

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

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM DE ADULTOS DE
Toxoptera citricida KIRKALDY (HEMIPTERA: APHIDIDAE) NA
CULTURA DE CITROS**

Francisco Ricardo de Toledo

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Abril – 2006

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

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM DE ADULTOS DE
Toxoptera citricida KIRKALDY (HEMIPTERA: APHIDIDAE) NA
CULTURA DE CITROS**

Francisco Ricardo de Toledo

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

Co-orientador: Dr. Pedro Takao Yamamoto

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Abril – 2006

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FRANCISCO RICARDO DE TOLEDO - nascido em 26 de abril de 1980 na cidade de Araraquara-SP, filho de Ademar Antônio de Toledo e Marilene Terezinha Barros de Toledo, é Engenheiro Agrônomo formado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP - Jaboticabal, SP, no ano de 2003. Trabalha na Agrofito Ltda no cargo de Gerente do Departamento Técnico desde fevereiro de 2004. Em março de 2004 iniciou o curso de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) em nível de mestrado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP - Jaboticabal, SP, obtendo o título em junho de 2006.

“Não é possível alcançar o verdadeiro sucesso sem enfrentar oposições e impedimentos. Mas é possível viver o resto da vida sem ser derrotado.”

David Schwartz

Homenagem

A minha esposa Bethânia e meu filho João Ricardo

A cada dia agradeço a Deus por ter me dado esta família: Minha esposa Bethânia, que com seu conhecimento, persistência, carinho, amor, ajuda com o trabalho e estudos; e meu filho João Ricardo, que com sua alegria, respeito, carinho e bagunça, nos guiam rumo a um futuro mais feliz.

Amo vocês.

Dedico

Aos meus pais, Ademar e Marilene.

As minhas irmãs, Bianca e Daniela.

Aos meus tios Décio e Milene.

Aos tios José Carlos e Aparecida de Lourdes.

Que sempre me apoiaram, mostrando o real caminho da vida, com trabalho, conhecimento, saúde, lazer, prazer e alegria.

Com estas pessoas formei meu caráter, obtive minha força e expressei meu amor.

Muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. José Carlos Barbosa, por me orientar não só na dissertação como também na vida, pelo respeito, pelas risadas e alegria trazidas em horas de tensão e nervosismo, pelo conhecimento passado, e, pelo mais importante, fazer-me sentir parte de sua família.

Ao meu Co-orientador Dr. Pedro Takao Yamamoto pela colaboração.

A minha esposa pela ajuda no trabalho e dedicação a nossa vida.

Ao meu filho pelo respeito e obediência nas horas apropriadas.

Ao Fundecitrus pela bolsa coincidência .

A Fazenda Cambuhy por disponibilizar a área do experimento.

Ao colega Eng. Agrônomo Fábio Veronezzi pela ajuda no trabalho.

A colega e Eng. Agrônoma Marília Gregolin Costa pela ajuda no trabalho.

A Agrofito Ltda. pelo apoio e compreensão.

A todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho

Obrigado!

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Pulgões dos citros	4
2.2. <i>Toxoptera citricida</i>	5
2.2.1. Bioecologia de <i>T. citricida</i>	7
2.2.2. Controle de <i>T. citricida</i> em citros	11
2.3. Métodos de levantamento de pragas	13
2.4. Distribuição espacial de insetos	14
2.5. Índice de Agregação.....	15
2.5.1. Razão Variância/Média	16
2.5.2. Índice de Morisita	16
2.5.3. Coeficiente de Green.....	16
2.5.4. Expoente k da Binomial Negativa.....	17
2.5.5. Expoente k comum.....	17
2.6. Modelos Probabilísticos para Estudo da Distribuição Espacial dos Insetos	17
2.6.1. Distribuição de Poisson	18
2.6.2. Distribuição Binomial Positiva	18
2.6.3. Distribuição Binomial Negativa.....	19
2.7. Flutuação populacional de pragas.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Dados Gerais	20
3.2. Análise dos Dados	21
3.2.1. Índices de dispersão.....	21
3.2.2. Estimativa do Expoente k comum	24

3.2.3. Modelos Probabilísticos para Estudo da Distribuição Espacial do <i>T. citricida</i>	24
3.2.4. Teste de ajuste das distribuições teóricas de frequência aos dados observados	26
3.2.5. Estimativa dos parâmetros da lei de potencia de Taylor	27
3.2.6. Amostragem do tamanho fixo pela distribuição binomial negativa	27
3.2.7. Plano de amostragem seqüencial para <i>T. citricida</i> em citros com base na Lei de Taylor	28
3.3. Flutuação populacional de <i>T. citricida</i> e relação com os fatores climáticos	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Distribuição Espacial de <i>Toxoptera citricida</i> na cultura de citros	29
4.1.1. Índices de Agregação	29
4.2. Modelos probabilísticos para Estudo da Distribuição Espacial do <i>T. citricida</i>	32
4.2.1. Distribuição de Poisson e binomial negativa	32
4.2.2. Estimativa do expoente k comum (kc)	36
4.2.3. Lei de Potencia de Taylor	36
4.3. Plano de amostragem para <i>T. citricida</i>	39
4.3.1. Plano de Amostragem com base na distribuição binomial negativa	39
4.3.2. Plano de Amostragem seqüencial com base na Lei de Taylor	42
4.4. Flutuação Populacional de <i>T. citricida</i> e Relação com os Fatores Climáticos	44
5. CONCLUSÕES	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM DE ADULTO DE *Toxoptera citricida*
KIRKALDY (HEMIPTERA: APHIDIDAE) NA CULTURA DE CITROS**

RESUMO - O estudo da distribuição espacial de pragas é fundamental para elaboração de planos de amostragem para uso no manejo integrado de pragas. Para *Toxoptera citricida* foi estudada a distribuição espacial em talhões de pomares de citros comerciais de laranja (*Citrus sinensis*) da variedade Pêra, com 5, 9 e 15 anos de idade, durante o período de setembro de 2004 a abril de 2005. Foram realizadas 14 amostragens de número de pulgões-preto em intervalos aproximados de 15 dias entre as mesmas, utilizando-se armadilhas adesivas de cor amarela (0,11 x 0,11 m) fixadas à planta a 1,5 m de altura aproximadamente. As armadilhas foram distribuídas na área, a cada cinco plantas na linha, em linhas alternadas, totalizando 137 armadilhas no talhão com 5 anos, 140 no talhão com 9 anos e 80 no talhão com 15 anos. Os índices de dispersão utilizados foram: razão variância média (I), índice de Morisita (I_{δ}), coeficiente de Green (Cx) e expoente k da distribuição Binomial Negativa. Através destes índices, verificou-se que a maioria das amostragens apresentou uma distribuição agregada da população do pulgão preto do citros, variando de aleatória para baixa população a agregada em alta população. A lei de Taylor e a distribuição binomial negativa foram os modelos que melhor representaram a distribuição da população. Foram com construídos planos de amostragens para levantamento desta praga com base na lei de Taylor e na distribuição binomial negativa.

Palavras-Chave: *Citrus sinensis*, distribuição binomial negativa, praga, afídeo, amostragem

**SPATIAL DISTRIBUTION AND SAMPLING OF ADULTS OF *Toxoptera citricida*
KIRKALDY (HEMIPTERA: APHIDIDAE) IN CITRUS**

ABSTRACT - The study of spatial distribution of insects is fundamental to elaborate sampling plans with potential to use in integrated pest management. The spatial distribution of *Toxoptera citricida* was studied in plots of commercial orchards of orange (*Citrus sinensis*) of the variety 'Pêra' with 5, 9 and 15 years of age, during the period of September of 2004 and April of 2005. Fourteen samples of the number of *Toxoptera citricida* was performed each 15d approximately, using yellow adhesive traps fixed at 1,5 m of height each 5 plants in alternated lines, summing 137 traps in the 5-years plot, 140 traps in the 9-years plot and 80 traps in the 15-years plot. The dispersion indexes used were: variance/mean relationship (I), index of Morisita (I_{δ}), coefficient of Green (Cx) and exponent k of negative binomial distribution. The majority of samplings showed aggregate distribution. The best models fitted the distribution of population were the Taylor Law and negative binomial distribution, which were used to elaborate the sampling plans.

Keywords - *Citrus sinensis*, negative binomial distribution, pest, Aphidae, sampling.

1. INTRODUÇÃO

A citricultura é considerada uma das principais fontes de renda da agricultura brasileira, resultado especialmente decorrente do desempenho das exportações brasileiras de sucos cítricos (que passaram de 33 mil toneladas no ano de 1970 para 1249 mil toneladas na safra 2004/05), da implantação das indústrias de sucos e também do crescimento do mercado da fruta *in natura* (ABECITRUS, 2005). O Brasil é o maior exportador mundial de suco de laranja concentrado congelado, com 74,6% das vendas no comércio internacional. Essa liderança deve-se diretamente à qualidade e produtividade superiores às dos demais concorrentes. O Brasil é também o maior produtor mundial de suco de laranja, com 49,3% do total, seguido pelos Estados Unidos da América, com 37,6%. Entretanto, os EUA consomem praticamente toda sua produção, pois têm uma participação de apenas 3,1% nas transações internacionais. Cerca de 9% de todo o agronegócio brasileiro vem da laranja, oitavo produto da pauta de exportações do país (AGRIANUAL, 2005).

Atualmente o maior problema enfrentado pela cultura dos citros é o fitossanitário. Além de prejudicar a produtividade da laranjeira, as pragas e doenças fazem com que o custo de produção dos pomares aumente consideravelmente.

O aparecimento de uma nova doença denominada Morte Súbita dos Citros (MSC), vem preocupando os citricultores. Esta doença foi identificada pela primeira vez em 2001 no município de Comendador Gomes no Estado de Minas Gerais (MULLER &

DE NEGRI, 2001). A Morte Súbita dos Citros é uma doença de combinação copa/porta-enxerto, que pode levar à morte plantas sobre porta-enxertos intolerantes. Pesquisas mostram que os vasos do floema do porta-enxerto, que conduzem os produtos gerados na fotossíntese para as raízes, ficam bloqueados e degenerados. Sem alimento, as raízes apodrecem, a árvore definha e morre (BASSANEZI et al. 2004).

O primeiro sinal da MSC é a perda generalizada do brilho das folhas, que ficam sem viço, de aspecto pálido. Pode ocorrer perda de turgidez das folhas, de intensidade variável. Conforme os sinais vão evoluindo, ocorre desfolha parcial da planta e, em estágio mais avançado, há desfolha quase total e morte da planta. Pode ocorrer falta de brotações novas e vigorosas, seca de ponteiros, colapso das plantas e retenção de frutos, principalmente em variedades tardias (BASSANEZI et al. 2003).

Pesquisadores da Allelyx Genomics, empresa de biotecnologia ligada ao grupo Votorantim, realizaram experimentos em estufas do Fundecitrus e, neles os pulgões *Aphis spiraecola* (pulgão verde) e *Aphis gossypii* (pulgão cinza) infectaram micromudas e laranjeiras com o Citrus Sudden Death Virus (CSDV) ou Vírus da Morte Súbita dos Citros, um vírus até então desconhecido da família Tymoviridae. Essa empresa apresentou em outubro de 2003 esse vírus como o possível agente causador da MSC e pediu a patente sobre o uso de suas seqüências genéticas nos Estados Unidos. Os pesquisadores verificaram que o *Toxoptera citricida* (pulgão preto), assim como os outros dois, pode carregar o CSDV, mas os testes feitos até agora não indicaram que esse pulgão seja igualmente capaz de transmitir o microrganismo. Os pesquisadores da Allelyx mostraram uma relação direta entre a doença e esse vírus, encontrado apenas em árvores de regiões atingidas pela MSC. Por enquanto, considera-se a possibilidade do CSDV atuar em conjunto com o vírus responsável pela Tristeza dos Citros (MACCHERONI et al. 2005).

Os pulgões são insetos de corpo mole, encontrados às dezenas sugando a seiva das árvores e podem adquirir o vírus em poucos minutos sugando uma planta infectada e transmiti-lo a plantas saudáveis também em poucos minutos de alimentação. Por outro lado, em 24-48 horas eles perdem essa habilidade de transmitir, após deixar a planta infectada. Partículas de vírus se acumulam nas células do floema causando efeitos que impedem o movimento de carboidratos da copa para as raízes. Com isso, o declínio é

rápido e letal. Portanto, atualmente, acredita-se que a Morte Súbita seria causada por um vírus extremamente agressivo às variedades enxertadas sobre os limoeiros Cravo (que representa 85% das 200 milhões de árvores do Estado de São Paulo) e Volkameriano, independente da variedade da copa e das condições edafo-climática, e esse vírus teria um vetor altamente eficiente.

Programas de manejo integrado de pragas vêm sendo cada vez mais utilizados para controle de insetos-praga, apoiando-se em estratégias que incluem práticas de controle baseadas em níveis de danos, os quais são monitorados por meio de amostragens. GYENGE et al. (1999) relatam que o conhecimento da distribuição espacial do inseto é de fundamental importância para estabelecer os melhores critérios de amostragem e determinar o momento de controle. Com a distribuição obtida, somada a aspectos relativos ao inseto como biologia, comportamento e fatores econômicos, constroem-se planos de amostragem para proporcionar um nível alto de precisão com o menor custo possível, e maior eficiência na tomada de decisão do controle.

Além de todas as razões descritas acima e do fato do pulgão preto ser o provável responsável pela transmissão da Morte Súbita dos Citros, por não existirem muitos estudos sobre distribuição espacial de *T. citricida* na cultura de citros aliado à crescente importância desta praga no setor citrícola, realizou-se este trabalho com o objetivo de estudar a distribuição espacial do pulgão preto, para fornecer subsídios para a elaboração de um plano de amostragem que possa auxiliar no manejo integrado de pragas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Pulgões dos citros

Os insetos hemípteros, vulgarmente conhecidos por pulgões ou afídeos, constituem a superfamília *Aphidoidea*, da qual a família *Aphididae* é a maior e mais comum. A esta família pertencem os pulgões dos citros. Trata-se de um grupo de insetos dos mais estudados por pesquisadores do mundo inteiro, graças a sua importância agrícola incontestável. Os prejuízos causados às plantas cultivadas devem-se às graves alterações provocadas nos tecidos vegetais, quer pela constante sucção, pela introdução de toxinas salivares durante a alimentação, quer, principalmente, por serem eles os mais importantes vetores de doenças de plantas conhecidas. Os afídeos constituem um grande grupo de pequenos insetos de corpo mole, comprimento que varia de 1 a 7 mm, mais freqüentemente 1 a 4 mm, normalmente encontrados em grandes quantidades, a sugar seiva de ramos ou folhas de plantas. Nesse grupo de pulgões, é comum encontrar indivíduos em todos os estágios do desenvolvimento. Os representantes da família podem usualmente ser reconhecidos pelo corpo piriforme característico, pelo par de cornículos na parte posterior do abdome e pelas antenas bastante longas; as formas aladas podem, em geral, ser reconhecidas pela nervação e pelo tamanho relativo das asas anteriores e posteriores (BORROR & DELONG, 1970).

Os pulgões formam o principal grupo de insetos vetores de vírus de plantas, sendo que aproximadamente metade dos 600 vírus transmitidos por vetores é transmitida pelos pulgões ou afídeos. A família mais importante como vetor de vírus é a *Aphididae* e sub família *Aphidinae*, em que se encontram os gêneros *Myzus*, *Macrosiphum* e *Toxoptera*, entre muitos outros (PARRA et al. 2003).

