

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Dinâmica populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) em árvores cítricas  
no município de Nova Granada – SP**

**Eduardo Luiz Vescove Primiano**

**Dissertação apresentada, para obtenção do título de Mestre  
em Ciências. Área de concentração: Entomologia.**

**Piracicaba**  
**2005**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Eduardo Luiz Vescove Primiano**

**Engenheiro Agrônomo**

**Dinâmica populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) em árvores cítricas no município  
de Nova Granada – SP**

**Orientador:**

**Prof. Dr. JOÃO ROBERTO SPOTTI LOPES**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia.**

**Piracicaba**

**2005**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Primiano, Eduardo Luiz Vescove

Dinâmica populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) em árvores cítricas no município de Nova Granada – SP / Eduardo Luiz Vescove Primiano. - - Piracicaba, 2005. 73 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.

1. Amostragem 2. Dinâmica populacional 3. Distribuição espacial 4. Fruta cítrica  
5. Inseto-vetor 6. Morte súbita 7. Pulgão I. Título

CDD 634.3

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

Aos meus pais, Deni e Eduardo,  
irmãos, João Vitor e Isabela e  
todos os familiares, que sempre  
souberam me apoiar e auxiliar no  
momento exato para vencer as  
batalhas da vida.

Ofereço.

A minha noiva Patrícia, pelo  
amor e compreensão em todos  
os momentos, fossem estes de  
alegria ou de ausência.  
Dedico com imenso amor e carinho.

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a Deus por todas as oportunidades que a vida me proporciona;

Ao professor Dr. João Roberto Spotti Lopes, pela orientação, amizade e conhecimentos transmitidos no decorrer deste trabalho;

Aos professores do Setor de Entomologia da ESALQ/USP pela amizade e principalmente pelos valiosos conhecimentos transmitidos no decorrer do curso;

Aos Pesquisadores Científicos do Fundecitrus, em especial aos Drs. Pedro Takao Yamamoto, Renato Beozzo Bassanezi e Waldir Cintra de Jesus Júnior, pela amizade, atenção e auxílio oferecidos no trabalho realizado;

À Fischer Agropecuária S.A. pela concessão da área para o desenvolvimento do trabalho, e seus engenheiros agrônomos e técnicos pelo apoio no desenvolvimento do projeto, especialmente aos engenheiros agrônomos Wagner Sciarra e Marcos Marciano;

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Souza e Silva da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, pela ajuda na identificação das espécies de afídeos coletadas;

Aos colegas, Reginaldo, Lucas e Valdecir pela ajuda nas coletas de afídeos no campo;

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marinéia de Lara Haddad, Prof. Dr. José Carlos Barbosa e a colega Denise Viola, pela orientação e ajuda na execução das análises estatísticas;

Aos colegas do laboratório de Insetos Vetores de Fitopatógenos: Alexandre, Daniele, Érica, Fernanda, Flávio, Marcelo, Maria Teresa, Rodrigo e Teresinha, pelo companheirismo e apoio para a concretização deste trabalho;

Ao Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus, pela concessão da bolsa de estudos;

À bibliotecária Silvia M. Zinsly, pela correção das referências bibliográficas e normas da dissertação;

Aos amigos da Pós-Graduação em Entomologia, pelo companheirismo e momentos de descontração em especial aos colegas Marcelo Miranda, Laércio Carvalho, Edmilson Silva, Rodrigo Marques, Geraldo Vasconcelos, Élio Guzzo, Erich Stingel, Fabiana Romano, Melissa Tomazini Maluf, Luciano Pacelli e José Francisco Garcia;

Aos funcionários do Setor de Entomologia da ESALQ/USP, “Dino”, “Tutu”, “Carlinhos” e Ana Gabriela, pela amizade sincera.

“Valeu a pena? Tudo vale a pena  
Se a alma não é pequena.  
Quem quer passar além do Bojador  
Tem que passar além da dor.  
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,  
Mas nele é que espelhou o céu.”  
Mar Português – Fernando Pessoa

“A alma é divina e a obra é imperfeita.  
Este padrão sinala ao vento e aos céus  
Que, da obra ousada, é minha a parte feita:  
O porfazer é só com Deus...”  
Padrão – Fernando Pessoa

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	10
1 INTRODUÇÃO .....	12
2 DESENVOLVIMENTO .....	15
2.1 REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1.1 Diversidade e importância de afídeos em citros .....	15
2.1.2 Afídeos como vetores de vírus em citros no Brasil .....	16
2.1.3 Tristeza dos Citros .....	16
2.1.4 Galha Lenhosa (Vein Enation – Woody Gall) .....	17
2.1.5 Morte Súbita dos Citros .....	18
2.1.6 Biologia e ecologia de afídeos .....	21
2.1.7 Seleção de plantas hospedeiras .....	23
2.1.8 Dinâmica populacional de afídeos e fatores associados .....	24
2.1.9 Métodos e levantamento populacional de afídeos .....	26
2.1.9.1 Levantamento de afídeos alados .....	27
2.1.9.2 Amostragem de afídeos nas plantas .....	28
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	31
2.2.1 Elaboração do plano de amostragem para levantamentos populacionais de afídeos em citros .....	31
2.2.2 Estratificação da amostragem na árvore .....	32
2.2.3 Triagem e identificação do material coletado .....	32
2.2.4 Análise dos dados .....	34
2.2.4.1 Determinação da região da planta para avaliação de afídeos .....	34
2.2.4.2 Determinação do número ideal de plantas a serem amostradas .....	34
2.2.5 Dinâmica populacional de afídeos que colonizam citros .....	35
2.2.5.1 Áreas experimentais e método de levantamento .....	35
2.2.5.2 triagem do material coletado .....	36
2.2.5.3 Identificação das espécies de afídeos .....	36
2.2.5.4 Avaliação do fluxo de brotações de plantas cítricas .....	37



2.2.5.5 Análise da dinâmica populacional de afídeos em citros .....	37
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
2.3.1 Elaboração do plano de amostragem para levantamentos populacionais de afídeos em citros .....	40
2.3.2 Dinâmica populacional de afídeos que colonizam citros .....	44
2.3.2.1 Espécies coletadas .....	44
2.3.3 Flutuação populacional .....	49
2.3.3.1 Pomar com 3-4 anos de idade .....	49
2.3.3.2 Pomar com 9-10 anos de idade .....	52
2.3.4 Flutuação populacional de afídeos alados .....	54
2.3.5 Influência de fatores climáticos e fenológicos sobre populações de afídeos .....	55
3 CONCLUSÕES .....	63
REFERÊNCIAS .....	64

## RESUMO

### **Dinâmica populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) em árvores cítricas no município de Nova Granada – SP**

O possível envolvimento de afídeos na transmissão de vírus associados à morte súbita dos citros (MSC) indica a necessidade de monitoramento desses insetos para melhor compreender sua dinâmica populacional e a epidemiologia da doença. Esta pesquisa teve como principal objetivo a determinação das principais espécies de afídeos que colonizam pomares de laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] de um município afetado pela MSC, no Norte do Estado de São Paulo, bem como o estudo da dinâmica populacional destes insetos. Preliminarmente, padronizou-se uma metodologia de amostragem de afídeos, baseando-se em uma análise da distribuição espacial destes insetos na copa de árvores cítricas, em dois pomares de laranja doce, localizados em Comendador Gomes-MG e Santa Cruz do Rio Pardo-SP. Em cada pomar, delimitou-se um talhão com 960 plantas numeradas, no qual 100 plantas foram selecionadas ao acaso, para as avaliações. Cada árvore foi dividida em três estratos: i) inferior (0 – 1,0 m); ii) médio (1,0 – 1,8 m); e iii) superior (>1,8 m). Os estratos foram divididos em quadrantes (Leste, Oeste, Norte e Sul), amostrando-se uma brotação por quadrante, totalizando 12 brotações por planta. Através de análise de variância, observou-se efeito de planta e de estrato na densidade populacional dos afídeos, havendo menor número de afídeos no terço inferior em relação aos terços médio e superior da planta. Não houve efeito significativo de quadrantes nem da interação estrato x quadrante na estimativa populacional de afídeos. Definiu-se que a avaliação de uma brotação de cada quadrante do terço médio da copa, em 150 plantas, seria o procedimento mais adequado para o monitoramento de afídeos, visando-se ao estudo de dinâmica populacional. Utilizando-se este método de amostragem, iniciaram-se avaliações quinzenais de afídeos em dois talhões de laranja doce ('Valência' enxertada sobre limão 'Cravo') com idades diferentes (4 e 10 anos), no município de Nova Granada-SP, no período de abril/2003 a abril/2005. Simultaneamente, foram realizadas avaliações de brotações nas árvores cítricas, obtendo-se valores médios do número de brotações por m<sup>2</sup> e do comprimento das brotações para cada talhão. Através de análises de regressão linear múltipla, os dados populacionais dos afídeos foram correlacionados com variáveis climáticas (temperaturas média, mínima e máxima; umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica) registradas 30 dias antes da amostragem dos afídeos, e com variáveis fenológicas (comprimento das brotações e número de brotações/m<sup>2</sup>) registradas no dia da

amostragem. Foram coletados afídeos das espécies *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch e *Toxoptera citricida* Kirkaldy, com predominância de colônias de *A. gossypii* e *A. spiraecola* no pomar com 4 anos, e de colônias de *T. citricida* no pomar com 10 anos. A ocorrência desses afídeos em árvores cítricas coincide com períodos de brotações nos pomares, tanto em épocas de estiagem como em épocas de maior precipitação pluviométrica. O número de brotações cítricas/m<sup>2</sup>, o comprimento das brotações e a temperatura são os fatores mais frequentemente associados ao desenvolvimento das colônias de afídeos em árvores cítricas. *A. gossypii*, *A. spiraecola* e *T. citricida* mostram maiores picos de incidência de formas aladas em ramos cítricos nos meses de inverno (julho a setembro). As espécies *T. citricida*, *A. gossypii* e *A. spiraecola* diferem na capacidade de distorcer folhas e brotações cítricas, sendo que a última é a principal responsável por este tipo de dano direto.

