

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM
SEQÜENCIAL PARA A LAGARTA DO
MINADOR-DOS-CITROS *Phyllocnistis citrella* STANTON,
1856 (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE), EM
LARANJEIRA ‘PÊRA-RIO’ *Citrus sinensis* (L.) OSBECK**

IRON MACÊDO DANTAS
Engenheiro Agrônomo

Jaboticabal – São Paulo - Brasil
2002

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM
SEQÜENCIAL PARA A LAGARTA DO
MINADOR-DOS-CITROS *Phyllocnistis citrella* STANTON,
1856 (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE), EM
LARANJEIRA ‘PÊRA-RIO’ *Citrus sinensis* (L.) OSBECK**

Iron Macêdo Dantas

**Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa
Departamento de Ciências Exatas**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA, Área de Concentração em Produção Vegetal.

Jaboticabal – SP
2002

Dantas, Iron Macêdo
D192d Distribuição Espacial e plano de amostragem seqüencial para a lagarta do minador-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracilariidae) em laranjeira 'Pêra-Rio' *Citrus sinensis* (L.) Osbeck / Iron Macêdo Dantas. – – Jaboticabal, 2002
vii, 63 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2002
Orientador: José Carlos Barbosa
Banca examinadora: Pedro Takao Yamamoto, Décio Barbin, Antonio Carlos Busoli, Francisco Jorge Cividanes
Bibliografia

1. Inseto-praga. 2. Distribuições de probabilidade. 3. Citros. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.78:634.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

IRON MACÊDO DANTAS – Nascido em Picuí – Paraíba, em 08 de novembro de 1965, filho de Josias José Dantas e Anaíza Macêdo Dantas. Estudou no Grupo Vidal de Negreiros e na Escola Estadual de 1º e 2º Graus de Cuité, na cidade de Cuité, Paraíba, onde concluiu os níveis básico e fundamental. Bacharelou-se Engenheiro Agrônomo, em 1990, pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, e obteve o título de Mestre em Agronomia, área de concentração Fitossanidade, sub-área Entomologia, pela Universidade Federal de Lavras - UFLA em 1993.

Desde 1994, é professor Assistente da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, onde exerceu cargo de Chefia do Departamento de Ciências Naturais e foi membro da comissão de avaliação institucional. Iniciou o doutoramento, em 1999, em Agronomia – Produção Vegetal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista – UNESP, tendo concluído em outubro de 2002.

Aos meus pais, Josias e Anaíza,
e irmãos, Iris, Iraildo, Irani e Irandi,
que sempre me deram força
para vencer as batalhas da vida.

Ofereço

A minha esposa Linalva
e meus filhos, Hian e Luan,
pelo amor e pela compreensão
nos momentos felizes e de ausência

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela fonte de inspiração que norteia nossas vidas;

Ao Professor Dr. José Carlos Barbosa, pela valiosa orientação e amizade;

Ao Professor Dr. Antonio Carlos Busoli, pela amizade e orientações diretamente ligadas à entomologia;

Aos professores e funcionários da FCAV/UNESP, pelos ensinamentos, convivência e amizade durante o período do curso;

Ao laboratorista Jairo, pelo apoio prestado;

Aos produtores Mauricio, Marinho e Antonio Prezzoti, que gentilmente cederam seus pomares para a realização deste trabalho;

À Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, por ter concedido minha liberação para a realização deste curso;

À CAPES, pela concessão da bolsa;

Aos amigos, Francisco e Verônica, Gonzaga e Ana Paula, Eraldo e Amélia, Carla e Júnior, Jacinto e Núbia, Paulo e Maria, Ribeiro e Elaine, Miranda e Lia, Marcelo e Flávia, Carlos e Jacira, Alek e Enorbênia, Carlos e Liliane, Wilson e Luciana, Nivania, Edilma, Edna, Gilmara, Terezinha, Guerreiro, Amilcar, pela amizade e apoio;

Aos membros da banca, pelas valiosas sugestões;

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

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	01
Introdução	01
Aspectos biológicos do minador-dos-citros	02
Danos	04
Controle	05
Controle químico	05
Controle biológico	06
Controle cultural	07
Objetivos	07
Referências	08
CAPÍTULO 2 – DISTRIBUIÇÃO DE <i>Phyllocnistis citrella</i> STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILARIIDAE), NA PLANTA DE LARANJEIRA 'PÊRA-RIO'	11
Resumo	11
Palavras-Chave	11
Introdução	12
Material e Métodos	13
Experimento 1 – Distribuição de ovos de lagartas de <i>P.citrella</i> na planta	13
Experimento 2 – Distribuição de ovos e lagartas do minador no broto ..	14
Resultados e Discussão	15
Distribuição de ovos e lagartas de <i>P. citrella</i> na planta	15
Distribuição do minador no broto	17
Conclusões	23
Referências	24

CAPÍTULO 3 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA LAGARTA DO MINADOR-DOS-CITROS <i>Phyllocnistis citrella</i> STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILARIIDAE), EM LARANJEIRA ‘PÊRA-RIO’	25
Resumo	25
Palavras-Chave	25
Introdução	26
Material e Métodos	28
Índices de dispersão	29
Distribuições de probabilidade	32
Resultados e Discussão	33
Distribuição da lagarta de <i>P. citrella</i>	33
Ajustes às distribuições teóricas de frequência	41
Conclusões	44
Referências	44
CAPÍTULO 4 – PLANO DE AMOSTRAGEM SEQÜENCIAL PARA A LAGARTA DO MINADOR-DOS-CITROS <i>Phyllocnistis citrella</i> STANTON (1856) (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE), EM LARANJEIRA ‘PÊRA-RIO’	47
Resumo	47
Palavras-Chave	47
Introdução	48
Material e Métodos	50
Resultados e Discussão	52
Plano de amostragem seqüencial para pomar adulto	52
Plano de amostragem seqüencial para pomar jovem	57
Conclusão	61
Referências	61

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM
SEQÜENCIAL PARA A LAGARTA DO MINADOR-DOS-CITROS
Phyllocnistis citrella STAINTON, 1856 (LEPIDOPTERA:
GRACILLARIIDAE) EM LARANJEIRA ‘PÊRA-RIO’ *Citrus sinensis* (L.)
OSBECK**

Resumo - A distribuição do minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, foi estudada em pomares comerciais de laranjeira ‘Pêra-Rio’ (*Citrus sinensis*), com três e dez anos de idade, durante os anos de 2000 e 2001, nos municípios de Taiúva e Jaboticabal, São Paulo, Brasil. No estudo da distribuição na planta, constatou-se que os ovos e as lagartas de *P. citrella* encontram-se distribuídos por toda a planta, podendo ser realizadas amostragens tanto nas partes inferior e superior, quanto nos quatro quadrantes da planta. Esse inseto preferiu ovipositar na face inferior das folhas mais novas, localizadas no ápice dos brotos, medindo até três centímetros. Constatou-se que a concentração de lagartas no broto aumenta no sentido da extremidade para a base, como também das folhas menores para as maiores. Entre plantas constatou-se que na maioria das amostragens, os índices estudados (Razão variância/média, índice de Morisita, Índice de Green, k_{comun} da distribuição binomial negativa, b de Taylor e β da regressão de aglomeração média de Iwao) indicaram que a *P. citrella* apresenta distribuição agregada. Entre as três distribuições estudadas: binomial negativa, binomial positiva e Poisson, a distribuição binomial negativa foi o modelo que melhor ajustou-se à distribuição da lagarta do minador dos citros em pomares de laranjeira ‘Pêra-rio’. Foram desenvolvidos planos de amostragem seqüencial e construídas tabelas para levantamento em campo.

Palavas-Chave: Insecta, inseto-praga, teste seqüencial da razão de probabilidade, distribuições de probabilidade.

**SPATIAL DISTRIBUTION AND SEQUENTIAL SAMPLING PLANS FOR THE CITRUS
LEAFMINER *Phyllocnistis citrella* STANTON, 1856 (LEPIDOPTERA:
GRACILLARIIDAE) IN 'PÊRA-RIO' ORANGE *Citrus sinensis* L. OSBECK.**

ABSTRACT - The distribution of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Stainton), was studied at 'Pêra-Rio' orange (*Citrus sinensis*) commercial orchards, with three and ten years old, during the years of 2000 and 2001, at Taiúva and Jaboticabal county, São Paulo State, Brazil. In the study of distribution in the plant, as the eggs and larvae of *P. citrella* are distributed by the whole plant, samplings in the plant could be accomplished both in the inferior or superior part as in the four quadrants. This insect has preference for oviposition on the inferior face of newest leaves, located at the apex of sprout, measuring up to three centimeters. It was verified that the concentration of larvae in the sprout increases from the apex to the basis, as well as from the smallest to the largest leaves. Among plants, it was verified that in most of the samplings, the studied indexes (Reason variance/mean ratio, Morisita's index, Green's dispersion coefficient, k_{common} of the negative binomial distribution, b of Taylor's power law and β of the Iwao's patchiness regression) indicated aggregated spatial arrangement. Among the three studied indexes, binomial, negative binomial and Poisson, the negative binomial distribution, was the best model to fit the spatial distribution of the citrus leafminer in 'Pêra-Rio' orange orchards. Sequential sampling plans were developed and tables for field monitoring were built.

Keywords: Insecta, insect-pest, sequential test of the probability ratio, probability distributions.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

A citricultura brasileira em termos de produção de frutas, ocupa a posição de primeiro produtor mundial, seguido pelos Estados Unidos da América, China, México e Espanha. O Brasil é responsável por 25% da produção mundial de frutas frescas e 50% da produção mundial de suco de laranja concentrado e congelado (BORGES e ALMEIDA, 2000). Este setor contribui, para a economia brasileira, como um dos principais produtos de exportação.

No Estado de São Paulo, principal produtor brasileiro, os rendimentos com exportação de produtos cítricos estão em torno de 1,5 bilhão de dólares anuais, além de empregar cerca de 400 mil pessoas (SETOR, 2000). Este estado, que abriga mais de 80% da produção brasileira, é responsável por 95% da produção para exportação, ocupando uma área de aproximadamente 840 mil hectares, distribuídos em mais de 300 municípios (BORGES e ALMEIDA, 2000; SETOR, 2000).

As laranjeiras doces representam cerca de 80% dos plantios de cítricos do estado, abastecendo a indústria e o mercado de frutas frescas. Esse grupo é representado pelas variedades Pêra, Natal, Valência e Hamlin. Destas, a Pêra é a mais cultivada, estimada em 45% dos laranjais, com cerca de 92 milhões de plantas (FIGUEREDO e PIO, 1998).

O agroecossistema citrícola apresenta uma rica entomofauna, abrigando uma quantidade considerável de insetos fitófagos, predadores e parasitóides de diferentes ordens como: Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Thysanoptera e Neuroptera, como também os ácaros (NASCIMENTO et al., 1982; GALLO et al., 1988). Entre os fitófagos, poucos são considerados pragas, entre os

quais destacam-se os ácaros, as cochonilhas, as moscas das frutas, o bicho furão, os besouros de raízes (NASCIMENTO et al., 1982; GALLO et al., 1988), as cigarrinhas associadas à Clorose Variegada dos Citros (CVC) (FUNDECITRUS, 2002) e, mais recentemente, o minador-dos-citros (BUSOLI, 1996; PAIVA et al., 2000).

O minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), foi descrito em 1859, em Calcutá, Índia, sendo hoje uma praga importante de citros em muitas áreas produtoras de citros do mundo, encontrando-se, atualmente, distribuída em todos os continentes (KNAPP, 1995).

Em 1993, este inseto colonizou pomares cítricos da Flórida e, após um ano já se encontrava em todos os pomares de Cuba, Bahamas, Ilhas Cayman, Belize, Costa Rica, Porto Rico, República Dominicana e em outros países da América Central (KNAPP, 1995).

No Brasil, este inseto foi detectado, pela primeira vez, em março de 1996, em viveiros de citros do município de Iracemápolis-SP (BUSOLI, 1996; PAIVA et al., 2000). Logo após este registro, também foi mencionado em outras áreas de produção de citros, acreditando-se que já esteja ocorrendo em todos os estados brasileiros (PAIVA et al., 2000; CHAGAS et al., 2001).

Aspectos biológicos do minador-dos-citros

O ciclo biológico deste inseto é muito influenciado pelas condições ambientais. Segundo Knapp et al. (1994), Knapp (1995) e Chagas (1999), a duração total da geração de ovo até a emergência dos adultos podendo atingir 13 a 54 dias.

Os ovos de *P. citrella* são colocados, isoladamente, em ambas as superfícies das folhas de citros, com predominância na parte inferior (KNAPP et al., 1994; CHAGAS, 1999). Entretanto, em alta população de adultos, pode-se verificar vários ovos por folha (KNAPP et al., 1994) e, em ataques muito severos, pode-se encontrar ovos sobre os ramos e também sobre frutos jovens (HEPPNER, 1995). Os ovos são pequenos, medindo 0,15 a 0,2 mm, com coloração inicial quase transparente, ficando opacos em 2 dias. O período de incubação pode variar de 2 a 10 dias (KNAPP et al., 1994; KNAPP,

1995).

Chagas (1999) determinou a duração da fase de ovo em duas temperaturas, e observou o período de incubação de 1,38 dias a 30° C e 3,95 dias a 20°C.

De acordo com Knapp et al. (1994) e Knapp (1995) a fase larval é composta de 4 instares, podendo durar de 5 a 20 dias. Segundo Chagas (1999) alguns autores consideram o estágio no qual a lagarta não se alimenta como fase de pré-pupa.

As lagartas, ao eclodirem, penetram na folha e começam a alimentar-se imediatamente. Neste estágio, as lagartas são transparentes, e possuem a cabeça maior que o corpo. Do primeiro até o terceiro instar, as lagartas alimentam-se da seiva, produzindo pequenas galerias com aspecto de minas sob a epiderme das folhas, nas quais vão deixando um cordão de fezes características de cor marrom-amarelada. Estas minas apresentam desenhos característicos, e não cruzam com as minas já existentes. Ao final do terceiro instar, as lagartas são de coloração verde-translúcida, brilhante, chegando a medir 2 mm de comprimento. Neste estágio, a lagarta alcança a margem da folha onde se transforma em uma larva cilíndrica (quarto instar), e constrói uma câmara dobrando a borda da folha para pupar em seu interior (Knapp et al., 1994; Knapp, 1995; Chagas, 1999).

O período de pupa pode variar de 6 a 22 dias, com a pupa apresentando, inicialmente, uma coloração amarelada e, posteriormente, torna-se marrom, podendo-se observar os olhos compostos da futura mariposa (Knapp et al., 1994; Knapp, 1995). Apesar do local para a pupação ser a borda das folhas novas, podem-se encontrar pupas em ramos, gemas e até pedúnculos dos frutos (Knapp, 1995).

Os adultos vivem de 2 a 12 dias, são de coloração branco-prateada com manchas e pontuações marrons nas asas anteriores. O comprimento médio é de 2 mm e a envergadura de 4 mm. As asas cobrem totalmente o corpo com bordas possuindo franjas prateadas. Durante o dia ficam escondidos, em repouso, na folhagem inferior e mais densa das plantas cítricas, mas são ativos no final da tarde, e ovipositam no início da noite. A cópula ocorre 14 a 24 horas após a emergência e a oviposição inicia-se pouco tempo depois, com a fêmea produzindo em média 48 ovos (Knapp et al., 1994; Knapp, 1995).

Danos

Através da sua alimentação, as lagartas destroem grande área foliar, entretanto o limbo foliar (parênquima) não é danificado (KNAPP et al., 1994; KNAPP, 1995).

A maior injúria causada pelo minador ocorre em viveiros e pomares jovens, através de minas formadas nas superfícies adaxial e abaxial de folhas novas, as quais se enrolam, tornam-se cloróticas e, eventualmente, necróticas (KNAPP et al., 1994; KNAPP, 1995). Essas lesões, segundo Volpe et al. (1998), também facilitam a infiltração de água contendo patógenos, como fungos e bactérias. Além disso, segundo este mesmo autor, devido ao enrolamento das folhas é criado um ambiente favorável às cochonilhas.

Em ataque severo (mais que quatro minas por folha), pode ocorrer abscisão das folhas (PEÑA e SHAFFER, 1997). Desta maneira, a capacidade fotossintética da planta fica reduzida e, quando ocorre a morte do ponteiro, acontece a quebra da dominância apical, levando a planta à emissão de novas brotações (RODRIGUES et al., 1998).

Além disso, segundo Rodrigues et al., (1998) e Chagas et al. (2001), as lesões provocadas por *P. citrella* favorecem a entrada de microorganismos oportunistas e, também, da bactéria causadora do cancro cítrico, *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. Este patógeno infecta folhas novas de plantas cítricas, penetrando através da abertura dos estômatos, ferimentos foliares provocados pelo homem e nos tecidos previamente danificados por esse inseto (CHAGAS et al., 2001).

Neste sentido, Chagas et al. (2001) estudaram a relação do ataque de *P. citrella* com o aumento do cancro cítrico, demonstrando que existe uma associação direta entre o minador e o agente causal dessa doença, ocorrendo aumento de cancro cítrico nas áreas com presença desse inseto.

Controle

De acordo com recomendações do Fundecitrus, o controle de *P. citrella* deve ser realizado no início da primavera (FUNDECITRUS, 2002). Para tanto, devem-se fazer levantamentos periódicos, dividindo-se a área em talhões de 2000 plantas, onde deverão ser amostradas 20 plantas. As medidas de controle só deverão ser adotadas quando 10% dos ramos apresentarem presença de lagartas vivas em pomares novos ou 30% em pomares adultos (GRAVENA, 1998).

Controle químico

O controle químico, segundo Knapp (1995), tem a eficiência prejudicada pelo comportamento de alimentação do minador, que fica protegido pela cutícula da folha, e pelo fato da pupa ficar protegida nas margens das folhas. Em adição a isto, como o ataque ocorre em brotos novos, devido à expansão destes, ocorre diluição do produto aplicado via foliar. Outro fator que deve ser levado em consideração refere-se ao fato do controle não se estender aos brotos emitidos após a aplicação do produto.

Macedo et al. (1996) testaram diferentes produtos para o controle de *P. citrella*, em pomar de tangerina 'Ponkan', e indicaram abamectin, imidacloprid, lufenuron e tebufenoside os mais eficientes no controle desta praga.

Rodrigues et al. (1997) também testaram diferentes produtos em uma borbulheira de laranja-doce, e determinaram que os inseticidas abamectin + óleo mineral, imidacloprid + óleo mineral e diflubenzuron, foram os mais efetivos no controle do minador.

O Fundecitrus recomenda que o controle químico deve ser feito por meio de pulverizações, tomando-se o cuidado de aplicar produtos seletivos aos inimigos naturais do minador. Entre os produtos recomendados estão abamectin, lufenuron, imidacloprid, pyridaphenthion, diflubenzuron, tebufenoside, acephate, chlorpyrifos, deltamethrina e óleos minerais (FUNDECITRUS, 2002).

