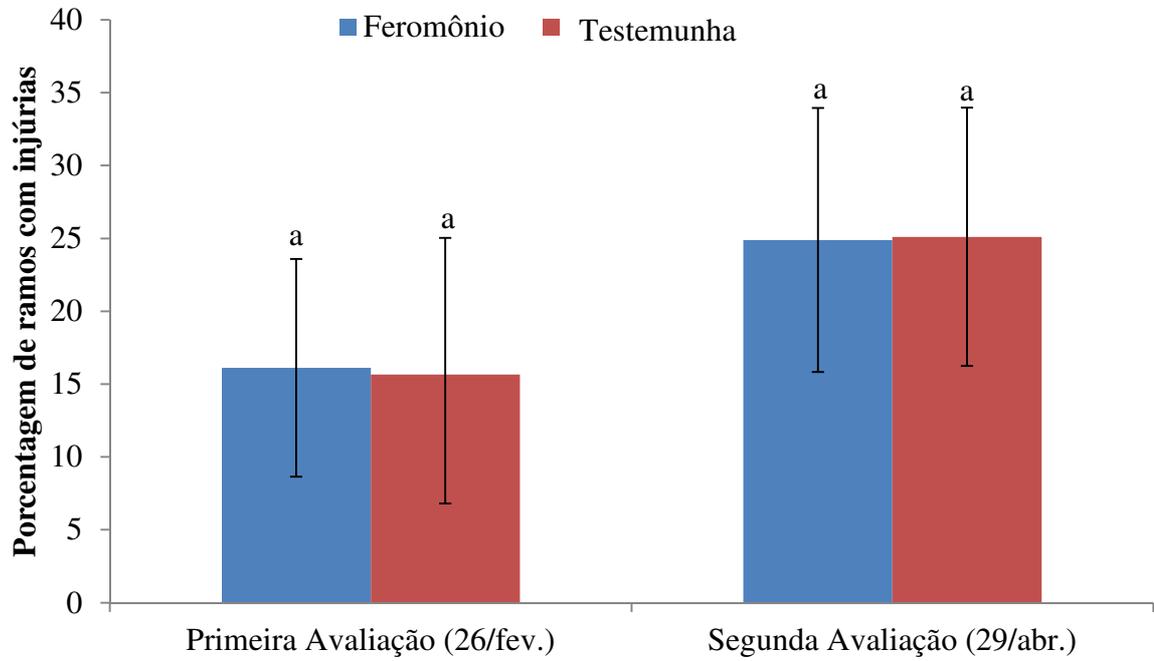


Figura 4. Porcentagem de folhas com injúrias de *Phyllocnistis citrella* em áreas tratadas com feromônio sexual e testemunha na safra 2013/2014.

4.3. Avaliação do número de machos de *Phyllocnistis citrella* capturados nas armadilhas com feromônio sexual na safra 2014/2015

Considerando o número de insetos capturados nas armadilhas, observou-se que, na maioria das avaliações realizadas, o número de mariposas capturadas nas armadilhas nas áreas tratadas com feromônio sexual foi menor do que nas áreas manejadas com controle químico (Tabela 4).

Na primeira, segunda, terceira, quinta e sexta avaliação, o maior número de insetos capturados foi observado nas armadilhas instaladas nas áreas manejadas com controle químico, deferindo daquelas tratadas com feromônio sexual e controle químico + feromônio sexual (Tabela 4).

No entanto, na quarta avaliação, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos. Na sétima avaliação, observou-se que nas áreas manejadas com controle químico houve maior número de machos capturados nas armadilhas quando comparado às áreas tratadas

com controle químico + feromônio sexual. Contudo, o tratamento com feromônio não diferiu dos demais tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Número médio (\pm erro padrão) de mariposas de *Phyllocnistis citrella* capturados em armadilhas com feromônio sexual em pomar comercial de citros na safra 2014/2015 no município de Santa Cruz do Rio Pardo, São Paulo.