Palavras-chave: *Toxoptera citricida*, *Aphis*, dinâmica populacional, *Citrus sinensis*, amostragem, fatores climáticos

**Population dynamics of aphids (Hemiptera: Aphididae) on citrus trees in Nova Granada  
County, São Paulo State, Brazil**

**ABSTRACT**

Because aphids are possibly involved in the spread of viruses associated with a new and destructive disease, citrus sudden death (CSD), it is important to know their population dynamics in order to understand disease epidemiology. The goal of this research was to determine the main aphid species that colonize citrus groves [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] in CSD-affected areas of northern State of São Paulo, as well as to study their population dynamics. In order to establish procedures for sampling aphids that colonize citrus, a preliminary study of spatial distribution of these insects on the canopy of citrus trees was carried out in two sweet orange groves in Comendador Gomes-MG and Santa Cruz do Rio Pardo-SP. In each grove, 100 trees were randomly sampled in an experimental plot with 960 numbered plants. Each tree canopy was divided in three strata: i) lower (0 – 1,0 m); ii) medium (1,0 – 1,8 m); and iii) upper (>1,8 m). The canopy strata were subdivided in quadrants (E, W, N, S). Twelve young branches were sampled from each tree (1 per quadrant; 4 per stratum). By using analysis of variance, significant effects of plant and canopy stratum on aphid population were observed, with lower numbers of nymphs and adults found on the lower stratum than on the medium and upper strata. Aphid population was not influenced by quadrant or stratum x quadrant interaction. It was determined that sampling of 4 young branches (1 per quadrant) of the medium stratum from 150 citrus trees would be an adequate procedure for monitoring aphids on citrus trees, in order to obtain accurate population estimates for the population dynamics study. By using this sampling method, aphid surveys were carried out fortnightly in two sweet orange groves ('Valência' grafted on rangpur lime), 4 and 10 years old, in Nova Granada County, from April/2003 to April/2005. Simultaneous observations of mean number of young shoots/m<sup>2</sup> of citrus canopy and mean shoot length were also conducted. By using multiple linear regression analysis, aphid numbers were correlated with local climatic variables (minimum, medium and maximum temperatures; relative humidity and rainfall) recorded 30 days before aphid sampling, as well as with phenological variables (mean number of young shoots/m<sup>2</sup> and mean shoot length) recorded on the sampling date. *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch, *Toxoptera citricida* Kirkaldy were the main aphid species

sampled. *A. gossypii* and *A. spiraecola* were the prevalent species in the 4-year old grove, whereas *T. citricida* prevailed in the 10-year old grove. Aphid colonies were detected on citrus trees during periods of young shoot production, in different seasons, with either low (winter) or high (summer) rainfall. Mean number of young shoots/m<sup>2</sup>, mean shoot length and temperature were the main factors associated with aphid colony development on citrus trees. Peaks of *A. gossypii*, *A. spiraecola* and *T. citricida* *alatae* on citrus branches occurred during the winter months (July through September). *A. spiraecola*, *A. gossypii* and *T. citricida* differed in the ability to cause severe leaf deformation in the young shoots; this type of direct damage was mostly associated with colonies of the first species.

Index terms: *Toxoptera citricida*, *Aphis*, population dynamics, *Citrus sinensis*, sampling method, climatic factors

---

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo é responsável por mais de 80% da produção nacional de frutos cítricos com um montante de 227 milhões de plantas (IBGE, 2005) representadas, principalmente, por quatro cultivares de laranjeira doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]: 'Pêra-Rio', 'Natal', 'Valência' e 'Hamlin'. As laranjeiras de copa são propagadas vegetativamente através da enxertia. Até recentemente porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck) eram usados na maioria (85%) das árvores do parque citrícola paulista, devido à sua rusticidade e resistência ao déficit hídrico (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003).

Considerando-se a baixa variabilidade de copas e porta-enxertos utilizados comercialmente e, tratando-se de uma cultura perene susceptível ao ataque de pragas e patógenos durante longos períodos de formação e de produção dos pomares, a citricultura brasileira apresenta uma grande vulnerabilidade a doenças (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003). Nos últimos 10 anos, a citricultura têm sido afetada por várias doenças, destacando-se a clorose variegada dos citros (CVC), cancro cítrico, morte súbita dos citros (MSC) e o "greening" ("huanglongbing"). Estes problemas têm obrigado os produtores a adotarem novas tecnologias de controle para continuar no mercado, entre elas a troca do porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' por outros tolerantes à MSC, instalação de sistemas de irrigação e pedilúvios, plantio de quebra-ventos, erradicação de plantas afetadas pelo cancro cítrico, MSC e "greening", bem como a adoção de novas estratégias para combater a resistência de pragas aos defensivos.

Descoberta em fevereiro de 2001 no município de Comendador Gomes-MG, a MSC é uma doença destrutiva que afeta laranjeiras doces e algumas tangerineiras enxertadas em limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano' (FUNDECITRUS, 2005), estando presente em pomares de 18 municípios do Norte do Estado de São Paulo e 11 municípios de Minas Gerais (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003). Seus principais sintomas são: perda generalizada do brilho das folhas (coloração verde-pálido) e pronunciada queda das mesmas; morte apical de ramos, poucas brotações e presença de coloração amarelada nos tecidos internos da casca do porta-enxerto abaixo da linha de enxertia (FUNDECITRUS, 2002). Os sintomas da MSC lembram o declínio rápido de plantas de laranja doce sobre porta-enxerto de laranja azeda (*C. aurantium* L.), causado pelo vírus da tristeza dos citros (CTV). Este vírus é transmitido pelo

afídeo *Toxoptera citricida* (Kirkaldy)(Hemiptera: Aphididae), e ocasionou a morte de 9 dos 11 milhões de pés de laranja do Estado de São Paulo entre as décadas de 30 e 40 (MÜLLER et al., 2002).

A MSC é uma doença de causa biótica, sendo que a transmissão do agente causal por enxertia já foi demonstrada (ROMÁN et al., 2004; YAMAMOTO et al., 2003); porém seu agente etiológico ainda não foi determinado. Por apresentar sintomatologia e aspectos epidemiológicos semelhantes aos da tristeza dos citros (BASSANEZI et al., 2003b), especula-se que o agente causal seja um variante do CTV (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003; BASSANEZI et al., 2003a). Recentemente, verificou-se que há um outro vírus aparentemente associado com esta doença, que foi denominado *Citrus sudden death associated virus* (CSDaV), pertencente à Família Tymoviridae (MACCHERONI et al., 2005). Apesar das dúvidas sobre a etiologia da doença, as informações epidemiológicas sobre a MSC, particularmente o padrão espacial da disseminação da doença no talhão, indicam a existência de vetores aéreos, provavelmente afídeos, devido às semelhanças observadas em distribuição espacial de plantas doentes, comparando-se talhões afetados pela MSC e pelo CTV, que é transmitida por afídeos (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003; BASSANEZI et al., 2003a; JESUS JÚNIOR et al., 2003).

Considerando-se a alta probabilidade de afídeos estarem atuando como vetores da MSC, torna-se fundamental o conhecimento das principais espécies e de sua populacional na região afetada por esta doença. Tais informações são importantes para adoção de estratégias que colaborem para a contenção do avanço da MSC no parque citrícola, ou que reduzam a incidência de pulgões colonizando brotações, na tentativa de diminuir os danos causados por estes insetos às plantas cítricas. No Brasil, os principais afídeos que têm como hospedeiras plantas do gênero *Citrus* são *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch, *T.aurantii* (Boyer de Fonscombe) e o pulgão preto, *T. citricida* (PRIMIANO et al., 2005; SOUZA-SILVA; ILHARCO, 1995; YUKI, 1979). Através do estudo da flutuação populacional, Yuki (1979) observou que a principal espécie vetora do CTV no Brasil, *T. citricida*, apresenta maior densidade de formas aladas em regiões produtoras de citros do que em áreas não citrícolas.

A presente pesquisa teve a finalidade de estudar a dinâmica populacional de afídeos que colonizam plantas cítricas na região afetada pela MSC, determinando-se períodos de ocorrência e fatores determinantes para o desenvolvimento de suas colônias. Para fundamentar este estudo,

realizou-se um levantamento preliminar sobre a distribuição espacial de afídeos na planta cítrica, buscando-se elaborar um plano de amostragem voltado para estudos científicos, com possível aplicação em programas de manejo de pragas.



## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 REVISÃO DE LITERATURA

#### 2.1.1 Diversidade e importância de afídeos em citros

A cultura dos citros é assolada por diversos artrópodos relativamente inócuos que ocasionalmente podem vir a se tornarem pragas sobre circunstâncias incomuns (PEDIGO; BUNTIN, 1994). Entre os insetos considerados pragas secundárias nessa cultura estão os afídeos (Hemiptera: Aphididae), insetos sugadores que atacam principalmente brotações e folhas novas das plantas, formando colônias constituídas por formas aladas e ápteras (GALLO et al., 2002).

O ataque de afídeos pode ocasionar danos diretos como a sucção contínua de seiva, encarquilhando e atrofia de folhas e ramos novos, e/ou danos indiretos através da transmissão de vírus fitopatogênicos. Outro dano indireto causado por estes insetos é o comprometimento das taxas fotossintética e respiratória da planta através do desenvolvimento da fumagina sobre as folhas devido à excreção do “honeydew”, substância açucarada que é o alimento favorito de muitas espécies de formigas (BARBAGALLO et al., 1997; GALLO et al., 2002; PARRA; OLIVEIRA; PINTO, 2003).

Os principais afídeos encontrados colonizando brotações de plantas cítricas são *Aphis gossypii* Glover, 1877, *Aphis spiraecola* Patch, 1914 e *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (PRIMIANO et al., 2004).

Afídeos da espécie *Aphis gossypii* são polípagos e cosmopolitas. Já a espécie *Aphis spiraecola* apresenta como hospedeiro primário Rosáceas, principalmente as do gênero *Spiraea*. Também é uma espécie polífaga, ocorrendo principalmente em Compostas, Pomóideas e Rutáceas do gênero *Citrus*. Sua distribuição geográfica compreende as Américas, região Mediterrânea, Suíça, sul da Ásia, China, Oriente Médio, Japão, Filipinas, Indonésia, Nova Guiné, África, Austrália e Nova Zelândia (SOUZA-SILVA; ILHARCO, 1995).

*Toxoptera citricida* têm como principais hospedeiras plantas da família Rutaceae, principalmente *Citrus*, e pode ser encontrado no México, Porto Rico, Trinidad, América do Sul, África ao sul do Saara, sudeste da Ásia, Austrália, Nova Zelândia e Ilhas do Pacífico (SOUZA-SILVA; ILHARCO, 1995).

### 2.1.2 Afídeos como vetores de vírus em citros no Brasil

A distribuição pelo mundo, o hábito alimentar fitófago succívoro e os aspectos biológicos dos afídeos fazem desses insetos importantes vetores de vírus (EASTOP, 1977; HARRIS, 1981), com os quais apresentam inter-relações complexas, envolvendo aproximadamente 27% dos vírus transmissíveis para plantas (COSTA, 1998).

Como vetores de doenças em citros, podemos destacar os afídeos como transmissores da Tristeza dos Citros, Galhas Lenhosas e, provavelmente, da Morte Súbita dos Citros (BASSANEZI et al., 2003a, 2003b ; ROSSETTI, 2001).

A transmissão de vírus fitopatogênicos pelos afídeos envolve uma cadeia que compreende a relação entre a planta hospedeira do vírus (tanto a doadora como a receptora), o vírus e o vetor em si, lembrando que o papel do inseto vetor é apenas o de agente de transmissão, disseminação e inoculação, não participando da patogênese (COSTA, 1998). Ressaltando que plantas hospedeiras assintomáticas servem de fonte de inóculo para novas transmissões (BASSANEZI; YAMAMOTO; GIMENES-FERNANDES, 2002; BASSANEZI et al., 2003b).

### 2.1.3 Tristeza dos Citros

Observada pela primeira vez no Brasil em 1937 em pomares do Vale do Paraíba-SP (ROSSETTI, 2001), essa doença dizimou 82% dos pés de laranja plantados no Estado de São Paulo entre as décadas de 30 e 40 afetando pomares plantados com combinações de laranjas, tangerinas e pomelos enxertados sobre laranja azeda e Lima da 'Pérsia' (*C. limettioides* Tan.) (MÜLLER et al., 2002). Seu patógeno é o *Citrus Tristeza Virus* - CTV, vírus pertencente à família Closteroviridae, gênero *Closterovirus* (MARROQUÍN et al., 2004; ROISTACHER, 1991), que têm como principal vetor o pulgão preto dos citros *Toxoptera citricida* Kirkaldy, encontrado em altas populações nos pomares cítricos (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003; GARNSEY; LEE, 1993).