Os pulgões são considerados monófagos, quando se alimentam de plantas da mesma família, ou polífagos, quando podem alimentar-se de plantas de numerosas famílias. Há ainda pulgões oligófagos, isto é, que vivem sobre um reduzido número de hospedeiros (ILHARCO, 1992). O pulgão-preto dos citros mede cerca de 2 mm de comprimento. Sua reprodução é assexuada (partenogênese telítoca), não ocorrendo machos em regiões com clima tropical. A taxa de reprodução é muito alta, e cada fêmea dá origem a 20 ou 30 ninfas. Formam colônias e são bem adaptados para se alimentarem em citros, tendo poucos hospedeiros (oligófagos) (PARRA et al. 2003). Sua coloração é marrom nas formas jovens e preta nos adultos. O pulgão-verde, *Aphis spiraecola*, era antigamente identificado como *Aphis citricola* (VAN DER GOOT, 1918). Na forma áptera aparece com menos freqüência do que o pulgão-preto em pomares. Os adultos medem cerca de 1,2 a 2,2 mm de comprimento, são esverdeados e apresentam o sifúnculo de cor marrom. Quando alados, o tórax e a cabeça são também marrons. É uma espécie polífaga, ou seja, alimenta-se em várias espécies de plantas (PARRA et al. 2003). Similar nos hábitos é o pulgão cinza, *Aphis gossypii*, que adere aos lados de baixo da folha.

Apesar de existir um grande número de espécies de pulgões, *T. citricida* é a espécie que tem sido mais estudada no Brasil por oferecer mais risco às plantações de laranja (PARRA et al. 2003).

2.2. *Toxoptera citricida*

O pulgão preto dos citros é originário do Sudeste da Ásia e foi primeiramente descrito por KIRKALDY (1907), que o incluiu no gênero *Myzus*. É comumente encontrado em toda a Ásia, incluindo China, Índia, Japão, Taiwan, Vietnã, Sumatra,

Nepal, Sri Lanka, Malásia, Filipinas e Tailândia, além de Ilhas do Pacífico, Austrália, Nova Zelândia, países da África, Itália, Espanha e Turquia.

Sua introdução no Brasil ocorreu acidentalmente na década de 20, quando a citricultura estava em expansão no país e houve importação de material de propagação proveniente da Austrália e África do Sul (ROCHA-PEÑA et al. 1995). Desde então, a praga espalhou-se por todo o continente americano. Todas as espécies do gênero *Citrus* e a maioria das Rutáceas são hospedeiras do *T. citricida*. Existem algumas citações de plantas não-rutáceas onde o pulgão foi identificado (em algodoeiro, macieira, cerejeira, pessegueiro, aceroleira e maracujazeiro), mas são geralmente eventos isolados de colonização de plantas próximas às plantas de citros (STOETZEL, 1994a).

O pulgão preto alimenta-se somente em brotos, nas folhas e nos botões florais de seus hospedeiros. As brotações são apropriadas para o crescimento e a reprodução de pulgão por um período de 3-4 semanas, dependendo das circunstâncias ambientais. Conseqüentemente, uma colônia de pulgão tem um período relativamente curto para amadurecer e reproduzir antes do término da sua disponibilidade de alimento. Esta é uma consideração importante para o desenvolvimento de estratégias de controle. Aglomerados de ninfas e declínio de temperatura e da qualidade do alimento podem ser responsáveis pela formação de indivíduos alados. STOETZEL (1994b) reconheceu por informações de caracteres morfológicos, espécies do gênero *Toxoptera* que transmitem viroses ao citros. NICKEL (1987) relatou a existência de várias espécies de importância econômica, principalmente as polífagas e cosmopolitas, como *Myzus persicae*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis fabae* e *Aphis gossypii*, as quais, em conjunto, podem transmitir aproximadamente 300 viroses de plantas cultivadas. Também *Toxoptera aurantii*, *T. citricida* e *Aphis citricola*, mas com diferenças regionais de incidências e densidade, sendo *T. aurantii* o vetor mais eficiente do vírus-da-tristeza do citros. LEE & SEO (1992) relataram também a ocorrência de *Toxoptera citricida* e determinaram sua distribuição geográfica e plantas hospedeiras, pela constatação dos caracteres morfológicos.

2.2.1. Bioecologia de *T. citricida*

Os pulgões, em sua quase totalidade, passam por quatro estágios ninfais, tornando-se adultos após o 4º instar. As ninfas apresentam os mesmos hábitos alimentares dos adultos, são ápteras e de menores dimensões (RONQUIM, 1999).

Ninfas que se tornarão adultos alados, diferenciam-se das ápteras a partir do 3º instar, pela presença de tecas alares. O ciclo de vida (ninfá-adulto) é de 7 a 10 dias em climas tropicais. O polimorfismo contribui para o desenvolvimento dos afídeos, devido à presença de formas ápteras, concentradas na reprodução em condições ambientais favoráveis e aladas, para a dispersão em condições adversas (RONQUIM, 1999).

Este gênero difere dos demais, principalmente por apresentar um mecanismo estridulatório, consistindo de uma série de pêlos (espinhos) curtos, juntamente com pelos normais na tíbia, e na região latero-ventral do abdome, apresenta uma cutícula serreada situada ao redor da base dos sífúnculos, nos segmentos 5 e 6. O processo terminal é longo e os tubérculos antenais são um pouco menos desenvolvido que na maioria das espécies do gênero *Aphis*, a cauda possui de 8 a 396 pêlos (EASTOP, 1966). O tamanho do corpo varia de 1 a 2,4 mm de comprimento, apresentando coloração em vida variando de marrom a marrom-escuro; o pterostigma que está localizado entre as três nervuras anteriores pode ser pálido ou escuro, variando com a espécie (BLACKMAN & EASTOP, 1984).

O segmento antenal III varia sua coloração de pálido a marrom-escuro; a nervura média dependendo da espécie é ramificada duas vezes ou apenas uma (MARTIN, 1983).

Em repouso, as asas são geralmente mantidas verticalmente sobre o corpo (BORROR & DELONG, 1970). Os cornículos dos afídeos são estruturas tubulares que se originam do lado dorsal do quinto ou sexto segmento abdominal e funcionam como tubos secretores de cera.

Como danos diretos, o pulgão preto pode causar o encarquilhamento ou a distorção das folhas e definhamento das plantas em razão da sucção intensa de brotações e de folhas novas. Durante o processo de alimentação e dependendo da alta densidade populacional, pulgões também produz o “honeydew”, excreção açucarada

que favorece o desenvolvimento da fumagina sobre as folhas e frutos, que é prejudicial à respiração e fotossíntese da planta (GALLO et al. 1970). Ocorrem com maior frequência em períodos em que não ocorrem chuvas prolongadas (PARRA, et al. 2003).

O grande sucesso dos afídeos como praga deve-se à sua alta fecundidade e ao polimorfismo dos indivíduos. O ciclo vital de muitos afídeos é pouco comum e complexo. O desenvolvimento destes insetos varia de um local para outro, sendo que em regiões tropicais e subtropicais ocorrem várias gerações anuais, de reprodução partenogenética, dando origem a fêmeas vivíparas (o desenvolvimento embrionário se processa dentro do corpo da fêmea, e portanto, produz ninfas em lugar de ovos) aladas e ápteras. Nas regiões temperadas, no final do outono e começo do inverno, as fêmeas deixam de se reproduzir por partenogênese e ocorre a reprodução bissexuada, dando origem a machos e fêmeas ovíparas. A geração final antes do inverno é sexual e o inverno é gasto geralmente no estágio de ovo, embora não necessariamente (BORROR & DELONG, 1970). A ovulação é extremamente precoce e o desenvolvimento embrionário das ninfas começa antes do nascimento da mãe, no interior do corpo da avó. O alimento ingerido por um indivíduo adulto sustenta, então, três gerações. A larviposição é iniciada logo após a última ecdise e é a única função reprodutiva atribuída ao adulto.

Os afídeos se reproduzem, no Brasil meio, exclusivamente por partenogênese telítoca, isto é, sem o concurso do macho, originando-se sempre fêmeas (GALLO et al. 1970).

A capacidade de vôo permite aos afídeos dispersarem migrando de uma planta para outra, ou seja, possibilita a conquista de novas plantas em melhores condições nutricionais, onde o potencial possa se desenvolver. Esse é o papel desempenhado pelas fêmeas partenogenéticas aladas, que, juntamente com as ápteras, podem ser consideradas as únicas formas adultas de afídeos ocorrentes em regiões de climas tropical e subtropical (MINKS & HARREWIJN, 1987). Cumpre esclarecer aqui que muitas exceções existem e não estão sendo consideradas, por não apresentarem interesse direto nas nossas condições.

O vento exerce marcada influência na disseminação de insetos, arrastando a grandes distâncias não só ovos, como também larvas e adultos de muitas espécies, podendo transportar insetos adultos alados ou não.

Os insetos alados, em geral, deslocam-se nas suas dispersões sob a ação do vento, e este deslocamento é bastante variável de espécie para espécie, e de acordo com a velocidade do vento (Figura 1).



Figura 1. Diagrama mostrando o vôo do pulgão (SILVEIRA NETO et al. 1976).

De acordo com BRAGA & SOUSA-SILVA (1999), a colonização das laranjeiras é feita por afídeos que habitam o pomar. Os pulgões tendem a sair do talhão em que se encontram somente quando este já está saturado. Seu vôo é contínuo, com duração média entre 6 a 12 horas, ou até completa exaustão no máximo de 1 dia. Inicialmente, o pulgão voa para cima atraído pela radiação ultravioleta, depois segue horizontalmente no sentido do vento e pousa em uma nova árvore repellido pela radiação ultravioleta. As cores que refletem o ultravioleta repelem o pulgão e vice-versa. A cor que mais atrai o pulgão é o amarelo pelo fato de refletir muito pouco ultravioleta e isto explica o fato de pulgões alados pousarem em brotações novas. Após o pouso, o inseto efetua a picada de prova. Se for favorável fica, caso contrário executa pequenos vôos próximos, à procura de uma planta, ou acaba morrendo. Esse vôo depende da ação do vento local (SILVEIRA NETO et al. 1976). Basta uma única picada de prova para o pulgão transmitir o vírus para a planta. Deste modo, a intensidade e direção dos ventos influenciam na força de transmissão de vetores de patógenos de doenças.

As condições climáticas no Brasil são favoráveis ao desenvolvimento de formas partenogênicas o ano todo. As condições climáticas do Estado de São Paulo parecem

permitir o aparecimento de pulgões alados de muitas espécies, porém, aparentemente não são suficientemente adequadas para provocar a produção de fêmeas ovíparas.

Devido ao seu hábito alimentar, podem causar o encarquilhamento ou a distorção das folhas e definhamento das plantas em razão da sucção intensa da seiva. O encarquilhamento provocado pelo pulgão-preto é menos acentuado do que o causado pelo pulgão-verde. Essas espécies são mais freqüentes em períodos em que não ocorrem chuvas prolongadas (PARRA et al. 2003).

De acordo com BRAGA & SOUSA-SILVA (1999), a influência dos fatores climáticos - pluviosidade, umidade relativa do ar, e temperatura média - na dinâmica de vôo do pulgão, não foi significativa. É conhecido que em dias de chuva forte, ocorre a "lavagem" das folhas das plantas e isto prejudica os afídeos, eliminando as infestações por pulgões. Sabe-se também, que o vôo do pulgão ocorre em dias claros.

Apesar do fato que o pulgão pode aparentemente mover-se a distâncias longas em um período curto, não está clara a influência que a dispersão natural tem em comparação com a dispersão artificial, provocada pelo homem. Alguns estudos indicam que a maioria dos alados provavelmente não voam longe de sua colônia de origem. Isto é observado em infestações de *T. citricida* em pomares de citros que são expandidas muito mais lentamente que as infestações de *Aphis Gossypii* (GOTTWALD et al. 1993). Além disso, armadilhas de sucção e amarelas frequentemente subestimam o número de colônias ativas de pulgão na vizinhança (YOKOMI et al. 1997). Conseqüentemente, as infestações de pulgão preto tendem a ser endêmicas nos pomares de citros, sobrevivendo em densidade baixa até que um ciclo novo forneça o alimento suficiente para o desenvolvimento dos alados. Condições de tempo tais como correntes de ar ascendentes térmicas ou ventos fortes em tempestades tropicais podem auxiliar na dispersão. Por exemplo, a descoberta de pulgão preto na Jamaica em 1993 foi precedida por um forte tornado tropical (LEE et al. 1995). Entretanto, dispersão de alados por longas distâncias é rara e o transporte de material de plantas infestadas por seres humanos deve ser o mecanismo mais importante. Há também a evidência que o desempenho do pulgão preto varia entre espécies de citros.

Dado que o pulgão preto alimenta-se somente em brotações novas e macias do citros, muitos autores têm observado o surgimento de populações ocorrerem

aproximadamente 2 semanas após chuvas pesadas que induzem o brotamento dos citros (SCHWARZ, 1965a; KLAS, 1979). Tipicamente, há dois picos de população de pulgão preto por ano em regiões subtropicais, um na primavera e outro no outono. Isso foi observado na Argentina (NIQUEL & KLINGAUF, 1985), na Austrália (KHAN, 1976; CARVER, 1978), no Brasil (CHAGAS et al. 1982), no Kenya (SEIF & ISLAM, 1988), em Formosa (TAO & TAN, 1961), e no Japão (NAKAO, 1968; SHINDO, 1972). KOMAZAKI (1981) relatou três picos anuais dos alados no Japão durante observações anuais.

GERAUD (1979) estudou a dinâmica do ciclo de vida e da população de pulgão preto na Venezuela. NIQUEL & KLINGAUF (1985) estudaram a dinâmica da população de pulgão preto por um período de 2 anos em Misiones, Argentina. Compararam a longevidade das colônias expostas com aquelas protegidas em caixas e outras que cresceram sob condições climáticas controladas. A máxima longevidade de colônias expostas foi de somente 12 dias (média = 7,5), contra 16-26 dias quando protegidas em caixas e 19-33 dias sob condições controladas de temperatura. Estes resultados foram devidos principalmente à proteção exercida pela caixa contra inimigos naturais e condições ambientais adversas. Segundo os autores os períodos de chuva pesada e de tempo quente e seco foram relacionados com baixa densidade de população. Chuvas pesadas impediram a atividade do vôo, atrapalhando o levantamento por armadilhas amarelas adesivas. ANDERSON (1914) também anotou uma opinião popular que populações de pulgão são diminuídas por chuvas curtas e pesadas. Entretanto, NIQUEL & KLINGAUF (1985) concluíram que a temperatura é um determinante importante nos alados, e extremos de temperatura no inverno e no verão têm um impacto negativo na atividade do desenvolvimento e do vôo.

2.2.2. Controle de *T. citricida* em citros

Diferentemente das demais espécies de afídeos, o pulgão preto tem um pequeno número de parasitóides conhecidos (STARY, 1970). Uma exceção pode estar no Japão, onde foi encontrado *Lysiphlebus japonica* Ashmead (Hymenoptera: Aphidiidae), que exerceu algum controle sobre a espécie (KATO, 1969; TAKANASHI, 1990, 1991).