Controle biológico

O controle biológico assume um papel importante no controle de *P. citrella*, principalmente pela baixa eficiência do controle químico (KNAPP, 1995). O controle biológico natural é realizado por agentes da fauna nativa (predadores e parasitóides) associados ao minador-dos-citros.

Knapp et al. (1994) comentam que, no sul da Florida, EUA, o minador é atacado por um complexo de parasitóides nativos, como *Pnigalio* spp., *Cirrospilus* sp., *Oncophanes* spp. e *Elasmus tischeriae* (Howard), além de diversos predadores, dentre eles Crisopídeos, aranhas, formigas e joaninhas.

No Brasil, os principais parasitóides de *P. citrella*, encontrados por Paiva et al. (1998), no Estado de São Paulo, foram *Galeopsomyia fausta* La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), *Cirrospilus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) e *Elasmus* sp. (Hymenoptera: Elasmidae), sendo *G. fausta* o parasitóide mais abundante, com 87,5% de frequência.

Paleari et al. (2001) também registraram a presença de *G. fausta* e de outro Eulophidae, *Horismenus* sp., entre março e maio de 1997, no município de Artur Nogueira, SP. Estes autores registraram mortalidade de lagartas de *P. citrella* em 76,11%, sendo 13,21% provocado por parasitismo e 62,89%, por agentes desconhecidos, entre os quais predadores e microrganismos.

Pavarini (2002) também constatou a presença de *G. fausta*, *Cirrospilus* sp. e *Elasmus* sp., associados à *P. citrella*, em pomares de laranjeiras 'Valencia' e 'Pêra-rio', nos municípios de Taquaritinga e Taiúva, SP, sendo a primeira espécie a mais abundante.

O controle biológico clássico em citros, para o controle de *P. citrella*, no Brasil, está sendo executado com a introdução do parasitóide *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, importado da Flórida, em julho de 1998, com as primeiras liberações sendo efetuadas, em pomares de 44 municípios do estado de São Paulo durante 1999 (PAIVA et al., 2000).

Nesse sentido, faz-se necessário o uso de técnicas e táticas de manejo adequadas, com intuito de preservar o máximo possível os agentes de controle biológico natural.

Controle cultural

Segundo Knapp et al. (1994), deve-se controlar o crescimento vegetativo excessivo em pomares novos, através do manejo em irrigações e/ou adubações no período de inverno e início da primavera para promover uma brotação uniforme, objetivando a redução da população pré-brotação. A remoção de folhas atacadas em mudas e viveiros apesar de pouco econômico, é usada na China para quebrar o ciclo da praga no inverno (KNAPP, 1995).

Para o controle racional de insetos pragas, o uso de programas de manejo integrado de pragas tem sido utilizado em todo o mundo. Estes programas utilizam várias táticas e estratégias de controle, visando ao controle racional da praga, com menor interferência possível no ambiente.

Segundo Barbosa (1985), uma das maiores dificuldades destes programas está na decisão sobre o momento em que se deve adotar o controle. Este mesmo autor comentou que para se tomar esta decisão é necessário o conhecimento de critérios de amostragens que estimem os parâmetros populacionais da praga alvo, da distribuição espacial da praga na cultura e dos danos causados à produção em função destes parâmetros e, de posse desse conhecimento, é possível estabelecer técnicas adequadas de amostragem para a tomada da decisão do controle da praga.

Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram determinar a distribuição espacial da lagarta do minador-dos-citros, e a construção de planos de amostragem sequencial, para *P. citrella* em pomares jovens e adultos de laranjeira, cujas metodologias e resultados estão apresentadas nos capítulos 2, 3 e 4.

Referências

- BARBOSA, J. C. **Distribuições de probabilidades como base para análises estatísticas, amostragem e estratégias de manejo de *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1794) na cultura da cana-de-açúcar.** 1985. 131 f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.
- BORGES, R. de S.; ALMEIDA, F. J. de. Cambios en la producción de plantones cítricos en Brasil. **Todo citrus**, v. 3, n. 8, p. 5-12, 2000.
- BUSOLI, A. C. **Larva minadora dos citros *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera, Gracillariidae): Uma nova praga dos citros no Brasil.** Jaboticabal: CEMIP, 1996. não paginado. (Boletim informativo).
- CHAGAS, M. C. M. das. ***Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae): Bioecologia e relação com o cancro cítrico.** 1999. 67 f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração em Entomologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- CHAGAS, M. C. M. das; PARRA, J. R. P.; NAMEKATA, T.; HARTUNG, J. S.; YAMAMOTO, P. T. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationship with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 55-59, 2001.
- FIGUEREDO, J. O. de; PIO, R. M. Ênfase no melhoramento de variedades copa. **Revista dos 70 anos – Centro de citricultura Sylvio Moreira/IAC 1928-1998**, p. 20-22, 1998.
- FUNDECITRUS, **Larva minadora dos citros.** Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br>>. Acesso em: 07 jul. 2002.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Manual de entomologia agrícola.** 2. ed. São Paulo: Ceres, 1988. p. 456-457.
- GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas dos citros – aspectos práticos. **Laranja**, v. 19, n. 1, p. 61-77, 1998.
- HEPPNER, J. B. Citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on fruit in Florida. **Florida Entomologist**, v. 78, n. 1, p. 183-186, 1995.

KNAPP, J. L. (Coord.). “**Citrus leafminer**”, ***Phyllocnistis citrella** Stainton*: Current status in Florida – 1995. Gainesville: University of Florida, 1995. 35p. (Bulletin of University of Florida, FCES, IFAS).

KNAPP, J.; PEÑA, J.; STANSLY, P.; HEPPNER, J.; YANG, Y. **The citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, a new pest of citrus in Florida**. Gainesville: University of Florida, 1994. 4p. (Bulletin of University of Florida, FCES, IFAS).

LOURENÇÃO, A. L.; MÜLLER, G. W. “Minador das folhas dos citros”: praga exótica potencialmente importante para a citricultura brasileira. **Laranja**, v. 15, n. 2, p. 397-404, 1994.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M.; RUBIM, C. A. Eficácia de inseticida no controle da lagarta minadora dos citros. **Laranja**, v. 17, n. 1, p. 31-39, 1996.

RODRIGUES, J. C. V.; PRATES, H. S.; MATTOS JUNIOR, D.; MÜLLER, G. W.; CARVALHO, S. A. Controle químico da lagarta minadora dos citros em borbuleira de laranja-doce. **Laranja**, v. 18, n. 1, p. 85-98, 1997.

NASCIMENTO, A. S.; MORAIS, G. J.; CABRITA, J. R. M.; SILVA, L. M. S.; PORTO, O. M.; CASSINO, P. C. R.; GRAVENA, S.; PINTO, W. B. S. **Manual de manejo integrado das pragas do pomar cítrico**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. 48p.

PAIVA, P. E. B.; BENVENGA, S. R.; GRAVENA, S. Observações sobre a lagarta minadora dos citros e seus parasitóides no estado de São Paulo. **Laranja**, v. 19, n. 2, p. 269-284, 1998.

PAIVA, P. E. B.; GRAVENA, S.; AMORIM, L. C. de S. Introdução do parasitóide *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya para o controle biológico da minadora da folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton no Brasil. **Laranja**, v. 21, n. 2, p. 217-288, 2000.

PALEARI, L. M.; FERRAZ, J. M. G.; FAGUNDES, G. G.; HABIB, M. E. M. Novo método de amostragem para monitoramento de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856, e de seus inimigos naturais. **Laranja**, v. 22, n. 2, p. 333-349, 2001.

PAVARINI, R. F. **Flutuação populacional da larva minadora *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) e parasitóides em pomares cítricos**. 2002. 62f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

PEÑA, J. E.; SHAFFER, B. Intraplant distribution and sampling of the citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on lime. **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 2, p. 458-464, 1997.

RODRIGUES, J. C. V.; PRATES, H. S.; MATTOS JUNIOR, D.; MÜLLER, G. W.; CARVALHO, S. A. Controle químico da lagarta minadora dos citros em borbulheira de laranja-doce. **Laranja**, v. 18, n. 1, p. 79-84, 1997.

RODRIGUES, J. C. V.; ROSSETTI, V.; MACHADO, M. A.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; NOGUEIRA, N. L. Lagarta minadora dos citros: um fator do aumento de pragas e cancro cítrico. **Laranja**, v. 19, n. 1, p. 49-60, 1998.

SETOR potencial. Estudo encomendado pelo Fundecitrus aponta o mercado interno como solução pra incrementar a citricultura. **Revista do Fundecitrus**, v. 14, n. 98, p. 7-9, 2000.

VOLPE, A.; CASTRO, P. R. de C. e; GLORIA, B. A. da. Alterações anatômicas causadas pela lagarta minadora nas folhas de tangerina 'Ponkan'. **Laranja**, v. 19, n.1, p. 27-38, 1998.

CAPÍTULO 2 – DISTRIBUIÇÃO DE *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILARIIDAE), NA PLANTA DE LARANJEIRA ‘PÊRA RIO’

Resumo - A distribuição de ovos e lagartas do minador-dos-citros *Phyllocnistis citrella* (Stainton) foi estudada em plantas de um pomar comercial de laranjeira (*Citrus sinensis*), com três anos de idade, no município de Taiúva, Estado de São Paulo, Brasil. Utilizaram-se como unidade amostral, brotos medindo aproximadamente 10 cm de comprimento. Nesses brotos foram realizadas contagens do número de ovos e lagartas vivas. A distribuição de ovos e lagartas do minador foi estudada nos seguintes estratos: a) dentro da planta, em duas alturas, e nos quatro quadrantes; b) no broto, por posição e pelo tamanho da folha e c) na folha, nas faces inferior e superior. Observou-se que os ovos e as lagartas de *P. citrella* encontram-se distribuídos por toda a planta, podendo ser realizadas amostragens tanto na parte inferior e superior, quanto nos quatro quadrantes da copa da planta. Quanto aos brotos, o minador preferiu ovipositar na face inferior das folhas mais novas, medindo até 3 centímetros e localizadas no ápice dos brotos. Observou-se que a concentração de lagartas no broto aumentou no sentido da extremidade para a base, e das folhas menores para as maiores.

Palavras-Chave - Insecta, inseto-praga, minador-dos-citros, *Citrus sinensis*.

Introdução

A citricultura brasileira vem sofrendo aumento nos custos de produção, principalmente por problemas fitossanitários. Como exemplo de pragas, podemos citar os ácaros, as cigarrinhas e as cochonilhas e, entre as doenças, o cancro cítrico e a clorose variegada dos citros (NASCIMENTO et al., 1982; GRAVENA, 1998).

Mais recentemente no ano de 1996, foi detectada no interior paulista a lagarta do minador-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, que atualmente encontra-se estabelecido em várias áreas de produção de citros do país (PAIVA et al., 2000).

O dano provocado por este inseto ocorre devido à alimentação da lagarta no mesoderma das folhas jovens e brotações, formando minas, que ocasionam diminuição da área fotossintética e, conseqüentemente, reduzindo a produção. Esse inseto é mais prejudicial em viveiros e plantas jovens (CHAGAS et al., 2001). Além dos danos diretos, esses autores também demonstraram a existência de relação entre o ataque deste inseto e o aumento da incidência do cancro cítrico.

Assim, o manejo de *P. citrella*, dentro dos conceitos do manejo integrado de pragas, é absolutamente necessário (GRAVENA, 1998). Em estudos visando ao monitoramento de insetos, bem como a implementação de práticas de manejo, é necessário o conhecimento do comportamento do inseto, assim como o local preferido para oviposição e alimentação, reduzindo o tempo nas amostragens e, conseqüentemente, os custos.

Peña e Shaffer (1997) estudaram a distribuição da minadora em plantas de lima, *Citrus aurantifolia* Swingle, e determinaram que as folhas das extremidades dos brotos foram os locais onde se encontrava maior número de lagartas pequenas. Esses autores recomendam que as amostragens sejam direcionadas para as folhas das extremidades das brotações.

A distribuição de ovos e lagartas do minador em folhas de Limão Cravo *Citrus limonia* Osb., mantidos em telado, foi estudada por Chagas (1999). Este autor verificou que 80% dos ovos foram depositados na superfície abaxial das folhas, concentrando-se junto à nervura principal e nos terços mediano e apical das folhas. Também verificou

que houve preferência para oviposição em folhas com tamanho variável de 1,1 a 1,5 cm, sendo que cerca de 70% do total de ovos foram encontrados em folhas com comprimento entre 0,6 e 2,0 centímetros.

Paleari et al. (2001) investigaram a presença da minadora nos diferentes quadrantes da copa de laranjeira 'Natal' *Citrus sinensis* (L.), no município de Arthur Nogueira, SP, e verificaram que ocorreu maior número de lagartas nos ponteiros localizados no quadrante norte.

O objetivo deste trabalho foi estudar a distribuição de ovos e lagartas do minador-dos-citros em relação a altura e quadrantes da copa de laranjeira 'Pêra Rio', assim como em brotos e folhas.

Material e Métodos

Para o estudo da distribuição de ovos e lagartas, na planta e no broto, foram realizados dois experimentos, conforme descritos a seguir:

Experimento 1 - Distribuição de ovos e lagartas de *P citrella* na planta

O experimento foi conduzido em janeiro de 2001, em dois pomares comerciais de laranjeira 'Pêra-Rio' *Citrus sinensis* (L.). O primeiro com plantas de 3 anos de idade, localizado no município de Taiúva, e o segundo com plantas de 10 anos, no município de Jaboticabal, SP, Brasil.

Foram utilizadas 10 plantas escolhidas ao acaso dentro de um talhão de 2000 plantas. Cada árvore foi dividida em dois estratos: a) estrato inferior, representado pela parte mais baixa da planta (altura inferior a 1,5 metro) e b) estrato superior, representado pela parte mais alta da planta (altura superior a 1,5 metros). Ambos os estratos, foram divididos em quatro quadrantes, sendo os quadrantes leste e oeste situados entre as plantas e os quadrantes norte e sul, entre linhas. De cada uma destas posições foi coletado um broto, com tamanho aproximado de 10 centímetros.

Estes brotos foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e conduzidos ao laboratório de Entomologia do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, onde se realizou a contagem do número de ovos e de lagartas vivas do minador por broto, utilizando um microscópio estereoscópio com aumento de 20 vezes.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, considerando-se cada planta como um bloco, em um esquema fatorial 2X4, com duas alturas e quatro quadrantes. Para a análise de variância, os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e as médias foram comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Experimento 2. – Distribuição de ovos e lagartas do minador no broto

O experimento foi conduzido no pomar de laranjeira 'Pêra-Rio' com plantas jovens de 3 anos de idade localizado no município de Taiúva, SP. Este ensaio foi conduzido em duas etapas, a primeira quando a população de *P. citrella* estava baixa, em 10 de dezembro de 2000, (média e 0,11 lagartas por broto), e a segunda quando a população estava alta, em 03 de fevereiro de 2001 (média de 27,56 lagartas/broto).

Em ambos os ensaios utilizou-se uma área de 5082 m², com 264 plantas, distribuídas em 12 linhas, contendo 22 plantas/linha. Em cada linha foram coletados 10 brotos com aproximadamente 10 cm (1 broto/planta) em plantas alternadas. Estes brotos foram conduzidos ao laboratório de Entomologia do Departamento de Fitossanidade da Unesp, onde foram realizadas as observações, com auxílio de um microscópio estereoscópio de 20 vezes de aumento.

Em cada ensaio foi avaliado a presença de ovos e lagartas do minador-dos-citros na folhas, de acordo com as seguintes posições: a) face da folha, abaxial ou inferior e adaxial ou superior e b) posição da folha no broto, sendo a primeira, a folha que se localiza no ápice, e a última, a 12ª folha localizada na base do broto. Também foram registradas as medidas de cada folha, utilizando-se um papel milimetrado sob lupa, no momento da leitura dos ovos e lagartas. Nesta avaliação, as folhas foram agrupadas

em cinco classes de tamanho: a) folhas medindo até 1 cm; b) folhas medindo de 1,1 a 2 cm; c) folhas medindo de 2,1 a 3 centímetros; d) folhas medindo de 3,1 a 4 cm; e) folhas com mais de 4 cm. Sendo um total de 1365 folhas amostradas em 10 de dezembro e 1724 em 03 de fevereiro.

Os dados foram analisados através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Distribuição de ovos e lagartas de *P. citrella* na planta

Nas plantas com 3 anos de idade, os ovos e as lagartas de *P. citrella* encontraram-se distribuídas de modo similar por toda a copa da planta, não havendo diferença significativa entre os brotos coletados nas duas alturas nem em qualquer um dos quatro quadrantes (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Número médio e erro padrão da média, de ovos de *P. citrella* em laranjeira 'Pêra-Rio' com 3 anos de idade, em duas alturas e nos quatro quadrantes da planta. Taiúva, SP., 2001.

Posição	Alturas		Quadrantes
	Inferior $\bar{m} \pm s(\bar{m})$	Superior $\bar{m} \pm s(\bar{m})$	
Leste	$0,60 \pm 0,31 (0,97)$	$0,90 \pm 0,43 (1,08)$	$0,75 \pm 0,23 (1,03)$ a
Oeste	$0,50 \pm 0,31 (0,93)$	$1,10 \pm 0,50 (1,15)$	$0,80 \pm 0,30 (1,04)$ a
Norte	$1,10 \pm 0,43 (1,16)$	$1,30 \pm 0,40 (1,27)$	$1,20 \pm 0,38 (1,21)$ a
Sul	$0,40 \pm 0,22 (0,90)$	$0,40 \pm 0,22 (0,90)$	$0,40 \pm 0,12 (0,90)$ a
Médias das alturas	$0,65 \pm 0,16(0,99)$ A	$0,93 \pm 0,20 (1,1)$ A	
dms	Na coluna (quadrantes)= 1,18; Na linha (alturas)= 0,34		
Teste F	Quadrante= 2,04 ^{ns} ; Altura=1,37 ^{ns} ; Interação quadrante x altura= 0,25 ^{ns}		

Média seguida das mesmas letras nas linhas (letras maiúsculas) e colunas (letras minúsculas), não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$); médias entre parênteses foram transformadas em $\sqrt{x+0,5}$, para análise de variância e teste de comparação de médias; $\bar{m}$: média; $s(\bar{m})$: erro padrão da média; ns: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$).

Tabela 2. Número médio e erro padrão da média, de lagartas de *P. citrella* em laranjeira 'Pêra rio' com 3 anos de idade, em duas alturas e nos quatro quadrantes da planta. Taiúva, SP. 2001.