Tratamentos	Avaliação ¹			
	1	2	3	4
Feromônio	6,89 \pm 2,21 b	9,31 \pm 3,47 b	8,16 \pm 1,11 b	10,63 \pm 1,40 a
Controle químico + feromônio	5,26 \pm 1,26 b	7,61 \pm 1,29 b	9,11 \pm 1,74 b	8,47 \pm 1,66 a
Controle químico	1006,50 \pm 73,22 a	1033,47 \pm 62,65 a	895,15 \pm 78,83 a	11,22 \pm 3,33 a
$F_{2, 209}$	498,82	358,88	199,34	0,67
Valor de p	0,0001	0,0001	0,0001	0,5139

Tratamentos	Avaliação ¹			
	5	6	7	8
Feromônio	0,89 \pm 0,17 b	0,77 \pm 0,13 b	1,26 \pm 0,73 ab	0,43 \pm 0,31 b
Controle químico + feromônio	0,76 \pm 0,16 b	0,76 \pm 0,09 b	1,86 \pm 0,09 b	0,46 \pm 0,15 b
Controle químico	15,47 \pm 3,33 a	11,29 \pm 1,02 a	7,47 \pm 0,29 a	2,29 \pm 0,39 a
$F_{2, 209}$	63,72	48,55	60,64	30,46
Valor de p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.4. Porcentagem de injúrias causadas por *Phyllocnistis citrella* na safra 2014/2015

Não houve diferença significativa na porcentagem de injúrias causada pelo inseto nas folhas nas áreas tratadas com feromônio sexual, controle químico + feromônio sexual e controle químico para o primeiro e terceiro fluxo vegetativo das plantas. No entanto, foi observado na avaliação realizada no segundo fluxo vegetativo nas áreas tratadas com feromônio sexual que houve redução na porcentagem de folhas injuriadas (Figura 8) ($F_{2, 1067} = 0,03$; $P = 0,0137$). Não obstante, o uso do controle químico + feromônio sexual não reduziu significativamente o percentual de injúrias nas folhas cítricas causada pela lagarta-minadora-dos-citros e foi similar ao tratamento utilizando apenas o controle químico ou feromônio sexual (Figura 5).

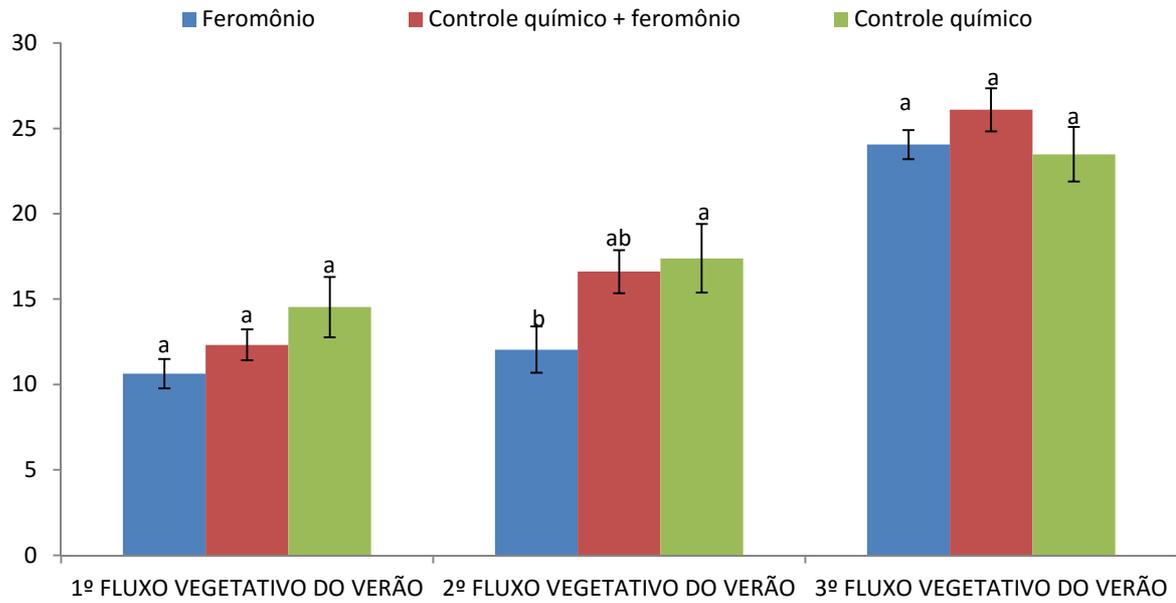


Figura 5. Porcentagem de folhas com injúrias de *Phyllocnistis citrella* em áreas de citros tratadas com feromônio sexual, controle químico+feromônio e controle químico na safra 2014/2015. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

5. DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no presente trabalho demonstram que o uso de feromônio sexual de *P. citrella* causou um efeito no comportamento desses insetos a campo, provocando alterações no número de machos coletados nas armadilhas distribuídas em cada tratamento, sendo que a testemunha e o controle químico apresentaram em quase todas as avaliações o maior número de machos capturados. A utilização de feromônio sexual é de extrema importância para os programas de monitoramento e controle (técnica de confundimento de insetos) nos sistemas de produção citrícola. No entanto, alguns ajustes ainda são necessários para que o uso do feromônio sexual para *P. citrella* através do confundimento concorra para o controle da praga em condições de campo. As implicações sobre os resultados obtidos nesse estudo e algumas sugestões para potenciais melhorias são discutidas a seguir.