SYMES (1924) relatou a coleta de um único Braconídeo não identificado (provavelmente um Aphidiidae) parasitóide de pulgão preto na África do Sul, embora ABATE (1988) não encontrou nenhum parasitóide de pulgão preto em seu exame de vetores de doenças do citros na Etiópia. *Lysiphlebus testaceipes* Cresson ataca o pulgão na Venezuela (STARY & CERMELI 1989) e no Brasil (GALLO et al. 1978), embora MURAKAMI et al. (1984) não recuperaram este ou nenhum outro parasitóide da espécie de pulgão preto durante seu exame na região de Cerrados. *L. testaceipes* são freqüentemente observados parasitando o pulgão preto em Puerto Rico (YOKOMI & TANG, 1996). Em Cuba, *L. testaceipes* freqüentemente parasita *T. aurantii*, mas é encontrado somente raramente em pulgão preto (BATISTA et al. 1995). DE HUIZA & ORTIZ (1981) coletaram 4 vespas de *Aphidiidae* no Peru, incluindo *A. colemani* e *A. matricariae*, mas somente *L. testaceipes* emergiram de pulgão preto. Na maioria de estudos dos inimigos naturais de *T. citricida*, ênfase foi dada em insetos predadores, principalmente em coleópteros (Coccinellidae) e dípteros (Diptera: Syrphidae) como os insetos que causam maior mortalidade em populações de pulgão preto.

GONÇALVES & GONÇALVES (1976) coletaram 10 espécies de syrphídeos nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro no Brasil. LEAL et al. (1976) relataram *O. gastroctactus* ser o sirfídeo mais abundante em pulgão preto em Pernambuco e concluíram ser o único predador que tem capacidade de controle.

RONDON et al. (1981) encontraram o fungo entomopatogênico *Verticillium lecanii*. Estes pesquisadores indicaram elevada patogenicidade já que "nos diferentes instars ninfais, nos adultos, ápteros e alados, havia uma mortalidade maior que 80% nas primeiras 2 semanas, impedindo o ciclo de vida do inseto". Entretanto, a taxa de infecção de 1,2% das colônias, relatadas por WHITE (1995) em Trinidad, é provavelmente um valor mais típico para a ocorrência natural desse fungo em pulgão preto. Outros fungos estão atualmente sob avaliação para patogenicidade em pulgão preto.

A decisão de se aplicar ou não um inseticida em uma infestação do inseto é afetada por muitos fatores, principalmente pela tolerância da planta ao inseto. Mudanças certificadas ou materiais de propagação como borbulhas e cavalinhos deve ter uma tolerância muito baixa a infestações de pulgões, para que seja evitada transmissão de

doenças. As árvores novas com forte infestação podem ter seu desenvolvimento impedido e o nível de tolerância em amostragens de pulgão preto é conseqüentemente mais baixo do que aquele para árvores maduras (HELY, 1968).

Níveis de tolerância para infestações de pulgão preto em árvores em produção variam provavelmente com a incidência local de tensões severas de doenças transmitidas pelos pulgões, como a tristeza e a morte súbita dos citros, e sua proximidade às árvores suscetíveis.

O controle e monitoramento do pulgão preto podem ser feito por aplicações de inseticidas, uso de óleo mineral, ou por armadilhas adesivas de cor amarela de maneira prematura para evitar que os mesmos adquiram indivíduos alados e se dispersem pelo restante do pomar. Pode-se ainda utilizar uma barreira de plantas não susceptíveis ao vírus com o objetivo de reduzir a dispersão de vírus na cultura, diminuindo o número de plantas infectadas.

2.3. Métodos de levantamento de pragas

As armadilhas amarelas adesivas e armadilhas de bandeja amarela com água são usadas para monitorar a atividade do vôo de pulgão preto, e são mais econômicas do que armadilhas de sucção. Entretanto, as armadilhas adesivas são atrativas a muitos insetos e devem ser substituídas freqüentemente. Além disso, os afídeos capturados em tais armadilhas requerem inevitáveis solventes especiais para removê-los e são geralmente danificados, tornando a identificação difícil. A melhor condição do espécime ocorre nas armadilhas de bandeja amarela com água, mas também necessita ser esvaziada durante períodos de chuva pesada. Além disso, deve ser observado que se monitora somente a atividade do vôo dos alados, não fornecendo informação sobre os alados de afídeos ápteros e ovos em pomares de citros, e não é um substituto para procura de colônias nos pomares. Pulgões alados não são fortes e poucos voam para longe de sua colônia original (GOTTWALD et al. 1993). GAVARRA & EASTOP (1976) obtiveram melhores resultados com armadilhas amarelas colocadas a uma altura de

152 cm do que ao nível do solo. Conseqüentemente, a localização ótima para as armadilhas está acima do nível do solo e abaixo da altura das árvores do pomar.

LARA et al. (1976) usaram armadilhas de água de diversas cores para comparar a atratividade de diversos insetos em citros. Em geral, concluíram que as cores branca e amarela são as mais atrativas para a maioria dos insetos, incluindo o pulgão preto e seus predadores *C. sanguinea* e de *Chrysoperla sp.* Entretanto, SCHWARZ (1965b) observou que a atratividade relativa ao amarelo e ao verde para o pulgão preto variou conforme épocas do ano e entre os anos.

Atualmente o mais importante instrumento de amostragem e monitoramento de afídeos em todo mundo são as armadilhas amarelas. Segundo CARVALHO (1984), a eficiência das armadilhas depende, entre outros fatores, de sua atratividade. A radiação amarela refletida é o estímulo mais conhecido para os pulgões, e as armadilhas amarelas desenvolvidas por Moerick são praticamente seletivas para afídeos alados (ROSSI, 1989).

2.4. Distribuição espacial de insetos

Existem três disposições básicas que descrevem os arranjos espaciais ocupados pelos insetos: ao acaso ou aleatória, onde todos os pontos em um espaço têm a mesma probabilidade de serem ocupados por um organismo e a presença de um indivíduo não altera a posição de outro; regular ou uniforme, onde a ocorrência de um indivíduo limita a ocorrência de vizinhos na mesma unidade e contagiosa ou agregada, em que a presença de um indivíduo aumenta a chance de um outro na mesma unidade (ELLIOTT, 1979, RABINOVICH, 1980, PERECIN & BARBOSA, 1992).

Para medir a disposição espacial são utilizados índices de agregação ou de dispersão, cuja aplicação é imprescindível em estudos ecológicos ou métodos de amostragem (GREEN, 1966).

A disposição dos organismos no espaço é uma característica ecológica da espécie, resultante do nascimento, morte e migração de indivíduos. O conhecimento das distribuições de probabilidade que descrevem as disposições espaciais de insetos

pragas, obtidas a partir dos dados de contagens, é importante para o estabelecimento de planos de amostragem, análises estatísticas, e conseqüentemente na decisão sobre o controle de pragas.

De acordo com SILVEIRA NETO et al. (1976) não há um método de amostragem universal para avaliar insetos. Para estes autores, um bom método deve se basear em princípios da estatística e no conhecimento da distribuição espacial, do ciclo de vida e do comportamento do inseto. Um plano racional no controle de pragas visa evitar o aumento do custo de produção devido a excessivas aplicações de inseticidas, e o conhecimento da distribuição da praga é de fundamental importância para definir um plano de amostragem (BARBOSA & PERECIN, 1982).

2.5. Índices de Agregação

Vários índices de agregação ou de dispersão são utilizados para medir a disposição espacial dos insetos. De acordo com GREEN (1966) e TAYLOR (1984), um índice desejável deve possuir alguns atributos, tais como: deve resultar valores reais e contínuos para todo grau de agregação; deve ser pouco influenciado pelo número de unidades amostrais, pelo tamanho da unidade ou pelo número total de indivíduos; deve ser fácil de calcular; deve ter uma interpretação biológica.

Para RABINOVICH (1980) não há um índice perfeito que satisfaça todas as condições desejáveis. Para se escolher um índice mais adequado é necessário ter algum conhecimento sobre a distribuição espacial dos insetos e uma idéia da variabilidade das áreas a comparar. A seguir, são apresentados os principais índices utilizados para medir o grau de agregação de insetos.

2.5.1. Razão Variância/ Média (I)

Este índice, também denominado de índice de dispersão, se baseia na relação entre a variância e a média, e é utilizado para medir o desvio de um arranjo espacial das condições de aleatoriedade (RABINOVICH, 1980).

Segundo o mesmo autor, valores obtidos desta razão menores que 1 indicam uma disposição espacial uniforme, onde a variância é menor que a média; valores iguais a 1 indicam disposição ao acaso, onde a variância é igual a média e valores maiores que 1 indicam disposição contagiosa, onde a variância é maior que a média.

2.5.2. Índice de Morisita (I_{δ})

Este índice é independente do tamanho da unidade amostral, mas depende muito do tamanho da amostra, sendo, portanto um bom índice quando o número de unidades amostrais for o mesmo nos campos sob comparação (ELLIOTT, 1979).

Apresenta valor igual a 1 para distribuição espacial ao acaso, valores menores que 1 indicam uma distribuição uniforme e maiores que 1 para distribuição contagiosa.

2.5.3. Coeficiente de Green (Cx)

Segundo GREEN (1966) este índice varia de zero (para distribuições aleatórias) a 1 (para o máximo contágio positivo). Valores negativos indicam uma distribuição uniforme. Muito utilizado para testar distribuições contagiosas, este índice é indicado para comparar amostragens dentro de uma mesma área amostral.

2.5.4. Expoente k da binomial negativa (k)

Este índice só deve ser utilizado quando os dados se ajustarem à distribuição binomial negativa (ELLIOTT, 1979), e sua desvantagem é ser dependente do número de unidades amostrais e seu valor influenciado pelo tamanho da unidade amostral, permitindo comparações seguras quando o tamanho e o número das unidades amostrais são os mesmos.

Valores de k negativos indicam uma distribuição regular ou uniforme, valores entre 0 e 2 indicam uma distribuição altamente agregada, valores entre 2 e 8 agregação mediana e valores superiores a 8 distribuição ao acaso (SOUTHWOOD, 1978).

2.5.5. Expoente k comum (k_c)

Utilizado quando existe um mesmo grau de agregação em diferentes amostragens, o k comum pode ser calculado quando não há dependência entre as médias e os valores de k (ELLIOTT, 1979).

Este mesmo autor relata que a aplicação deste índice é de fundamental importância para a utilização da técnica de amostragem seqüencial e na transformação de dados para a elaboração de análises de variância e teste t. Cita também que quando o valor de k é constante para uma praga, o nível de agregação é uma característica da espécie.

2.6. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial dos insetos

As distribuições de probabilidade que descrevem as distribuições espaciais dos insetos pragas são muito importantes para o estabelecimento de técnicas adequadas de análise estatística dos dados, critérios de amostragem e decisão sobre o controle das pragas (BARBOSA & PERECIN, 1982).

A distribuição de frequência dos indivíduos de cada espécie de inseto, em cada cultura indica a distribuição de probabilidade de ocorrência da praga em determinada cultura estudada.

Geralmente a distribuição do inseto segue um modelo matemático aceitável para explicar os relacionamentos entre a variância e a média de uma população.

2.6.1. Distribuição de Poisson

É o melhor modelo matemático para descrever a disposição ao acaso ou aleatória do inseto (ELLIOTT, 1979, RABINOVICH, 1980). Caracteriza-se por apresentar a variância igual à média ($\sigma^2 = m$) e admite a hipótese de que todos os indivíduos possuem a mesma probabilidade de ocupar um lugar no espaço, e a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro.

2.6.2. Distribuição binomial positiva

De acordo com RABINOVICH (1980) é o modelo matemático que melhor representa a disposição regular ou uniforme do inseto onde a variância é sempre menor que a média ($\sigma^2 < m$).

Para PERECIN & BARBOSA (1992) esta distribuição normalmente ocorre quando a presença de um indivíduo limita a presença de outros indivíduos na mesma unidade, comum no canibalismo entre indivíduos.

A função de probabilidades é obtida pela expansão do binômio $(p+q)^k$, onde p é a probabilidade de que um espaço qualquer seja ocupado por um indivíduo; $q = 1 - p$ é a probabilidade de não ocorrer a presença deste indivíduo e k é o número máximo de indivíduos que a unidade amostral poderá conter (GREIG-SMITH, 1964).

2.6.3. Distribuição binomial negativa

Este modelo de distribuição apresenta a variância maior que a média ($\sigma^2 > m$) e ocorre quando a presença de um indivíduo aumenta a chance de um outro na mesma unidade, propiciando uma distribuição contagiosa ou agregada de insetos (ELLIOTT, 1979).

Os parâmetros desta distribuição são a média aritmética (μ) e o expoente k , que é considerado como uma medida do grau de agregação. A série de probabilidades desta binomial é obtida através da expansão de $(q - p)^{-k}$, onde $p = \frac{\mu}{k}$, em que μ é estimado através da média aritmética, $q = 1 + p$, e k é estimado através do método dos momentos, pelo método da proporção de zeros ou pelo método da máxima verossimilhança (GREIG-SMITH, 1964).

Quando o valor de k é muito alto ($k \rightarrow \infty$), a distribuição binomial negativa se aproxima da série de Poisson; quando o valor de k tende a zero, a distribuição binomial negativa tende para a série logarítmica (SOUTHWOOD, 1978).

2.7. Flutuação populacional de pragas

LOURENÇO & PINTO (1988) afirmaram que a densidade populacional dos afídeos é afetada pela pluviosidade, pois quando essa se torna baixa, a população tende a se elevar consideravelmente. EASTOP (1977) e NICKEL (1987) afirmam que a população de afídeos é também afetada pela temperatura, o que pode condicionar o tamanho da população, bem como seu comportamento individual. BERTELS, FERREIRA & CASAGRANDE (1971) verificaram que os fatores climáticos e de alimentação influenciaram a dinâmica populacional dos afídeos, em que as chuvas, variação de temperatura e uma alimentação insuficiente seriam os fatores condicionantes à migração de pulgões.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Dados gerais

O estudo foi realizado na Fazenda Cambuhy, no município de Matão, SP, em três talhões: um de cinco anos (quadra 84, talhão 32) com 1750 plantas, um de nove anos (quadra 59, talhão 68) com 2090 plantas e outro de quinze anos de idade (quadra 38, talhão 27) com 1020 plantas, de laranjeira doce *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, variedade 'Pêra Rio' sendo os dois mais novos enxertados sobre tangerineira Sunki e o mais velho sobre tangerineira Cleópatra. Todos receberam os tratamentos culturais (adubação, capina e aplicação de herbicidas) e fitossanitários (aplicação de acaricidas e fungicidas) recomendados à cultura.

As pulverizações com inseticidas nos talhões foram realizadas nas seguintes datas: no talhão de 5 anos foram aplicados em 19/12/04 (abamectin), em 11/02/2005 (dimethoate), em 22/03/2005 (endosulfan), e em 26/04/2005 (deltametrin); no talhão de 9 anos foram aplicados em 18/01/2005 (malathion), em 21/02/2005 (dimethoate) e em 07/04/2005 (lambdacyhalothrin) e no talhão de 15 anos, foram aplicados em 28/10/2004 (abamectin), 05/01/2005 (deltametrin), em 20/01/2005 (acephate) em 26/01/2005 (malathion), em 20/04/2005 (lambdacyhalothrin).

As amostragens foram realizadas em intervalos aproximados de quinze dias,

quando não havia interferência da chuva, durante o período de setembro de 2004 a abril de 2005, num total de 14. Por causa da conhecida atração dos insetos à cor amarela (GUAJARÁ, 2004), utilizaram-se armadilhas adesivas desta cor, com dimensões de 0,11 x 0,11 m presas à planta a 1,5 m de altura aproximadamente (GAVARRA & EASTOP, 1976). As armadilhas foram distribuídas na área a cada cinco plantas na linha, em linhas alternadas, totalizando 137 armadilhas no talhão com 5 anos, 140 no talhão com 9 anos e no talhão com 15 anos, 80 armadilhas.

3.2. Análise dos dados

Para análise da distribuição espacial de *T. citricida*, a média (\hat{m}) e a variância (s^2) do número de pulgões por armadilha foram obtidas nas 14 amostragens. Em seguida foram obtidos os índices de dispersão.