O vírus da Tristeza dos Citros pode ser transmitido por enxertia desde que ocorra o contato entre o floema da fonte de inóculo e o floema da planta receptora, sendo que borbulhas, pedaços de casca e folhas podem ser usados como inóculo do vírus, que também pode ser

transmitido pelos afídeos *T. citricida*, *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe), *Aphis gossypii* Glover e *A. spiraecola* Patch de modo semipersistente (HUGHES; GOTTWALD, 1999; LEE; BAR-JOSEPH, 2000; ROSSETTI et al., 1993; WHITESIDE et al., 1993).

Nas áreas onde *T.citricida* é o principal vetor do CTV, a presença de novas infecções são frequentemente agrupadas próximas de plantas já infectadas podendo levar de 2 a 4 anos para sair de incidências baixas (5%) até atingir altas incidências (95%), e onde *A. gossypii* é o vetor primário, novas infecções são encontradas em plantas distribuídas aleatoriamente nos talhões, podendo levar de 8 a 15 anos para atingir os mesmos níveis de incidência de plantas doentes (GARNSEY et al., 1998; GOTTWALD et al., 1996, 1997, 1998).

No Brasil, como o vírus e o vetor são endêmicos, a alternativa para controle da Tristeza é a utilização de variedades resistentes ou pré-imunizadas com estirpes fracas do CTV, sendo a principal estratégia de controle a troca do porta-enxerto de laranja 'Azeda' pelo porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' (BASSANEZI; GIMENES-FERNANDES; YAMAMOTO, 2003).

#### **2.1.4 Galha lenhosa (Vein Enation – Woody Gall)**

Tendo como provável patógeno um luteovírus e transmitida por *Toxoptera citricida*, *Myzus persicae* e *Aphis gossypii*, essa doença não apresenta importância relevante para a citricultura brasileira (ROSSETTI, 2001).

A Galha Lenhosa já foi constatada nos Estados Unidos, África do Sul, Austrália, Peru, Japão, Espanha, China, Irã, Turquia e Brasil (MAHARAJ; DaGRAÇA, 1989; ROSSETTI, 2001). Na Espanha a ocorrência desta doença deve ser ressaltada, uma vez que ela está distribuída por várias regiões citrícolas, levando em consideração que na citricultura espanhola são utilizados porta-enxertos tolerantes à Tristeza dos Citros e que são sensíveis às Galhas Lenhosas (BALLESTER; PINA; NAVARRO, 1979 apud CARVALHO et al., 2001)

Carvalho et al. (2001) ressaltam que a ausência da Galha Lenhosa nos porta-enxertos comerciais indica a necessidade de maiores cuidados na propagação de material vegetal, pois em temperaturas baixas (condições climáticas propícias) esta doença pode vir a gerar prejuízos para a longevidade dos pomares, afetando a sua produtividade, devido à ocorrência das galhas no tronco das árvores e espessamento das nervuras na face inferior das folhas, sendo que sintomas

referentes à presença de galhas lenhosas no tronco ainda não foram observados em árvores nos pomares brasileiros.

### 2.1.5 Morte Súbita dos Citros

Descoberta em fevereiro de 2001 no município mineiro de Comendador Gomes, a Morte Súbita dos Citros é uma doença destrutiva, e está presente em pomares de 18 municípios paulistas e 11 municípios mineiros (Figura 1). De natureza biótica, pois a característica infecciosa do agente causal da MSC foi comprovada experimentalmente através da transmissão por enxertia do material vegetal contaminado com o patógeno da MSC para uma planta sadia (ROMÁN et al., 2004; YAMAMOTO et al., 2003), esta doença afeta laranjeiras doces e algumas tangerineiras enxertadas em limoeiros ‘Cravo’ e ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* Tenn. et Pasq.) (FUNDECITRUS, 2005).

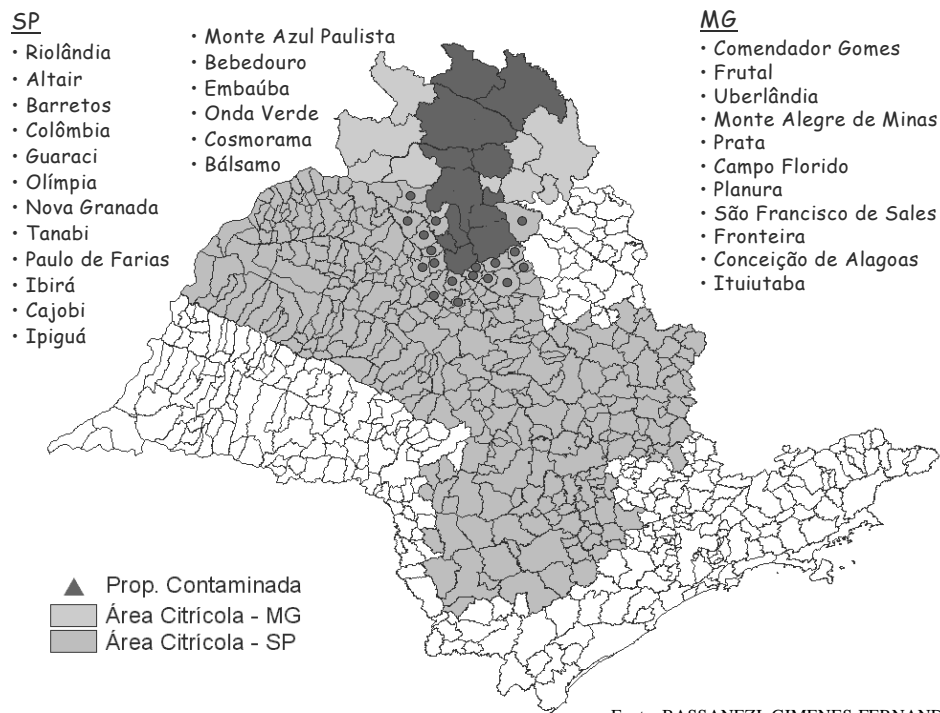


Figura 1 – Municípios afetados pela Morte Súbita dos Citros nas áreas citrícolas dos Estados de São Paulo e Minas Gerais

Para plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, a velocidade do aparecimento de novas plantas sintomáticas é maior a partir do início da estação chuvosa na primavera (de setembro a novembro), permanece alta até o início do verão (dezembro e janeiro) e é reduzida ou nula no período de outono-inverno (de março a agosto) (BASSANEZI; YAMAMOTO; GIMENES-FERNANDES, 2002).

Como, neste caso, o que está sendo avaliado é a expressão dos sintomas e não a infecção de novas plantas, é possível que a infecção ocorra durante todo o ano ou se concentre numa determinada época, permanecendo latente por um certo tempo e, só nas condições favoráveis, os sintomas se manifestem (BASSANEZI; YAMAMOTO; GIMENES-FERNANDES, 2002; BASSANEZI et al., 2003a, 2003b).

Acredita-se que a doença tenha comportamento diferente em plantas enxertadas em limoeiro ‘Volkameriano’, possivelmente por apresentar um tempo maior de incubação e grau de severidade menor, para ‘Cravo’ este período é de pelo menos dois anos com alto grau de severidade (FUNDECITRUS, 2005).

Em pomares com plantas afetadas pela MSC pode ser observado inicialmente que toda a copa da planta apresenta uma perda de brilho generalizada, consequência das folhas que perdem o brilho e a coloração verde-escura, característica de uma folha bem nutrida e sadia, ficando com aspecto pálido e cor verde-clara, tendendo para o amarelo-esverdeado, podendo ocorrer perda de turgidez das folhas, de intensidade variável (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001).

Conforme os sintomas vão evoluindo, ocorre a desfolha parcial da planta, que apresenta poucas brotações na sua periferia e ausência de brotações internas. Em algumas variedades, como a ‘Pêra-Rio’, é observada a seca dos ponteiros. Em estágio mais avançado, ocorre a desfolha total e a morte da planta (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001, 2003).

Plantas com a copa assintomática podem já apresentar alguma podridão inicial nas extremidades das raízes, indicando que os sintomas da copa são decorrência da baixa eficiência do sistema radicular em absorver água e nutrientes (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001, 2003).

O sintoma característico da doença é a presença de coloração amarelo-alaranjada nos tecidos internos da casaca do porta-enxerto, logo abaixo da zona de enxertia, com limite nítido que a separa dos tecidos de coloração branca a creme da casca da copa. Este sintoma, aliado a todo o quadro sintomatológico descrito, é que tem permitido o diagnóstico das plantas com MSC

e que permite diferenciá-la de outras doenças de citros (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001, 2003).

Através da análise da anatomia e ultraestrutura do floema de material coletado em plantas sintomáticas de MSC, Tanaka et al. (2002) concluíram que a coloração amarela observada no floema funcional deve-se à obstrução desses vasos condutores de seiva elaborada, possivelmente resultante do acúmulo de tanino e amido, verificando-se também uma hipertrofia em partes do parênquima floemático e acúmulo de cristais. Este processo, provavelmente, ocasiona a redução no fluxo de fotosintetatos ao sistema radicular que, na falta desses componentes, se degenera causando subsequente morte da planta.

O tempo entre o aparecimento dos primeiros sintomas e a morte da planta pode ser de poucas semanas, em plantas com grande carga de frutos no início do período chuvoso, a até vários meses, em plantas pouco enfolhadas e pouco carregadas (BASSANEZI; YAMAMOTO; GIMENES-FERNANDES, 2002).

Os sintomas da MSC lembram o deprecimento rápido de plantas sobre porta-enxertos de laranja azeda (*C. aurantium* L.) causado pelo vírus da tristeza dos citros (*Citrus Tristeza Virus*), favorecendo a hipótese de um mutante do CTV que tenha se originado regionalmente, ou de um isolado desse vírus inadvertidamente introduzido no país, seja o agente causal da MSC (MÜLLER et al., 2002).

Várias similaridades podem ser observadas entre os padrões de distribuição espacial entre plantas atacadas pelo vírus da Tristeza dos Citros (CTV) e as afetadas pela MSC, quando na presença de *T. citricida*, sendo que o padrão de distribuição espacial de plantas com MSC é semelhante ao padrão observado para plantas com CTV (BASSANEZI et al., 2003a, 2003b).

A expressão de plantas sintomáticas de MSC nos talhões apresenta uma sazonalidade semelhante a que ocorre em áreas com CTV na Flórida, onde durante a estação seca do ano o aumento no número de plantas afetadas é lento, ocorrendo mais rapidamente a partir do início da estação chuvosa (BASSANEZI; YAMAMOTO; GIMENES-FERNANDES, 2002; BASSANEZI et al., 2003b).

Tanto a MSC como a CTV afetam combinações de copa e porta-enxerto, e a substituição do porta-enxerto, ou a realização da subenxertia com porta-enxertos tolerantes diminui a expressão dos sintomas na copa e ocasiona a recuperação da planta (BASSANEZI;

YAMAMOTO; GIMENES-FERNANDES, 2002; GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001, 2003; MÜLLER et al., 2002).