Em ambos os experimentos, o do número de mariposas de *P. citrella* capturados nas armadilhas, nas áreas tratadas com feromônio sexual foram, em geral, as que tiveram o menor número de machos capturados nas armadilhas. Isso ocorreu provavelmente porque os insetos foram confundidos com as plumas de odores liberados pelos septos de borracha com feromônio sexual distribuídos nas áreas não permitindo que estes conseguissem localizar a armadilha. Segundo Parra-Pedrazzoli & Bento (2008), o confundimento dos insetos consiste em impregnar o ambiente com feromônios sintéticos, reduzindo a probabilidade de encontros e agregação dos sexos e, conseqüentemente, de acasalamentos. Assim, quando o inseto é exposto a grandes quantidades de feromônio, ocorre uma adaptação do sistema nervoso central, fazendo com que o inseto não responda mais a esse estímulo (Campion, 1984), impossibilitando que ele consiga seguir a pluma de feromônio natural, ocasionando o confundimento (Vilela & Della Lucia, 2001). Em ensaios preliminares de laboratório, utilizando-se olfatômetro em Y, Parra-Pedrazzoli et al. (2006) observaram que os machos responderam à mistura sintética, pois foram atraídos para o braço do olfatômetro onde se encontrava o feromônio, exibindo o mesmo comportamento de corte observado quando eles se aproximam das fêmeas virgens, comprovando a eficiência do produto sintético.

O potencial do uso do feromônio sexual de *P. citrella* já foi demonstrado em outras pesquisas, onde uma só armadilha chegou a capturar mais de 1100 machos em 24 horas após sua instalação no campo (Parra-Pedrazzoli & Bento, 2008). Na Flórida (EUA), Lapointe et al. (2006) averiguaram alta eficiência do feromônio sexual de *P. citrella* na atração deste inseto. Lapointe & Leal (2007) afirmam que o uso do feromônio sexual de *P. citrella* pode ser uma alternativa de controle altamente eficaz, pois tem a capacidade de interromper o acasalamento dos insetos dessa espécie no campo.

Nas avaliações realizadas na safra 2014/2015, obteve-se um elevado número de insetos capturados nas armadilhas, cerca de 1800 machos de *P. citrella*. Além da relação com fatores abióticos, essa captura também pode estar relacionada com o hábito gregário desse inseto. Dantas (2002) registrou um padrão de distribuição agregado das larvas *P. citrella* em pomares de laranja 'Pera-Rio' no estado de São Paulo. Esta agregação pode ser explicada por um comportamento intrínseco dos indivíduos e/ou uma resposta à distribuição de alimentos e recursos de habitat. Algumas zonas podem concentrar recursos adequados, como alimentação e abrigo, sendo a causa predominante da agregação da maioria dos organismos (Ricklefs & Miller, 2000). Segundo Knapp et al. (1995), a distribuição da lagarta-minadora-dos-citros entre plantas parece estar relacionada diretamente a disponibilidade de brotações nas plantas.

Em geral, esse estudo demonstrou que o uso do feromônio é um método de controle efetivo no confundimento dos machos, proporcionando respostas distintas dos insetos nos tratamentos adotados. Os resultados encontrados evidenciam a importância de se realizar frequentemente a aplicação de feromônio nas áreas que se deseja realizar o controle de *P. citrella*, a fim de manter a população dessa praga a níveis baixos, fazendo com que este método de controle se torne eficaz em campo.