3.2.1. Índices de dispersão

3.2.1.1. Razão variância/média (ELLIOTT, 1979):

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{m})^2}{\hat{m}(n-1)},$$

onde:

s^2 = variância amostral

\bar{x} = média amostral

x_i = número de pulgões por armadilha

n = número de unidades amostrais (armadilhas)

Testou-se o afastamento da aleatoriedade através do teste de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade, dado por:

$$X^2 = I \cdot (n-1)$$

ou seja:

$$X^2 = \frac{s^2(n-1)}{\bar{m}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{m})^2}{\bar{m}} \sim \chi^2_{(n-1)}$$

e rejeita-se a aleatoriedade quando o $X^2 \geq \chi^2_{(n-1)}$.

3.2.1.2. Índice de Morisita (MORISITA, 1962):

MORISITA (1962) desenvolveu o seguinte índice de dispersão:

$$I_\delta = n \frac{\sum [x(x-1)]}{\sum x(\sum x-1)} = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

onde:

n = número de unidades amostrais

x = número de pulgões por armadilha

Este índice é independente da média amostral (\bar{m}) e do número total de indivíduos na amostra ($\sum x_i$), mas é rigorosamente afetado pelo tamanho da amostra (n) para máxima regularidade e máxima contagiosidade.

Portanto, o índice de Morisita é um bom índice de dispersão, quando as amostras são de mesmo tamanho (n).

O índice de Morisita é igual a 1 para a distribuição aleatória, é maior que 1 para distribuições contagiosas, e é menor que 1 para distribuições regulares.

O afastamento da aleatoriedade pode ser testado por:

$$X_{\delta}^2 = I_{\delta}(\sum x_i - 1) + n - \sum x_i \sim \chi_{(n-1)}^2.$$

Se $X_{\delta}^2 \geq \chi_{(n-1)g.l.;0.05}^2$, rejeita-se a hipótese de aleatoriedade da distribuição.

3.2.1.3. Coeficiente de Green (GREEN, 1966):

$$C_x = \frac{(s^2 / \hat{m}) - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1}$$

onde:

s^2 = variância amostral

\bar{m} = média amostral

x_i = número de pulgões por armadilha

3.2.1.4. Expoente k da distribuição binomial negativa

A estimativa inicial dos valores de k foi obtida pelo método dos momentos (ANSCOMBE, 1949) dado por:

$$\hat{k} = \frac{\hat{m}^2}{s^2 - \hat{m}}$$

onde:

s^2 = variância amostral

\bar{m} = média amostral

e posteriormente pelo método da máxima verossimilhança por ser mais preciso (ELLIOTT, 1979). Segundo BLISS & FISHER (1953), este método consiste em encontrar o valor de \hat{k} que iguala os dois membros da equação:

$$N \ln \left(1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}} \right) = \sum_{i=1}^{nc} \left(\frac{A(x_i)}{\hat{k} + x_i} \right)$$

onde:

N = número de unidades amostrais

\ln = logaritmo neperiano

\bar{x} = média amostral

\hat{k} = estimativa do valor de k

x_i = número de pulgões por armadilha

$A(x_i)$ = soma das freqüências de valores maiores que x_i

nc = número de classes da distribuição de freqüências

O método de estimação é iterativo, até que se consiga a igualdade entre os dois membros da equação, estabelecendo previamente uma margem de erro. O cálculo pode ser iniciado com o valor de k obtido pelo método dos momentos e assim obter a convergência mais rapidamente.

3.2.2. Estimativa do expoente k comum

Para se estimar o valor do k comum e testar sua homogeneidade para a série de amostras, ou seja, um valor de k que representasse a maioria das datas de amostragem, foi utilizado o método proposto por BLISS & OWEN (1958), conhecido como método da regressão ponderada.

3.2.3. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial do *T. citricida*

Aos dados de cada amostragem, em cada talhão avaliado, foram testados os

ajustes da distribuição de Poisson, que tem como hipótese que todos os indivíduos têm a mesma probabilidade de ocupar um lugar qualquer no espaço e que a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro, e da distribuição binomial negativa, onde a ocorrência de um indivíduo aumenta a probabilidade de ocorrência de indivíduos nas plantas vizinhas (BARBOSA & PERECIN, 1982).

O modelo apresenta um bom ajuste aos dados originais, quando as freqüências observadas e esperadas são próximas. Esta proximidade foi testada através de um teste de qui-quadrado.

3.2.3.1. Distribuição de Poisson

A série de probabilidades da distribuição de Poisson (JOHNSON & KOTZ, 1969) é dada por:

$$P_{(x)} = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

onde,

$P_{(x)}$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral,

λ é o parâmetro da distribuição ($\lambda = \mu = \sigma^2$),

e é a base do logaritmo Neperiano e igual a 2,71828.

3.2.3.2. Distribuição binomial negativa

As probabilidades para $x = 0, 1, 2, \dots$ foram obtidas por JOHNSON & KOTZ, (1969):

$$P(x) = \frac{P(x-1) \cdot R \cdot (\bar{k} + x - 1)}{x}, \quad x = 1, 2, 3, \dots$$

$$P(0) = \left(1 + \frac{\bar{m}}{\bar{k}}\right)^{-\bar{k}}$$

e

$$R = \frac{\bar{m}}{\bar{k} + \bar{m}}.$$

onde,

\bar{m} é a média amostral.

\hat{k} é a estimativa do expoente k da binomial negativa pelo método da máxima verossimilhança.

$P(x)$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral

3.2.4. Teste de ajuste das distribuições teóricas de freqüência aos dados observados

Foram realizados os testes de aderência às distribuições de Poisson e binomial negativa para o número de *T. citricida* por armadilha (unidade amostral).

As freqüências esperadas nestes dois modelos foram calculadas multiplicando-se as probabilidades correspondentes pelo número total de unidades amostrais de cada talhão.

O modelo apresenta um bom ajuste aos dados originais quando as freqüências observadas e esperadas são próximas. Esta proximidade foi testada através de um teste de qui-quadrado, dado por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$

onde,

FO_i = Freqüência observada na classe i

FE_i = Freqüência esperada na classe i

n_c = número de classes da distribuição de freqüências

O número de graus de liberdade do χ^2 é dado por:

g.l. = número de classes - nº de parâmetros estimados na amostra - 1, ou seja:

$$g.l. = n_c - n_p - 1.$$

Rejeitou-se o ajuste à distribuição estudada, se $X^2 \geq \chi^2_{(n_c - n_p - 1; \alpha)}$, com $\alpha = 0,05$.

3.2.5 Estimativa dos parâmetros da lei de potência de Taylor

A relação entre a variância e a média foi expressa através da Lei de potência de Taylor, dada por $s^2 = a \hat{m}^b$. O parâmetro b da Lei de Taylor é um índice de agregação, sendo a população agregada quando $b > 1$, aleatória quando $b = 1$ e uniforme quando $b < 1$. O parâmetro a é um fator relativo ao ambiente, dos procedimentos de amostragem e ao tamanho da unidade amostral envolvida (BOEVE & WEISS, 1998).

De acordo com a Lei de Potência (TAYLOR, 1984) a variância de uma população é proporcional a uma potência fracionária da média aritmética, e em um conjunto de amostras temos:

$$\ln s^2 = \ln a + b \ln m$$

O parâmetro b é um índice de dispersão e varia continuamente de zero, no caso da distribuição regular, a infinito no caso de distribuições altamente contagiosas. Para distribuições aleatórias temos $b = 1$.

3.2.6. Amostragem de tamanho fixo pela distribuição de binomial negativa

Quando a distribuição de binomial negativa é um modelo aceitável para a distribuição da praga, o número de unidades amostrais por amostra é uma função da média e do expoente k , dada por (BARBOSA, 2003):

$$n = \frac{1}{D^2} \left(\frac{1}{\bar{x}} + \frac{1}{k} \right)$$

onde:

n = número de unidades amostrais por amostra;

\bar{x} = média do número de insetos por armadilha;

k = expoente k da distribuição binomial negativa

D = nível constante de precisão adotado, expresso como $s(\hat{m})/\hat{m}$.

3.2.7. Plano de amostragem seqüencial para *T. citricida* em citros com base na Lei de Taylor

Os planos de amostragem foram construídos conforme modelo proposto por GREEN (1970), fornecendo uma estimativa da densidade média populacional com nível de precisão constante D, calculado por:

$$\ln T_N = \frac{\ln(D^2 / a)}{(b-2)} + \frac{(b-1)}{(b-2)} x \ln N$$

onde,

T_N = número acumulado de indivíduos para uma amostra de tamanho N;

D = nível constante de precisão adotado, expresso como $s(\hat{m})/\hat{m}$;

a, b = coeficientes da Lei de potência de Taylor;

N = tamanho da amostra;

$s(\hat{m})$ = erro padrão da média;

\hat{m} = média amostral.

3.3. Flutuação populacional de *T. citricida* e relação com os fatores climáticos

Após a obtenção dos dados das amostragens, estes foram analisados através de coeficientes de correlação linear simples entre os dados médios de infestação da praga e os fatores climáticos, como temperatura (mínima, média e máxima) e índice pluviométrico de cada intervalo de avaliação. Os dados meteorológicos foram obtidos junto a Fazenda Cambuhy.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* na cultura de citros

4.1.1. Índices de agregação

Em relação ao índice razão variância/média (Tabela 1), todos os talhões apresentaram valores superiores à unidade em praticamente todas as amostragens realizadas, indicando distribuição agregada populacional ou afastamento da aleatoriedade dos adultos, salvo nas amostragens do dia 19/10/04 (nos três talhões) e do dia 03/11/04 (nos talhões 32 e 68), cujas capturas foram muito baixas, sendo, portanto, desconsideradas nos demais estudos.

O mesmo ocorreu com os valores do Índice de Morisita (I_{δ}), que, apesar de serem bastante variáveis entre as amostragens, mostraram-se superiores à unidade, demonstrando a agregação da população. O teste de afastamento da aleatoriedade do índice de Morisita também confirmou a hipótese de agregação, uma vez que os valores do teste $X^2(I_{\delta})$ foram significativos para 75% das amostragens no talhão de 3 anos, 91,67% no talhão de 9 anos e 100% das amostragens no talhão de 15 anos.

O Coeficiente dispersão de Green (Cx) não se mostrou um bom índice para avaliar a agregação da distribuição do pulgão, uma vez que este foi muito dependente do número total de pulgões encontrados nas armadilhas. Assim, verificou-se que em amostragens onde a infestação era muito alta, o índice foi menor que nas amostragens onde foram verificadas baixas infestações, independentemente da relação variância/média.

Por outro lado, o expoente k da distribuição binomial negativa, mostrou-se um bom índice para avaliar a dispersão da praga, como se pode observar na Tabela 1. Verifica-se que 75% das amostragens do talhão de 15 anos se mostraram altamente agregadas ($0 < k < 2$) e 25% com agregação moderada ($2 < k < 8$). No talhão de 9 anos foi verificado que todas as amostragens indicaram alta agregação, e no talhão de 5 anos, 82% das amostragens apresentaram alta agregação e o restante, agregação moderada.

Tabela 1. Médias, variâncias e índices de dispersão para número de adultos de *Toxoptera citricida* por armadilha nas avaliações realizadas em Matão-SP, 2004/2005.

Talhões	Índices	Datas											
		14/09	05/10	18/11	01/12	14/12	10/01	02/02	15/02	03/03	29/03	14/04	28/04
5 anos	\hat{m}	0,1533	0,4307	0,8540	1,0146	0,2555	0,1679	0,2920	0,0876	0,5328	0,8686	1,7007	0,0803
	S^2	0,1602	0,6588	1,0079	2,0586	1,1181	0,2584	0,3847	0,0952	0,6919	1,6444	5,0201	0,1185
	$I = s^2/m$	1,0448	1,5297	1,1802	2,0290	4,3765	1,5390	1,3176	1,0870	1,2985	1,8931	2,9517	1,4759
	I_0	1,3048	2,2420	1,2113	2,0141	14,5059	4,3320	2,1077	2,0758	1,5639	2,0293	2,1441	7,4727
	Cx	0,0022	0,0091	0,0016	0,0075	0,0993	0,0245	0,0081	0,0079	0,0041	0,0076	0,0084	0,0476
	K_{mv}	2,9000	0,5270	2,3950	1,0000	0,1760	0,2910	0,7600	0,9500	1,0550	0,8710	0,7635	0,109
	$X^2 I_0$	142,10 ^{ns}	208,03 ^{**}	160,51 ^{ns}	275,94 ^{**}	595,20 ^{**}	209,30 ^{**}	179,20 ^{**}	147,83 ^{ns}	176,60 [*]	257,46 ^{**}	401,43 ^{**}	200,73 ^{**}
Dispersão		Alentória	Agregada	Alentória	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Alentória	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada
9 anos	Índices	14/09	05/10	18/11	01/12	14/12	10/01	02/02	15/02	03/03	29/03	14/04	28/04
	\hat{m}	1,3286	2,5071	4,0071	2,1357	1,0357	0,3286	0,9500	0,2214	0,7714	2,2786	2,4000	0,2857
	S^2	2,6682	7,1151	28,2086	9,3843	1,9627	0,6251	1,8896	0,2600	1,5013	8,1449	9,3065	1,2415
	$I = s^2/m$	2,0084	2,8379	7,0396	4,3940	1,8951	1,9024	1,9890	1,1741	1,9462	3,5745	3,8777	4,3453
	I_0	1,7576	1,7299	2,4991	2,5831	1,8640	3,7874	2,0415	1,8065	2,2291	2,1254	2,1940	12,9231
	Cx	0,0055	0,0053	0,0108	0,0114	0,0062	0,0201	0,0075	0,0058	0,0088	0,0081	0,0086	0,0858
K_{mv}	0,8950	0,9100	0,7230	1,0320	1,2340	0,2070	0,9130	0,8500	0,6590	0,8225	0,6070	0,0448	
	$X^2 I_0$	279,16 ^{**}	394,47 ^{**}	978,50 ^{**}	610,77 ^{**}	263,41 ^{**}	264,43 ^{**}	276,47 ^{**}	163,19 ^{ns}	270,52 ^{**}	496,86 ^{**}	539,00 ^{**}	604,00 ^{**}
Dispersão		Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Alentória	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada
15 anos	Índices	14/09	05/10	18/11	01/12	14/12	10/01	02/02	15/02	03/03	29/03	14/04	28/04
	\hat{m}	0,4500	1,3875	1,3875	1,7125	1,1000	1,4250	2,8375	0,3500	1,2375	2,1625	8,9250	0,5000
	S^2	0,9342	5,4809	1,7593	4,1315	1,4582	2,8804	8,0619	0,7114	1,9809	15,9606	156,4753	3,1899
	$I = s^2/m$	2,0759	3,9502	1,2680	2,4125	1,3257	2,0213	2,8412	2,0325	1,6007	7,3806	17,5322	6,3797
	I_0	3,4286	3,1188	1,1925	1,8205	1,2957	1,7140	1,6436	4,0212	1,4842	3,9306	2,8318	11,8974
	Cx	0,0307	0,0268	0,0024	0,0104	0,0037	0,0090	0,0081	0,0382	0,0061	0,0371	0,0232	0,1379
K_{mv}	0,6250	0,4675	3,3900	1,2766	2,1120	0,9990	1,5415	0,5538	2,6380	0,7475	0,4596	0,0597	
	$X^2 I_0$	164,00 ^{**}	312,06 ^{**}	100,17 [*]	190,59 ^{**}	104,73 [*]	159,68 ^{**}	224,45 ^{**}	160,57 ^{**}	126,45 ^{**}	583,07 ^{**}	1385,05 ^{**}	504,00 ^{**}
Dispersão		Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada	Agregada

\hat{m} = média amostral; S^2 = variância amostral; I = razão variância/média; I_0 = índice de Morisita; $X^2 I_0$ = teste de afastamento da aleatoriedade; Cx = coeficiente de Green; k_{mom} = k pelo método dos momentos; * Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

4.2. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial do *T. citricida*

4.2.1 Distribuição de Poisson e Binomial Negativa

Para estudar a distribuição espacial do pulgão (Tabela 2, 3 e 4), inicialmente efetuou-se o ajuste dos dados à distribuição de Poisson, tendo obtido valores do teste qui-quadrado, de aderência das freqüências observadas às esperadas pela distribuição, significativos a 1% de probabilidade em praticamente todas as amostragens do talhão de 9 anos, demonstrando não aleatoriedade da distribuição. No caso do talhão de plantas com 15 anos, as amostragens do dia 14/09, 18/11, 15/02 e 03/03 apresentaram valores não significativos, indicando o ajuste à distribuição de Poisson. Porém, as demais amostragens deste talhão apresentaram valores do teste qui-quadrado significativos a 5% (14/12) e 1% de probabilidade (demais), indicando agregação dos alados de pulgões. Já no talhão de 5 anos, somente a amostragem do dia 14/09 apresentou valor do qui-quadrado não significativo. As amostragens de 18/11, 14/12, 10/01 e 02/02 apresentaram valores de qui-quadrado significativos a 5% de probabilidade e as demais a 1% de probabilidade, indicando agregação.