Do ponto de vista epidemiológico, o padrão espacial da MSC é compatível com o padrão espacial de uma doença infecciosa, uma vez que a MSC é uma doença de causa biótica e sua disseminação no talhão é comum a uma área local de influência, provavelmente ocorre nas áreas afetadas vetores aéreos, nesse caso os afídeos, devido às semelhanças entre a dispersão espacial de plantas atacadas pelo CTV daquelas com MSC (BASSANEZI et al., 2003a, 2003b).

Os focos de plantas atacadas pela MSC se iniciam aleatoriamente no talhão e, à medida que aumenta a incidência de plantas sintomáticas, estas tendem a demonstrar um padrão mais agregado. Essa agregação cresce com o aumento da incidência, especialmente nas linhas de plantio, em talhões com mais de 10 anos apresentando similaridade com doenças que tenham um vetor aéreo envolvido (JESUS JÚNIOR; BASSANEZI, 2003, 2004; JESUS JÚNIOR et al., 2003).

O componente ambiente não deve ser desconsiderado enquanto a doença não ocorrer em solos mais férteis e em regiões sem déficit hídrico, sendo possível que o clima e as condições do solo e seu manejo tenham importância na intensidade e velocidade da manifestação dos sintomas de MSC, mas não é possível, considerá-los como causa primária da doença (BASSANEZI; YAMAMOTO; GIMENES-FERNANDES, 2002).

### **2.1.6 Biologia e ecologia de afídeos**

Os afídeos são insetos vivíparos que, nas condições climáticas tropicais, se reproduzem por partenogênese telítoca, tipo de reprodução onde não há a presença do macho e que são originados apenas descendentes fêmeas (BLACKMAN, 1987; DIXON, 1977; GALLO et al., 2002).

Nas colônias, inicialmente aparecem fêmeas ápteras e posteriormente, perante o elevado número de indivíduos ou ataque de inimigos naturais, os afídeos liberam um feromônio de alarme que induz a formação de indivíduos alados (HERRBACH, 1992; KUNERT et al., 2005; NAULT; MONTGOMERY, 1977), que constituirão novas colônias em outras plantas.

A alimentação dos afídeos é altamente especializada, sendo que a penetração dos estiletos se dá intercelularmente e, algumas poucas vezes, intracelularmente, buscando atingir os tecidos

do floema das suas plantas hospedeiras, no qual a seiva supre toda necessidade nutricional destes insetos. Por outro lado esta certa dependência é revertida em limitações no ponto de vista evolutivo da especificidade planta/inseto, na especiação e na sua distribuição geográfica (DIXON, 1998).

Formado por dois pares de estiletes (mandibulares e maxilares), um labium e um labrum, o aparelho bucal dos pulgões é classificado como picador sugador, sendo adaptado para penetração de tecidos e extração de nutrientes. O labium (rosto ou probóscide), é um órgão segmentado em forma de calha e quando não está sendo utilizado na alimentação está posicionado na região ventral do inseto. Nos afídeos este apresenta cinco segmentos, porém quase sempre os segmentos 4 e 5 estão fundidos, possuindo estruturas sensoriais na sua extremidade distal. O labrum é curto, cobrindo a base dos feixes estiletar, possuindo na sua superfície interna um sulco longitudinal que direciona o feixe estiletar (COSTA, 1998; PONSEN, 1977).

O sistema salivar compõe-se de um par de glândulas principais e um par de glândulas acessórias. O canal alimentar é formado pelo canal dos estiletes maxilares, da bomba de sucção e do tubo digestivo, dividido em estomodeu, mesêntero e proctodeu (COSTA, 1998). Nos hemípteros sugadores de seiva ocorrem os mais compridos e complexos canais digestivos, onde o canal pode ser muitas vezes maior do que o próprio corpo do inseto para que ocorra uma digestão mais completa (BATISTA, 1974).

Anatomicamente, o aparelho digestivo dos afídeos difere dos demais insetos pela presença da câmara-filtro, necessária para armazenar nutrientes e substâncias antes da digestão. É uma câmara que envolve a parte inicial do mesêntero com a parte anterior do proctodeu, sendo assim, o excesso de líquido sugado passa diretamente da parte inicial para a parte final do tubo digestivo, sendo eliminado pelo ânus em forma de gotículas. Por esta razão é possível a sucção contínua da seiva, pois só é aproveitado pelos insetos um suco alimentar concentrado e de fácil absorção (GALLO et al., 2002).

O excesso de seiva sugada por esses insetos é composta basicamente de açúcares que não foram absorvidos pelo organismo do inseto, compondo o produto da excreção, denominado “honeydew”, que é eliminado pelo ânus (BORROR, 1970).



### 2.1.7 Seleção de plantas hospedeiras

Os afídeos possuem uma relação específica com suas plantas hospedeiras utilizando estratégias distintas relacionadas com o ciclo biológico do inseto e da planta, bem como os mecanismos alimentares necessários para a busca e exploração da planta hospedeira sendo encontrados desde aquelas sem importância econômica até grandes culturas de importância econômica significativa (BARBAGALLO et al., 1997).

A qualidade da planta é essencial para a sobrevivência dos afídeos, levando em consideração fatores como a composição química da seiva, qualidade da superfície do local de alimentação e a estrutura anatômica da planta (DIXON, 1987a), estes fatores são as principais referências que uma planta passa para afídeos que estão à procura de uma nova hospedeira. Esta seleção consta de um processo sequencial composto por etapas que exprimem uma resposta comportamental a um estímulo específico, que termina na alimentação ou oviposição do inseto na planta (KLINGAUF, 1987, 1989) (Figura 2).

A influência da planta hospedeira sobre os afídeos pode ser medida sob três aspectos gerais: os estímulos que levam o inseto a localizar e escolher a planta, as condições da planta que levam o inseto a iniciar e manter a alimentação e por último, as características da planta (especialmente do ponto de vista nutricional) que garantem o desenvolvimento do inseto e sua progênie, determinado a escolha do hospedeiro ideal (KLINGAUF, 1987; SILVEIRA NETO et al., 1976).

Em citros, a ocorrência de brotações por um período prolongado é induzida por fatores como irrigação, fertilização, podas e fatores climáticos, que influem no amadurecimento dos tecidos jovens aumentando as chances de estabelecimento das colônias de afídeos transmissores de viroses (BASSANEZI; YAMAMOTO; GIMENES-FERNANDES, 2002; BASSANEZI et al., 2003b).

O poder de atratividade de plantas bem nutridas para afídeos é consequência, principalmente, de adubações nitrogenadas disponibilizando teores elevados de Nitrogênio no floema, haja vista que o desenvolvimento de afídeos apresenta uma estreita correlação com os teores de N disponíveis na planta hospedeira (KLINGAUF, 1989).

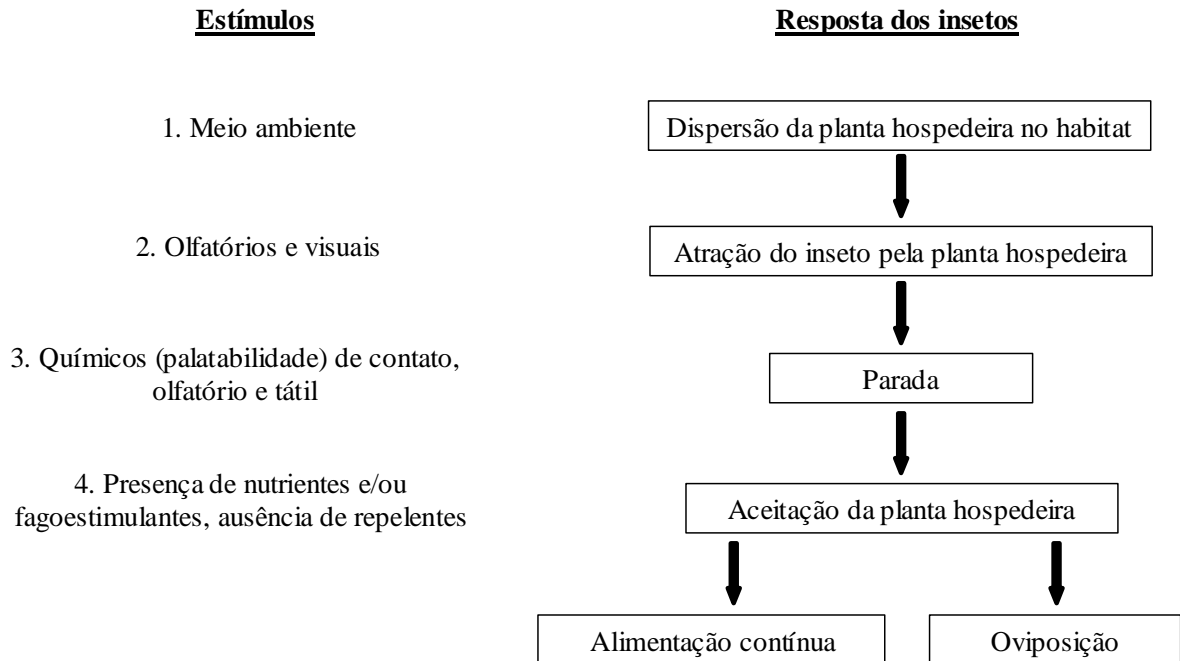


Figura 2 – Representação esquemática da seleção da planta hospedeira por insetos fitófagos (HODKINSON; HUDGES, 1993 apud SALAS, 2004)

### 2.1.8 Dinâmica populacional de afídeos e fatores associados

Além da influência da planta hospedeira no desenvolvimento de populações de insetos sugadores, devemos ressaltar que os fatores climáticos influem direta e indiretamente sobre os afídeos (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Estudos da dinâmica populacional de afídeos apresentam problemas que raramente são encontrados em estudos de insetos univoltinos, pois os afídeos apresentam curto período de desenvolvimento e longo período reprodutivo, resultando em sobreposições de gerações ocasionando uma ocorrência freqüente e abundante desses insetos por longos períodos, esta sobreposição e as pronunciadas flutuações sazonais em abundância, são apontados como os principais obstáculos nos estudos da dinâmica populacional destes insetos (DIXON, 1977, 1987b, 1998).

A deterioração gradual da planta hospedeira também está relacionada com o desenvolvimento das populações de afídeos, resultando em uma drástica redução na performance reprodutiva e na migração de formas adultas aladas para outras plantas (DIXON, 1977; SOGLIA et al., 2003). Estas características, quando associadas aos efeitos da competição intraespecífica, determinam o desenvolvimento ou o declínio das populações de afídeos (DIXON, 1977; MORGAN, 2000).

Além de condicionar o tamanho das colônias, a temperatura também tem efeito sobre a relação entre as espécies de afídeos, bem como o comportamento individual desses insetos (CAMPBELL et al., 1974; EASTOP, 1977; KINDLMANN; DIXON, 1992). Em populações naturais onde a densidade populacional pode ser influenciada pelas variações ambientais, a ação do clima por períodos prolongados implica em alguma forma de regulamento (DIXON, 1998).