O estudo utilizou orientações do fabricante do feromônio para verificar sua efetividade também no Brasil, o resultado do estudo foi verificar a ação no confundimento e esta obteve êxito. Aproveitando o estudo, verificou-se a incidência de injúrias causadas pela lagarta-minadora-dos-citros e em ambas as safras (2013/201 e 201/2015) não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos, possivelmente devido à migração de insetos de áreas circunvizinhas. Táticas de manejo de pragas, tais como confusão sexual, exigem áreas relativamente grandes para serem efetivas. Ali Mafi et al. (2005) realizaram testes com feromônio sexual de *P. citrella* em campo onde cada parcela era formada por uma área de aproximadamente 0,1 hectares. Essas parcelas pequenas tinham como intuito impedir a migração de fêmeas das parcelas tratadas com feromônio para pomares adjacentes não tratados. Entretanto, esta estratégia não foi eficiente, pois os autores coletaram machos em armadilhas instaladas a uma distância de 200 a 300 metros do experimento, comprovando que estes insetos apresentam alta mobilidade.

Outro ponto que precisa ser verificado para utilizar a técnica como controle é aplicar o feromônio antes do início da infestação. A confusão sexual pode falhar quando a densidade populacional do inseto é muito alta por causa de encontros acidentais de machos e fêmeas, embora a sua comunicação esteja interrompida (Ali Mafi et al., 2005). Uma outra hipótese para

explicar a presença de danos nas folhas nos tratamentos utilizando feromônio sexual, está relacionada à elevada população de *P. citrella* capturada no início do experimento.

A elevada população desse inseto tem relação direta a fatores climáticos. Segundo Binglin & Mingdu (1996), na China, as variáveis meteorológicas são fatores chave para a variação populacional de *P. citrella*. Uma infestação variável de *P. citrella* é observada nos diferentes fluxos de brotação em função de fatores climáticos (temperaturas máximas e mínimas e pluviosidade), segundo RAO et al. (2002). De acordo com Tirado (1995), na Espanha, em diferentes variedades de citros, o primeiro fluxo de brotação (primavera) pode representar mais de 60% da nova área foliar anual e é, segundo o autor, pouco atacado por *P. citrella*. Estes resultados corroboram com os de Generalitat Valenciana (1996) e Urbaneja et al. (2000) que não registraram ataque da lagarta-minadora-dos-citros no primeiro fluxo de brotação da cultura (primavera). O presente trabalho teve suas primeiras avaliações realizadas no verão, o que demonstra que os ataques às brotações já estava ocorrendo nas áreas. Essa observação permite concluir que fatores abióticos, como a temperatura, podem alterar tanto a diversidade como o número de indivíduos de um ano para o outro, corroborando com os dados obtidos pelos autores citados anteriormente.

Avaliando a resposta de adultos de *D. citri* a padrões sintéticos de voláteis de citros, Signoretti (2015) observou que a atração dos insetos pelas armadilhas em condição de semicampo sofreu uma influência do ambiente sobre a captura de psilídeos por armadilhas com atraentes. Além disso, mesmo sendo liberado gradativamente a partir de um septo de borracha, podem ocorrer variações na dissipação do odor, onde uma rápida volatilização do material impregnado no septo é promovida por condições de umidade, temperatura e outros fatores climáticos (Pavani, 2015).

Ademais, possíveis adequações no tamanho da área avaliada devem ser levadas em consideração, já que a migração de insetos de áreas circunvizinhas ocorre constantemente, além do monitoramento das condições ambientais para que a partir de resultados de ensaios futuros o controle comportamental de *P. citrella* alcance melhores resultados a campo. Todas as informações coletadas ajudam a enfatizar que a aplicação de feromônio com o intuito de controlar uma praga não depende de um único fator, mas de um conjunto de fatores governados por mecanismos que as tornam mais favoráveis ou não aos herbívoros.

6. CONCLUSÕES

- O feromônio sintético sexual de *P. citrella* na técnica de confundimento de machos é efetivo e capaz de reduzir a localização de parceiros sexuais e, conseqüentemente, acasalamento nas áreas onde é aplicado.
- O feromônio sexual de *P. citrella* na técnica de confundimento de machos, nas condições do presente trabalho, não é suficiente para impedir a ocorrência de injúrias nas folhas das plantas cítricas.
- Áreas maiores e aplicações mais precoces desse feromônio sintético sexual devem ser testadas para verificar sua efetividade em reduzir as injúrias causadas por *P. citrella*.