A distribuição binomial negativa ajustou-se aos dados em todas as amostragens do talhão de 15 anos (Tabela 4), confirmando distribuição agregada. No talhão de 9 anos (Tabela 3) observa-se que a amostragem do dia 15/02 apresentou número de classes de freqüência insuficiente para o ajuste desta distribuição, e que apenas as amostragens dos dias 05/10, 10/01 e 03/03 não se ajustaram à distribuição binomial negativa, sendo que as demais amostras apresentaram um bom ajuste (qui-quadrado não significativo), indicando, portanto uma distribuição agregada dos alados do pulgão. Já no caso do talhão de 5 anos (Tabela 2), as amostras do dia 14/09, 15/02 e 28/04 apresentaram números de classes de freqüência insuficiente, e somente 55,5% das amostragens apresentaram ajuste à distribuição binomial negativa, provavelmente devido à menor infestação deste talhão.

Tabela 2. Resultados obtidos no teste qui-quadrado para ajuste das distribuições de Poisson e binomial negativa aos dados de número de pulgões de *T.citricida* por armadilha no talhão de 5 anos . Matão-SP, 2004/2005.

Datas	Poisson			Binomial Negativa		
	χ^2	g.l.	p	χ^2	g.l.	p
14/09/04	0,26 ^{NS}	1	0,6101	GLI	GLI	GLI
05/10/04	26,06 ^{**}	2	0,0000	5,57 [*]	2	0,0617
18/11/04	8,54 [*]	3	0,0361	8,55 [*]	3	0,0359
01/12/04	28,54 ^{**}	3	0,0000	2,43 ^{NS}	5	0,7870
14/12/04	5,68 [*]	1	0,0172	4,24 ^{NS}	2	0,1200
10/01/05	5,27 [*]	1	0,0217	0,85 ^{NS}	1	0,3566
02/02/05	4,39 [*]	1	0,0362	6,20 [*]	1	0,0128
15/02/05	GLI	GLI	GLI	GLI	GLI	GLI
03/03/05	10,78 ^{**}	2	0,0046	6,55 [*]	2	0,0378
29/03/05	21,11 ^{**}	3	0,0001	4,52 ^{NS}	4	0,3402
14/04/05	111,92 ^{**}	5	0,0000	9,23 ^{NS}	7	0,2366
28/04/05	GLI	GLI	GLI	GLI	GLI	GLI

χ^2 = Estatística do teste qui-quadrado;

g.l. = número de graus de liberdade do qui-quadrado;

p = nível de probabilidade do teste qui-quadrado;

* Significativo a 5% de probabilidade;

** Significativo a 1% de probabilidade;

^{NS} Não significativo a 5 % de probabilidade;

GLI – Graus de liberdade insuficiente devido ao pequeno número de classes.

Tabela 3. Resultados obtidos no teste qui-quadrado para ajuste das distribuições de Poisson e binomial negativa aos dados de número de plantas de citros com *T.citricida* por armadilha no talhão de 9 anos. Matão-SP, 2004/2005.

Datas	Poisson			Binomial Negativa		
	χ^2	g.l.	p	χ^2	g.l.	p
14/09/04	66,25 **	4	0,0000	6,66 ^{NS}	6	0,3534
05/10/04	129,93 **	6	0,0000	29,73 **	10	0,0009
18/11/04	672,16 **	9	0,0000	12,62 ^{NS}	14	0,5566
01/12/04	84,73 **	5	0,0000	5,65 ^{NS}	8	0,6864
14/12/04	17,61 **	3	0,0005	1,77 ^{NS}	4	0,7780
10/01/05	35,70 **	1	0,0000	15,55**	3	0,0014
02/02/05	42,97 **	3	0,0000	3,53 ^{NS}	5	0,6189
15/02/05	4,55 *	1	0,0329	GLI	GLI	GLI
03/03/05	51,06 **	3	0,0000	9,90 *	4	0,0421
29/03/05	167,34 **	6	0,0000	4,10 ^{NS}	9	0,9026
14/04/05	283,18 **	6	0,0000	7,90 ^{NS}	10	0,6386
28/04/05	36,99 **	1	0,0000	3,90 ^{NS}	2	0,1423

χ^2 = Estatística do teste qui-quadrado;

g.l. = número de graus de liberdade do qui-quadrado;

p = nível de probabilidade do teste qui-quadrado;

* Significativo a 5% de probabilidade;

** Significativo a 1% de probabilidade;

^{NS} Não significativo a 5 % de probabilidade;

GLI – Graus de liberdade insuficiente devido ao pequeno número de classes.

Tabela 4. Resultados obtidos no teste qui-quadrado para ajuste das distribuições de Poisson e binomial negativa aos dados de número de plantas de citros com *T.citricida* por armadilha no talhão de 15 anos. Matão-SP, 2004/2005.

Datas	Poisson			Binomial Negativa		
	χ^2	g.l.	p	χ^2	g.l.	p
14/09/04	2,25 ^{NS}	1	0,1336	2,15 ^{NS}	2	0,3413
05/10/04	69,44 ^{**}	4	0,0000	4,05 ^{NS}	6	0,6699
18/11/04	4,33 ^{NS}	4	0,3632	1,75 ^{NS}	4	0,7816
01/12/04	24,53 ^{**}	4	0,0001	4,167 ^{NS}	6	0,6541
14/12/04	7,94 [*]	3	0,0473	4,36 ^{NS}	3	0,2251
10/01/05	29,28 ^{**}	4	0,0000	2,24 ^{NS}	5	0,8150
02/02/05	66,79 ^{**}	6	0,0000	7,81 ^{NS}	8	0,4522
15/02/05	2,36 ^{NS}	1	0,1245	0,56 ^{NS}	1	0,4543
03/03/05	6,19 ^{NS}	3	0,1027	0,88 ^{NS}	3	0,8303
29/03/05	79,62 ^{**}	5	0,0000	5,67 ^{NS}	7	0,5788
14/04/05	714,52 ^{**}	12	0,0000	21,09 ^{NS}	15	0,1340
28/04/05	37,68 ^{**}	2	0,0000	4,80 ^{NS}	2	0,0907

χ^2 = Estatística do teste qui-quadrado;

g.l. = número de graus de liberdade do qui-quadrado;

p = nível de probabilidade do teste qui-quadrado;

* Significativo a 5% de probabilidade;

** Significativo a 1% de probabilidade;

^{NS} Não significativo a 5 % de probabilidade;

GLI – Graus de liberdade insuficiente devido ao pequeno número de classes.

4.2.2. Estimativa do expoente k comum (k_c)

Como a distribuição binomial negativa ajustou-se aos dados para ,a maioria das amostragens, determinou-se um valor de k comum (k_c) para os três talhões em conjunto. O valor de k_c foi obtido através da estimativa de k pelo método da regressão ponderada (k_c = 0,9903), e em seguida a constância do valor de k nas amostragens dos três talhões foi testada através do teste qui-quadrado e pela análise de variância da regressão ponderada. O teste qui-quadrado foi significativo ($\chi^2 = 60,1862^{**}$; G.L. = 28 e p<0,01) indicando restrições à homogeneidade dos valores de k. O valor do teste F para a inclinação 1/k_c foi significativo (F=86,75^{**} , p<0.01) e para Intercepto vs. zero (F=2,76^{NS} , p>0,05) foi não significativo, indicando que o valor de k pode ser considerado constante nas várias amostragens.

4.2.3. Lei de Potência de Taylor

A lei de potencia de Taylor ajustada aos dados obtidos nas amostragens de cada talhão (Figuras 2, 3, 4) apresentou valores do expoente b maiores que a unidade (1,1251; 1,1745 e 1,2456 para os talhões de plantas com 15, 5 e 9 anos, respectivamente), sendo que o talhão de 9 anos que apresentou maior captura também apresentou o maior valor de b, e, portanto, uma maior agregação. Assim o pulgão-preto coloniza os talhões de citros de modo moderadamente agregado, e, com o aumento dos alados, ocorre uma maior agregação.

Desta forma, o estudo possibilita a elaboração de planos de amostragem para uso do manejo integrado de pragas utilizando estes modelos matemáticos para descrever a distribuição do pulgão preto na cultura de citros.

Para a elaboração do plano de amostragem com base na Lei de Taylor, ajustou-se a Lei de Taylor aos dados das amostragens dos 3 talhões conjuntamente (Figura 5), onde o valor de b foi igual a 1,2006.

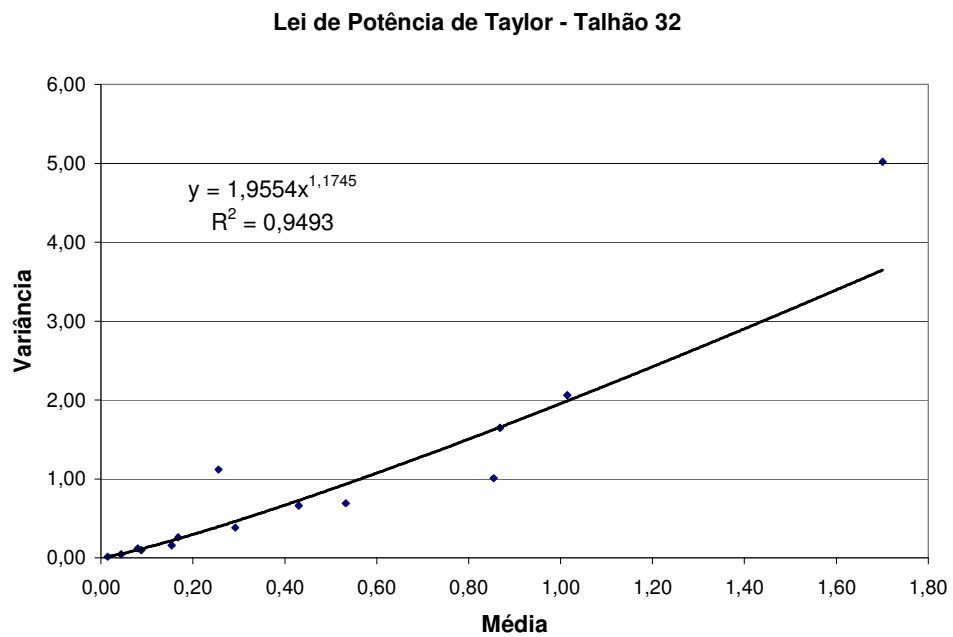


Figura 2. Representação gráfica da Lei de Potência de Taylor para estudo da agregação de *T. citricida* no talhão de 5 anos. Matão-SP, 2004/2005.

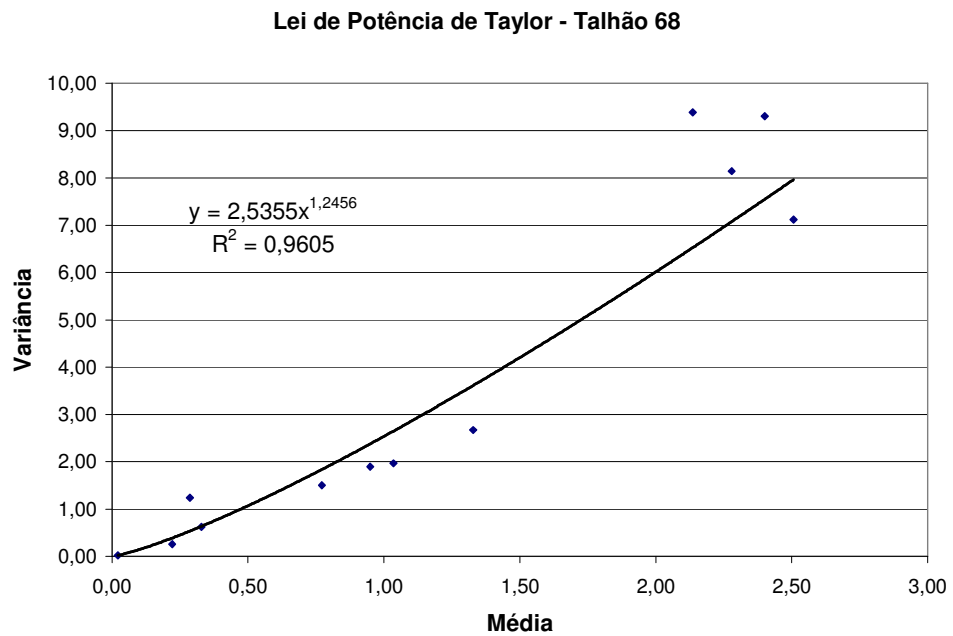


Figura 3. Representação gráfica da Lei de Potência de Taylor para estudo da agregação de *T. citricida* no talhão de 9 anos. Matão-SP, 2004/2005.

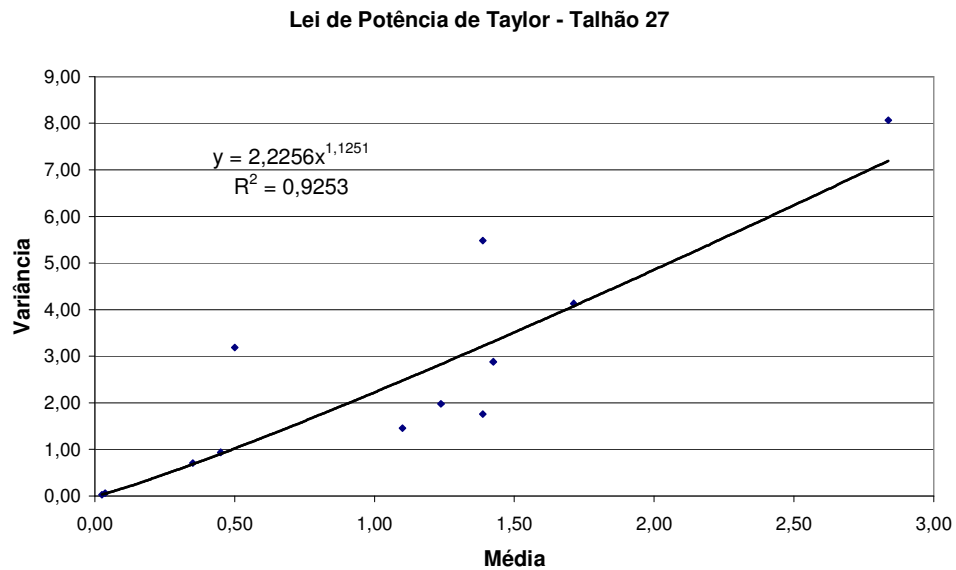


Figura 4. Representação gráfica da Lei de Potência de Taylor para estudo da agregação de *T. citricida* no talhão de 15 anos. Matão-SP, 2004/2005.