É possível observar que na natureza ocorrem variações constantes na temperatura que influenciam no desenvolvimento das populações de insetos, dificultando a determinação da influência direta desse fator. As principais causas dessa dificuldade são: i) a presença de estágios de diapausa a que alguns insetos passam; ii) temperaturas extremas causando mortalidade e prejudicando o desenvolvimento de insetos; iii) exigências térmicas variáveis a cada estágio de desenvolvimento do inseto; e iv) adaptação climática dos insetos ao local de ocorrência (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Sabendo que a temperatura é uma importante variável climática que afeta as taxas de desenvolvimento, reprodução, e sobrevivência de afídeos (DIXON, 1987b; KINDLMANN; DIXON, 1992), Trumble (1982) estudou a dinâmica de afídeos em *Brassica oleraceae* L., e observou que a colonização das plantas por esses insetos, bem como o crescimento da população são mais lentos no inverno que no outono, sendo que o aumento no número de indivíduos por crescimento da população durante o plantio de inverno apresenta uma maior redução devido às temperaturas mais amenas que aumentam o tempo de desenvolvimento e diminui as taxas reprodutivas.

Ventos e precipitações pluviométricas também exercem um efeito marcante no desenvolvimento das populações de afídeos (DIXON, 1977; SOGLIA et al., 2003). A combinação entre chuva e ventos fortes, são apontados como principais fatores relacionados à mortalidade de *Macrosiphum euphorbiae* na cultura do tomate por WALKER et al. (1984), já na cultura da batata, Oliveira (1971) observou que períodos onde ocorreram precipitações

pluviométricas limitam a multiplicação das colônias, enquanto períodos de estiagem favorecem as populações de afídeos.

Outro fator que também pode influenciar no desenvolvimento das colônias de afídeos é a presença de inimigos naturais atacando as colônias (DIXON, 1977, 1998; MENDES et al., 2000), e a sua utilização no controle biológico de afídeos, confirmando seu êxito como reguladores populacionais (DIXON, 1998).

### **2.1.9 Métodos e levantamento populacional de afídeos**

Estudando populações de afídeos, podemos encontrar formas aladas e ápteras nas colônias, onde seu padrão de distribuição espacial varia em relação ao tempo e o desenvolvimento dessas colônias, bem como sua flutuação populacional. Sabendo que os afídeos causam danos diretos e/ou indiretos às plantas através do seu hábito alimentar, ocasionando fitotoxemias, e/ou transmissão de vírus ocasionando perdas na produtividade, é essencial um monitoramento da atividade desses insetos, antecipando sua ocorrência e decidindo a melhor estratégia de controle a ser adotada (ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).

Sendo praticamente impossível contar todos os insetos de uma área, a realização de um levantamento amostral que nos forneça estimativas da população que ocorre em um habitat, é de extrema importância (SILVEIRA NETO et al., 1976); bem como a determinação do momento apropriado para a sua realização, de acordo com a fase de desenvolvimento em que se encontra o inseto a ser amostrado (SOUTHWOOD, 1991).

Estudos envolvendo levantamentos amostrais fornecem informações consideráveis sobre padrões populacionais de insetos que ocorrem em áreas específicas em intervalos de tempo variáveis, sendo possível correlacionar os dados obtidos nas coletas com fatores edafoclimáticos locais. As informações obtidas das amostragens devem apresentar uma generalidade que se equipara com a área experimental onde está sendo realizado o levantamento, levando em consideração que todas as estimativas provenientes de coletas de campo possuem um nível de precisão menor que aqueles de estudos realizados sob condições controladas. Uma alternativa para elevar o nível da precisão de uma amostragem é a repetição contínua, do estudo de um grupo restrito, por exemplo a população de afídeos em folhas ou ramos (SILVEIRA NETO et al., 1976; SOUTHWOOD, 1991).

Várias técnicas de amostragem são utilizadas para avaliar as mudanças populacionais com eficiência e são economicamente acessíveis. Medidas absolutas devem ser utilizadas sempre que o objetivo do estudo for a dinâmica populacional de afídeos e/ou a diversidade de espécies que ocorre na área estudada. Já para o levantamento de afídeos alados migratórios, que iniciam a colonização de culturas e disseminam doenças viróticas, os métodos de captura precisam ser adaptados, pois a maioria destes métodos utiliza o conhecimento prévio da distribuição espacial dos afídeos e seu comportamento. Pensando nisto, deve-se enfatizar qual a técnica ideal de levantamento que pode responder aos objetivos dos estudos de monitoramento (ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988), removendo do habitat estudado um número de insetos que não afete nas coletas subsequentes (SILVEIRA NETO et al., 1976).

### **2.1.10 Levantamento de afídeos alados**

Levantamentos de afídeos alados através da amostragem aérea são geralmente projetados para estudos relacionados com a dispersão e migração destes insetos em diferentes alturas, composição e diversidade da sua fauna, atividade sazonal de diferentes espécies e também sobre a provável colonização das culturas por afídeos transmissores de vírus. Este tipo de levantamento é utilizado principalmente por estações de aviso em países da Europa (MICHELOTTO; BUSOLI, 2003a; ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).

Os principais equipamentos utilizados para coletar afídeos alados podem ser divididos em três grupos: *Armadilhas de filtro*, que succionam o ar e “filtram” afídeos e outros insetos através de redes e telas de diferentes tamanhos; estas armadilhas não são específicas para atraírem insetos e dependem da velocidade do vento para manter sua eficiência. Algumas armadilhas de filtro são quase ou completamente independentes da velocidade do vento, como é o caso das armadilhas de sucção que capturam afídeos ao nível do solo, armadilhas tipo carrossel, vários modelos de armadilhas de sucção Johnson-Taylor e succionadores portáteis D-Vac. *Armadilhas de impacto*, estas armadilhas normalmente possuem uma superfície, composta por água ou cola, que retém os insetos capturados e são pintadas com cores atrativas para que afídeos que passem voando próximo a elas sejam, com o auxílio da ação do vento, atraídos e capturados. Armadilhas adesivas de vários modelos, pintadas de amarelo e bandejas de água projetadas por Moericke (MOERICKE, 1951), também pintadas de amarelo pertencem a esta categoria. *Armadilhas*

*luminosas*, estas armadilhas não são usadas com a finalidade de capturar afídeos, pois atraem insetos de hábito noturno para uma luz visível ou uma luz negra emitida por uma lâmpada ultravioleta fluorescente (ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).

Para estudos de campo, estimativas da taxa intrínseca de crescimento dos afídeos são inaplicáveis (DIXON, 1977), pois além da influência da fenologia da planta hospedeira no desenvolvimento das populações de afídeos, deve ser observado que na natureza os fatores climáticos, a presença de inimigos naturais e a interação entre colônias com diferentes espécies de afídeos influem direta e indiretamente sobre estes insetos (ROTT; MULLER; GODFRAY, 1998; SILVEIRA NETO et al., 1976). Porém, quando realizados sob condições controladas em laboratório, esses testes são úteis para comparar os potenciais reprodutivos entre formas aladas e ápteras de uma mesma espécie com os de espécies diferentes, por exemplo (DIXON, 1977).

A maioria das pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de populações de insetos são classificadas como científicas e tecnológicas. Pesquisas científicas buscam explicações para fenômenos observáveis, enquanto pesquisas tecnológicas buscam métodos para manipular situações reais. Ambos os tipos requerem um prognóstico: o científico, pois são desenvolvidas explicações e previsões que são logicamente equivalentes, antes de um ciclo de previsão e erro; e o tecnológico, pois decisões manipuláveis devem estar baseadas nas suas conseqüências previstas (WARD; RABBINGE; DIXON, 1988).

Essas pesquisas requerem uma estrutura básica da base de dados na qual podem ser interpretadas novas observações. Nenhuma estrutura ou previsão pode ser obtida facilmente sem o uso de modelos, substitutos capazes de reproduzir as características de comportamento, com maior rapidez, sendo que a aplicação de modelos matemáticos para estudos populacionais de afídeos auxilia na identificação dos vários fatores que contribuem para a dinâmica populacional desses insetos (KARLEY et al., 2004; KINDLMANN; DIXON, 1992; MORGAN, 2000; RISPE et al., 1998; WARD; RABBINGE; DIXON, 1988).

### **2.1.11 Amostragem de afídeos nas plantas**

A amostragem de afídeos diretamente nas plantas pode estar relacionada a estudos da sua biologia, distribuição espacial e sazonalidade, bem como nas relações entre a densidade de afídeos coletados e o rendimento de uma cultura acarretando particularidades expressas através

da sobreposição de gerações, da alternância constante das colônias, do processo de agregação dos indivíduos, e da habilidade das formas aladas para dispersar colônias (ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).

A determinação do número de afídeos presentes em uma área é auxiliada pela utilização de modelos dependentes de variáveis, que incluem o número de insetos vetores capturados, quantos destes estão infectivos, e quantas plantas já estão infectadas e quantos não estão (IRWIN; RUESINK, 1986).

Irwin e Ruesink (1986) ressaltam que várias espécies de plantas hospedeiras reagem de modo diferente ao ataque de vírus, podendo afetar a titulação do vírus, a expressão de sintomas e valores referentes à produção de uma cultura. Concluem ainda que, dentro de qualquer genótipo da planta hospedeira, diferentes isolados de vírus podem afetar sua própria formação, também interferindo na expressão de sintomas e dos valores referentes à produção da cultura. Assim, cada passo no estudo da cadeia pode ser considerado uma probabilidade que depende das relações da tríade inseto vetor – vírus – planta hospedeira.

A expansão de vírus fitopatogênicos no campo varia com o tipo de relação vetor-vírus. Considerando que a infectibilidade é rapidamente perdida pelos vetores, vírus transmitidos de modo não-persistente são extremamente sensíveis a grandes distâncias entre plantas hospedeiras.

Quando vírus são transmitidos de modo semi-persistente, no qual a infectividade é retida por um longo período de tempo, alados infectivos podem, além de um raio de ação restrito às extremidades da planta hospedeira, inocular plantas distantes daquela já infectada (SYLVESTER, 1989).

Com o avanço da colonização e cada vez mais plantas infectadas, novos focos aleatórios da doença podem aparecer, aumentando gradualmente de tamanho e coalescendo. Se a cultura em questão servir como sua própria fonte de vírus, as fontes de inóculo serão distribuídas fortuitamente pelo campo e contaminando afídeos vetores que poderão transmitir a doença para outras áreas (SYLVESTER, 1989).

Com o estudo teórico da amostragem de afídeos, pode-se estimar a densidade populacional ou determinar um padrão de distribuição espacial dos afídeos que ocorrem na área estudada (MORGAN, 2000; RISPE et al., 1998; ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).

Para estimar a densidade, são coletados afídeos de unidades amostrais que representem uma fração da área total, podendo ser uma unidade de área, um grupo de plantas adjacentes, a planta como um todo ou apenas parte dela (PEDIGO; BUNTIN, 1994).

A princípio, a estratégia a ser adotada é a realização de uma amostragem simples ao acaso, mas o tamanho da unidade amostral nem sempre é fácil de definir, sendo dependente do tamanho e da morfologia das plantas a serem amostradas, e da probabilidade de que a planta ou parte dela sirvam para o estabelecimento das colônias. Esta situação quase sempre implica na realização de pré-avaliações para adquirir um conhecimento preliminar do comportamento e distribuição dos afídeos (ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).

Se a posição onde se encontram afídeos na planta é marcante, se há uma ampla heterogeneidade no desenvolvimento da cultura, ou se a planta em si é um habitat complexo, como é o caso para árvores, devemos realizar amostragens estratificadas, permitindo que a determinação da densidade seja aperfeiçoada dividindo a área em estratos homogêneos. A estratificação da amostra em camadas é utilizada também quando são estudadas diferentes espécies que colonizam diferentes locais da planta (GONZÁLES; GIANOLI, 2003; ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).