REFERÊNCIAS

- Alba, C.G. 1996. **El minador de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton. Introducción y comportamiento en España descripción, daños y caracterización ecológica: estrategia de lucha.** Malaga: Consejería de Agricultura y Pesca. 18 p.
- Ali Mafi, S., Vang, L. Van, Nakata, Y., Ohbayashi, N., Yamamoto, M., Ando, T. 2005. Identification of the sex pheromone of the Citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton, Lepidoptera: Gracillariidae) with a trial of control by the communication disruption method. **Journal of Pesticide Science** 30(4):361-367.
- Attygalle, A.B., Jham, G.N., Svatos, A., Frighetto, R.T.S., Meinwald, J., Vilela, E.F., Ferrara, F.A., Uchoa-Fernandes, M.A. 1995. Microscale, random reduction: application to the characterization of (3E, 8Z, 11Z)-3,8,11-tetradecatrienyl acetate, a new lepidopteran sex pheromone. **Tetrahedron Letters** 36(31):5471-5474.
- Auerbach, M.J., Connor, E.F., Mopper, S. 1995. Minor miners and major miners: population dynamics of leaf-mining insects. In: Cappuccino, N., Price, P.W. **Population dynamics: new approaches and synthesis.** London: Academic Press. p. 83-105.
- Barbosa, J.C., Gimenes-Fernandes, N., Massari, C.A., Ayres, A.J. 2001. Incidência e distribuição de cancro cítrico em pomares comerciais do Estado de São Paulo e Sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica** 27:30-35.
- Barbosa, J.C., Maldonado Junior, W. 2014. **AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos.** Jaboticabal: UNESP.
- Batra, R.C., Sandhu, S.C., Sharma, S.C., Singh, R. 1988. Biology of the citrus leafminer on some rootstocks and its relationships with abiotic factors. **The Punjab Horticultural Journal** 28:30-35.
- Binglin, T., Mingdu, H. 1996. Managing the citrus leafminer in China. In: Hoy, M.A. (Ed.). **Proceedings of International Conference of Citrus Leafminer.** 1996. Gainesville, University of Florida. p. 49-51.
- Belasque Junior, J., Parra-Pedrazzoli, A.L., Neto, J.R., Yamamoto, P.T., Chagas, M.C.M., Parra, J.R.P., Vinyard, B.T., Hartung, J.S. 2005. Adult citrus leafminers (*Phyllocnistis citrella*) are not efficient vectors for *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. **Plant Disease** 89(6):590-594.
- Bento, J.M.S., Parra, J.R.P., Vilela, E.F., Walder, J.M., Leal, W.S. 2001. Sexual behaviour and diel activity of citrus fruit borer *Ecdytolopha aurantiana*. **Journal of Chemical Ecology** 27(10):2053-2065.
- Boteon, M., Neves, E. M. 2005. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: Mattos Junior, D., Negri, J. D., Pio, R. M., Pompeu Junior, J. **Citros.** Campinas. p. 19-36.
- Boteon, M., Pagliuca, L.G. 2010. Análise da sustentabilidade econômica da citricultura paulista. **Citrus Research & Technology** 31(2):101-106.

Campion, D.G. 1984. Survey of pheromone uses in pest control. In: Hummel, H.E., Miller, T.A. **Techniques in pheromone research**. New York: Springer. p. 405-449.

Chagas, M.C.M., Parra, J.R.P. 2000. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): técnica de criação e biologia em diferentes temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29(2):227-235.

Chagas, M.C.M., Parra, J.R.P., Namekata, T., Hartung, J.S., Yamamoto, P.T. 2001. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationships with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in Brazil. **Neotropical Entomology** 30(1):55-59.

Chiradia, L.A., Milanez, J.M. 1997. Citrus leafminer, a new pest in citriculture in Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense** 10(3):20-21.

Cônsoli, F.L., Zucchi, R.A., Lopes, J.R. S. 1996. **A lagarta minadora dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera:Gracillariidae:Phyllocnistinae)**. Piracicaba: FEALQ. 39 p.

Cook, A. A.1988. Association of citrus canker pustules with leafminer tunnels in North Yemen. **Plant Disease** 72(6):544-546.

Costa, V.A., De Sá, L.A.N., Lasalle, J., De Nardo, E.A.B., Arellano, F., Fuini, L.C. 1999. Indigenous parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Jaguariúna, São Paulo State, Brasil: preliminary results. **Journal of Applied Entomology** 123(4):237-240.

Dantas, I.M. 2002. Distribuição espacial e plano amostragem seqüencial para a lagarta do minador-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae), em laranjeira 'Pêra-Rio'*Citrus sinensis* (L.) Osbeck. **Tese de Doutorado**. Jaboticabal, SP: Universidade de Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

Davies, F.S., Albrigo, L.G. 1994. **Crop production science in horticulture 2: citrus**. Wallingford: CAB International. 254 p.