Posição	Alturas		Quadrantes
	Inferior $\bar{m} \pm s(\bar{m})$	Superior $\bar{m} \pm s(\bar{m})$	
Leste	8,10 $\pm$ 1,82 (2,71)	7,30 $\pm$ 2,11 (2,59)	7,70 $\pm$ 1,52 (2,65) a
Oeste	9,10 $\pm$ 2,99 (2,78)	7,70 $\pm$ 1,28 (2,76)	8,40 $\pm$ 1,42 (2,77) a
Norte	5,80 $\pm$ 1,47 (2,29)	7,10 $\pm$ 1,29 (2,63)	6,45 $\pm$ 1,15 (2,46) a
Sul	4,50 $\pm$ 1,69 (1,98)	7,10 $\pm$ 2,31 (2,46)	5,80 $\pm$ 1,54 (2,22) a
Médias das alturas	6,88 $\pm$ 1,04 (2,44) A	7,30 $\pm$ 0,87 (2,61) A	
dms	Na coluna (quadrantes)= 0,96; Na linha (alturas)= 0,51		
Teste F	Quadrante=0,87 ^{ns} ; Altura=0,45 ^{ns} ; Interação quadrante x altura=0,30 ^{ns}		

Média seguida das mesmas letras nas linhas (letras maiúsculas) e colunas (letras minúsculas), não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$); médias entre parênteses foram transformadas em $\sqrt{x+0,5}$, para análise de variância e teste de comparação de médias; $\bar{m}$: média; $s(\bar{m})$: erro padrão da média; ns: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$).

No pomar com plantas de 10 anos de idade, também se verificou similar distribuição do inseto, não diferindo em nenhum dos quadrantes, nem nas duas alturas tanto para ovos, quanto para lagartas de *P. citrella* (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Número médio e erro padrão da média, de ovos de *P. citrella* em laranjeira 'Pêra-Rio' com 10 anos de idade, em duas alturas e nos quatro quadrantes da planta. Jaboticabal, SP. 2001.

Posição	Alturas		Quadrantes
	inferior $\bar{m} \pm s(\bar{m})$	Superior $\bar{m} \pm s(\bar{m})$	
Leste	0,30 $\pm$ 0,21 (0,85)	0,20 $\pm$ 0,13 (0,81)	0,25 $\pm$ 0,17(0,82) a
Oeste	0,30 $\pm$ 0,21 (0,85)	0,30 $\pm$ 0,15 (0,86)	0,30 $\pm$ 0,11 (0,85) a
Norte	0,30 $\pm$ 0,21 (0,85)	0,60 $\pm$ 0,22 (1,00)	0,45 $\pm$ 0,16 (0,92) a
Sul	0,30 $\pm$ 0,15 (0,86)	0,30 $\pm$ 0,21 (0,85)	0,30 $\pm$ 0,11(0,85) a
Médias das alturas	0,30 $\pm$ 0,10 (0,85) A	0,35 $\pm$ 0,09 (0,88) A	
dms	Na coluna (quadrantes)= 0,24; Na linha (alturas)= 0,13		
Teste F	Quadrante= 0,40 ^{ns} ; Altura=0,21 ^{ns} ; Interação quadrante x altura= 0,44 ^{ns}		

Média seguida das mesmas letras nas linhas (letras maiúsculas) e colunas (letras minúsculas), não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$); médias entre parênteses foram transformadas em $\sqrt{x+0,5}$, para análise de variância e teste de comparação de médias; $\bar{m}$: média; $s(\bar{m})$: erro padrão da média; ns: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$).

Tabela 4. Número médio e erro padrão da média, de lagartas de *P. citrella* em laranjeira 'Pêra-Rio' com 10 anos de idade, em duas alturas e nos quatro quadrantes da planta. Jaboticabal, SP. 2001.

Posição	Alturas		Quadrantes
	Inferior $\bar{m} \pm s(\bar{m})$	Superior $\bar{m} \pm s(\bar{m})$	
Leste	0,50 $\pm$ 0,22 (0,95)	1,30 $\pm$ 0,40 (1,26)	0,90 $\pm$ 0,27(1,11) a
Oeste	1,00 $\pm$ 0,33 (1,15)	0,80 $\pm$ 0,25 (1,09)	0,90 $\pm$ 0,28 (1,12) a
Norte	1,40 $\pm$ 0,62 (1,23)	1,10 $\pm$ 0,28 (1,22)	1,25 $\pm$ 0,32 (1,23) a
Sul	1,20 $\pm$ 0,29 (1,25)	0,30 $\pm$ 0,21 (0,84)	0,75 $\pm$ 0,17(1,05) a
Médias das alturas	1,03 $\pm$ 0,20 (1,15) A	0,88 $\pm$ 0,15 (1,11) A	
dms	Na coluna (quadrantes) 0,34; Na linha (alturas)= 0,18		
Teste F	Quadrante= 0,66 ^{ns} ; Altura=2,23 ^{ns} ; Interação quadrante x altura= 2,67 ^{ns}		

Média seguida das mesmas letras nas linhas (letras maiúsculas) e colunas (letras minúsculas), não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$); médias entre parênteses foram transformadas em $\sqrt{x+0,5}$, para análise de variância e teste de comparação de médias; $\bar{m}$: média; $s(\bar{m})$: erro padrão da média; ns: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$).

Paleari et al. (2001) trabalhando com laranjeira 'Natal' com sete anos de idade, determinaram que apenas no quadrante norte das plantas encontrava-se maior número de brotos atacados. Porém tanto neste trabalho quanto no desenvolvido por Paleari et al. (2001) ocorreu uma quantidade considerável de brotos não atacados.

Com base nestes resultados, para fins práticos de amostragem, podem-se coletar brotos em qualquer um dos quadrantes e em qualquer altura da copa da planta, tanto em plantas jovens quanto em plantas adultas.

Distribuição do minador no broto

Quanto à disposição de ovos no broto sob condição de baixa infestação não houve diferença significativa entre as folhas de acordo com o teste de Tukey ($p>0,05$) (Tabela 5). Entretanto, pode-se observar, nesta mesma tabela, que só foram encontrados ovos até a folha número 7. Quando *P. citrella* ocorreu em alta infestação, verificou-se uma preferência para oviposição nas folhas mais novas, localizadas no ápice dos brotos até a folha número 6 (Tabela 5).

Esse comportamento também foi verificado por Chagas (1999) em plantas de limão Cravo mantidas em tubetes e em condições de telado, constatando maior número de ovos nos terços mediano e apical dos brotos, e preferência do minador em ovipositar na face inferior das folhas.

Tabela 5. Distribuição de ovos *P. citrella* em folhas, de brotos de laranjeira 'Pêra-Rio', Taiúva, São Paulo, 2000/2001.

Posição das folhas no broto	Baixa infestação (10/12/2000)			Alta infestação (03/02/2001)		
	$\bar{m}$	$s(\bar{m})$	n	$\bar{m}$	$s(\bar{m})$	n
1 (ápice)	0,040 a	0,035	200	0,500 a	0,052	200
2	0,005 a	0,005	200	0,470 ab	0,052	200
3	0,020 a	0,012	200	0,400 abcd	0,059	200
4	0,020 a	0,010	199	0,425 abc	0,057	200
5	0,016 a	0,009	190	0,323 abcde	0,062	198
6	0,006 a	0,006	169	0,296 abcde	0,052	186
7	0,009 a	0,009	107	0,244 bcde	0,049	172
8	0,000 a	0,000	63	0,164 de	0,052	134
9	0,000 a	0,000	29	0,106 e	0,030	104
10				0,106 de	0,044	66
11				0,119 bcde	0,061	42
12 (base)				0,217 a cde	0,140	23
dms	0,019			0,441		
Teste F	1,08 ^{ns}			8,15 *		

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$). $\bar{m}$ = média; $s(\bar{m})$ = erro padrão da média; ns= não significativo ($p>0,05$); * significativo ($p<0,05$).

A disposição de lagartas ocorre de forma inversa, a de ovos encontrando-se maior quantidade de lagartas nas folhas localizadas mais próximas à base do broto. Isto pode ser verificado tanto em baixa, quanto em alta infestação (Tabela 6). Esta inversão pode ser explicada pelo comportamento do inseto que, por ser uma minadora, sua lagarta permanece na mesma folha onde se encontrava o ovo. Concomitante a isso, a medida que as novas folhas do broto vão sendo emitidas aquelas folhas tornam-se distantes do ápice. Peña e Shaffer (1997) encontraram maior quantidade de lagartas nas folhas das extremidades das brotações, entretanto esses autores verificaram apenas a presença de lagartas pequenas em plantas de lima.

Tabela 6. Distribuição de lagartas de *P. citrella* por folhas, em brotos de laranjeira 'Pêra-Rio', Taiúva, São Paulo, 2000/2001.

Folhas	Baixa infestação			Alta infestação		
	$\bar{m}$	$s(\bar{m})$	n	$\bar{m}$	$s(\bar{m})$	n
1	0,000 b	0,000	200	0,905 e	0,085	200
2	0,005 b	0,005	200	1,470 e	0,092	200
3	0,000 b	0,000	200	2,310 d	0,122	200
4	0,000 b	0,000	199	2,645 d	0,135	200
5	0,005 b	0,050	190	3,596 c	0,192	198
6	0,036 ab	0,014	169	3,597 c	0,173	186
7	0,065 a	0,027	107	3,913 bc	0,236	172
8	0,000 b	0,000	63	4,455 b	0,259	134
9	0,069 ab	0,048	29	4,154 bc	0,306	104
10				4,712 b	0,449	66
11				4,857 b	0,567	42
12				7,087 a	1,142	23
dms	0,013			4,150		
Teste F	4,11 *			58,98 *		

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$). $\bar{m}$: média; $s(\bar{m})$: erro padrão da média; ns: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$).

Através da análise de regressão (Figura 1), confirma-se a tendência de oviposição deste inseto nas folhas mais novas, principalmente quando a infestação está alta, assumindo uma tendência decrescente do ápice para a base. Em baixa infestação apesar da reta mostrar a mesma tendência, o coeficiente de determinação é bastante baixo.

Quando se analisou o número médio de lagartas, confirmou-se a tendência inversa ao número médio de ovos, observando-se uma tendência crescente da curva no sentido do ápice para a base do broto. Da mesma forma, esta tendência pode ser explicada pela regressão linear, quando o número de lagartas encontra-se em alta infestação. Entretanto, em baixa infestação, a regressão linear não pode ser usada para explicar essa tendência porque apresenta um baixo coeficiente de determinação (Figura 1).

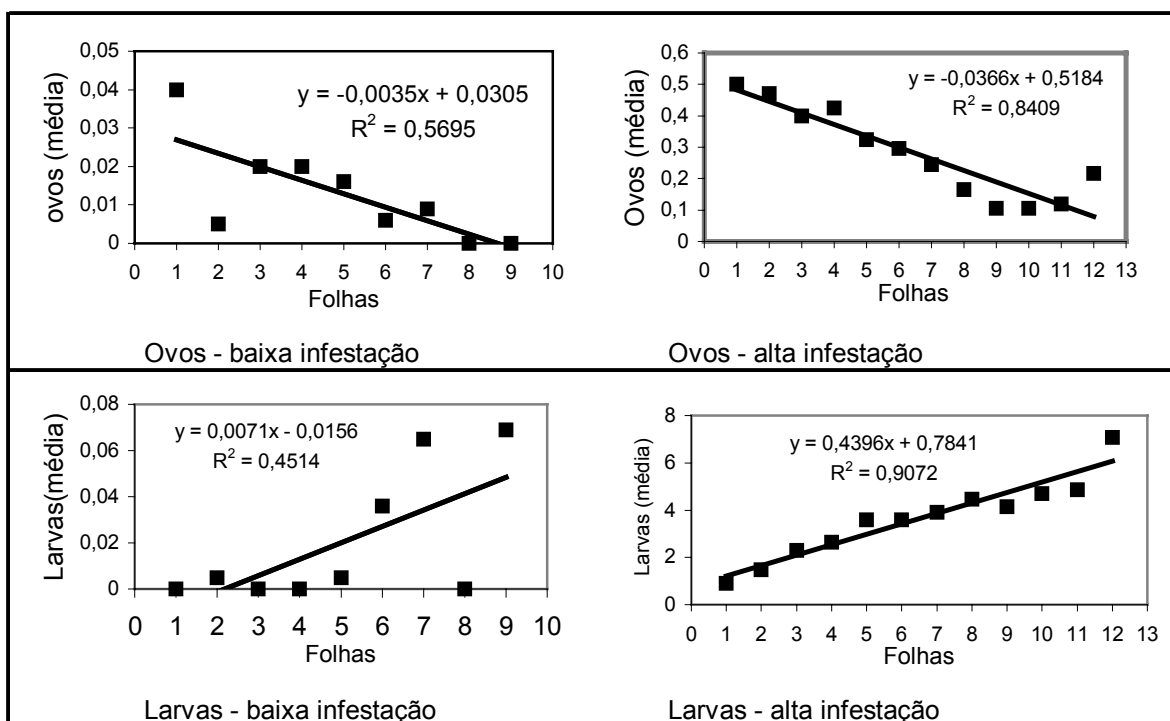


Figura 1. Regressão da distribuição de ovos e lagartas de *P. citrella* em folhas com alta e baixa infestação em pomar jovem de laranjeira 'Pêra-Rio'. Taiúva, SP.

Quando as folhas foram classificadas pelo tamanho, verificou-se que sob condições de alta infestação, o minador preferiu ovipositar nas folhas menores, com tamanho de até três centímetros (Tabela 7), confirmando a preferência de oviposição desse inseto em folhas jovens. Pode-se observar também que nas folhas menores que um centímetro, encontrou-se pequena quantidade de ovos, uma vez que essas folhas apresentam pequena área foliar e poucos ovos já ocupam um espaço significativo na folha. Deve-se, também, levar em consideração que essas folhas normalmente encontram-se ainda fechadas ou parcialmente fechadas, o que torna a área foliar disponível para a postura reduzida à metade.

Em baixa infestação não se observou diferença entre as classes de folha, possivelmente devido à pequena quantidade de ovos encontrada, gerando médias muito baixas (Tabela 7).

Tabela 7. Distribuição de ovos de *P. citrella* em por tamanho de folhas, em brotos de laranjeira 'Pêra-Rio', Taiúva, São Paulo, 2000/2001.

Tamanho	Baixa infestação			Alta infestação		
	$\bar{m}$	$s(\bar{m})$	n	$\bar{m}$	$s(\bar{m})$	n
até 1 cm	0,000 a	0,000	14	0,122 bc	0,030	120
1,1 a 2 cm	0,010 a	0,006	334	0,236 a	0,022	388
2,1 a 3 cm	0,014 a	0,005	390	0,176 ab	0,019	376
3,1 a 4 cm	0,000 a	0,000	308	0,055 c	0,034	244
>4 cm	0,008 a	0,008	64	0,056 c	0,023	90
dms	0,008			0,110		
Teste F	1,98 ^{ns}			12,61 [*]		

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$). $\bar{m}$: média; $s(\bar{m})$: erro padrão da média; ns: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$).

Quanto à presença de lagartas em relação ao tamanho das folhas, verificou-se que as maiores médias estão nas folhas com tamanho superior a 3 centímetros (Tabela 8). Estas folhas também representam as mais velhas e as que estão mais distantes do ápice do broto. Este comportamento é semelhante ao que já foi mencionado anteriormente, quando classificaram-se as folhas ao longo do broto.

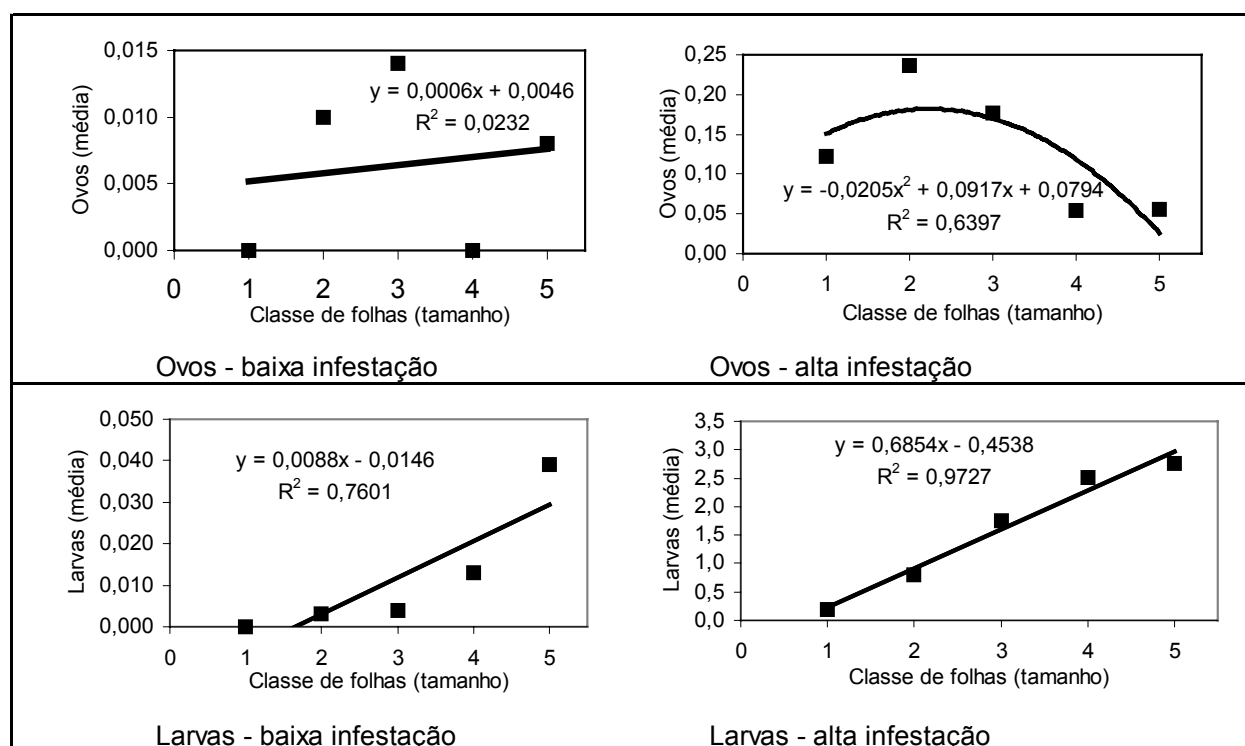
Tabela 8. Distribuição de lagartas de *P. citrella* em por tamanho de folhas, em brotos de laranjeira 'Pêra-Rio', Taiúva, São Paulo, 2000/2001.