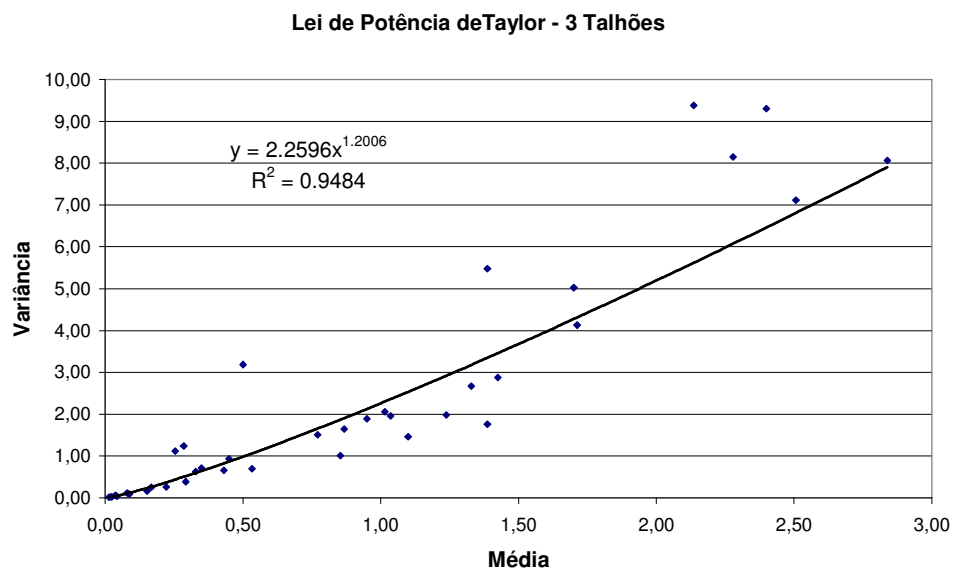


Figura 5. Representação gráfica da Lei de Potência de Taylor para estudo da agregação de *T. citricida* nos talhões de 5, 9 e 15 anos, analisados em conjunto. Matão-SP, 2004/2005.

4.3. Plano de amostragem para *T. citricida*

4.3.1. Plano de amostragem com base na distribuição binomial negativa

Como a maioria das amostras ajustaram-se à distribuição binomial negativa, foram construídos planos de amostragem com base nesta distribuição, considerando o tamanho da amostra fixo.

Na Tabela 5 são apresentados os números mínimos de armadilhas necessários para se obter um determinado nível de precisão. De acordo com este plano o número de armadilhas diminui com o aumento do nível de infestação dos talhões, ou seja, com o aumento da densidade média de pulgões por armadilha.

Verifica-se que quando o grau de infestação encontra-se em torno de um pulgão por armadilha, seriam necessárias 32 armadilhas para se obter um erro em torno de 25% da média. (Tabela 5 e Figura 6).

Tabela 5. Tamanho da amostra em função do número médio de *T. citricida* por armadilha pela distribuição binomial negativa.

MÉDIA	Nível de Erro		
	10%	20%	25%
0,2	601	150	96
0,3	434	109	69
0,4	351	88	56
0,5	301	75	48
0,6	268	67	43
0,7	244	61	39
0,8	226	56	36
0,9	212	53	34
1,0	201	50	32
1,1	192	48	31
1,2	184	46	29
1,3	178	44	28
1,4	172	43	28
1,5	168	42	27
1,6	163	41	26
1,7	160	40	26
1,8	157	39	25
1,9	154	38	25
2,0	151	38	24
2,1	149	37	24
2,2	146	37	23
2,3	144	36	23
2,4	143	36	23
2,5	141	35	23
2,6	139	35	22
2,7	138	35	22
2,8	137	34	22
2,9	135	34	22
3,0	134	34	21

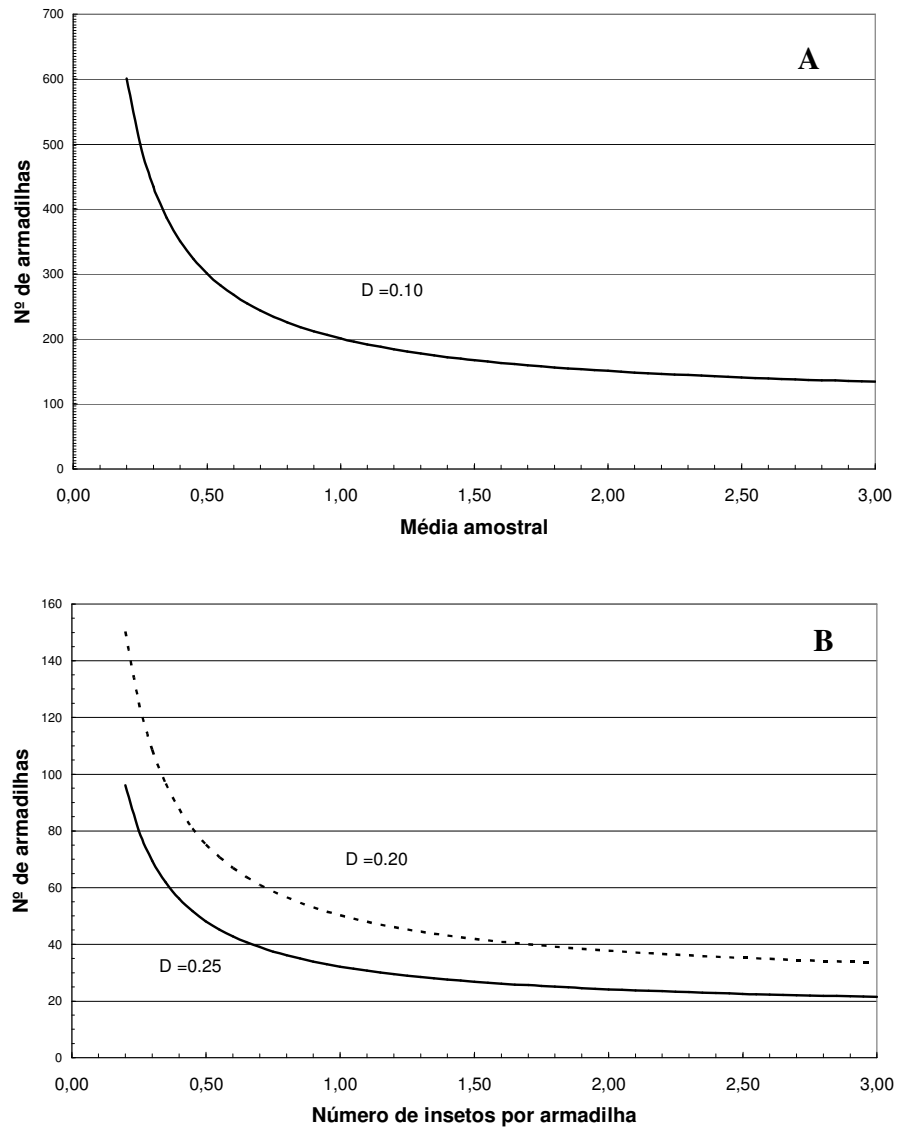


Figura 6. Representação gráfica do tamanho da amostra com base na distribuição binomial negativa com níveis de 10% (Fig. 6A), 20 e 25% (Fig. 6B) de erro na estimativa da média do número de *T. citricida* por armadilha.

4.3.2. Plano de amostragem seqüencial com base na Lei de Taylor

Com os parâmetros a e b da Lei de Taylor para todos os talhões, onde a distribuição tornou-se agregada com o aumento dos alados de *T. citricida* (Figura 5), foi possível a construção de um plano de amostragem seqüencial com níveis de precisão de 10, 20 e 25%, apresentados na Figura 7. Relaciona-se o número total de insetos coletados em função do número de armadilhas instaladas na área. Assim, quanto maior a média de infestação do inseto, menor será o número de armadilhas necessárias para se obter uma determinada precisão.

Em situações em que o nível populacional de *T. citricida* atinge níveis mais elevados (em torno de 2 insetos por armadilha), como em períodos em que o ambiente é altamente favorável e há presença de brotações, seriam necessárias em torno de 20 armadilhas para a estimativa do número de pulgões por armadilha com um nível de erro em torno de 25% da média. Com base nesta amostra estima-se a média populacional inicial que servirá de base para as demais amostragens, recalculando-se o número de armadilhas a ser colocado em cada talhão.

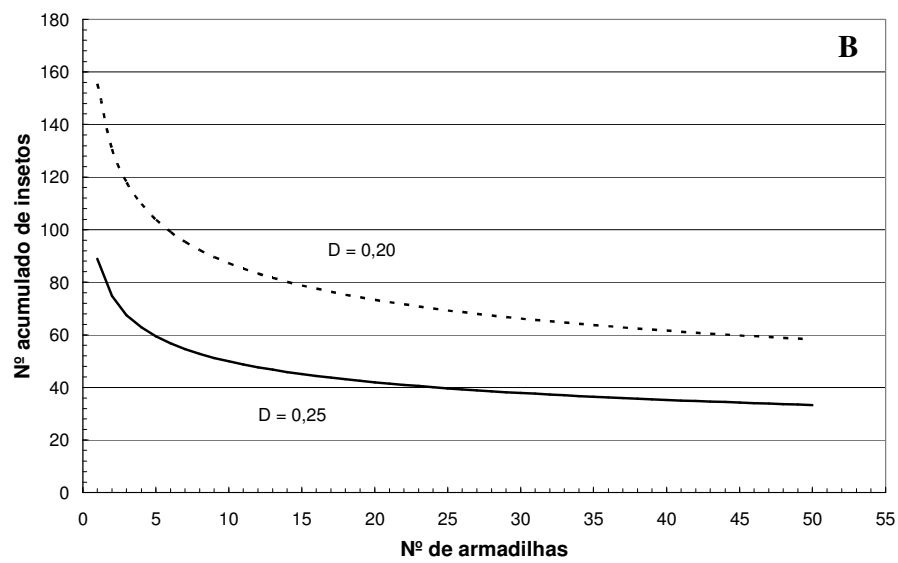
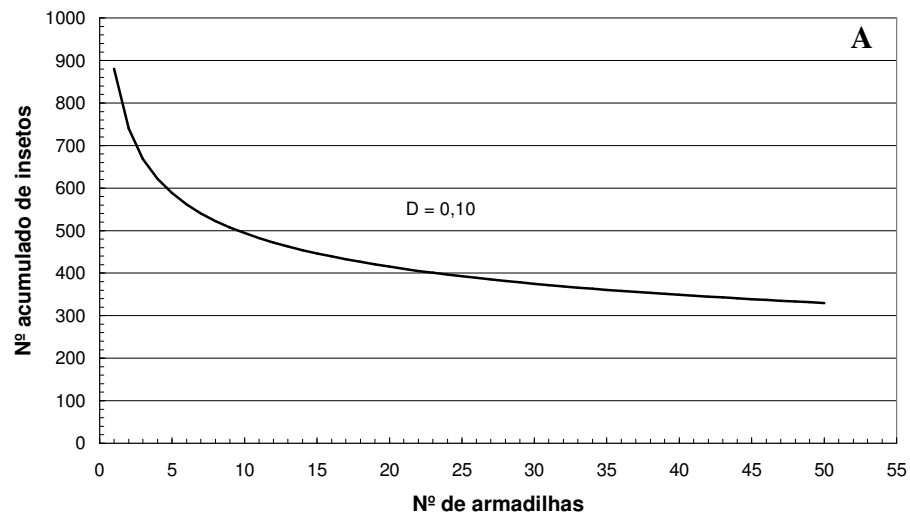


Figura 7. Plano de amostragem com base na Lei de Taylor com níveis de 10% (Fig. 7A), 20 e 25% (Fig. 7B) de erro na estimativa da média do número de *T. citricida* por armadilha.

4.4. Flutuação populacional de *T. citricida* e relação com os fatores climáticos

Nas figuras 8, 9 e 10 são mostradas as relações dos alados de pulgão preto com as temperaturas máxima, média e mínima. Foi verificado que a praga esteve presente em todos os meses do ano nos três talhões amostrados, diminuindo consideravelmente os alados nos meses de janeiro e fevereiro, devido provavelmente a aplicações de inseticidas. Nos talhões de 5 e 15 anos houve um maior número de pulgões no mês de abril, com média de 1,707 e 8,925 pulgões por armadilha, respectivamente, e no talhão de 9 anos, no final do mês de novembro, com média de 4,0071 pulgões por armadilha. Durante o período estudado, observou-se correlação positiva e significativa entre o número de pulgões por armadilha e a temperatura média e mínima nos talhões com plantas de 15 e 5 anos (Tabela 6).

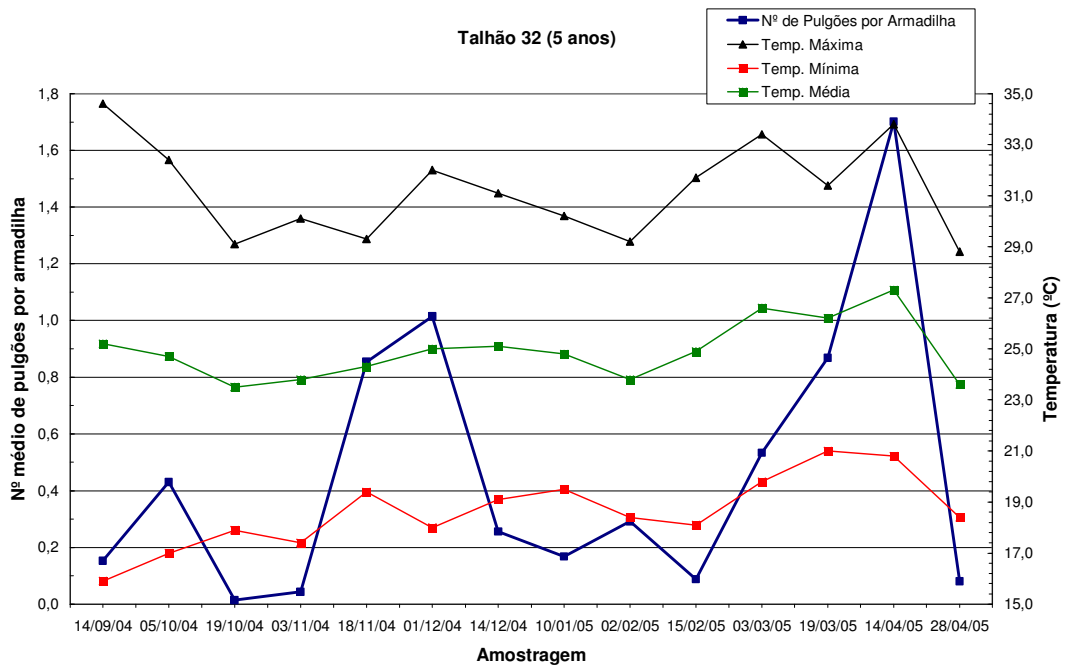


Figura 8. Relação da temperatura com os alados de *T. citricida* no talhão de 5 anos na Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2004/2005.