De Oliveira, R.P., Filho, W.D.S.S., Machado, M.A., Ferreira, E.A., Scivittaro, W.B., Da Silva Gesteira, A. 2014. Melhoramento genético de plantas cítricas. **Informe Agropecuário** 35(281):22-29.

Didonet, J., Aguiar, R.W.S., Panato, A.P. 1998. Ocorrência e infestação de larva minadora dos citros *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) no estado do Tocantins. Resumos **Congresso Brasileiro de Entomologia**. Rio de Janeiro, SEB. p. 217.

Du, T.Y., J.J. Xiong, Z.H. Wang & F.L. Kong. 1989. (Z,Z)-7,11-Hexadecadienal: Sex attractant of *Phyllocnistis wampella* Liu et Zeng. **Insect Knowledge** 26:147-149.

Feichtenberger, E., Raga, A.1996. First Record of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Brazil. Resumos. **Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Curitiba, PR. p. 445.

FNP Consultoria & Comércio. 2014. Citros. In:_____. **Agrianual 2014**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 237-269.

FNP Consultoria & Comércio. 2016. Citros. In:_____. **Agrianual 2016**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 241-296.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. **Oranges; tangerines, mandarins, clementines and satsumas; lemons and limes, rapefruit and pumelos**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 17 maio 2015.

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramin, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C. 2002. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920 p.

Garijo, C., Garcia, E.J. 1994. *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistidae) on citrus crops of Andalusia (South Spain): biology, ecology and pest control. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas** 20(4):815-826.

Generalitat Valenciana. 1996. **El minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* St.)**. Valencia: Conselleria de Agricultura Y Medio Ambiente. 8 p.

Gullan, P.J., Cranston, P.S. 2008. Sistemas sensoriais e comportamento. In: Gullan, P.J., Cranston, P.S. **Os Insetos**: um resumo de entomologia. São Paulo: Roca. p. 76-98.

Gravena, S. 1994. “Minadora das folhas dos citros”, a mais nova ameaça da citricultura brasileira. **Laranja** 15:397-404.

Gravena, S. 1998. Manejo ecológico de pragas dos citros: aspectos práticos. **Laranja** 19(1):49-60.

Gravena, S. 2002. **Manual prático de inspeção de pragas dos citros**. Jaboticabal: Funep. 54 p.

Gravena, S. 2005. **Manual prático de manejo ecológico de pragas dos citros**. Jaboticabal: Gravena. 372 p.

Heppner, J.B. 1993. Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Florida (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae). **Tropical Lepidoptera** 4(1):49-64.

Heppner, J.B. 1995. Citrus leafminer, (Lepidoptera: Gracillariidae) on fruit in Florida. **Florida Entomologist** 78(1):182-186.

Hoddle, M.S., Van Driesche, R.G. 2009. Biological control of insects pests. In: Schowalter, T. D. **Insect Ecology**. 2 ed. San Diego: American Press. p. 91-101.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. **Banco de Dados Agregados**. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 set. 2015.

- Knapp, J.L., Peña, J., Stansly, P.A., Heppner, J., Yang, Y. 1994. **The citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, a new pest of citrus in Florida**. Orlando: Cooperative Extension Service. 4 p.
- Knapp, J. L., Albrigo, L.G., Browning, H.W., Bullock, R.C., Heppner, J.B., Hall, D.G., Hoy, M.A., Nguyen, R., Peña, J.E., Stansly, P.A. 1995. **Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton: current status in Flórida**. Florida: Cooperative Extensive Service-Institute of Food and Agricultural Science. 35 p.
- Lapointe, S.L., Hall, D.G, Murata, Y., Parra-Pedrazzoli, A.L., bento, J.M.S., Vilela, E, Leal, W.S. 2006. Field evaluation of a synthetic female sex pheromone for the leafmining moth *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Florida citrus. **Florida Entomology** 89: 274-276.
- Lapointe, S.L., Leal, W.S. 2007. Describing seasonal phenology of the leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) with pheromone lures: controlling for lure degradation. **Florida Entomologist** 90(4):710-714.
- Leal, W.S., Bento, J.M.S., Murata, Y., Ono, M., Parra, J.R.P., Vilela, E.F. 2001. Identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone of the citrus fruit borer *Ecdytolopha aurantiana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Chemical Ecology** 27(10):2041-2051.
- Leal, W.S., Parra-Pedrazzoli, A.L., Cosse, A.A., Murata, Y., Bento, J.M.S., Vilela, E.F. 2006. Identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone from the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*. **Journal of Chemical Ecology** 32(1):155-168.
- Lourenção, A.L., Muller, G.W. 1994. Minador das folhas dos Citros: praga exótica potencialmente importante para a citricultura brasileira. **Laranja** 15:405-412.
- Mckenna, M.M., Hammad, E.M.A. F., Farran, M.T. 2013. Effect of *Melia azedarach* (Sapindales: Meliaceae) fruit extracts on citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **SpringerPlus** 2:1-6.
- Milano, P. 2002. Otimização da criação de *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, 1983 (Hymenoptera: Encyrtidae) em laboratório e sua adaptação no estado de São Paulo. 85 f. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo”.
- Morais, M.R. 2015. Efeito letal e subletais de inseticidas à *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya (Hymenoptera: Encyrtidae). 52 f. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo”.
- Morais, L.A.H., Souza, E. L.S., Becker, R.F.P., Braun, J. 1999. Controle químico do minador-das-folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha** 5(1):19-22.
- Nascimento, A.S., Vidal, C.A. 1998. Ocorrência de parasitóides e local de preferência para desenvolvimento da larva do minador das folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856, em Cruz das almas, BA. Resumos. **Congresso Brasileiro de Entomologia**. Rio de Janeiro, SEB. 1998. p. 324.