Tamanho	Baixa infestação			Alta infestação		
	$\bar{m}$	$s(\bar{m})$	n	$\bar{m}$	$s(\bar{m})$	n
até 1 cm	0,000 ab	0,000	14	0,194 d	0,044	120
1,1 a 2 cm	0,003 b	0,003	344	0,798 c	0,044	388
2,1 a 3 cm	0,004 b	0,003	390	1,742 b	0,066	376
3,1 a 4 cm	0,014 ab	0,006	308	2,516 a	0,112	244
>4 cm	0,039 a	0,023	64	2,762 a	0,222	90
dms	0,007			1,092		
Teste F	3,34 [*]			147,70 [*]		

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$). $\bar{m}$: média; $s(\bar{m})$: erro padrão da média; ns: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$).

Através da análise de regressão, observou-se comportamento semelhante, mostrando uma tendência decrescente de oviposição da minadora nas folhas menores ou iguais a um centímetro (classe 1), para as folhas maiores que quatro centímetros (classe 5), enquanto que para o número de lagartas esta tendência é inversa,

observando-se uma tendência crescente da classe 1 (folhas $\leq$



P. citrella em alta e baixa infestação em pomar jovem de laranja 'Pêra-Rio', para diferentes classes de folhas em. Taiúva, SP.

Classes: 1: Folhas $\leq 1,0$ cm; 2: Folhas de 1,1 a 2 cm; 3: Folhas de 2,1 a 3 cm; 4: Folhas de 3,1 a 4 cm e 5: folhas > 4 cm.

Quanto à face da folha, o minador preferiu ovipositar na face inferior, tanto em baixa quanto em alta infestação (Tabela 9). O mesmo pode ser verificado quanto às lagartas, uma vez que estas não dispersam para outras folhas, permanecendo na mesma folha onde ocorreu a oviposição.

Tabela 9. Distribuição de ovos e lagartas de *P. citrella* nas faces inferior e superior das folhas de laranjeira 'Pêra-Rio', Taiúva, SP, 2000/2001.

	Face inferior		Face Superior		<i>n</i>	dms	Teste <i>F</i>
	$\widehat{m}$	$s(\widehat{m})$	$\widehat{m}$	$s(\widehat{m})$			
Ovos							
Baixa infestação	0,015 A	0,005	0,002 B	0,001	560	0,010	7,02 *
Alta infestação	0,199 A	0,0016	0,114 B	0,013	609	0,037	19,50 *
Lagarta							
Baixa infestação	0,016 A	0,005	0,000 B	0,000	560	0,010	5,31 *
Alta infestação	1,849 A	0,051	1,190 B	0,070	609	0,118	28,53 *

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p>0,05$). $\hat{m}$: média; $s(\hat{m})$: erro padrão da média; ns: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$).

Conclusões

Os ovos e as lagartas de *P. citrella* apresentam-se distribuídos de modo similar por toda a copa da planta, podendo ser realizadas amostragens tanto na parte inferior e superior quanto nos quatro quadrantes da planta;

O minador oviposita preferencialmente nas folhas mais novas localizadas no ápice dos brotos, medindo até 3 centímetros, independente do grau de infestação;

A concentração de ovos no broto aumenta no sentido da base para o ápice, como também das folhas maiores para as menores, até o limite aqui estudado;

A concentração de lagartas no broto aumenta no sentido do ápice para a base, como também das folhas menores para as maiores, até o limite aqui estudado.

A face inferior da folha é preferida para oviposição, independente do grau de infestação.

Do ponto de vista da amostragem, deve-se direcionar a amostragem para o ápice do broto, se esta visar observação de ovos. E para a base do broto, se a amostragem visar a observação de lagartas.

Referências

CHAGAS, M. C. M. das. ***Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae): bioecologia e relação com o cancro cítrico**. 1999, 67 f. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração – Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

CHAGAS, M. C. M. das.; PARRA, J. R. P.; NAMEKATA, T.; HARTUNG, J. S.; YAMAMOTO, P. T. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationship with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 55-59, 2001.

GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas dos citros – aspectos práticos. **Laranja**, v. 19, n. 1, p. 61-77, 1998.

NASCIMENTO, A. S.; MORAIS, G. J.; CABRITA, J. R. M.; SILVA, L. M. S.; PORTO, O. M.; CASSINO, P. C. R.; GRAVENA, S.; PINTO, W. B. S. **Manual de manejo integrado das pragas do pomar cítrico**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. 48p.

PAIVA, P. E. B.; GRAVENA, S.; AMORIM, L. C de S. Introdução do parasitóide *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya para o controle biológico da minadora da folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton no Brasil. **Laranja**, v. 21, n. 2, p. 217-288, 2000.

PALEARI, L. M.; FERRAZ, J. M. G.; FAGUNDES, G. G.; HABIB, M. E. M. Novo método de amostragem para monitoramento de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856, e de seus inimigos naturais. **Laranja**, v. 22, n. 2, p. 333-349, 2001.

PEÑA, J. E.; SHAFFER, B. Intraplant distribution and sampling of the citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on lime. **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 2, p. 458-464, 1997.

CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA LAGARTA DO MINADOR-DOS-CITROS, *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILARIIDAE), EM POMAR DE LARANJEIRA 'PÊRA-RIO'

Resumo - A distribuição espacial da lagarta do minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, foi estudada em pomares comerciais de laranja (*Citrus sinensis*) 'Pêra-Rio', com três e dez anos de idade, durante os anos de 2000 e 2001, nos municípios de Taiúva e Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil. Os índices de dispersão utilizados foram: razão variância/média (V), índice de Morisita (I_{δ}), coeficiente de dispersão de Green (Cx) e expoente k da distribuição binomial negativa, para cada amostragem; para a avaliação por estação do ano, bem como para todas as estações em conjunto, foram utilizados os índices: k comum (k_c) da distribuição binomial negativa, expoente b da lei da potência de Taylor e coeficiente β da regressão média de Iwao. Também foram testados os ajustes às distribuições de probabilidade de Poisson, binomial positiva e binomial negativa. Através da análise dos índices de agregação, observou-se que, na maioria das amostragens, o número de lagartas por broto apresenta distribuição agregada. A distribuição binomial negativa foi o modelo que melhor se ajustou à distribuição da lagarta minador-dos-citros em pomares de laranja 'Pêra-Rio'.

Palavras-Chave. Insecta, inseto-praga, lagarta do minador-dos-citros, *Citrus sinensis*, distribuições de probabilidade.

Introdução

O minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae), foi descrito na Índia, em 1856, sendo atualmente considerada uma praga importante de citros e encontra-se distribuída em todos os continentes (KNAPP, 1995).

Desde o seu primeiro relato no Brasil, em março de 1996 (BUSOLI 1996, PAIVA et al. 1998), a ocorrência deste inseto tem sido registrada em regiões citrícolas de outros estados brasileiros (PAIVA et al. 1998).

Os danos diretos são provocados pela alimentação das lagartas, produzindo pequenas galerias, com aspecto de minas, sob a epiderme das folhas, deixando grande área foliar destruída (KNAPP, 1995). Os prejuízos ocorrem principalmente em viveiros, pomares novos e replantas, caracterizado por atraso de crescimento e redução da área foliar, podendo ocorrer morte de plantas jovens por definhamento (KNAPP, 1995). Em plantas adultas, a produção é afetada pelo dano causado ao ramo produtivo (LOURENÇÃO e MÜLLER, 1994). Além das perdas diretas, recentemente detectou-se uma forte associação entre as lesões provocadas pelas lagartas e o aumento da incidência do cancro cítrico (CHAGAS et al., 2001).

A duração do ciclo de vida deste inseto é afetada pela temperatura, podendo variar de 13 a 52 dias (KNAPP, 1995), sendo a primavera e o verão as épocas mais propícias para a ocorrência deste inseto (MACEDO et al., 1996).

O controle de insetos-praga através de programas de manejo integrado de pragas vem sendo cada vez mais utilizado (DAVIS, 1993). Estes programas utilizam estratégias que incluem práticas de controle baseadas em níveis de danos, os quais são monitorados por meio de amostragens.

Para a determinação destas amostragens, são desenvolvidos planos que dependem da elucidação da dinâmica da população do inseto, incluindo abundância sazonal e distribuição espacial (DAVIS, 1993).

A distribuição espacial da lagarta minador-dos-citros foi estudada por Knapp

(1995), na Flórida, EUA, sendo determinado que as lagartas deste inseto distribuem-se uniformemente em pomares jovens. Entretanto, Meizhen e Mingdu, citados por Peña e Schaffer (1997), encontraram modelo de distribuição agregada para lagartas da minadora em pomar de citros na China. Peña e Shaffer (1997), estudando a distribuição da lagarta do minador-dos-citros dentro da planta de lima, no sul da Flórida, determinaram que os ovos e estágios larvais apresentaram distribuição agregada.

De acordo com Taylor (1984), a disposição dos organismos no espaço é uma característica ecológica da espécie, resultante do nascimento, morte e migração de indivíduos. Segundo esse autor, são três as disposições básicas que descrevem os arranjos espaciais ocupados pelos insetos: disposição ao acaso ou aleatória, disposição regular ou uniforme e disposição agregada ou contagiosa.

Vários índices de agregação ou de dispersão são utilizados para medir a disposição espacial de insetos, os quais são aplicados em estudos ecológicos ou métodos de amostragem (YOUNG e YOUNG, 1998).

Neste sentido Mollet et al. (1984) comentaram as vantagens e desvantagens de diferentes índices de dispersão, recomendando que mais de um índice deve ser estimado antes de se emitir uma conclusão a respeito da disposição espacial de uma determinada espécie de inseto.

Entre os índices mais utilizados podem ser citados: razão variância/média (I); índice de Morisita (I_δ); expoente b da lei de Taylor; Índice de Green (C_x); índice de agrupamento de Lloyd (m^*/m); regressão de aglomeração média de Iwao e parâmetro k da distribuição binomial negativa (MOLLET et al., 1984; TAYLOR, 1984; KUNO, 1991; LI e FITZPATRICK, 1997).

O conhecimento das distribuições de probabilidade que descrevem as disposições espaciais de insetos-praga é importante para o estabelecimento de planos de amostragem, análises estatísticas e, conseqüentemente, na decisão sobre o controle de pragas (TAYLOR, 1984). Dentre todas as distribuições de probabilidade, as mais utilizadas para estudo da disposição espacial dos insetos são as distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa (PERECIN e BARBOSA, 1992; DAVIS, 1993). Além destes três tipos, Young e Young (1998) citam a distribuição geométrica.

A Poisson representa uma distribuição aleatória, com variância igual à média, sendo utilizada quando a população do organismo está distribuída aleatoriamente em um ambiente, onde cada indivíduo tem a mesma probabilidade de ocupar um determinado local (BARBOSA e PERECIN, 1982).

A distribuição binomial positiva caracteriza-se por ter a variância menor do que a média ($\sigma^2 < m$). Segundo Perecin e Barbosa (1992), essa distribuição acontece quando a ocorrência de um indivíduo limita a ocorrência de indivíduos vizinhos na mesma unidade como, por exemplo, o canibalismo.

A distribuição binomial negativa, segundo Taylor (1984), foi introduzida em estudos ecológicos por Greenwood e Yule, em 1920, descrevendo as populações em que a variância é maior que a média ($\sigma^2 > m$) significando uma agregação de indivíduos. Segundo Perecin e Barbosa (1992), este tipo de distribuição tem sido muito utilizada na análise de dados discretos “sobredispersos”.

O presente trabalho teve como objetivo determinar o tipo de distribuição espacial da lagarta do minador-dos-citros em pomares de laranjeira ‘Pêra-Rio’ (*Citrus sinensis*), durante as quatro estações do ano.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos durante o período de janeiro de 2000 a maio de 2001, compreendendo as quatro estações do ano, em dois pomares comerciais de laranjeira ‘Pêra-Rio’. Sendo um pomar com plantas jovens (três anos de idade), localizado no município de Taiúva, SP, e outro com plantas adultas (dez anos de idade), localizado no município de Jaboticabal, SP. Ambos receberam os tratos culturais (adubação, capina, aplicação de herbicidas), e fitossanitários (aplicação de acaricida e fungicida). Entretanto, nas coletas efetuadas após a aplicação destes defensivos, não se verificou mortalidade da lagarta minadora.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como CWa, subtropical com predominância de chuvas no verão.

Em ambos os pomares, utilizou-se uma área de 5082 m² com 264 plantas, distribuídas em 12 linhas contendo 22 plantas/linha dispostas em espaçamento de 5,5 m x 3,5 m. As duas linhas laterais e as duas plantas das extremidades (uma de cada lado) foram deixadas como bordadura. As amostragens foram realizadas semanalmente coletando-se um broto/planta medindo aproximadamente 10 cm de comprimento e contendo no máximo 12 folhas, em plantas alternadas na linha (dez plantas por linha). Seguindo orientação de testes preliminares, os brotos foram coletados aleatoriamente nas plantas, independentemente de altura ou quadrante. O número de brotos amostrados variou de acordo com a quantidade de plantas com brotações, sendo utilizadas no máximo 100 plantas por amostragem. Estes brotos foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e conduzidos ao laboratório de Entomologia do departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, onde se realizou a contagem do número de lagartas vivas por brotos, utilizando um microscópio estereoscópio com aumento de 20 vezes.

Para determinar a distribuição espacial das lagartas entre as plantas, para cada amostragem foram utilizados os seguintes índices:

Índices de dispersão

a) Razão variância/média: $I = s^2/\bar{m}$; onde s^2 é a variância e $\bar{m}$ é a média de lagartas da minadora por broto. Este índice foi testado através do teste de qui-quadrado $\chi^2 = I.(n-1)$, com $n-1$ graus de liberdade, sendo I o valor do índice de dispersão e n o número de unidades amostrais (LI e FITZPATRICK, 1997). Se I aproxima-se da unidade, a população é distribuída aleatoriamente, quando o valor de I é maior ou menor que 1, a distribuição é agregada ou uniforme respectivamente (LI e FITZPATRICK, 1997; DAVIS, 1993).

b) Índice de Morisita: $I_\delta = n \left\{ \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \right) / \left[\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 - \sum_{i=1}^n x_i \right] \right\}$, onde n é o número de unidades amostrais e x_i , o número de lagartas observadas por broto. A interpretação

deste índice é semelhante à da razão variância/média, ou seja, para valores de I_δ menores que a unidade a distribuição é uniforme, para I_δ igual à unidade a distribuição é aleatória e valores de I_δ maiores que a unidade a distribuição é agregada (DAVIS, 1993). O afastamento da aleatoriedade foi testado pelo teste de qui-quadrado, $\chi^2_\delta = I_\delta \left(\sum_{i=1}^n x_i - 1 \right) + n - \sum_{i=1}^n x_i$, com $n-1$ graus de liberdade (DAVIS, 1993). Nestes dois índices quando $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{(n-1 \text{ gl})}$ rejeita-se a aleatoriedade (LI e FITZPATRICK, 1997).

c) Índice de Green: $\left[Cx = (s^2 / \hat{m} - 1) / \left(\sum_{i=1}^n x_i - 1 \right) \right]$ onde x_i é o número de lagartas observadas por broto. Quando Cx apresenta valor igual a zero, a distribuição é aleatória, quando o valor de Cx é negativo, a distribuição é uniforme e quando o valor de Cx é positivo, a distribuição é agregada (DAVIS, 1993). O afastamento da aleatoriedade foi testado pela expressão: $Cx_{(1-\alpha)} = [\chi^2_{(1-\alpha)} / (n - 1) - 1] / (n\hat{m} - 1)$ onde $\chi^2_{(1-\alpha)}$ é o valor de Qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade e um nível α de significância, n é o número de brotos amostrados. Quando o valor de Cx é superior ao valor de $Cx_{(1-\alpha)}$, rejeita-se a aleatoriedade (DAVIS, 1993).

d) Expoente k da distribuição binomial negativa: Para o cálculo dos valores de k da distribuição binomial negativa foram excluídas as amostragens de 1 e 15 de maio, 5 e 12 de junho e 10 de dezembro do ano de 2000 e todas as posteriores a 24 de março de 2001, por não apresentarem número de classes suficientes para o ajuste às distribuições esperadas de freqüências. Este parâmetro foi calculado pelos métodos dos momentos e da máxima verossimilhança. A estimativa de k pelo método dos momentos foi obtida de acordo com Anscombe (1949), igualando-se os dois primeiros momentos da distribuição às suas estimativas amostrais, resultando na seguinte expressão: $k = \hat{m}^2 / (s^2 - \hat{m})$. A estimativa pelo método da máxima verossimilhança foi calculada de acordo com Bliss e Fisher (1953), obtendo-se o valor de k que iguala os dois membros da equação $n \ln(1 + x / \hat{k}) = \sum_{i=1}^n (A(x_i)) / (\hat{k} + x_i)$, onde $\ln$ é o logaritmo neperiano, $\hat{k}$ a estimativa de k , $A(x_i)$ a soma das freqüências das contagens que

excedem a x_i , e n o tamanho da amostra. Quando os valores são negativos indicam uma distribuição regular ou uniforme; quando são baixos e positivos (valores de $\hat{k}$ menores que 2) indicam uma disposição altamente agregada; valores de $\hat{k}$ variando de 2 a 8 indicam uma agregação moderada; e valores de $\hat{k}$ superiores a 8 indicam uma disposição ao acaso (SOUTHWOOD, 1978; ELLIOTT, 1979).

Os cálculos de k_{comum} , regressão de aglomeração média de Iwao e lei da potência de Taylor foram realizados para cada estação do ano separadamente e, conjuntamente, para todas as estações.

Para o cálculo destes índices também foram excluídas amostras que apresentaram valores muito discrepantes das demais. Assim, para o verão de 2000 foi retirada a avaliação de 26 de fevereiro. No outono de 2000, foram retiradas as avaliações de 7 e 15 de maio. Na primavera foram retiradas as avaliações de 23 de outubro, 18 de novembro e 2 de dezembro, e, no verão de 2001, foram retiradas as avaliações de 9 de janeiro, 24 de fevereiro e 3 e 17 de março. A avaliação do outono de 2001 também foi retirada por apresentar apenas uma amostragem. Nas avaliações realizadas durante o inverno não foram encontradas brotações e/ou lagartas da minadora suficientes para a aplicação dos testes.

e) Estimativas de k_{comum} (k_c): As estimativas foram obtidas pelo método da regressão ponderada de acordo com Bliss e Owen (1958).