Entretanto, para descrever a distribuição espacial de uma população, amostragens simples ou estratificadas não são tão adequadas a menos que a localização de cada unidade amostral seja conhecida. Para tanto, uma amostragem sistemática deve ser utilizada para descrever, entre outros, agregações, gradientes, e agrupamentos de espécies de afídeos em culturas específicas, havendo alguns riscos da inter-relação espacial entre a estrutura da amostra e a da população. A escolha do tamanho da unidade amostral e a distância entre duas unidades amostrais, devem receber uma atenção especial (ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).

Outra vantagem da amostragem sistemática é o fornecimento de informações sobre gradientes de infestação e os efeitos extremos frequentemente encontrados, tipicamente utilizados em procedimentos de pesquisa científica (ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988).



## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Para a realização desta pesquisa, inicialmente foi realizado um estudo da distribuição espacial dos afídeos em plantas cítricas de duas regiões distintas visando-se estabelecer uma metodologia adequada de amostragem destes insetos. Após este estudo preliminar, foram conduzidos levantamentos quinzenais de afídeos em pomares de uma área afetada pela MSC, por um período de 2 anos, para o estudo de dinâmica populacional.

A triagem e identificação dos afídeos coletados em campo foi realizada no Laboratório de Insetos Vetores de Fitopatógenos, no Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba-SP.

### **2.2.1 Elaboração do plano de amostragem para levantamentos populacionais de afídeos em citros**

O estudo de distribuição espacial de afídeos em plantas cítricas, que é necessário para elaboração do plano de amostragem, foi realizado em dois pomares de laranja doce com diferentes níveis de infestação, um com baixa incidência de plantas atacadas por afídeos na Fazenda Morrinhos, município de Comendador Gomes - MG e um pomar com alta incidência de plantas infestadas, na propriedade da Empresa Guacho Agropecuária, em Santa Cruz do Rio Pardo - SP.

O pomar localizado em Comendador Gomes – MG apresentava 2.800 plantas de laranja doce da variedade ‘Valência’ enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck), com 13 anos de idade. O pomar de Santa Cruz do Rio Pardo - SP era composto por 3.200 laranjeiras ‘Natal’ enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, com 5 anos de idade.

Em cada pomar, delimitou-se um talhão com 960 plantas numeradas (24 linhas com 40 plantas/linha), no qual 100 plantas foram selecionadas ao acaso para as avaliações. Foram realizados levantamentos em 17/12/2002 e 22/01/2003 no pomar de Comendador Gomes-MG e em 11/02/2003, no pomar de Santa Cruz do Rio Pardo - SP.

### **2.2.2 Estratificação da amostragem na árvore**

Para coleta das amostras, cada árvore foi dividida em três estratos, baseando-se na altura da copa em relação ao nível do solo: i) terço inferior (0 – 1,0 m); ii) terço médio (1,0 – 1,8 m), e iii) terço superior (>1,8 m) (Figura 1A). Os estratos foram divididos em quadrantes, sendo os quadrantes leste e oeste situados entre as plantas e os quadrantes norte e sul, entre as linhas (Figura 1B). De cada uma destas posições foi avaliada uma brotação escolhida arbitrariamente, totalizando 12 brotações por planta. Foram consideradas brotações, as extremidades dos ramos que apresentassem haste triangular e folhas de coloração verde-pálida, característica do último fluxo de crescimento.

Foram consideradas infestadas as brotações que apresentassem uma forma adulta alada ou colônias com pelo menos cinco pulgões ápteros. As brotações infestadas foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos, registrando-se o número da planta avaliada, bem como o terço e o quadrante de onde foi retirada a amostra.

### **2.2.3 Triagem e identificação do material coletado**

Em laboratório realizou-se a triagem dos afídeos presentes nas brotações coletadas, registrando-se o número de indivíduos por amostra e aspecto das brotações e folhas colonizadas. As espécies de afídeos foram identificadas através do preparo de espécimes em lâminas e análise sob microscópio estereoscópico, seguindo critérios de identificação encontrados em chaves taxonômicas, com a supervisão do taxonomista de afídeos, Prof. Dr. Carlos Roberto Souza e Silva (Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos).

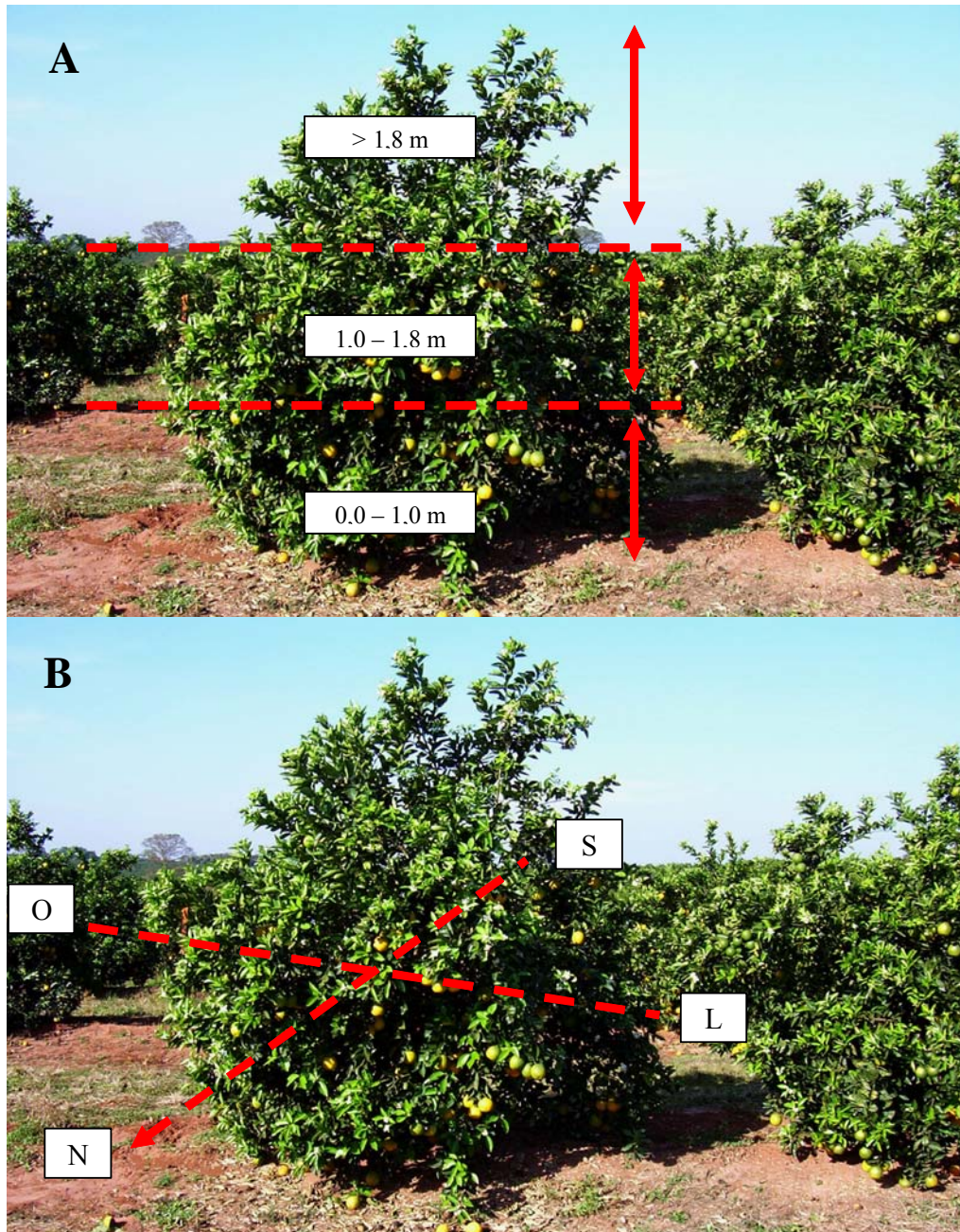


Figura 3 – Estratificação da amostragem na planta. A) Estratos inferior (0,0-1,0m), mediano (1,0-1,8m), superior (> 1,8m); e B) Quadrantes norte, sul, leste e oeste

## 2.2.4 Análise dos dados

Visando-se determinar a região da planta cítrica (estrato e quadrante) mais adequada para amostragem e o número ideal de amostras para o estudo de dinâmica populacional dos afídeos, os dados obtidos nos levantamentos preliminares em Comendador Gomes - MG e Santa Cruz do Rio Pardo - SP foram analisadas estatisticamente, com supervisão do Prof. Dr. José Carlos Barbosa do Departamento de Ciências Exatas da UNESP/Jaboticabal.

### 2.2.4.1 Determinação da região da planta para avaliação de afídeos

Utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) para verificar se diferentes estratos e quadrantes da planta cítrica influenciam a estimativa da densidade populacional de afídeos.

Para analisar o efeito do estrato de coleta foram testadas as hipóteses:

$$H_0: \mu_{\text{terço inferior}} = \mu_{\text{terço médio}} = \mu_{\text{terço superior}}$$

$H_1: \mu_i \neq \mu_j$ , para que pelo menos uma das médias seja diferente em que  $i, j =$  terço inferior, terço médio, terço superior e  $i \neq j$ .

Para analisar o efeito do quadrante de coleta foram testadas as hipóteses:

$$H_0: \mu_{\text{norte}} = \mu_{\text{sul}} = \mu_{\text{leste}} = \mu_{\text{oeste}}$$

$H_1: \mu_i \neq \mu_j$ , para que pelo menos uma das médias seja diferente em que  $i, j =$  norte, sul, leste, oeste, e  $i \neq j$ .

O teste  $F$  foi usado para verificar se existe diferença entre os tratamentos, comparando-se as variâncias. Se o valor calculado de  $F$  foi significativamente maior que o  $F$  tabelado, rejeitou-se a hipótese da nulidade, evidenciando-se o efeito do fator correspondente (estrato ou quadrante) sobre a variável de estudo (MARTINS, 2002). Ao final da ANOVA, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Todas as análises foram realizadas com o programa SAS Institute v.06 (1996).

### 2.2.4.2 Determinação do número ideal de plantas a serem amostradas

O número ideal de amostras para um levantamento é dependente do grau de precisão requerido, e pode ser expresso tanto através da determinação do erro padrão de uma população

pré-determinada ou em termos de probabilidade, adquirindo limites de confiança de um intervalo pré-determinado (SOUTHWOOD, 1991).

Para a análise dos dados, a média e a variância foram calculadas para as 3 amostragens, utilizando os respectivos valores como indicativo da distribuição espacial das plantas colonizadas por afídeos, obtendo-se um índice de dispersão baseado na relação variância/média.

A fórmula utilizada para determinação do tamanho da amostra é função da precisão desejada na estimativa da média e da variância da variável a ser estimada, ou seja:

$$n = t^2 \cdot s^2 / E^2,$$

onde: n = tamanho da amostra.

t = valor da distribuição t de student com n-1 graus de liberdade, a 5% de probabilidade

$s^2$  = variância da variável a ser estimada, obtida através de uma amostra prévia.

E = precisão desejada, expressa como porcentagem da média.