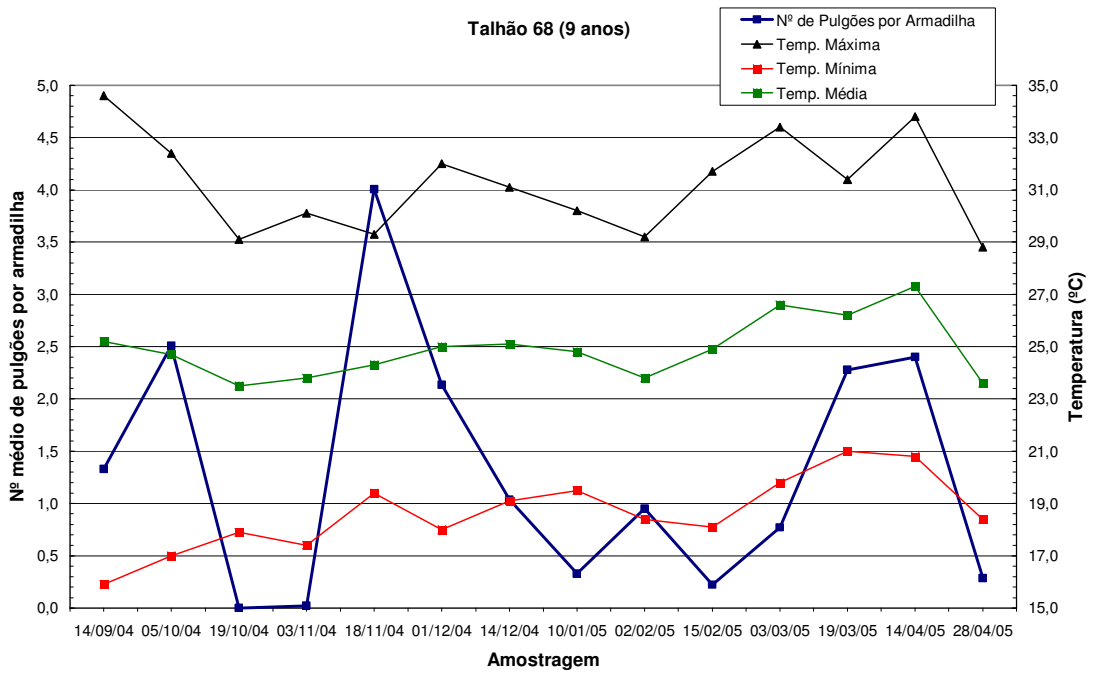


Figura 9. Relação da temperatura com os alados de *T. citricida* no talhão de 9 anos na Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2004/2005.

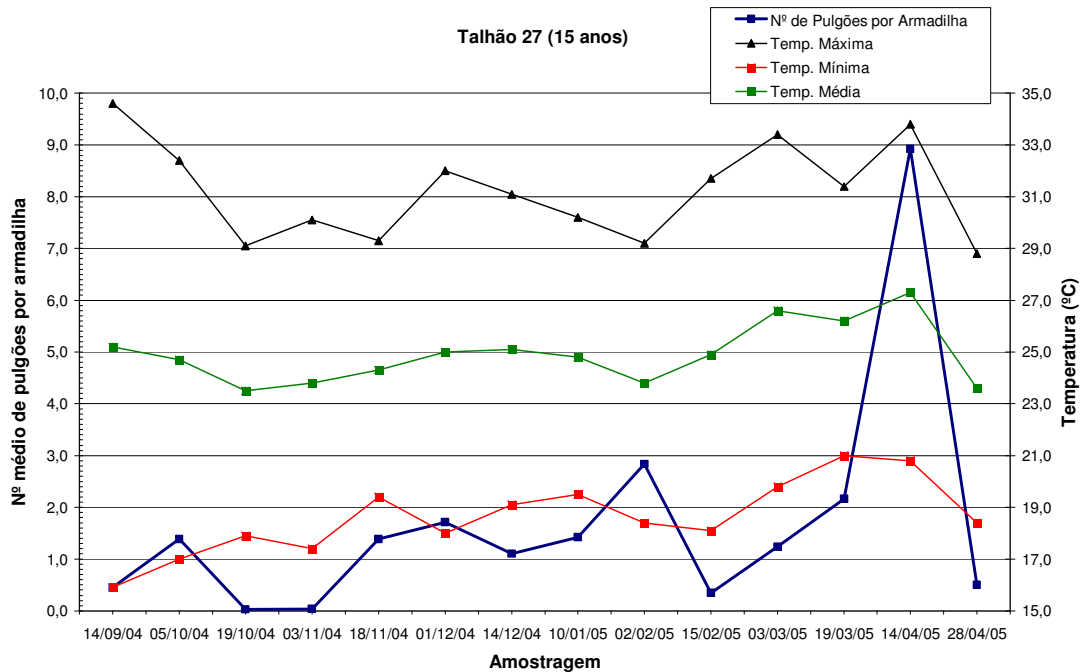


Figura 10. Relação da temperatura com os alados de *T. citricida* no talhão de 15 anos na Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2004/2005.

Nas Figuras 11, 12 e 13, são apresentas as relações entre o número de pulgões por armadilha e a precipitação acumulada. Verifica-se que em alguns períodos de alta ocorrência de chuvas, os alados de pulgão preto permaneceu baixa, provavelmente devido à aplicação de inseticidas. Isto provavelmente causou uma diminuição nos valores do coeficiente de correlação, alterando uma possível correlação com a precipitação.

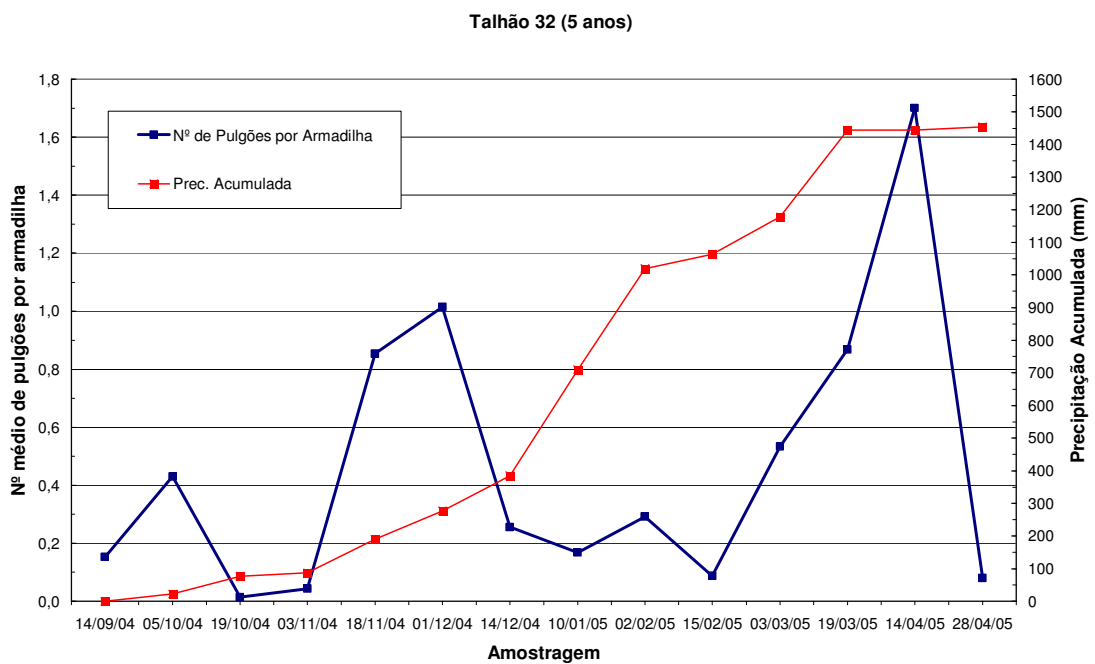


Figura 11. Relação da precipitação acumulada com os alados de *T. citricida* no talhão de 5 anos na Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2004/2005.

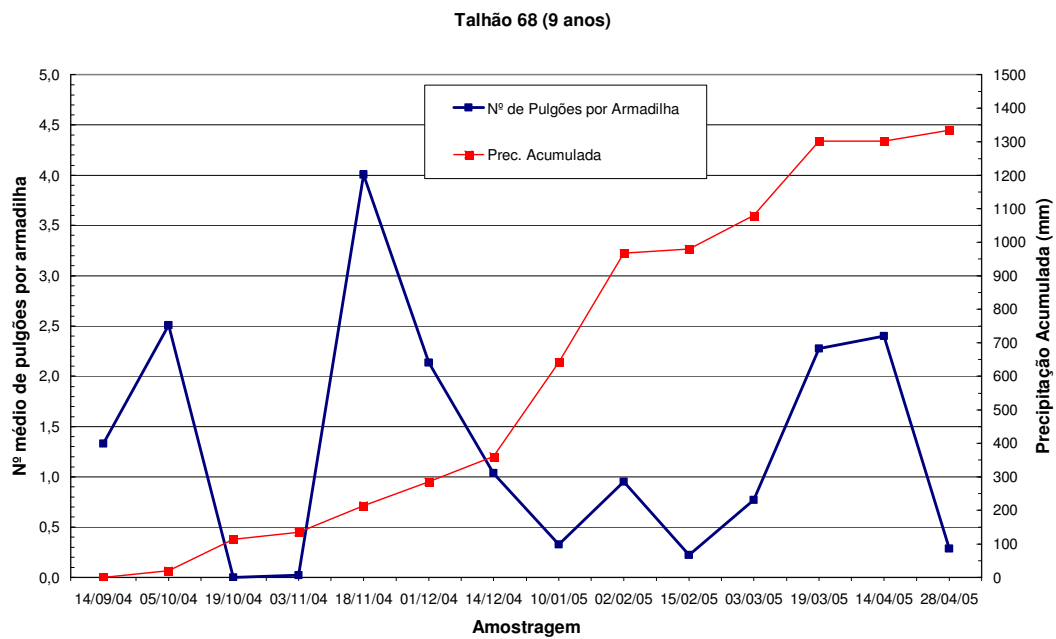


Figura 12. Relação da precipitação acumulada com os alados de *T. citricida* no talhão de 9 anos na Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2004/2005.

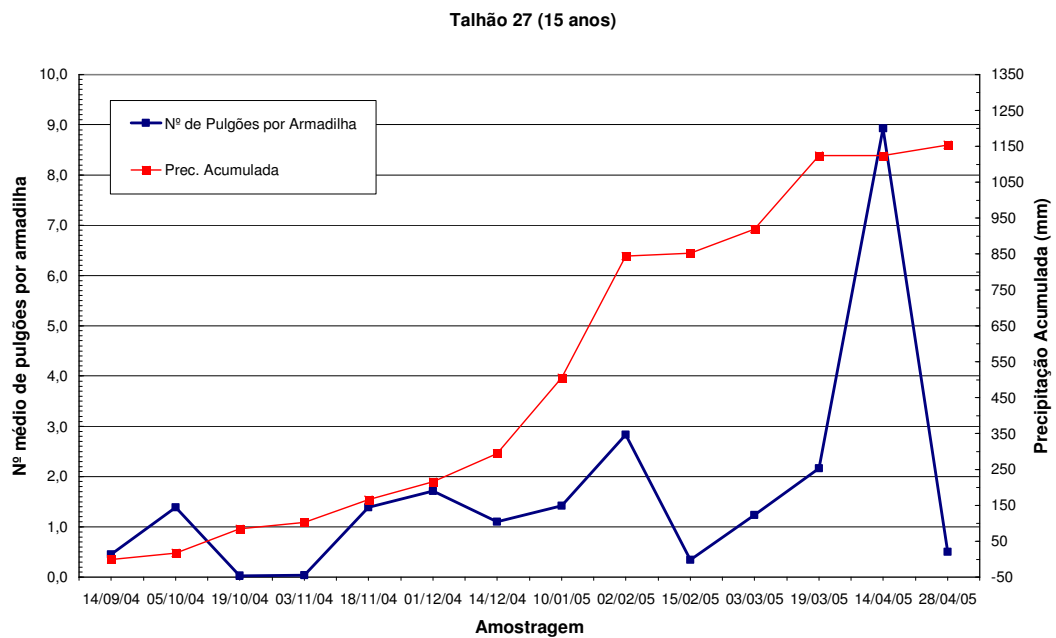


Figura 13. Relação da precipitação acumulada com os alados de *T. citricida* no talhão de 15 anos na Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2004/2005.

Tabela 6. Coeficiente de correlação linear (r) entre o número médio de pulgões por armadilha e temperatura máxima, média e mínima e precipitação acumulada nos três talhões avaliados na Fazenda Cambuhy, Matão-SP, 2004/2005.

	Temp. Máxima	Temp. Média	Temp. Mínima	Precipitação acumulada
TALHÃO 5 anos	0,4097 ^{NS} (p>0.05)	0,7076** (p<0.01)	0,6007* (p<0.05)	0,3219 ^{NS} (p>0.05)
TALHÃO 9 anos	0,2300 ^{NS} (p>0.05)	0,3500 ^{NS} (p>0.05)	0,2736 ^{NS} (p>0.05)	-0,1060 ^{NS} (p>0.05)
TALHÃO 15 anos	0,3578 ^{NS} (p>0.05)	0,6456* (p<0.05)	0,5668* (p<0.05)	0,4639 ^{NS} (p>0.05)

* = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade; ^{NS} = não significativo a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Nas condições do experimento, conclui-se que:

- *T. citricida* voa aleatoriamente sobre a cultura dos citros e, com o crescimento populacional, ocorre a formação de reboleiras, resultando numa distribuição agregada;
- A distribuição binomial negativa é a que melhor se ajusta à distribuição de adultos alados de *Toxoptera citricida* em pomares de laranja 'Pêra Rio'.
- A Lei de potência de Taylor também pode ser utilizada para explicar o padrão de distribuição de adultos alados do pulgão preto;
- Foram construídos planos de amostragens para levantamentos do pulgão preto, com base na distribuição binomial negativa e na Lei de Taylor.
- A captura de pulgões adultos alados apresentou correlação positiva com a temperatura mínima e temperatura média, isso é, apresentam maior densidade populacional nas estações do outono e inverno, estações adversas à fenologia e brotações dos citros, que provocam maiores migrações do inseto.

6. REFERÊNCIAS

ABATE, T. The identity and bionomics of insect vectors of tristeza and greening diseases of Citrus in Ethiopia. *Trop. Pest Manage.*, Basingstoke, v. 34, n. 1, p. 19-23, 1988.

ABECITRUS. **Exportações-safra 2004/2005.** Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br>>. Acesso em: 13 jul. 2005.

AGRIANUAL 2005: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2004. p. 287-303.

ANDERSON, T. J. Report of the entomologist. In: ANNUAL REPORTER DEPARTMENT OF AGRICULTURE BR. EAST AFRICA, 1912-13. Department of Agriculture, 1914. p. 124-131.

ANSCOMBE, F. J. The statical analysis of insect counts based on the negative binomial distributions. **Biometrics**, Alexandria, v. 5, n. 1, p.165-173, 1949.

BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 181-191, 1982.

BARBOSA, J. C. **Métodos estatísticos aplicados à entomologia**: apostila. Jaboticabal: UNESP - Depto. Ciências Exatas, 2003, 254 p.

BASSANEZI, R. B.; GIMENES-FERNADES, N.; YAMAMOTO, P. T.; JESUS JR., W. Morte súbita dos citros, **Boletim Citrícola**, Araraquara, v. 24, p. 1-54, 2003.

BASSANEZI, R. B.; GIMENES-FERNANDES, N.; YAMAMOTO, P. T.; JESUS JR., W. C. **Manual da morte súbita dos citros**. Araraquara, Fundecitrus., 2004.