A homogeneidade de k , nas diferentes amostras, foi testada através do teste de Qui-quadrado com $(G-2)$ graus de liberdade, onde G é o número de amostras. Também foi realizado teste da análise de variância da regressão linear ponderada (teste da intersecção da regressão linear). Para que o ajuste de k_c seja aceito, o valor de F para a inclinação ($1/k_c$) deve ser significativo, e o valor de F para o “*intercepto versus zero*” deve ser não significativo. Um valor de F significativo para o intercepto indica uma falta da homogeneidade dos valores de k (BLISS e OWEN, 1958).

f) Regressão de aglomeração média de Iwao: Os coeficientes α e β foram estimados pela equação de regressão de m^* sobre $\bar{m}$ ($m^* = \alpha + \beta\bar{m}$) onde m^* é o índice de aglomeração médio de Lloyd, $[m^* = \hat{m} + (s^2 / \hat{m}) - 1]$, como descrito por

Hoffman et al. (1995). Valores de β significativamente maiores que a unidade indicam uma distribuição agregada da população. Valores de β iguais à unidade indicam distribuição aleatória e para valores de β significativamente menores que a unidade, a distribuição não é definida (PEÑA e BARANOWSKI, 1990).

g) A lei de potência de Taylor (Taylor 1961) foi expressa pela relação entre a variância (s^2) e a média amostral ($\hat{m}$) através da equação de regressão $s^2 = a\hat{m}^b$. Se o valor de b for inferior à unidade, a distribuição da população é considerada uniforme, se o valor de b for igual à unidade a distribuição da população é casualizada, se superior à unidade, a distribuição da população é agregada (TAYLOR, 1961).

Para verificar se b foi diferente da unidade, utilizou-se o teste “ t ” de Student.

Distribuições de probabilidade

Foram testados os ajustes das distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa aos dados de número de lagartas/broto para cada amostragem, através das seguintes expressões conforme descritos por Davis (1993).

a) Distribuições de Poisson: A probabilidade para $x = 0$, foi calculada por:

$P(0) = e^{-\hat{m}}$, e para $x = 1, 2, 3, \dots$, foi utilizada a seguinte expressão $P(x) = (\hat{m}/x)P(x-1)$ onde: e = base do logaritmo neperiano ($e = 2,718282\dots$), $P(x)$ = probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade amostral.

b) Distribuição binomial negativa: A probabilidade para $x=0$ foi obtida por:

$p(0) = (1 + \hat{m}/\hat{k})^{-\hat{k}}$ e para $x = 1, 2, 3, \dots$, utilizou-se a expressão $P(x) = (\hat{k} + x - 1) / x \cdot [\hat{m} / (\hat{m} + \hat{k})] P(x-1)$, onde: $\hat{k}$ é o expoente da distribuição binomial negativa obtido pelo método de máxima verossimilhança.

c) Distribuição binomial positiva: A série de probabilidades para a distribuição binomial positiva foi calculada por: $P(x) = k! / [x!(k-x)!] p^x \cdot q^{(k-x)}$, onde k é o número máximo de lagartas encontradas por unidade amostral.

As freqüências esperadas nestes três modelos foram calculadas multiplicando-se as probabilidades correspondentes pelo número total de brotos amostrados.

Para testar o ajuste dos dados a cada uma das distribuições de probabilidade, foi utilizado o teste de aderência de Qui-quadrado dado pela seguinte expressão:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{N_c} \left[(FO_i - FE_i)^2 / FE_i \right], \text{ onde } N_c \text{ é o número de classes da distribuição de}$$

freqüências, FO_i , a freqüência observada na i-ésima classe e FE_i , a freqüência esperada na i-ésima classe. O valor de χ^2 calculado é comparado com o valor do χ^2 tabelado. Se o χ^2 calculado é superior ao χ^2 tabelado, rejeita-se a hipótese de nulidade.

Resultados e Discussão

Distribuição da lagarta de *P. citrella*.

A lagarta do minador-dos-citros ocorreu em pomar jovem de laranja 'Pêra-Rio', com maior freqüência durante os meses de janeiro a abril do ano de 2000 e de outubro de 2000 a março de 2001 (Tabela 1), correspondendo às estações de primavera, verão e início do outono, coincidindo também com os períodos de maior emissão de brotações. Durante a estação de inverno só foram encontradas brotações e/ou lagartas da minadora na avaliação de 26 de junho de 2000 (Tabela 1). Nesta mesma tabela, observa-se que o número de plantas com brotações variou de 10, no outono de 2000, a 100 (todas as plantas com brotações) na primavera de 2000 e verão de 2001.

No pomar adulto, a presença da minadora foi constatada nas estações do verão, início de outono de 2000 e no início do verão do ano de 2001, durante os meses de janeiro a abril do ano de 2000 e no mês de janeiro de 2001 (Tabela 2). Durante o ano de 2000, além de problemas de precipitação, ocorreu também queda no preço da laranja, desestimulando o produtor a realizar as adubações necessárias, o que contribuiu para a ausência de brotações durante a primavera. Em razão disso foram

encontradas brotações apenas em 20 avaliações, sendo constatada a presença de minadora em 16 destas.

Tabela 1. Número de plantas com brotações, número total de lagartas, estimativas da média, variância e índices de dispersão de *P.citrella*, em pomar jovem de laranja 'Pêra Rio'. Taiuva, SP 2000/2001.

Data	N. Pl.	Tot. Lag.	$\hat{m}$	s^2	l	l_δ	$\chi^2 (l \text{ e } l_\delta)$	Cx	$\chi^2 Cx$	K_{mom}	K_{mver}
25/01/00	50	417	8,34	38,68	4,64	1,43	227,24**	0,0087	0,0013**	2,29	1,98
01/02/00	43	376	8,74	26,67	3,05	1,23	128,11**	0,0055	0,0015**	4,27	3,48
07/02/00	38	490	12,89	84,31	6,54	1,42	241,93**	0,0113	0,0013**	2,33	1,11
14/02/00	27	230	8,52	29,11	3,42	1,27	88,84**	0,0106	0,0033**	3,53	2,91
21/02/00	13	45	3,46	8,27	2,39	1,38	28,67**	0,0316	0,0269**	2,49	1,73
26/02/00	46	153	3,33	20,63	6,20	2,54	279,04**	0,0342	0,0036**	0,64	0,89
06/03/00	48	610	12,71	58,17	4,58	1,28	215,13**	0,0059	0,0009**	3,55	2,95
13/03/00	56	349	6,23	21,89	3,51	1,40	193,19**	0,0072	0,0014**	2,48	2,99
20/03/00	62	307	4,95	13,59	2,74	1,35	167,39**	0,0057	0,0015**	2,84	2,40
27/03/00	59	204	3,46	8,39	2,43	1,41	140,75**	0,0070	0,0024**	2,42	1,62
03/04/00	42	205	4,88	11,03	2,26	1,25	92,39**	0,0062	0,0029**	3,87	4,33
10/04/00	72	475	6,60	27,03	4,10	1,46	290,93**	0,0065	0,0009**	2,13	2,05
17/04/00	73	119	1,63	3,35	2,05	1,64	147,85**	0,0089	0,0036**	1,55	1,00
24/04/00	54	26	0,48	1,05	2,17	3,49	115,23**	0,0470	0,0203**	0,41	0,29
01/05/00	65	17	0,26	0,60	2,30	6,21	147,41**	0,0815	0,0285**	i	i
07/05/00	40	41	1,03	5,41	5,28	5,17	205,83**	0,1069	0,0150**	0,24	0,27
15/05/00	49	4	0,08	0,16	1,96	16,33	94,00**	0,3194	0,1784**	i	i
22/05/00	48	29	0,60	3,05	5,05	7,80	237,48**	0,1447	0,0193**	0,15	0,07
29/05/00	37	11	0,30	0,55	1,84	4,04	66,36**	0,0843	0,0628**	0,35	0,20
05/06/00	20	3	0,15	0,24	1,60	6,67	30,33*	0,2982	0,2932*	i	i
12/06/00	10	10	1,00	6,44	6,44	6,44	58,00**	0,6049	0,1564**	i	i
26/06/00	26	11	0,42	1,13	2,68	5,20	67,00**	0,1680	0,0773**	0,25	0,28
09/10/00	100	1081	10,81	88,10	8,15	1,66	806,79**	0,0066	0,0003**	1,51	1,48
16/10/00	100	727	7,27	29,66	4,08	1,42	403,81**	0,0042	0,0005**	2,36	1,99
23/10/00	100	246	2,46	12,25	4,98	2,61	493,02**	0,0162	0,0015**	0,62	0,49
30/10/00	100	1147	11,47	81,71	7,12	1,53	705,22**	0,0053	0,0003**	1,87	1,75
06/11/00	100	632	6,32	29,39	4,65	1,57	460,41**	0,0058	0,0006**	1,73	1,33
11/11/00	100	519	5,19	27,49	5,30	1,82	524,35**	0,0083	0,0007**	1,21	0,99
18/11/00	89	387	4,35	32,96	7,60	2,50	666,97**	0,0170	0,0010**	0,66	0,71
25/11/00	62	714	11,52	119,40	10,37	1,80	632,50**	0,0131	0,0007**	1,23	0,89

Tabela 1. Continuação

Data	N. Pl.	Tot. Lag.	$\hat{m}$	s^2	I	I_δ	$\chi^2 (I \text{ e } I_\delta)$	Cx	$\chi^2 Cx$	K_{mom}	K_{mver}
02/12/00	100	87	0,87	2,72	3,13	3,45	309,55**	0,0247	0,0042**	0,41	0,28
10/12/00	100	11	0,11	0,18	1,63	7,27	161,73**	0,0634	0,0360**	i	i
26/12/00	100	1443	14,43	106,75	7,40	1,44	732,40**	0,0044	0,0002**	2,26	1,86
03/01/01	78	264	3,39	10,58	3,13	1,62	240,63**	0,0081	0,0016**	1,59	1,23
09/01/01	100	33	0,33	0,51	1,53	2,65	151,85**	0,0167	0,0113**	0,62	0,89
22/01/01	100	695	6,95	55,99	8,06	2,01	797,52**	0,0102	0,0005**	0,99	0,72
29/01/01	100	2505	25,05	150,78	6,02	1,20	595,88**	0,0020	0,0001**	4,99	4,81
03/02/01	100	2756	27,56	225,22	8,17	1,26	809,02**	0,0026	0,0001**	3,84	4,16
10/02/01	100	873	8,73	24,08	2,76	1,20	273,05**	0,0020	0,0004**	4,97	5,01
17/02/01	100	90	0,90	1,26	1,40	1,45	138,89**	0,0045	0,0040**	2,23	2,47
24/02/01	100	52	0,52	1,04	2,00	2,94	198,00**	0,0196	0,0071**	0,52	0,55
03/03/01	90	145	1,61	5,23	3,25	2,39	288,86**	0,0156	0,0026**	0,72	0,89
10/03/01	55	138	2,51	7,88	3,14	1,84	169,68**	0,0156	0,0037**	1,17	1,39
17/03/01	14	14	1,00	2,62	2,62	2,62	34,00**	0,1243	0,0869**	0,62	0,53
24/03/01	14	18	1,29	3,76	2,92	2,47	38,00**	0,1131	0,0665**	0,67	0,42
31/03/01	62	4	0,07	0,09	1,46	10,33	88,99*	0,1530	0,1051*	i	i
07/04/01	100	17	0,17	0,30	1,79	5,88	177,12**	0,0493	0,0225**	i	i
14/04/01	100	4	0,04	0,06	1,48	16,67	146,00**	0,1583	0,1200**	i	i
21/04/01	100	12	0,12	0,33	2,74	16,67	271,33**	0,1583	0,0327**	i	i
05/05/01	100	0	0	0	i	i	i	i	i	i	i
14/05/01	100	6	0,06	0,14	2,30	26,67	227,34**	0,2593	0,0720**	i	i

N.Pl.: número de plantas com brotações; Tot.Lag.: número total de lagartas; $\hat{m}$: média; s^2 : variância; I : índice de dispersão; I_δ : índice de morisita; χ^2 : teste de aderência de Qui-quadrado; Cx: coeficiente de dispersão de Green; k_{mom} : k da distribuição binomial negativa calculado pelo método dos momentos; k_{mver} : k da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança; i: não apresentaram número de classes suficientes para o cálculo das distribuições teóricas de frequência.

Tabela 2. Número de plantas com brotações, número total de lagartas, estimativas da média, variância e índices de dispersão de *P. citrella*, em pomar adulto de laranja 'Pêra Rio'. Jaboticabal, SP 2000-2001.

Data	N. PI	Tot. Lag.	$\hat{m}$	s^2	I	I_δ	$\chi^2 (I \text{ e } I_\delta)$	Cx	$\chi^2 \text{ Cx}$	K_{mom}	K_{mver}
25/01/00	23	124	5,39	19,89	3,69	1,48	81,15**	0,0219	0,0068**	2,01	1,38
01/02/00	42	355	8,45	23,57	2,79	1,21	114,34**	0,0051	0,0017**	4,73	3,76
07/02/00	43	330	7,67	26,80	3,49	1,32	146,65**	0,0076	0,0018**	3,08	1,79
14/02/00	16	101	6,31	15,70	2,49	1,22	37,30**	0,0149	0,0104**	4,25	3,93
21/02/00	28	102	3,64	5,79	1,59	1,16	42,94 *	0,0058	0,0048*	6,17	7,22
26/02/00	57	91	1,60	4,21	2,64	2,02	147,65**	0,0182	0,0055**	0,98	0,66
06/03/00	14	28	2,00	2,46	1,23	1,11	16,00 ns	0,0085	0,0267ns	8,67	9,50
13/03/00	15	15	1,00	2,00	2,00	2,00	28,00*	0,0714	0,0494*	1,00	2,95
20/03/00	48	102	2,13	7,22	3,40	2,12	159,65**	0,0237	0,0054**	0,89	0,73
27/03/00	28	47	1,68	5,86	3,49	2,46	94,19**	0,0541	0,0161**	0,68	0,57
03/04/00	15	16	1,07	3,07	2,88	2,75	40,25**	0,1250	0,0721**	0,57	0,68
10/04/00	25	32	1,28	3,38	2,64	2,27	63,31**	0,0528	0,0255**	0,78	0,60
17/04/00	46	17	0,37	0,51	1,37	2,03	61,46ns	0,0229	0,0231ns	1,01	1,37
24/04/00	36	0	i	i	i	i	i	i	i	i	i
01/05/00	7	0	i	i	i	i	i	i	i	i	i
07/05/00	2	0	i	i	i	i	i	i	i	i	i
15/05/00	1	0	i	i	i	i	i	i	i	i	i
07/01/01	100	96	0,96	0,97	1,01	1,01	99,84ns	0,0001	0,0026ns	114,05	81,00
15/01/01	100	93	0,93	1,12	1,20	1,22	118,83ns	0,0022	0,0027ns	4,64	4,17
20/01/01	43	81	1,88	3,34	1,78	1,41	74,54**	0,0097	0,0048*	2,43	2,08

N.PI.: número de plantas com brotações; Tot.Lag.: número total de lagartas; $\hat{m}$: média; s^2 : variância; I : índice de dispersão; I_δ : índice de morisita; χ^2 : teste de aderência de Qui-quadrado; Cx: coeficiente de dispersão de Green; k_{mom} : k da distribuição binomial negativa calculado pelo método dos momentos; k_{mver} : k da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança; i: não apresentaram número de classes suficientes para o cálculo das distribuições teóricas de frequência.

A maior presença de *P. citrella* nas estações de verão, primavera e outono é justificada pela maior oferta de brotações e folhas jovens, locais preferidos para a oviposição, aliados às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do inseto, conforme mencionado por Busoli (1996), Macedo et al. (1996), Peña e Schaffer (1997). Na Flórida, EUA, Peña et al. (1996) também mencionaram ocorrência de picos populacionais da minadora durante aquelas estações.

Por meio da análise dos índices de agregação, observa-se que as distribuições de lagartas nas diferentes amostras apresentaram-se agregadas de acordo com todos os índices estimados, tanto no pomar jovem quanto no pomar com plantas adultas (Tabelas 1 e 2).

A razão variância/média (I) e o índice de Morisita (I_δ) no pomar jovem (Tabela 1) apresentam grande variação na sua amplitude (1,40 a 10,37 e 1,20 a 26,67, respectivamente), entretanto todos os valores calculados estão superiores à unidade, indicando distribuição agregada em todas as amostragens ($p < 0,05$). Os índices de I_δ acima de 10 ocorreram em 15 de maio e no outono de 2001, quando as médias apresentaram-se muito baixas.

Este mesmo comportamento foi observado no pomar de plantas adultas, com valores variando de 1,01 a 3,69 para a razão variância/média e de 1,00 a 2,75 para o índice de Morisita, em que 81,2% das amostragens apresentaram valores calculados superiores à unidade ($p < 0,05$) (Tabela 2).

Este tipo de distribuição e comportamento também foi observado por meio da análise do coeficiente de dispersão de Green (C_x). Em todas as amostragens do pomar jovem e em 75% das amostragens realizadas no pomar com plantas adultas, onde se pode observar valores de C_x maiores que zero ($p < 0,05$) (Tabelas 1 e 2). Segundo Davis (1993), valores positivos indicam distribuição agregada da população.

O parâmetro k da distribuição binomial negativa estimado pelo método da máxima verossimilhança apresentou valores variando de 0,0724 a 5,0086 (Tabela 1). Este índice indica agregação alta em 72,5% das amostras e agregação moderada em 27,5%. No pomar com plantas adultas, estes índices também indicam agregação alta em 50,0% das amostras e agregação moderada em 31,3% das amostras para o método

da máxima verossimilhança (Tabela 2). Segundo Southwood (1978) e Elliott (1979), valores de k inferiores a 2 indicam alto grau de agregação e valores de k entre 2 e 6 indicam moderado grau de agregação.

Os valores de k_c variaram de 1,57 a 2,82, indicando distribuição agregada (Tabela 3). Pode-se observar também que apenas a estimativa de k_c para o verão de 2000 apresenta valor de χ^2 não significativo ($p < 0,05$). Entretanto, de acordo com o teste F , as estimativas de k_c foram consideradas constantes para todas as amostragens. De acordo com Bliss e Owen (1958), aceita-se a estimativa de k_c desde que atenda às seguintes condições para o teste F : *inclinação* ($1/k$) significativa e *intercepto versus zero* não significativo.

Pode-se observar também que os valores de k_c são próximos de 2,00 para os dois pomares, como também no pomar com plantas jovens, quando estimou-se k_c em cada estação separadamente (Tabela 3).

Os valores b de Taylor e β de Iwao para o pomar com plantas jovens (Tabela 2 e Figuras 1 e 2) também apresentaram valores superiores a 1 ($p < 0,05$ pelo teste t) com exceção do outono de 2000, quando o valor de b (1,1560) não diferiu da unidade, entretanto o valor β de Iwao foi significativamente superior à unidade nesta mesma avaliação. Da mesma forma, no pomar com plantas adultas, o valor b de Taylor apresentou valor superior a 1 (teste t , $p < 0,05$), entretanto o valor β de Iwao, não diferiu da unidade (teste t , $p > 0,05$), (Tabela 3 e Figura 1). De acordo com Davis (1993), valores superiores à unidade para estes dois índices indicam distribuição agregada, enquanto valores iguais ou que não defiram de 1, indicam distribuição aleatória.