Nascimento, F.N., Santos, W.S., Cassino, P.C.R. 2000. Parasitismo em larvas de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) no Estado do Rio de Janeiro. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira** 29(2):377-379.

Oliveira, R.P., Schwarz, S.F, Souza, E.L.S., Borges, R.S., Scivittaro, W.B., Castro, L.A.S. 2011. Cultivares-copa. In: Oliveira, R.P. de, Scivittaro, W.B. (Ed.). **Cultivo de citros sem sementes**. Embrapa Clima Temperado. p. 65-108.

Omoto, C. 2000. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: Guedes, J.C., Costa, I.D., Castiglioni, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS. p. 31-50.

Paiva, P. E. B. 2011. Abamectina em citros: 30 anos de uso. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis 84:18-21.

Paiva, P.E.B., Yamamoto, P.T. 2015. Natural parasitism of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) over eight years in seven citrus regions of São Paulo, Brazil. **Florida Entomologist** 98(2):660-664.

Pandey, N.D., Pandey, Y.D. 1964. Bionomics of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera:Gracillariidae). **Indian Journal of Entomology** 26:417-426.

Parra, J. R., Botelho, P. S. M., Corrêa-Ferreira, S., Bento, J. M. S. 2002a. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole Ltda. 609 p.

Parra, A.L.G.C., Vilela, E.F., Bento, J.M.S. 2002b. Horário de oviposição e ritmo diário de emergência de *Phyllocnistis citrella* Stainton, (Lepidoptera:Gracillariidae) em laboratório. **Neotropical Entomology** 31(3):365-368.

Parra-Pedrazzoli, A.L., Cossé, A., Murata, Y., Bento, J.M.S., Vilela, E.F., Leal, W.S. 2006. Towards the identification and síntesis of the sex pheromone of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). **Neotropical Entomology** 35(1): 12-18.

Parra-Pedrazzoli, A.L., Bento, M.S. 2008. Minador dos citros: bioecologia, comportamento, controle biológico e manejo. In: Yamamoto, P.T. **Manejo integrado de pragas dos citros**. Araraquara: Fundecitrus. p. 269- 290.

Pavani, A.T. 2015. Avaliação de diferentes modelos de armadilhas no monitoramento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomares cítricos visando à utilização de atraentes. 24 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura-Fundecitrus.

Pedigo, L. P. 2001. **Entomology and pest management**. 4. ed. Prentice Hall. 742 p.

Peña, J.E., Duncan, R., Browning, H. 1996. Seasonal abundance of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in south Florida citrus. **Environmental Entomology** 25(3):698-702.

Penteado-Dias, A.M., Santini, G., Paiva, P.E.B., Pinto, R.A. 1997. Parasitóides de *Phyllocnistis citrella* (Stainton) (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) no estado de São Paulo. **Laranja** 18(1):79-84.

Prates, H.S., Nakano O., Gravena S.A. 1996. A “**minadora das folhas de citros**” *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856. Campinas: CATI. 3 p. Comunicado Técnico 129.