## **2.2.5 Dinâmica populacional de afídeos que colonizam citros**

### **2.2.5.1 Áreas experimentais e método de levantamento**

Baseando-se nas análises da distribuição espacial dos afídeos nas árvores cítricas (item 3.1), iniciaram-se avaliações quinzenais de afídeos em plantas de laranja doce na região Norte do Estado de São Paulo, afetada pela MSC.

Os levantamentos foram feitos em dois talhões de laranja da variedade ‘Valência’ enxertada sobre limão ‘Cravo’, com idades diferentes, distantes 10 Km entre si, no município de Nova Granada-SP, no período de 16 de abril de 2003 a 16 de abril de 2005. As avaliações foram realizadas através de observação visual e contagem de colônias e número de indivíduos em ramos do último fluxo de crescimento das plantas.

No pomar com 4 anos (plantio: janeiro de 2001) delimitou-se uma área experimental composta por 680 plantas (2,45 ha) e no pomar com 10 anos (plantio: março de 1995), uma área de 800 plantas (2,89 ha). A cada avaliação, foram sorteadas 150 plantas ao acaso em cada área. As plantas selecionadas tinham o terço médio avaliado em todos os seus quadrantes (Norte, Sul, Leste e Oeste). Em cada quadrante, um ramo escolhido arbitrariamente foi avaliado, totalizando quatro ramos por planta. Havendo colônia de pulgões (presença de cinco ou mais pulgões ápteros

ou um adulto alado) no ramo avaliado, este era coletado e acondicionado em saco plástico, anotando-se o número da planta e o quadrante de onde foi retirada a amostra.

### **2.2.5.2 Triagem do material coletado**

Logo após a amostragem, os sacos plásticos contendo as colônias foram armazenados em freezer para que ocorresse a morte dos insetos, impossibilitando assim, a reprodução dos afídeos e/ou sua predação por eventuais inimigos naturais presentes nas amostras. Durante a triagem do material coletado, registraram-se dados referentes ao número de afídeos ápteros (ninfas + adultos) e alados por colônia, plantas e quadrantes dos quais foram retiradas as amostras, bem como o aspecto das folhas (distorção) e do ramo amostrado.

Após a realização da triagem, todo material coletado foi autoclavado e descartado, excetuando-se alguns espécimes de afídeos que foram conservados em álcool 70% para posterior identificação.

### **2.2.5.3 Identificação das espécies de afídeos**

Para a confirmação das espécies encontradas e identificadas por análise visual durante a triagem, lotes de afídeos foram preparados em lâminas e/ou acondicionados em frascos contendo álcool 70%, e enviados a dois especialistas em taxonomia de afídeos, Prof. Carlos Roberto Souza e Silva (Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos) e Prof. Cláudio Lúcio Costa (Departamento de Fitopatologia, Universidade de Brasília).

A montagem dos afídeos em lâminas para identificação seguiu o método de Ilharco e Gomes (1967), com as alterações introduzidas por Ilharco e Lemos (1981) e Heikinheimo (1988), constando das seguintes operações:

1. Perfuração da parte central do abdome na região dorsal do afídeo com uma agulha fina, para facilitar a maceração com KOH a 10% e retirar os embriões de seu interior;
2. Fervura por 5 min em banho-maria, estando os insetos acondicionados em tubos de ensaio com solução de KOH a 10%;
3. Lavagem dos insetos em um líquido detergente a 5%, para retirar algum embrião que não tenha sido extraído durante o primeiro passo do processo;

4. Lavagem dos insetos em água destilada por 5 min;
5. Desidratação em álcool 90% por 5 min;
6. Clarificação com óleo de cravo (Eugenol) por 5 min;
7. Montagem em lâminas de microscopia, usando-se Bálsamo-do-Canadá para fixação definitiva e conservação do afídeo.
8. Os afídeos foram montados com a região dorsal voltada para cima e dispostos na lâmina semelhante a disposição dos pontos de um dado.

Após a montagem das lâminas, os afídeos foram identificados baseando-se em características da cabeça, asas, de comprimento das antenas, coloração de sífúnculos e da cauda. Durante a identificação, foram também levadas em consideração anotações de campo referentes à coloração dos pulgões nas folhas e ocorrência ou não de distorções nas folhas atacadas (BARBAGALLO et al. 1997).

#### **2.2.5.4 Avaliação do fluxo de brotações de plantas cítricas**

Simultaneamente aos levantamentos quinzenais de insetos, foram realizadas avaliações de brotações nas árvores cítricas, nos mesmos pomares citados anteriormente. Em cada talhão experimental, 10 plantas foram selecionadas ao acaso, avaliando-se o número de brotações novas em uma área de 1 m<sup>2</sup>, delimitada por uma armação quadrada de PVC, posicionada no terço médio da planta. Além disso, mediu-se o comprimento de quatro brotações (uma por quadrante) em cada planta selecionada. Assim, foram obtidos valores médios quinzenais do número de brotações por m<sup>2</sup> e do comprimento das brotações para cada pomar, determinando-se a duração do período de brotação em cada talhão.

#### **2.2.5.5 Análise da dinâmica populacional de afídeos em citros**

Foram realizadas análises de regressão linear múltipla com dados obtidos no período de abril/2003 a abril/2005, visando-se identificar fatores de influência significativa para o desenvolvimento das populações de afídeos. Inicialmente, foram correlacionados os dados populacionais dos afídeos (variável dependente) com variáveis climáticas (temperatura média, mínima e máxima, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar) registradas 30 dias antes

da coleta dos afídeos (variável independente). Os dados dos afídeos também foram correlacionados com variáveis fenológicas (comprimento das brotações e número de brotações/m<sup>2</sup> de copa) registrados no dia da coleta (variável independente). Finalmente, avaliou-se a associação entre as variáveis fenológicas e as variáveis climáticas registradas 30 dias antes.

Os dados climáticos foram obtidos em posto meteorológico do Grupo Fischer, localizado num raio não superior a 5 Km das áreas experimentais.

A regressão múltipla é usada para testar dependências cumulativas de uma única variável dependente em relação a diversas variáveis independentes. Cada variável é isolada e mantida constante, enquanto que as variáveis restantes variam sistematicamente, sendo observados os seus efeitos sobre a variável dependente. A variável a ser inicialmente mantida constante é aquela que ocasiona a maior influência na variabilidade da variável dependente (BEIGUELMAN, 2002; MARTINS, 2002; NETO; SCARMINIO; BRUNS, 1995).

O modelo geral é representado por:

$$Y_i = \alpha_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_m x_{mi} + \varepsilon_i$$

onde:  $Y_i$  é a variável dependente (variável de estudo);

$X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{mi}$  são as variáveis independentes;

$\beta_i$  determina a contribuição da variável independente  $X_i$ ;

$\varepsilon_i$  é o erro aleatório componente do modelo.

A condição inicial, como na regressão linear simples, é descrita por:

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + e_1,$$

onde  $x_i$  é a variável independente, responsável pela maior variabilidade,  $a_0$  e  $a_1$  são os coeficientes e  $e_1$  é o erro, isto é, a variabilidade em  $Y$  não explicada pela relação linear.

A variável que, em seguida, mais reduz a variabilidade de erro é em seqüência adicionada de tal modo que:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + e_2,$$

sendo  $b_0, b_1$  e  $b_2$  calculados e  $e_2 < e_1$ .

O processo segue por etapas até que o comportamento de todas as variáveis independentes em relação à dependente seja verificado. Os coeficientes “ $b_i$ ” são conhecidos como parciais de regressão, pois cada um deles fornece a taxa de mudança na variável dependente correspondente



à respectiva variável independente, mantendo constantes as demais variáveis independentes (BEIGUELMAN, 2002; MARTINS, 2002).

Uma das aplicações mais importantes da análise de regressão múltipla é a identificação, entre diversas variáveis independentes, daquelas mais significativas na previsão de  $Y$  (BEIGUELMAN, 2002; MARTINS, 2002).

A variância total de  $Y$  é em parte “explicada” pelas diversas variáveis  $X$  e o restante pela variabilidade devido ao erro. O termo “explicada” tem apenas um significado numérico, não implicando necessariamente em um conhecimento causa-efeito sobre o porquê da relação existente. Os tamanhos relativos dessas duas componentes de variância são obviamente de grande interesse quando da aplicação da análise de regressão múltipla. A proporção da variância dos  $Y$  observados, “explicada” por uma equação de regressão ajustada, é representada pelo coeficiente de determinação  $R^2$  (BEIGUELMAN, 2002; MARTINS, 2002).

Valores de  $R^2$  irão dispor-se no intervalo 0-1, fornecendo uma medida dimensional de quantidade do ajuste do modelo de regressão múltipla aos dados. Quanto mais o valor de  $R^2$  se aproximar de 1, significa que as diversas variáveis  $X$  medidas são responsáveis, quase que totalmente, pela variabilidade de  $Y$ . Caso contrário,  $R^2$  apresentará um valor baixo, próximo a zero (BEIGUELMAN, 2002; MARTINS, 2002).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Elaboração do plano de amostragem para levantamentos populacionais de afídeos em citros

Nos levantamentos de afídeos em diferentes estratos e quadrantes da árvore cítrica, realizados em pomares de Comendador Gomes - MG e Santa Cruz do Rio Pardo - SP, foram coletados 19.046 indivíduos, distribuídos entre as espécies *Aphis gossypii* Glover (15,7%), *Aphis spiraecola* Patch (33,3%) e *Toxoptera citricida* Kirkaldy (51%). Assim, pode-se dizer que os dados obtidos representam a distribuição espacial destas três espécies na planta cítrica, mas principalmente de *T. citricida*.

Observou-se efeito principalmente de planta ( $P = 0,0001$ ) e de estrato (ou altura) de amostragem na densidade populacional dos afídeos ( $P = 0,0001$ ). Porém, não houve efeito significativo de diferentes quadrantes ( $P = 0,2065$ ) nem da interação estrato x quadrante ( $P = 0,4290$ ) na estimativa populacional desses insetos (Tabela 1).

A comparação das médias populacionais de afídeos nos diferentes estratos da árvore cítrica indicou um menor número médio de afídeos no terço inferior em relação aos terços médio e superior da planta, tanto para ninfas como para adultos (alados ou ápteros) (Tabela 2). Observou-se, também, um menor número de afídeos alados em relação a adultos ápteros ou ninfas, principalmente nos terços médio e superior das plantas (Tabela 2).

Em termos percentuais, 92,9% do total de afídeos coletados encontravam-se nos terços médio (44,4%) e superior (48,5%) da copa, e apenas 7,1% no terço inferior, indicando a preferência dos afídeos pelos ramos periféricos da parte superior da planta.

Entretanto, não há diferença em número médio de afídeos coletados nos diferentes quadrantes das plantas cítricas para qualquer estágio de desenvolvimento do inseto (Tabela 3). O número médio de afídeos alados foi inferior àqueles obtidos para ninfas e adultos ápteros, independente do quadrante onde estes foram coletados.