Tabela 3. Índices de agregação b (Lei da potência de Taylor), β (aglomeração média de Iwao) e k_{comum} de *P. citrella*, em pomares jovem e adulto de laranja 'Pêra Rio', Jaboticabal e Taiúva, SP, 2000 e 2001,

Pomar	Avaliações	b Taylor	β Iwao	k_{comum}	Teste para homogeneidade de k_{comum}		
					χ^2	Teste F 1/k	Teste F interseção
jovem	Verão 2000	1,6151 **	1,3341 **	2,82	2,96 ns	113,47 **	0,20 ns
	Outono 2000	1,1560 ns	1,2630 *	2,17	19,16 **	18,32 *	9,21 ns
	Primavera 2000	1,6910*	1,5956 *	1,57	10,54 *	81,34 **	0,73 ns
	Verão 2001	1,5410 **	1,2963 *	2,79	33,70 **	29,09 *	0,19 ns
	Todas as avaliações	1,4011 **	1,3142 **	2,09	103,35 **	149,67 **	3,39 ns
adulto	Todas as avaliações	1.2567 *	1.1652 ns	2,10	30,98 **	14,95 **	0,41 ns

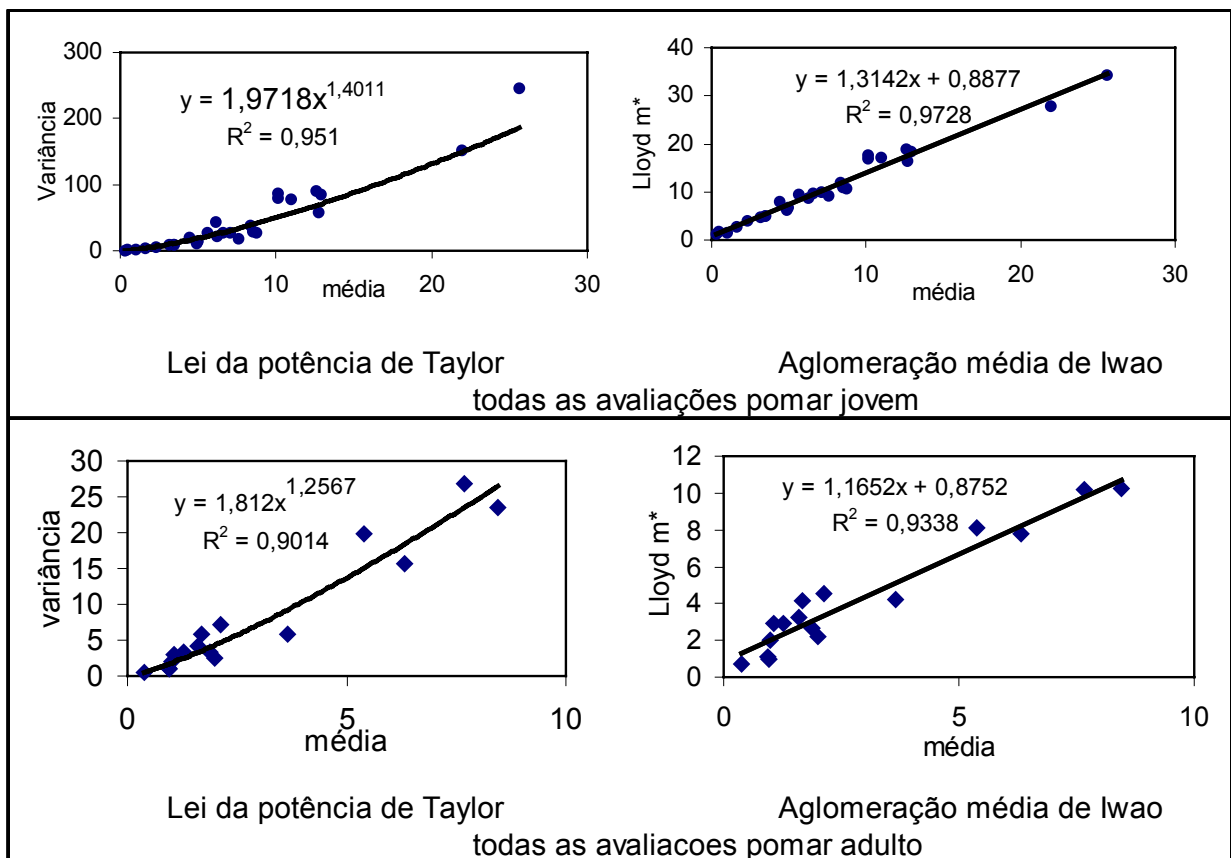


Figura 1. Lei da potência de Taylor e aglomeração média de Iwao para o número médio de lagartas de *P. citrella* em laranjeira 'Pêra-Rio', nos municípios de Jaboticabal e Taiúva, SP, 2000/2001.

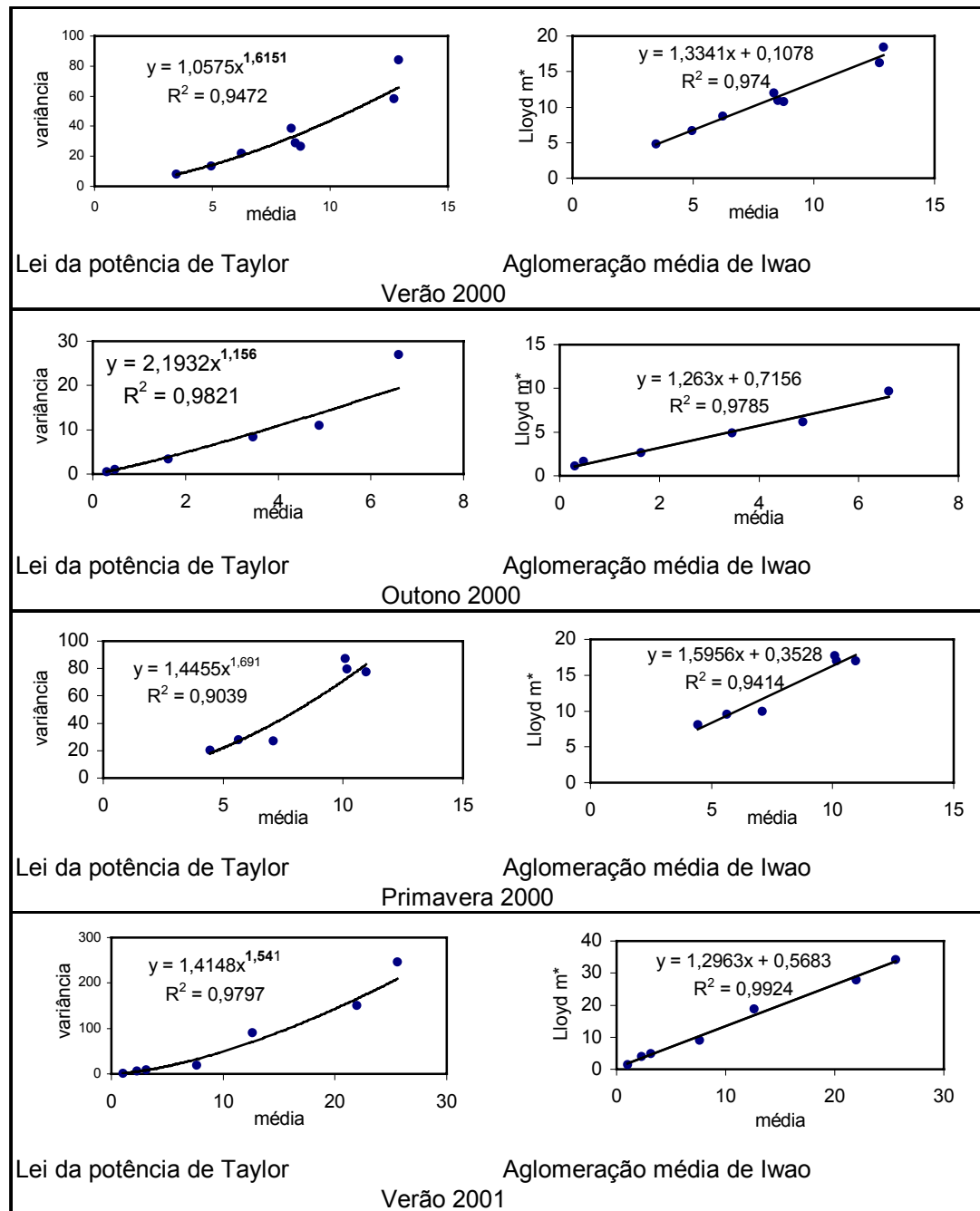


Figura 2. Lei da potência de Taylor e aglomeração média de Iwao para o número médio de lagartas de *P. citrella* em laranjeira 'Pêra-Rio', em diferentes estações do ano. Taiúva, SP, 2000 e 2001.

Este inseto apresenta postura isolada, entretanto pode colocar vários ovos por folha, dependendo da pressão populacional e da oferta de folhas jovens que é o substrato preferido para postura, favorecendo este tipo de distribuição agregada. Segundo Knapp (1995), cada fêmea pode colocar de 36 a 76 ovos durante o seu período de vida, já tendo sido encontrado até 15 minas/folha em pomares da Flórida, EUA.

A distribuição uniforme desta lagarta foi mencionada por Knapp (1995) em pomar de limeira na Flórida, EUA. Entretanto estes autores comentam que a distribuição entre plantas parece estar relacionada com a disponibilidade de brotações. A distribuição casualizada foi indicada pelo índice b da lei da potência de Taylor (b não significativamente maior que 1) apenas para o outono de 2000 (Tabela 3), entretanto o índice β de Iwao indica distribuição agregada para este mesmo período. Esta não significância pode ter ocorrido devido ao pequeno número de avaliações $n=6$ e os valores baixos das médias. No pomar com plantas adultas, a distribuição casualizada foi indicada apenas pelo índice β de Iwao (Tabela 3). Neste caso, verifica-se também que o número de plantas com brotação foi sempre pequeno, ocorrendo brotação em todas as plantas apenas nas avaliações dos dias 07 e 15 de janeiro de 2001 (Tabela 2).

Ajustes às distribuições teóricas de frequência

Observa-se, nas Tabelas 4 e 5, o teste de aderência de Qui-quadrado (χ^2) para o ajuste às distribuições binomial negativa, binomial positiva e Poisson. Pode-se observar que a distribuição binomial negativa ajustou-se aos dados em 87,8% das avaliações no pomar com plantas jovens e em 93,3% das avaliações realizadas no pomar com plantas adultas ($p>0,05$) (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Teste de aderência de χ^2 para as distribuições de freqüência de lagarta do minador-dos-citros em pomar jovem de laranja 'Pêra-Rio', Taiuva, SP. 2000/2001.

Estação	Data	Binomial negativa		Binomial positiva		Poisson	
		χ^2	GL	χ^2	GL	χ^2	GL
Verão	25/01/00	9,12 ns	15	129,40 **	7	94,16 **	11
	01/02/00	14,32 ns	13	109,05 **	7	59,55 **	11
	07/02/00	21,37 ns	13	158,91 **	8	159,94 **	12
	14/02/00	16,35 ns	10	23,45 **	6	20,11 *	9
	21/02/00	2,90 ns	4	13,96 **	3	5,44 ns	4
	26/02/00	7,33 ns	7	89,08 **	5	63,86 **	6
	06/03/00	36,39 **	18	178,81 **	9	130,22 **	13
	13/03/00	7,26 ns	12	66,89 **	7	46,78 **	9
Outono	20/03/00	10,81 ns	11	184,44 **	6	64,53 **	8
	27/03/00	13,46 ns	8	85,71 **	4	97,55 **	7
	03/04/00	12,07 ns	9	20,44 **	4	39,99 **	8
	10/04/00	18,19 ns	14	219,35 **	8	148,68 **	10
	17/04/00	21,37 **	5	79,14 **	2	50,10 **	5
	24/04/00	2,63 ns	2	i	i	11,94 **	1
	01/05/00	i	i	i	i	6,75 **	1
	07/05/00	1,21 ns	3	20,75 **	1	18,10 **	2
	15/05/00	i	i	i	i	i	i
	22/05/00	1,99 ns	1	i	i	38,49 **	2
	29/05/00	2,92 ns	1	i	i	10,36 **	1
	05/06/00	i	i	i	i	i	i
	12/06/00	i	i	i	i	8,91 **	1
Primavera	09/10/00	42,50 **	23	591,42 **	11	471,30 **	14
	16/10/00	21,63 ns	17	490,55 **	9	242,73 **	11
	23/10/00	13,75 ns	9	273,91 **	4	262,02 **	6
	30/10/00	25,14 ns	27	652,21 **	12	513,33 **	15
	06/11/00	33,88 **	16	378,31 **	8	464,81 **	11
	11/11/00	24,67 *	14	388,61 **	7	259,80 **	9
	18/11/00	12,27 ns	14	243,69 **	6	489,56 **	9
	25/11/00	21,68 ns	22	339,32 **	10	346,39 **	13
	02/12/00	3,48 ns	5	68,98 **	1	79,83 **	3
	10/12/00	i	i	i	i	i	i
Verão	26/12/00	34,84 ns	28	619,35 **	12	415,59 **	15
	03/01/01	7,08 ns	9	236,54 **	5	160,48 **	8
	09/01/01	0,52 ns	1	3,42 ns	1	0,81 ns	1
	22/01/01	16,76 ns	17	965,36 **	9	582,68 **	11
	29/01/01	29,79 ns	34	710,30 **	16	396,85 **	20
	03/02/01	30,94 ns	39	775,55 **	17	436,76 **	21
	10/02/01	12,10 ns	17	200,46 **	8	132,50 **	12
	17/02/01	6,32 ns	3	19,13 **	2	35,49 **	4
	24/02/01	4,46 ns	3	11,70 **	1	9,15 *	2
	03/03/01	2,55 ns	6	57,99 **	3	39,69 **	4
	10/03/01	6,33 ns	7	44,97 **	4	26,54 **	5
	17/03/01	0,14 ns	1	i	i	4,12 ns	2

Tabela 4. Continuação

Estação	Data	Binomial Negativa		Binomial Positiva		Poisson	
		χ^2	GL	χ^2	GL	χ^2	GL
Outono	24/03/01	0,30 ns	1	12,98 **	1	19,08 **	3
	31/03/01	i	i	i	i	i	i
	07/04/01	0,05 ns	1	i	i	4,41 *	1
	14/04/01	i	i	i	i	i	i
	21/04/01	2,06 ns	1	i	i	i	i
	14/05/01	i	i	i	i	i	i

** significativo (χ^2 , $p < 0,01$); * significativo (χ^2 , $p < 0,05$); ns não significativo (χ^2 , $p > 0,05$); i = número de classe de frequência insuficiente para realização dos testes.

Tabela 5. Teste de aderência de χ^2 para as distribuições de frequência da lagarta do minador-dos-citros em pomar adulto de laranja 'Pêra Rio', Jaboticabal, SP. 2000/2001.

Data	Binomial negativa		Binomial positiva		Poisson	
	χ^2	GL	χ^2	GL	χ^2	GL
25/01/00	12,57 ns	7	25,89 **	5	15,21 *	7
01/02/00	14,86 ns	13	113,98 **	7	51,79 **	10
07/02/00	24,63 ns	13	84,46 **	6	70,70 **	10
14/02/00	3,39 ns	6	14,14 **	3	11,35 ns	6
21/02/00	6,59 ns	6	15,58 **	3	5,81 ns	5
26/02/00	9,72 ns	5	55,45 **	2	50,79 **	4
06/03/00	2,59 ns	2	i	i	3,89 ns	3
13/03/00	1,25 ns	1	i	i	3,00 ns	2
20/03/00	6,42 ns	6	73,61 **	3	53,31 **	5
27/03/00	1,10 ns	3	28,58 **	2	19,53 **	3
03/04/00	5,44 *	1	22,82 **	1	16,03 **	2
10/04/00	4,77 ns	13	4,22 **	1	18,37 **	3
17/04/00	i	i	i	i	2,31 ns	1
24/04/00	i	i	i	i	i	i
01/05/00	i	i	i	i	i	i
07/05/00	i	i	i	i	i	i
15/05/00	i	i	i	i	i	i
07/01/01	2,13 ns	2	7,25 **	1	2,15 ns	3
15/01/01	3,08 ns	2	10,20 **	1	4,45 ns	3
20/01/01	5,19 ns	5	22,83 **	2	12,32 *	4

** significativo (χ^2 , $p < 0,01$); * significativo (χ^2 , $p < 0,05$); ns não significativo (χ^2 , $p > 0,05$); i = número de classe de frequência insuficiente para realização dos testes.

O ajuste dos dados à distribuição binomial negativa está de acordo com os índices de agregação testados, os quais mostraram distribuição agregada, com variância superior à média, sendo esta a característica deste tipo de distribuição.

Com base nestes resultados pode-se verificar que entre os modelos estudados, a distribuição binomial negativa, é a que melhor explica a distribuição da lagarta do minador-dos-citros, em laranjeira 'Pêra-Rio'.

Conclusões

A distribuição espacial da lagarta do minador-dos-citros *P. citrella*, em laranjeira 'Pêra-Rio', é do tipo agregada com valores de k_{comum} igual a 2,1.

A distribuição binomial negativa, foi a que melhor se ajustou à distribuição de *P. citrella* em pomares de laranjeira 'Pêra-Rio'.

Referências

- ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. **Biometrics**, v. 5, p. 165-173, 1949.
- BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuição de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, v. 10, n. 2, p. 181-91, 1982.
- BLISS, C. I.; FISHER, R. A. Fitting the binomial distribution to biological data and a note on the efficient fitting of the negative binomial. **Biometrics**, v. 9, p. 176-200, 1953.
- BLISS, C. I.; OWEN, A. R. G. Negative binomial distribution with a common k. **Biometrika**, v. 45, p. 37-58, 1958.
- BUSOLI, A. C. **Larva minadora dos citros *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera, Gracillariidae): uma nova praga dos citros no Brasil**. Jaboticabal: CEMIP, 1996. Não paginado. (Boletim informativo). 1996.
- CHAGAS, M. C. M.; PARRA, J. R. P.; NAMEKATA, T.; HARTUNG, J. S.; YAMAMOTO, P. T. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationship with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 55-59. 2001.
- DAVIS, P. M. Statistics for describing populations. In: PEDIGO, L. P.; BUNTIN, G. D.. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 33-54.

ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates**. Ambleside, Freshwater Biological Association, 1979. 148 p. (Scientific Publication 25).

HOFFMAN, M. P.; KIRKWYLAND, J. J.; DAVIS, P. M. Spatial distribution of adult Corn Flea Beetles, *Chaetocnema pulicaria* (Coleoptera: Chrysomelidae), in sweet corn and development of a sampling plan. **Journal of Economic Entomology**, v. 88, n. 5, p. 1325-1331, 1995.