BATISTA, L.; PORRAS, D. N.; GUTÍERREZ, A.; PEÑA, I.; RODRIGUEZ, J.; FERNANDEZ DEL AMO, O.; PÉREZ, R.; MORERA, J. L. Tristeza and Toxoptera citricida in Cuba, incidence and control strategy. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CITRUS TRISTEZA VIRUS AND BROWN CITRUS APHID IN THE CARIBBEAN BASIN: management strategies, 1995, Lake Alfred, FL. **Proceedings...** p. 197-203, 3.

BERTELS, A.; FERREIRA, E.; CASAGRANDE, W. Problemas de vetores de vírus da batata e seu combate nas condições do Rio Grande do Sul. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 6, n. 4, p. 291-306, 1971.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphis on the world's crops**: an identification guide. Chichester: John A Wiley & Sons, 1984. 466 p.

BLISS, C. I.; FISHER, R. A. Fitting the negative binomial to biological data, note on the efficient fitting of the negative binomial. **Biometrics**, Alexandria, v. 9, n. 1, p. 176-200, 1953.

BLISS, C. I.; OWEN, A. R. G. Negative binomial distributions with a common k . **Biometrika**, London, v. 45, n. 1, p. 37-58, 1958.

BOEVE, P. J.; WEISS, M. Spatial distribution and sampling plans with fixed levels of precision for cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat. **Can. Entomol.**, Ottawa, v. 130, n. 1, p. 67-77, 1998.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

BRAGA, A.; SOUSA-SILVA, C. R. **Afideos de citros (*Citrus sinensis*) e seus predadores na região de São Carlos-SP**. Monografia (Trabalho de Graduação em Biologia) - Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

CARVALHO, A. O. R. **Análise faunística de coleópteros coletados em plantas de *Eucalyptus europhylla*. ST. Blake e *Eucalyptus saligna*. Sm.** 113 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

CARVER, M. The black citrus aphids, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) and *T. aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Homoptera: Aphididae). **J Aust. Entomol. Soc.**, Sidney, v. 17, n. 4, p. 263-270, 1978.

CHAGAS, E. F. D.; SILVEIRA NETO, S.; BRAZ, A. J. B. P.; MATEUS, C. P. B.; COELHO, I. P. 1982. Population fluctuations of pest and predator insects in citrus. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 17, n. 6, p. 817-824, 1982.

DE HUIZ, I. R.; ORTIZ, P. Some aphidiinae (Hymenopt.: Braconidae) that parasitise aphids (Homopt.: Aphididae) in Peru. **Rev. Peru Entomol.**, Lima, v. 23, n. 1, p. 129-132, 1981.

EASTOP, V. F. A taxonomic study of Australian Aphidoidea (Homoptera). **Aust. J. Zool.**, Collingwood, v. 14, n. 3, p. 399-592, 1966.

EASTOP, V. F. Worldwide importance of aphid as virus vector. In: HARRIS, K.F.; MARAMOROSCH, K. (Ed). **Aphid as virus vectors**. New York: Academic, 1977. p. 4-47.

ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates**. 2. ed. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1979. 157 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F. M.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L. **Manual de entomologia - pragas das plantas e seu controle**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970.

GALLO, E.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. ; CARVALHO, R. P. L.; DE BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZOCCHI, R. A.; ALVES, S. B. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978, 531 p.

GAVARRA, M. R.; EASTOP, V. F. Notes on the estimation of alate aphid populations using Moericke yellow trays. **Philipp. Entomol.**, Manila, v. 3, n. 2, p. 246-249, 1976.

GERAUD, B. **Dinámica de poblaciones de áfidos en cítricos y observaciones preliminares sobre el ciclo de vida de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy)**. 1979, 47 f. Thesis (PhD) – Facultad Agronomía, Universidad de Zulia, 1979.

GONÇALVES, C. R.; GONCALVES, A. J. L. Observations on syrphid flies as predators of homopterous insects. **An. Soc. Entomol. Bras.**, Jaboticabal, v. 5, n.1, p. 3-10, 1976.

GOTTWALD, T. R.; GARNSEY, S. M.; YOKOMI, R. K. Potential for spread of citrus tristeza virus and its vector, the brown citrus aphid. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** Tallahassee, v. 106, n. 1, p. 85-94, 1993.

GREEN, R. H. Measurement of non – randomness in spatial distributions. **Res. Popul. Ecol.**, Tokyo, v. 8, n. 1, p.1-7, 1966.

GREEN, R. H. On fixed precision level sequential sampling. **Res. Popul. Ecol.**, Tokyo, v. 12, n. 2, p. 249-251, 1970.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. Washington: Butterworth, 1964. 256p.

GUAJARÁ, M.; CARVALHO, A. G.; SANTOS, W.; GOLÇALVES, K. Respostas de *Euphalerus clitoriae* (hemiptera: psyllidae) a armadilhas adesivas de diferentes cores, **Rev. Árvore**, Viçosa – MG, v. 28, n. 1, p. 117 – 120, 2004.

GYENGE, J. E.; TRUMPER, E. V.; EDELSTEIN, J. D. Diseño de planes de maestro con niveles fijos de precisión Del pulgón manchador de la alfafa, *Therioaphis trifolii* Monell (Homóptera: Aphididae) em Alfafa (*Medicago sativa* L.) **An. Soc. Entomol. Bras.**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 729-737, 1999.

HELY, P. C. **The entomology of citrus in New South Wales**. [S. I.] Australian Entomological Society, 1968. p. 1-20. (Miscellaneous Publishing, 1)

ILHARCO, F. A. **Equilíbrio biológico de afídeos**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992. 303 p.

JOHNSON, R. A.; KOTZ, S. **Discrete distributions**. Boston: Houghton Mifflin, 1969. 328 p.

KATO, T. Specific relation between aphids and their natural enemies in citrus. **Odökon Chûgoku**, Tokyo, v. 11, n. 1, p. 20-23, 1969.

KATO, T. Efficiency of *Lysiphlebus japonicus* Ashmead (Hymenoptera: Aphidiidae) in control of the citrus aphid *Toxoptera citricidus* Kirkaldy, infesting citrus young shoots in summer. **Odökon Chûgoku**, Tokyo, v. 12, n.1, p.1-6, 1970.

KHAN, M. H. The citrus aphid, *Toxoptera citricidus* (Kirk.). In: BIENNIAL Reporter Waite Agriculture Research Institute, 1976-77. Adelaide: University of Adelaide, 1976, p. 100.

KIRKALDY, G. W. On some peregrine Aphidae in Oahu, Honolulu. **Proc. Hawaiian Entomol. Soc.** Honolulu, v. 1, p. 100, 1907.

KLAS, F. E. Population densities and spatial patterns of the aphid tristeza vector, *Toxoptera citricida* Kirk. In: I.O.C.V. CONFERENCE, 8., 1979. **Proceedings...** p. 83-87.

KOMAZAKI, S. Life cycles and population fluctuations of aphids on citrus. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 4., 1981, Tokyo. **Proceedings...** v. 2, p. 692-695.

LARA, F. M.; DE BORTOLI, S. A.; OLIVEIRA, E. A. The influence of colors on collecting of some insects in citrus sp. **An. Soc. Entomol. Bras.** Jaboticabal, v. 5, n.1, p. 157-163, 1976.

LEAL, C. A.; OLIVEIRA, H. C. C.; SMITH, J. G. Syrphid predators of aphids on *Citrus* spp. in Recife, Pernambuco. **An. Soc. Entomol. Bras.** Jaboticabal, v. 5, n. 1, p. 138-142, 1976.

LEE, R. F.; ROCHA-PEÑA, M.; NIBLETT, C. L.; OCHOA, F.; GARNSEY, S. M.; YOKOMI, R. K.; LASTRA, R. (Ed.). In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CITRUS

TRISTEZA VIRUS AND BROWN CITRUS APHID IN THE CARIBBEAN BASIN: management strategies, 8., 1995 ,Lake Alfred, FL. **Proceedings...**

LEE, W. K.; SEO, H.Y. On eighteen aphids (tribe Aphidini) occurring in Korea with description of a new specie (Homoptera: Aphididae). **Korean J. Entomol.**, Seul, v. 22, n. 2, p. 101-111, 1992.

LOURENÇO, A.; PINTO, J. Os níveis populacionais de afídeos nas Searas do Alentejo anos de 1981 e 1982. **Agron. Luz.**, Oeiras, v. 43, n. 1/4, p. 81- 87, 1988.

MACCHERONI, W. et al. Identification and genomic characterization of a new virus (*Tymoviridae Family*) associated with citrus sudden death disease. **Journal of Virology**, Washington, v.79, n.5, p. 3028 – 3037, 2005.

MARTIN, J. H. The identification of common aphid pest of tropical agriculture. **Trop. Pest Manage.**, London, v. 29, n. 4, p. 395-411, 1983.

MORISITA, M. Id-index, a measure of dispersion of individuals. **Res. Pop. Ecol.**, Tokyo, v. 4, n. 1, p. 1-7, 1962.

MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. **Aphids: their biology, natural enemies and control**. New York: Elsevier, 1987.

MULLER, G. W.; DE NEGRI, D. Nova doença dos pomares: Morte súbita dos citros. **Citricultura Atual**, v.5, n.25, p.12-13, 2001.

MURAKAMI, Y.; ABE, N.; COSENZA, G. W. Parasitoids of scale insects and aphids on citrus in the Cerrados region of Brazil (Hymenoptera: Chacidoidea). **Appl. Entomol. Zool.**, Tokyo, v. 19, n. 2, p. 237-244, 1984.

NAKAO, S. Ecological studies on the insect community of citrus groves IV. A list of insects collected in a citrus grove near Fukuoka City. **Kontyû**, v. 30, n. 1, p. 50-71, 1968.

NICKEL, O. Afideos (Homoptera: Aphidoidea) da província de Misiones, Argentina. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 353-358, 1987.

NICKEL, O.; KLINGAUF, D F. Biologie und massenwechsel der tropischen citrusblattlaus *Toxoptera citricidus* in beziehung zu Nützlingsaktivität und klima in Misiones Argentinien (Homoptera: Aphididae). **Entomol. Gener.**, Stuttgart, v. 10, p. 231-240, 1985.

PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N.; PINTO, A. S. Moscas-brancas, pulgões e psílídeos, In: PINTO, A. S. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros**. Piracicaba: FEALQ, 2003, p. 79-80.

PERECIN, D.; BARBOSA, J. C. Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio. **Rev. Mat. Estat.**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 207-216, 1992.

RABINOVICH, J. E. **Introducción a la ecologia de poblaciones animales**. Mexico: Continental, 1980. 313 p.

ROCHA-PEÑA, M. A.; LEE, R. F.; LASTRA, R.; NIBLETT, C. L.; OCHOA-CORONA, F. M.; GARNSEY, S. M.; YOKOMI, D. R. K. Citrus tristeza virus and its aphid vector *Toxoptera citricida*: Threats to citrus production in the Caribbean and Central and North America. **Plant Dis.**, Saint Paul, v. 79, n. 5, p. 437-443, 1995.

RONDÓN, A.; ARNAL, E.; GODOY, F. Comportamiento del *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas, patogeno del áfido *Toxoptera citricida* (Kirk.) en finca citricolas de Venezuela. **Agron. Trop.**, Macaray, v. 30, n. 3, p. 201-212, 1981.

RONQUIM, J. C. **Comportamento, ocorrência e parasitismo de afídeos (Hemiptera, Aphididae) em cultivares de aveia forrageira (*Avena ssp*) irrigada na região de São Carlos.** 1999. 120 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

ROSSI, M. M. **Análise faunística, flutuação populacional e efeitos de fatores climáticos sobre algumas espécies de pulgões (Homoptera: Aphididae) em Lavras- MG.** 1989. 88 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1989.

SCHWARZ, R. E. Aphid-borne virus diseases of citrus and their vectors in South Africa. B. Flight activity of citrus aphids. **S. Afr. Agric. Sci.**, v. 8, n.1, p. 931-940, 1965a.

SCHWARZ, R. E. Seasonal fluctuations in the behaviour of *Toxoptera citricida* Kirk. in relation to yellow attractants. **Z. PflKrankh. PflPath. PflSchutz.**, v. 72, n. 1, p. 84- 89, 1965b.

SEIF, A. A.; ISLAM, A. S. Population densities and spatial distribution patterns of *Toxoptera citricida* (Kirk.) (Aphididae) in Citrus at Kenya coast. **Insect. Sci. Appl.**, Elmsford, v. 9, n. 4, p. 535-538, 1988.

SHINDO, M. Relation between ants and aphids in a citrus orchard. **Proc. Assoc. Pl. Prot.**, Kyushu v. 18, n.1, p. 69-71, 1972.

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

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

STARY, P. **Biology of aphid parasites**. The Hague: W. Junk, 1970.

STARY, P.; CERMELI, M. Parasitoides (Hymenoptera: Aphidiidae) de áfidos en plantas cultivadas de Venezuela. **Bol. Entomol. Venez.** Caracas, v. 5, n. 1, p. 77-80, 1989.

STOETZEL, M. B. Aphids (Homoptera: Aphididae) of potential importance on citrus in the United States with illustrated keys to species. **Proc. Entomol. Soc. Wash.** Washington, v. 96, n. 1, p. 74-90, 1994a.

STOETZEL, M. B. The correct spelling of the name for the brown citrus aphid. **Proc. Entomol. Soc. Wash.** Washington, v. 96, n. 2, p. 179, 1994b.

SYMES, C. B. Notes on the black citrus aphid. **Rhodesia Agric. J.**, Salisbury, v. 11, n. 1, p. 612-626, 1924.

TAKANASHI, M. Development and reproductive ability of *Lysiphlebus japonicus* Ashmead (Hymenoptera: Aphidiidae) parasitizing the brown citrus aphid, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). **Jpn. J. Appl. Ent. Zool.**, Tokyo v. 34, n. 2, p. 237-243, 1990.

TAKANASHI, M. Percent parasitism by an aphidiid parasitoid, *Lysiphlebus japonicus* Ashmead attacking host colonies of different sizes. **Proc. Assoc. Pl. Prot.**, Kyushu, v. 37, n. 1, p. 163-166, 1991.

TAO, C. C.; TAN, M. F. Identification, seasonal population and chemical control of citrus aphids in Taiwan. **Agric. Res.** London, v. 10, n. 1, p. 41-52, 1961.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annu. Rev. Entomol.**, Palo Alto, v. 29, n. 1, p. 321-357, 1984.

VAN DER GOOT, P. Aphididae of Ceylon. **Spolia Zeylanica**, Columbo v. 11, n. 1, p. 70-75, 1918.

WHITE, G. Natural enemies of *Toxoptera citricida* (Kirk.) in Trinidad, W.I. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CITRUS TRISTEZA VÍRUS AND BROWN CITRUS APHID IN THE CARIBBEAN BASIN: Management Strategies, 3., 1995, Lake Alfred, FL. **Proceedings...** p. 41- 43

YOKOMI, R. K.; TANG, Y. Q. A survey of parasitoids of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) in Puerto Rico. **Biol. Control** Orlando, v. 6, n. 2, p. 222-225, 1996.

YOKOMI, R. K.; RIVERA, D.; GARNSEY, S. M.; GOTTWALD, T. R.; ABREU-RODRIGUEZ, E.; DAMSTEEGT, V.; STANSLY, P. A.; FEBRES, V. F.; NIBLETT, C. L. Brown citrus aphid and citrus tristeza virus incidence in Puerto Rico. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 13., 1997 Riverside. **Proceedings...**