Pruvost, O., Vernière, C., Hartung, J., Gottwald, T.R., Quetelard, H. 1997. Towards an improvement of citrus craker control in reunion island. **Fruits** 52(6):375-382.

Rao, R. K.; Pathak, K. A., Shylesha, S. A. 2002. Spatiotemporal changes in the infestation of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton in Meghalaya. **Entomon** 27(2):169-178.

Ricklefs, R.E., Miller, G. 2000. **Ecology**. 4. ed. New York: Freeman. 822 p.

Sá, L.A.N., Costa, V.A., Oliveira, W.P., Almeida, G.R. 2000. Parasitoids of *Phyllocnistis citrella* in Jaguariúna, state of São Paulo, Brazil, before and after the introduction of *Ageniaspis citricola*. **Scientia Agrícola** 57:799-801.

Sant'ana, J., Corseuil, E., Correa, A.G.E., Vilela, E.F. 2003. Avaliação da atração de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera, Gracillariidae) a (Z,Z) e (Z,E)-7,11-hexadecadienal, em pomares de citros do Brasil. **Biociências** 11(2):77-181.

Sentelhas, P.C. 2005. Agrometeorologia do Citros. In: Mattos Junior, D., De Negri, J. D., Pio, R. M. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico. p. 317-344.

Signoretto, A.G.C., 2015. Identificação de voláteis de plantas de citros com potencial para uso no manejo integrado de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). 76 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Simberloff, D., Stilling, P. 1996. Risks of species introduced for biological control. **Biological Conservation** 78:185-192.

Soost, R.K., Roose, M.L. 1996. Citrus. In: Ja-Nick, J., Moore, J.N. (Ed.). **Fruit breeding: tree and tropical fruits**. New York: J. Wiley. p. 257-323.

Souza, A.C. 2001. Frutas cítricas: singularidades do mercado. **Preços Agrícolas**. p. 8 -10.

Sponagel, K.W., Diaz, F.J. 1994. **El minador de las hojas de los citros *Phyllocnistis citrella*, un insecto plaga de importancia económica en ia citricultura de Honduras**. La Lima: FHA. 32 p.

Stelinski, L.L., Ogers, M.E. 2008. Factors affecting captures of male citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton, in pheromone-baited traps. **Journal of Applied Entomology** 132:143-150.

Swingle, W.T. 1967. The botany of citrus and its wild relatives. In: Reuther, W., Batche -Lor, L. D., Webber, H. J. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press. p. 190-430.

Tegoni, M., Campanacci, V., Cambillau, C. 2004. Structural aspects of sexual attraction and chemical communication in insects. **Trends in Biochemical Sciences** 29:257-264.

Teixeira, D.C, Danet, J.L., Eveillard S., Martins E.C., Jesus Junior W.C., Yamamoto, P.T., Lopes, A.S., Bassanezi, R.B., Ayres, A.J., Saillard, C., Bové, J.M. 2005. Citrus hanglongbing in São Paulo State, Brazil: PCR detection of the '*Candidatus*' Liberibacter species associated with the disease. **Molecular and Cellular Probes** 19:173-179.

Tirado, L.G. 1995. Daños causados por los ataques de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), y su repercusión sobre la producción de árboles adultos de cítricos. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas** 23:73-91.

Unelius, C.R., Eiras, A., Witzgall, P., Bengtsson, M., Kovaleski, A., Vilela, E.F., Borg-Karlson, A.K. 1996. Identification and synthesis of the sex pheromones of *Phtheochroa cranaodes* (Lepidoptera: Tortricidae). **Tetrahedron Letters** 37(10):1505-1508.

Urbaneja, A., Llácer, E., Tomás, Ó., Garrido, A., Jacas, J. 2000. Indigenous natural enemies associated with *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Spain. **Biological Control** 18:199-207.

Villanueva-Jiménez, J.A., Hoy, M.A. 1998. Constraints on developing an integrated pest management program for citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in Florida nurseries. **Horticulture Technology** 8:332-345.

Vilela, E.F. 1988. Aplicação da biotecnologia no controle de pragas. **Biotecnologia** 19:4.

Vilela, E.F., Della Lucia, T.M.C. 2001. **Feromônios de Insetos**: biologia, química e aplicação. 2. ed. Ribeirão Preto: Holos. 206 p.

Zarbin, Paulo H. G.; Rodrigues, Mauro A. C. M.; Lima, Eraldo R. 2009. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Quím. Nova** 32(3):722-731.