KNAPP, J. L. (Coord.). **"Citrus leafminer", *Phyllocnistis citrella* Stainton: current status in Florida**. Gainesville: University of Florida, 1995. 35p. (Bulletin of University of Florida, FCES, IFAS).

KUNO, E. Sampling and analysis of insect population. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 285-304. 1991.

Li, S. Y.; FITZPATRICK, S. M. Monitoring obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) larvae and adults on raspberries. **Environmental Entomology**, v. 26, n. 2, p. 170-177, 1997

LOURENÇÃO, A. L.; MÜLLER, G. W. "Minador das folhas dos citros": praga exótica potencialmente importante para a citricultura brasileira. **Laranja**, v. 15, n. 2, p. 397-404, 1994.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M.; RUBIN, C. A. Eficácia de inseticida no controle da lagarta minadora dos citros. **Laranja**, v. 17, n. 1, p. 31-39, 1996.

MOLLET, J. A.; TRUMBLE, J. T.; SEVACHERIAN, V. Comparison of dispersion and regression indices for *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae) populations in cotton. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 6, p. 1511-1514, 1984.

PAIVA, P. E. B.; BENVENGA, S. R.; GRAVENA, S. Observações sobre a lagarta minadora dos citros e seus parasitóides no estado de São Paulo. **Laranja**, v. 19, n. 2, p. 269-284, 1998.

PEÑA, J. E.; BARANOWSKI, R. M. Dispersion indices and sampling plans for the broad mite (Acari: Tarsonemidae) and the citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) on limes. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 2, p. 378-382, 1990.

PEÑA, J. E.; DUNCAN, R.; BROWNING, H. Seasonal abundance of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in South Florida citrus. **Environmental Entomology**, v. 25, n. 3, p. 698-702, 1996.

PEÑA, J. E.; SCHAFFER, B. Intraplant distribution and sampling of the citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on lime. **Journal of Economical Entomology**, v. 90, n. 2, p. 458-464, 1997.

PERECIN, D.; BARBOSA, J. C. Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio. **Revista de Matemática e Estatística**, v. 10, p. 207-216. 1992.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**, 2. ed. New York: John Wiley and Sons, 1978. 525 p.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 29, p. 321-357, 1984.

TAYLOR, L. R. Aggregation, variance and the mean. **Nature**, v. 189, p. 732-735. 1961

YOUNG, J. L.; YOUNG, J. H. **Statistical ecology**: a population perspective, London: Kluwer Academic, 1998. 565 p.

CAPÍTULO 4 – PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUÊNCIAL PARA A LAGARTA DO MINADOR-DOS-CITROS *Phyllocnistis citrella* STANTON (1856) (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE), EM LARANJEIRA ‘PÊRA-RIO’.

Resumo – Foram desenvolvidos planos de amostragem sequencial para a lagarta do minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton (1856) (Lepidoptera: Gracillariidae), para pomares jovens e adultos de laranja ‘Pêra-Rio’. Os experimentos foram conduzidos em dois pomares comerciais localizados nos municípios de Taiúva e Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil, sendo o primeiro com três anos e o segundo com 10 anos de idade, durante os anos de 2000 e 2001. Foram amostrados brotos com aproximadamente 10 centímetros, nos quais foram contados o número de lagartas vivas. Na construção do plano de amostragem, admitiu-se a distribuição binomial negativa com valor de *K comum* igual a 2,1, calculado pelo método da máxima verossimilhança para os dois pomares. Para o pomar com plantas adultas, foram utilizados os níveis $m_0 = 0,5$ lagartas/broto o que equivale a 20% de brotos atacados e $m_1 = 1$ lagarta/broto, equivalente a 30% de brotos atacados e os valores para os erros tipo I e II fixados em $\alpha = \beta = 0,10$. Para pomares jovens utilizaram-se os níveis $m_0 = 0,082$ lagartas/broto correspondendo a 5% de brotos atacados e $m_1 = 0,174$ lagarta/broto correspondendo a 10% de brotos atacados e os valores para os erros tipo I e II fixados em $\alpha = \beta = 0,25$. Construíram-se figuras a partir dos dados fornecidos pelas equações das retas superior e inferior. Também foram construídas tabelas para uso em levantamento de campo. O número máximo de amostras esperado para se tomar a decisão encontra-se em torno de 19 para os dois planos.

Palavras-Chave: Insecta, inseto-praga, *Citrus sinensis*, Teste Sequencial da Razão de Verossimilhança.

Introdução

A lagarta do minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton (1856) (Lepidoptera: Gracillariidae), é considerada uma praga importante dos citros em várias partes do mundo (HEPPNER, 1995).

Desde a primeira constatação deste inseto no Brasil, verificado no município de Iracemápolis, em 1996 (PAIVA et al. 2000), tem sido preocupação para os citricultores, tanto pelos danos diretos causados às folhas jovens, como também pela sua relação com o aumento da incidência do cancro cítrico (CHAGAS et al., 2001).

Para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de pragas, necessita-se conhecer o comportamento do inseto na cultura, bem como os métodos de amostragem para a determinação do momento do controle.

De acordo com Silveira Neto et al. (1976), o levantamento de insetos por diferentes meios de amostragem tem fundamental importância em estudos ecológicos. De acordo com esses autores, a precisão de uma amostragem é o resultado do produto dos componentes pessoais, estatísticos, mecânicos e econômicos.

Os métodos de amostragens não são padronizados para todos os tipos de pragas. Assim, para a construção de um plano de amostragem são considerados aspectos relativos ao inseto como: biologia, comportamento, distribuição espacial, além de fatores econômicos e do número e do tamanho da unidade amostral (SOUTHWOOD, 1978). De acordo com esse autor, deve-se utilizar o método que proporcione a melhor precisão com o menor custo de trabalho possível.

Para a criação de planos de amostragem e a conseqüente tomada de decisão para o controle da praga é necessário o conhecimento das distribuições de probabilidade que descrevem estas disposições espaciais. Os modelos matemáticos mais utilizados para estudo da distribuição espacial de insetos são: a) distribuição de Poisson, que se caracteriza por ter a variância igual à média, representando uma distribuição aleatória; b) distribuição binomial negativa, apresentando variância maior que a média, sendo esperada quando os indivíduos apresentam-se agregados na área, e c) distribuição binomial positiva, que se caracteriza por ter a variância inferior à média,

ocorrendo quando os indivíduos se distribuem uniformemente na área (SOUTHWOOD, 1978).

Os métodos de amostragens podem ser de tamanho fixo, ou amostragem convencional e do tipo seqüencial.

Neste primeiro tipo, o número de amostras é fixo e é baseado num nível de precisão pré-estabelecido. Ainda segundo Southwood (1978), uma precisão com erro padrão da média em torno de 25% é suficiente para avaliar o dano e tomar decisão de controle em programas de manejo de pragas. Entretanto, para estudo de pesquisa como tabela de vida, um nível de precisão mais alto deverá ser adotado, usando-se freqüentemente em torno de 10%.

A amostragem seqüencial caracteriza-se por utilizar amostras de tamanho variável e as hipóteses são testadas sobre os parâmetros sem a necessidade de estimá-los (BARBOSA, 1992). A cada amostragem, toma-se a decisão de aceitar a hipótese, rejeitá-la ou continuar amostrando, com base nos resultados acumulados de cada amostragem e na hipótese formulada (BARBOSA, 1992).

Segundo Villacorta e Tornero (1982), a análise seqüencial foi desenvolvida, em 1943, por Wald para a indústria de produtos manufaturados e, posteriormente, na década de 50, foi aplicada por outros pesquisadores em levantamento de insetos florestais e em estudos de populações de peixes. Esta amostragem está sendo cada vez mais utilizada na entomologia, visando minimizar os seus custos, sem reduzir a precisão dos resultados obtidos (TAYLOR, 1984).

Este método tem a vantagem da redução dos custos e do tempo de amostragem para a tomada de decisão no controle a uma praga (VILLACORTA e TORNERO, 1982). Segundo Boivin et al. (1991), este método pode reduzir o numero de amostras entre 47 e 63%, além de ser bastante eficiente na tomada de decisão.

Três requisitos básicos são necessários para o desenvolvimento de um plano de amostragem seqüencial para insetos (BARBOSA, 1985):

- a) Obtenção de uma função de probabilidades que descreva a distribuição dos indivíduos da população;
- b) Estabelecimento prévio do nível de dano econômico na forma de duas

densidades críticas, de modo que o dano ocorre se a grandeza da variável escolhida ultrapassa o limite superior previamente estabelecido, e não ocorre dano se esse valor permanecer abaixo do limite inferior previamente fixado;

c) A seleção de níveis máximos de probabilidade de cometer erros na decisão sobre densidades populacionais, ou seja, a probabilidade de estimar uma densidade populacional não prejudicial como sendo prejudicial (erro do tipo I) e probabilidade de estimar uma densidade prejudicial como não sendo prejudicial (erro do tipo II).

Esta técnica de amostragem já foi desenvolvida para várias pragas no Brasil como exemplo: *Anticarsia gemmatilis* e *Plusia* spp (ESTEFANEL, 1977); *Diatraea saccharalis* (BARBOSA, 1985); *Leucoptera coffeella* (VILLACORTA e TORNERO, 1982; BEAZORTI e AQUINO, 1994); *Piezodorus guildinii* (NASCIMENTO, 1995) e *Spodoptera frugiperda* (BARBOSA e PERECIN, 1982; BIANCO, 1995; FARIAS et al. 2001).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um plano de amostragem seqüencial para a lagarta do minador-dos-citros *P. citrella*.

Material e Métodos

Construíram-se dois planos de amostragem, sendo um para pomar em formação (pomar jovem com 3 anos de idade), e outro para pomar em produção (pomar adulto com 10 anos de idade).

O levantamento dos dados foi realizado, utilizando-se a mesma metodologia descrita no capítulo 3 e as amostragens também foram realizadas nos dois pomares.

O estabelecimento dos planos de amostragem seqüencial foi baseado no Teste Seqüencial da Razão de Verossimilhança (TSRV), segundo as seguintes informações do experimento anterior, (CAPÍTULO 3, Resultados e Discussão): a distribuição da lagarta minador-dos-citros em laranjeira 'Pera-Rio' ocorre de forma agregada e a distribuição binomial negativa é a que melhor explica a distribuição de *P. citrella* em ambos os pomares, jovens e adultos.

As linhas de decisão superior e inferior do teste são definidas como: $S_1 = h_1 + Sn$; e $S_0 = h_0 + Sn$, respectivamente.

O valor de n indica o número de unidades amostrais a serem utilizadas na amostragem. Os valores h_0 , h_1 e S foram determinados em função do tipo de distribuição espacial da minadora que, neste caso, segue o modelo binomial negativo, através das seguintes equações (YOUNG e YOUNG, 1998):

$$h_0 = \frac{b}{\ln \left[\frac{m_1(m_0 + k)}{m_0(m_1 + k)} \right]},$$

$$h_1 = \frac{a}{\ln \left[\frac{m_1(m_0 + k)}{m_0(m_1 + k)} \right]},$$

$$S = k \frac{\ln \left[\frac{m_1 + k}{m_0 + k} \right]}{\ln \left[\frac{m_1(m_0 + k)}{m_0(m_1 + k)} \right]}.$$

onde:

$$a = \ln \left(\frac{1 - \beta}{\alpha} \right),$$

$$b = \ln \left(\frac{\beta}{1 - \alpha} \right).$$

$m_0 = q_0$ = nível de segurança,

$m_1 = q_1$ = nível de dano econômico,

$p_0 = 1 - q_0$,

$p_1 = 1 - q_1$.

α = probabilidade para o erro tipo I

β = probabilidade para o erro tipo II

Os valores de m_0 e m_1 foram obtidos a partir de análises de regressão, onde foram plotadas as porcentagens de ramos atacados, em função do número médio de lagartas/broto.

Também foi construída para cada plano, a Curva Característica de Operação $CO(p)$, que fornece a probabilidade de acerto na tomada de decisão para um determinado nível de infestação.

Essa função emprega uma variável auxiliar h dependente de p , sendo calculada através da seguinte expressão (YOUNG e YOUNG, 1998):

$$CO(p) = \frac{\frac{(1-\beta)^h - I}{\alpha}}{\frac{(1-\beta)^h}{\alpha} - \frac{(\beta)^h}{1-\alpha}} .$$

A curva de tamanho Esperado $E_p(N)$, que fornece o tamanho médio esperado de amostra para a decisão sobre a aceitação de H_0 , foi calculada para ambos os planos através da expressão (YOUNG e YOUNG, 1998):

$$E_p(N) = \frac{CO(p)(h_0 - h_1) + h_1}{p - S} .$$

Resultados e Discussão

Plano de amostragem seqüencial para pomar adulto

Para a construção do plano de decisão utilizaram-se os níveis $m_0 = 0,5$ lagarta/broto e $m_1 = 1$ lagarta/broto, obtidos a partir de uma regressão logística da porcentagem de ramos atacados em função do número médio de lagartas/broto (Figura 1). Estes valores de 0,5 (20 %) e 1,0 (33 %), estão de acordo com o nível de controle recomendado por Gravena (1998) que é de 30% dos brotos com presença do minador.

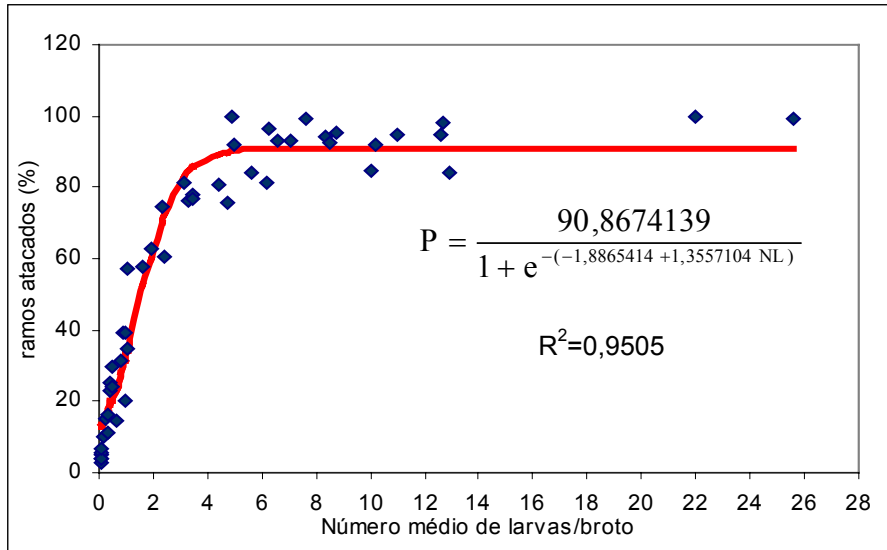


Figura 1. Relação do número médio de lagartas de *P. citrella* por broto de laranja 'Pêra-Rio', Taiúva, São Paulo, 2000-2001.

O plano de amostragem seqüencial de *P. citrella* foi estabelecido, utilizando-se os resultados obtidos do ajuste à distribuição Binomial Negativa com $k_{comum} = 2,1$ (CAPÍTULO 3, Resultados e Discussão), $m_0 = 0,5$ lagartas/broto, $m_1 = 1,0$ lagarta/broto, e valores para os *erros tipo I* e *tipo II* $\alpha = \beta = 0,10$, conforme sugerido por YOUNG e YOUNG (1998) para estudos com insetos. As hipóteses de interesse para o estabelecimento do plano de amostragem seqüencial foram: $H_0: m_0 = 0,5$ versus $H_1: m_1 = 1$.

Construiu-se uma figura (Figura 2) a partir dos dados fornecidos pelas equações das retas superior e inferior, sendo o limite de decisão superior a partir do qual rejeita-se H_0 , aceitando-se $H_1: m_1 = 1$ expresso pela equação $S_1 = 0,7141n + 4,2478$ e o limite de decisão inferior até o qual rejeita-se H_1 , aceitando-se $H_0: m_0 = 0,5$ expresso pela equação $S_0 = 0,7141n - 4,2478$.

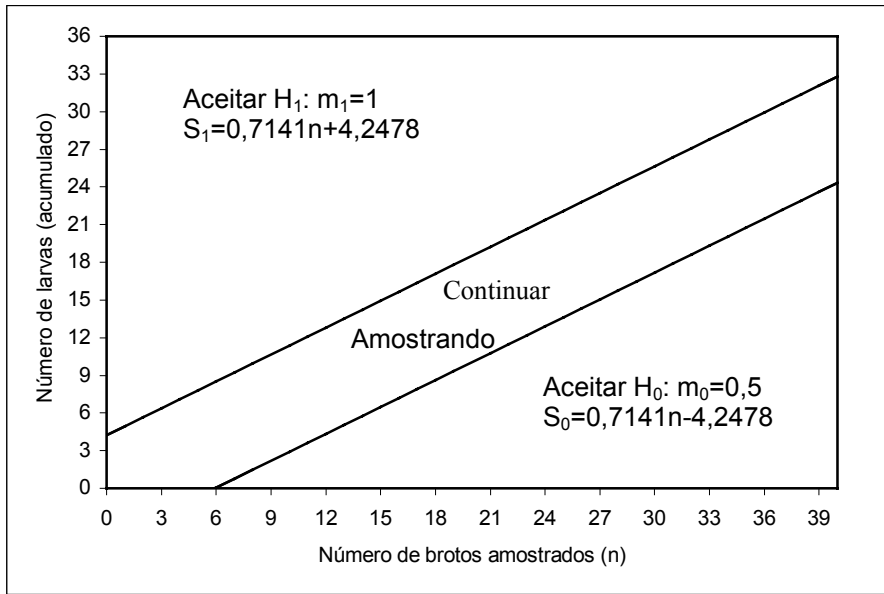


Figura 2. Linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial para o número de lagartas de *P. citrella* com base na Distribuição Binomial Negativa em pomar adulto de laranjeira 'Pêra-Rio'.

Uma ficha de campo foi confeccionada a partir das equações das retas S_0 e S_1 (Figura 3). O procedimento a ser seguido é o seguinte: observa-se o broto e conta-se o número de lagartas presentes, anotando-o na primeira coluna em branco; em seguida, vão-se fazendo as observações e acumulando os resultados na segunda coluna em branco. A cada amostra compara-se o valor acumulado com os valores da tabela. Se o valor acumulado for inferior ao número da coluna de decisão da esquerda (limite inferior) deve-se parar a amostragem e aceitar H_0 , optando-se por não controlar a praga, caso o valor acumulado for superior ao número da coluna de decisão da direita (limite superior), deve-se parar a amostragem e rejeitar H_0 (aceitar H_1), optando-se pela adoção do controle, Quando o valor acumulado estiver compreendido entre os dois valores, deve-se continuar amostrando.

Amostragem seqüencial da lagarta do minador-dos-citros em pomar adulto				
Número de brotos	Limite inferior (não controlar)	Número de lagartas observadas	Número de lagartas (acumulado)	Limite superior (controlar)
1				5
2				6
3				6
4				7
5				8
6	0			9
7	1			9
8	1			10
9	2			11
10	3			11
11	4			12
12	4			13
13	5			14
14	6			14
15	6			15
16	7			16
17	8			16
18	9			17
19	9			18
20	10			19

Figura 3. Ficha de campo para amostragem seqüencial da lagarta minador-dos-citros em laranjeira.

A Curva Característica de Operação $CO(p)$ (Figura 4) indica a probabilidade de tomar a decisão correta. Observa-se que, quando a média for de 0,5 lagarta/broto, o teste tem 90% de probabilidade de aceitar H_0 , não recomendando o controle e, quando a média for de 1 minadora/broto, a probabilidade de aceitar H_0 é de 10%, isto é, o teste tem 90% de probabilidade de recomendar o controle.

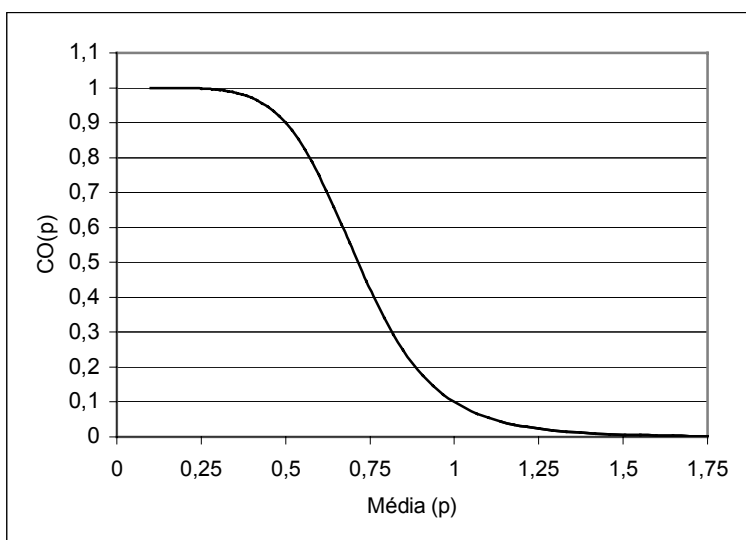


Figura 4. Curva característica de operação $CO(p)$ do plano de amostragem seqüencial para lagarta minador-dos-citros em pomar adulto de laranjeira 'Pêra-Rio'.

Pode-se observar que, para uma infestação com média de 0,5 lagartas/broto, o tamanho aproximado é de 16 amostras, enquanto que com infestação de 1 lagarta/broto este valor é de aproximadamente 12 amostras (Figura 5). O tamanho máximo esperado é de 19 amostras quando a infestação apresentar em média de 0,55 lagartas/broto.

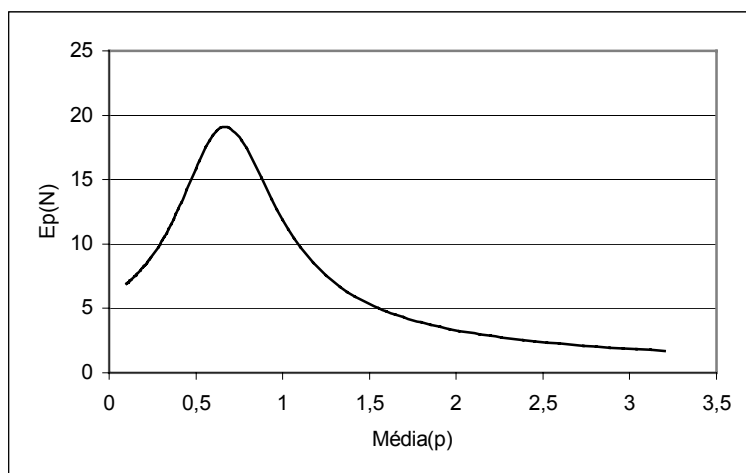


Figura 5. Curva do tamanho esperado da amostra do plano de amostragem seqüencial para lagarta minador-dos-citros em pomar adulto de laranjeira 'Pêra-Rio'.

Plano de amostragem seqüencial para pomar jovem

Para a construção do plano de decisão utilizaram-se os níveis $m_0 = 0,0822$ lagartas/broto, representando 5% de brotos atacados, e $m_1 = 0,1743$ lagarta/broto, representando 10% de brotos atacadas. Estes valores foram obtidos a partir de uma regressão da porcentagem de ramos atacados em função do número médio de lagartas/broto (Figura 6), estando dentro da margem recomendada por Gravena (1998) para pomar jovem, que é de 10% dos brotos com presença de minadora.

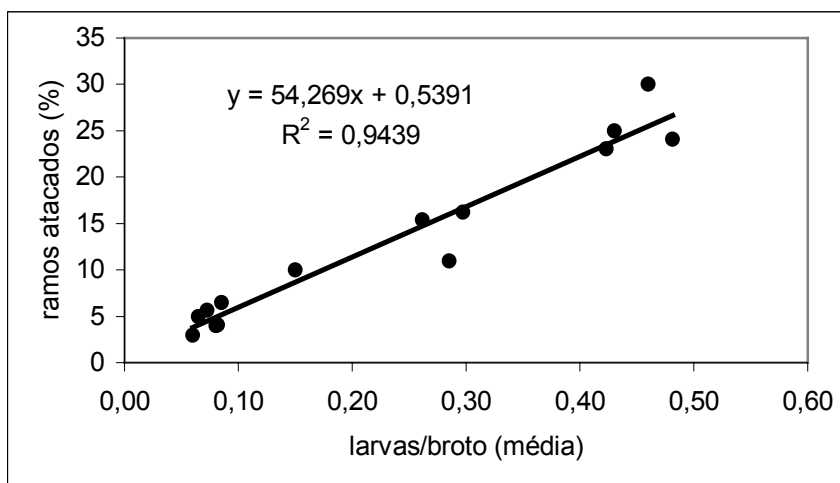


Figura 6. Relação do número médio de lagartas de *P. citrella* por broto de laranja 'Pêra-Rio' em baixa infestação, Taiúva, São Paulo, 2000-2001.

Para a construção deste plano de amostragem também utilizaram-se as informações obtidas previamente: a distribuição Binomial Negativa é o modelo que melhor descreve a sua distribuição espacial no campo com $k_{comum} = 2,1$ (Capítulo 3, resultados e discussão). Utilizaram-se $m_0 = 0,0822$ lagarta/broto, $m_1 = 0,1743$ lagarta/broto, e valores para os erros tipo I e tipo II $\alpha = \beta = 0,25$, conforme sugerido por Southwood (1978).

Construiu-se uma figura (Figura 7) a partir dos dados fornecidos pelas equações das retas superior e inferior, sendo o limite de decisão superior a partir do qual rejeita-se H_0 , aceitando-se H_1 : $m_1 = 0,1743$ expresso pela equação $S_1 = 0,122234n + 1,54614$ e

o limite de decisão inferior até o qual rejeita-se H_1 , aceitando-se H_0 : $m_0=0,0822$ expresso pela equação $S_0=0,122234n - 1,546140$.

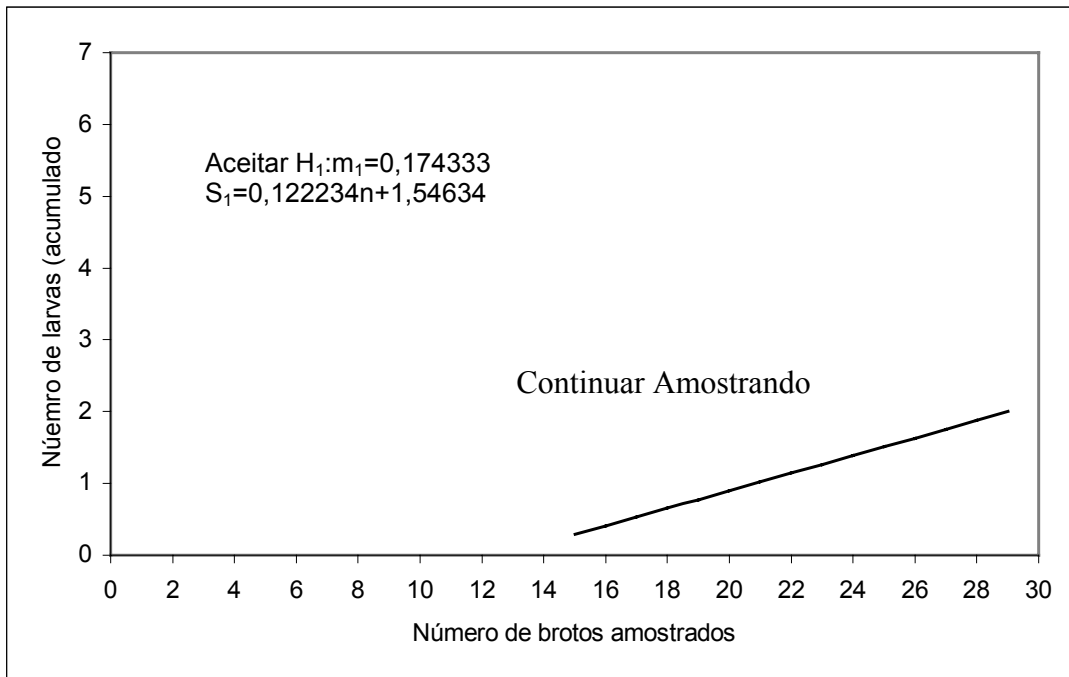


Figura 7. Linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial para o número de lagartas de *P. citrella* com base na Distribuição Binomial Negativa em pomar jovem de laranjeira 'Pêra-Rio'.

Também foi confeccionada uma ficha de campo a partir das equações das retas S_0 e S_1 (Figura 8). O procedimento a ser seguido é o seguinte: observa-se o broto e conta-se o número de lagartas presentes, anotando-o na primeira coluna em branco. Em seguida, vão-se fazendo as observações e acumulando-se os resultados na segunda coluna em branco. A cada amostra compara-se o valor acumulado com os valores da tabela. Caso o valor acumulado for inferior ao número da coluna de decisão da esquerda (limite inferior), deve-se parar a amostragem e aceitar H_0 , optando-se por não controlar a praga. Se o valor acumulado mostra-se superior ao número da coluna de decisão da direita (limite superior), deve-se parar a amostragem e rejeitar H_0 , optando-se pela adoção do controle. Quando o valor acumulado mantiver-se compreendido entre os dois valores, deve-se continuar amostrando.

Amostragem seqüencial da lagarta minador-dos-citros em pomar jovem				
Número de brotos	Limite inferior (não controlar)	Número de lagartas observadas	Número de lagartas (acumulado)	Limite superior (controlar)
1				2
2				2
3				2
4				2
5				2
6				2
7				2
8				3
9				3
10				3
11				3
12				3
13	0			3
14	0			3
15	0			3
16	0			3
17	0			4
18	1			4
19	1			4
20	1			4
21	1			4
22	1			4
23	1			4
24	1			4
25	1			5
26	2			5
27	2			5
28	2			5
29	2			5
30	2			5

Figura 8. Ficha de campo para amostragem seqüencial da lagarta minador-dos-citros em pomar jovem de laranjeira 'Pêra-Rio'.

De acordo com a Curva Característica de Operação $CO(p)$ (Figura 9), tem-se a indicação da probabilidade de tomar a decisão correta. Observa-se que, quando a média for de 0,082 lagartas/broto, o teste tem 75% de probabilidade de aceitar H_0 , não recomendando o controle e, quando a média for de 0,1743 lagarta/broto, a

probabilidade de aceitar H_0 é de 25%, isto é, o teste tem 75% de probabilidade de recomendar o controle.

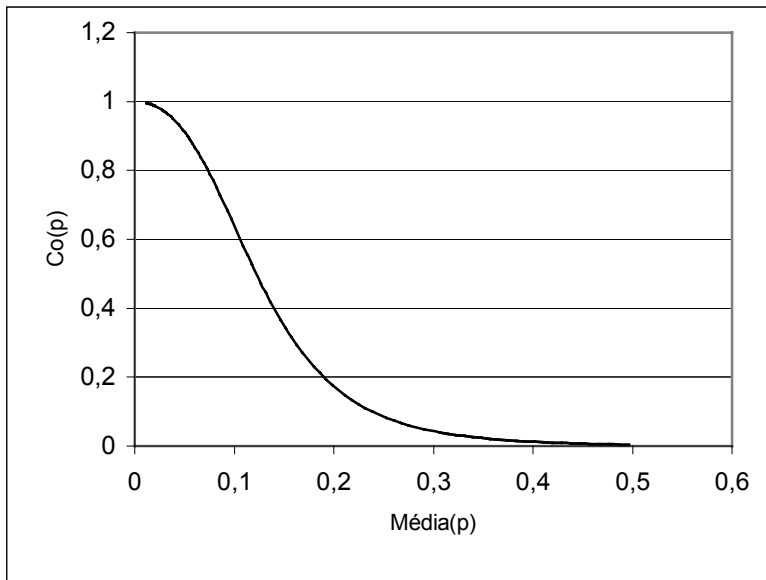


Figura 9. Curva característica de operação $CO(p)$ do plano de amostragem seqüencial para lagarta minador-dos-citros, em pomar jovem de laranjeira 'Pêra-Rio'.

Pode-se observar que, para uma infestação com média de 0,174 lagartas/broto, o tamanho aproximado é de 15 amostras e com infestação de 0,082 lagarta/broto este valor é de aproximadamente 19 amostras (Figura 10). Este número de amostras corresponde também ao tamanho máximo esperado que ocorre quando a infestação de *P. citrella* atingir em média de 0,089 lagartas/broto.

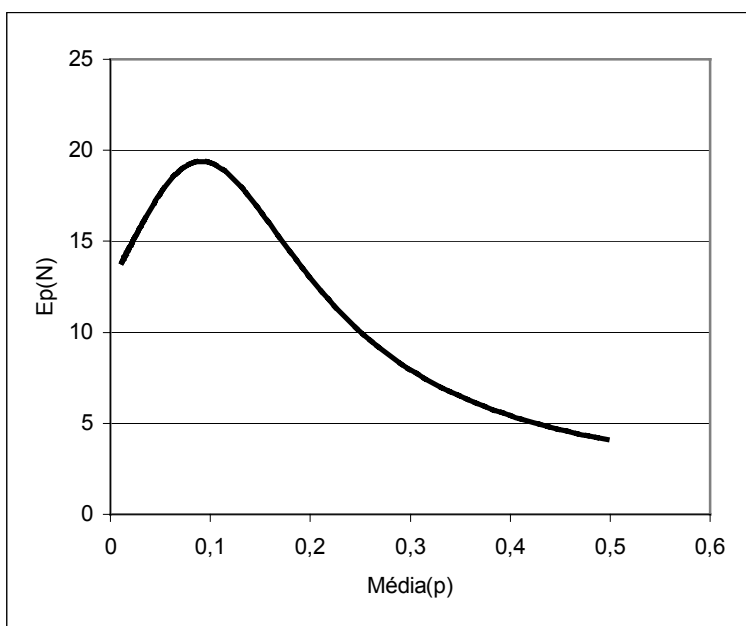


Figura 10. Curva do tamanho esperado da amostra do plano de amostragem seqüencial para lagarta do minador-dos-citros em pomar jovem de laranjeira 'Pêra-Rio'.

Conclusões.

São propostos Planos de Amostragem Seqüenciais para *P. citrella* em pomares jovens e adultos, com base na distribuição binomial negativa, com valor de $k_{comum} = 2,1$.

O número máximo de amostras esperado, para se tomar a decisão, encontra-se em torno de 19 amostras nos dois planos.

No plano para pomar jovem, o tamanho máximo de amostra esperado ocorre quando a infestação está em média de 0,089 lagartas/broto e, para pomar adulto, ocorre com infestação de 0,55 lagartas/broto.

Referências

- BARBOSA, J. C. **Distribuições de probabilidades como base para análises estatísticas, amostragem e estratégias de manejo de *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1794) na cultura da cana-de-açúcar.** 1985. 131 f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1985.
- BARBOSA, J. C. A amostragem seqüencial. In: FERNANDES, O. A., CORREIA, A. C. B.; DE BORTOLI, S. A. **Manejo Integrado de Pragas e Nematóides.** Jaboticabal: FUNEP, 1992, p.205-211.
- BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuição de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, v. 10, n. 2, p. 181-91, 1982.
- BEAZORTI, E.; AQUINO, L. H. de. Plano de amostragem seqüencial para avaliação de infestação de bicho-mineiro (Lepidoptera: Lyonetiidae) no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 695-705. 1994.
- BIANCO, R. **Construção e validação de planos de amostragem para o manejo da lagarta do cartucho – *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), na cultura do milho.** 1995. 113p. Dissertação (Doutor em Ciências, Área de Concentração em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1995.
- BOIVIN, G.; LE BLANC, J. P. R.; ADAMS, J. A. Spatial dispersion and sequential sampling plan for the tarnished plan bug (Hemiptera: Miridae) on celery. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 1, p. 158-164, 1991.
- CHAGAS, M. C. M.; PARRA, J. R. P.; NAMEKATA, T.; HARTUNG, J. S.; YAMAMOTO, P. T. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationship with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 55-59, 2001.
- ESTEFANEL, V. **A amostragem seqüencial baseada no teste seqüencial da razão de probabilidades e seu uso no controle das lagartas da soja no Estado do Rio Grande do Sul.** 1977. 117 f. Dissertação (Mestrado em Experimentação e Estatística) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1977.
- FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem seqüencial (Presença-Ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera> Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 691-695, 2001.

GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas dos citros – aspectos praticos. **Laranja**, v. 19, n. 1, p. 61-77, 1998.

HEPPNER, J. A. Citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on fruit in Florida. **Florida Entomologist**, v. 78 n. 1, p. 183-186, 1995.

NASCIMENTO, J. E. do. **Distribuição espacial e plano amostragem seqüencial para o percevejo pequeno, *Piezodorus guldinii* (Westwood, 1837) (Heteroptera-Pentatomidae) na cultura da soja**. 1995. 137p. Dissertação (Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1995.

PAIVA, P. E. B.; GRAVENA, S.; AMORIM, L. C. de S. Introdução do parasitóide *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya para o controle biológico da minadora da folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton no Brasil. **Laranja**, v. 21, n. 2, p. 217-288, 2000.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de Ecologia de Insetos**. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1976. 419 p.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological Methods**. 2. ed. New York: John Wiley and Sons, 1978. 525 p.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 29, p. 321-357, 1984.

VILLACORTA, A.; TORNERO, M. T. T. Plano de amostragem seqüencial de dano causado por *Perileuoptera coffeella* no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 9, p. 1249-1260, 1982.

YOUNG, J. L.; YOUNG, J. H. **Statistical Ecology: a population perspective**. London: Kluwer Academic Publishers, 1998. 565 p.