A distribuição espacial dos afídeos na planta cítrica tem grande importância na elaboração de planos de amostragem. Pedigo e Buntin (1994) explicam que artrópodes podem ser coletados em partes específicas das plantas. Kogan (1977, 1978) amostrou afídeos da espécie *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) colonizando folhas da parte superior de plantas de soja e indivíduos da

Tabela 1 – Análise de variância dos dados de número de ninfas e adultos de *Toxoptera citricida*, *Aphis gossypii* e *A. spiraecola* em relação ao local de amostragem na árvore cítrica

Fonte de Variação	Adultos Alados			Ninfas		Adultos Ápteros		Total de indivíduos	
	GL	P	F <sub>calc</sub>	P	F <sub>calc</sub>	P	F <sub>calc</sub>	P	F <sub>calc</sub>
Planta	100	0,0001	1,91*	0,0001	2,58*	0,0001	2,71*	0,0001	2,82*
Estrato	2	0,0003	8,24*	0,0001	20,63*	0,0001	19,47*	0,0001	23,48*
Quadrante	3	0,6977	1,28 <sup>NS</sup>	0,2809	1,28 <sup>NS</sup>	0,1960	1,57 <sup>NS</sup>	0,2065	1,52 <sup>NS</sup>
Estrato x Quadrante	6	0,3631	1,10 <sup>NS</sup>	0,5120	0,88 <sup>NS</sup>	0,3725	1,08 <sup>NS</sup>	0,4290	0,99 <sup>NS</sup>

\* significativo a 5% de probabilidade

<sup>NS</sup> não significativo a 5% de probabilidade

Tabela 2 – Número médio ( $\pm$  EPM) de ninfas e adultos de *Toxoptera citricida*, *Aphis gossypii* e *A. spiraecola* coletados em três estratos da copa de árvores cítricas, em pomares de Comendador Gomes - MG e Santa Cruz do Rio Pardo - SP

Estádio de desenvolvimento	Estratos da copa		
	Inferior (0 – 1,0m)	Médio (1,0 – 1,8 m)	Superior (>1,8 m)
Adultos Alados	0,15 $\pm$ 0,05 b <sup>1</sup>	0,58 $\pm$ 0,12 a	0,56 $\pm$ 0,08 a
Ninfas	1,24 $\pm$ 0,38 b	9,14 $\pm$ 1,32 a	10,05 $\pm$ 1,41 a
Adultos Ápteros	1,96 $\pm$ 0,54 b	11,20 $\pm$ 1,53 a	12,28 $\pm$ 1,74 a
Total de indivíduos	3,34 $\pm$ 0,93 b	20,92 $\pm$ 2,67 a	22,88 $\pm$ 3,00 a

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $\alpha = 5\%$ )

espécie *Aphis glycyines* Matsumara nos ramos. Irwin (1980) também coletou afídeos em diferentes partes e alturas de plantas de soja.

Além da planta amostrada, o tamanho da amostra também influencia o erro associado com estimativas populacionais (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 1995; SILVER, 2002). A representatividade da amostra dependerá do seu tamanho e de outras considerações de ordem metodológica, visando à obtenção de uma amostra que de fato represente o melhor possível toda a população (MARTINS, 2002).

Analisando-se a relação entre a porcentagem de erro na estimativa da densidade populacional média de afídeos e o número de plantas amostradas (tamanho da amostra) (Figura 4), verificou-se a necessidade de amostragem de 150 plantas ao acaso para que se obtenha um erro inferior a 35% na estimativa da população. Para erros inferiores a 30%, é necessário um tamanho de amostra igual ou superior a 200 plantas. Quanto maior a população de plantas avaliadas, menores valores de erro na estimativa da média serão obtidos.

Baseando-se nos resultados obtidos, definiu-se que a avaliação de uma brotação de cada quadrante do terço médio da copa, em aproximadamente 150 plantas, seria o procedimento mais adequado para a amostragem de afídeos que colonizam brotações de citros. Esta metodologia pode ser utilizada para investigar diversos aspectos ecológicos de espécies de afídeos que colonizam brotações cítricas, principalmente em estudos de dinâmica populacional relacionados à flutuação populacional, distribuição espacial e influência de fatores bióticos e abióticos na ocorrência desses insetos em citros.

Para uma aplicação prática, deve-se considerar que os agricultores estão mais preocupados com a proteção da cultura, necessitando apenas de uma estimativa rápida da densidade de afídeos que estão ocorrendo na área e se o nível de controle foi alcançado ou não (ROBERT; DEDRYVER; PIERRE, 1988). Para estimar a densidade ou intensidade do ataque de pragas em culturas, devemos realizar amostragens periódicas através de diferentes métodos de levantamento, possibilitando estimar o tamanho da população de insetos presentes na área e/ou nas plantas (PEDIGO; BUNTIN, 1994; SILVEIRA NETO et al., 1976).

Para a realização de um levantamento focado no manejo ecológico de pragas, a avaliação de 150 plantas em um talhão com 1000 plantas torna-se onerosa, levando em consideração que o número de plantas usualmente avaliado em programas de manejo de pragas é de 1% da população do talhão, ou seja, cerca de 20 plantas em um talhão de 2000 plantas (GRAVENA, 1998).

Tabela 3 – Número médio ( $\pm$  EPM) de ninfas e adultos de *Toxoptera citricida*, *Aphis gossypii* e *A. spiraecola* coletados nos quadrantes da copa de árvores cítricas, em pomares de Comendador Gomes - MG e Santa Cruz do Rio Pardo - SP

<b>Estádio de desenvolvimento</b>	<b>Norte</b>	<b>Sul</b>	<b>Leste</b>	<b>Oeste</b>
Adultos Alados	0,42 $\pm$ 0,07 a <sup>1</sup>	0,35 $\pm$ 0,07 a	0,44 $\pm$ 0,13 a	0,51 $\pm$ 0,13 a
Ninfas	4,72 $\pm$ 0,87 a	7,56 $\pm$ 1,38 a	7,45 $\pm$ 1,33 a	7,56 $\pm$ 1,62 a
Adultos Ápteros	6,05 $\pm$ 1,05 a	8,27 $\pm$ 1,55 a	9,10 $\pm$ 1,68 a	8,27 $\pm$ 2,00 a
Total	11,19 $\pm$ 1,87 a	16,19 $\pm$ 2,77 a	16,98 $\pm$ 2,94 a	16,19 $\pm$ 3,36 a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey,  $\alpha = 5\%$ )

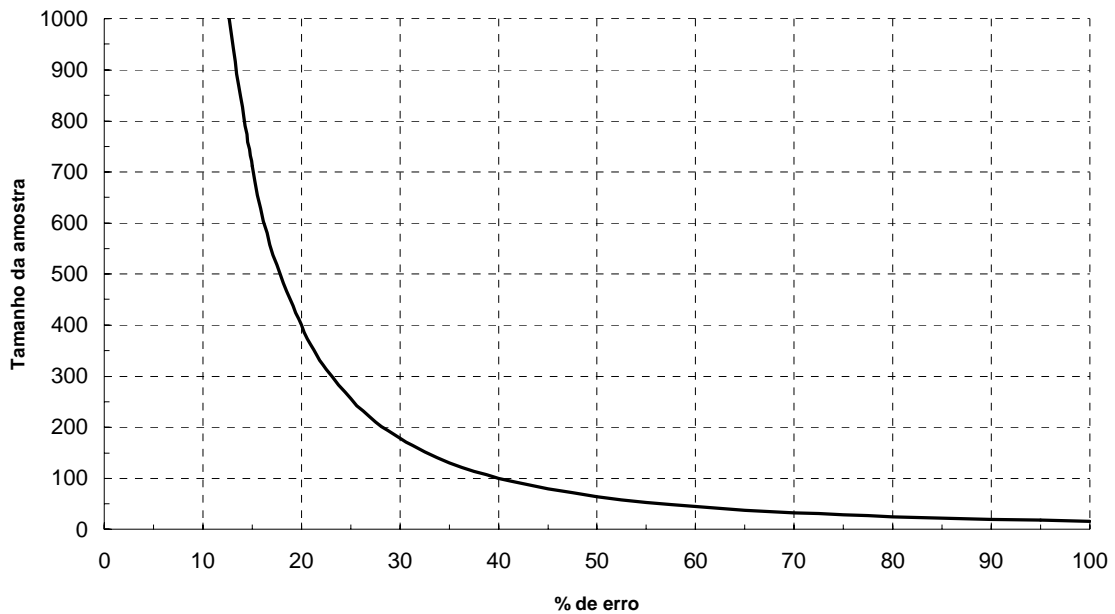


Figura 4 – Relação entre a porcentagem de erro na estimativa da densidade populacional de afídeos em citros e número de plantas amostradas no talhão (tamanho da amostra)

Em propriedades dimensionadas para a utilização de programas de inspeção de pragas, cada inspetor treinado têm o potencial de realizar a amostragem em 3 a 6 talhões por dia (GRAVENA, 1992), número que seria reduzido drasticamente se fosse utilizada a avaliação de 150 plantas em cada talhão. Entretanto, a precisão requerida em monitoramento visando ao manejo de pragas é menor do que aquela necessária para estudos científicos de cunho ecológico (GRAVENA, 1998). Assim, o tamanho da amostra para afídeos poderia ser reduzido para níveis mais compatíveis com os planos de amostragem atualmente utilizados para outras pragas de citros.

Baseando-se nos estudos relacionados ao monitoramento de pragas em citros, sugere-se que a avaliação de afídeos seja realizada juntamente com a inspeção para manejo de pragas em citros proposta por Gravena et al. (1998) para insetos que também são encontrados em brotações de plantas cítricas, tais como cigarrinhas, minador-dos-citros e psilídeos, utilizando-se o mesmo tamanho de amostra. Porém, os dados do presente estudo indicam que a amostragem dos afídeos deve ser feita observando-se brotações localizadas no terço médio ou superior das plantas.

### **2.3.2 Dinâmica populacional de afídeos que colonizam citros**

#### **2.3.2.1 Espécies coletadas**

No período de 2 anos (abril/2003 – abril/2005) de monitoramento de afídeos em ramos cítricos dos dois pomares estudados, em Nova Granada - SP, foram coletados 83.433 afídeos, sendo 31% da espécie *A. gossypii*, 29,4% da espécie *A. spiraecola*, 39,6% da espécie *T. citricida* e apenas 11 (0,013%) indivíduos de outras espécies, não identificadas (Tabela 4). Um total de 48 coletas foi realizado em cada pomar, sendo 46 com intervalo quinzenal e 2 com intervalo mensal. Nos dois pomares foram coletadas 1.348 colônias de afídeos, sendo 65,7% no pomar com 4 anos e 34,3% no pomar com 10 anos (Tabela 5).

No pomar com 4 anos, a espécie com maior número de indivíduos coletados em 2003 foi *A. gossypii* (73%), seguida por *T. citricida* (17,5%) e *A. spiraecola* (9,5%) (Tabela 4). Já no ano de 2004 *A. spiraecola* foi a principal espécie coletada (68,6%), seguida de *A. gossypii* (16,7%), e *T. citricida* (14,7%) (Tabela 4). No pomar com 10 anos, a principal espécie coletada em 2003 foi *T. citricida* (93,8%), seguida de *A. spiraecola* (5%) e *A. gossypii* (1,2%) (Tabela 4). No ano de

2004, *T. citricida* se manteve como espécie predominante com 84,1% dos indivíduos coletados, seguida por *A. spiraecola* (14,3%) e *A. gossypii* (1,6%).

As espécies foram comparadas quanto ao número de indivíduos coletados e número de colônias nos dois pomares, bem como quanto ao nível de distorção nas folhas cítricas (dano direto) através do teste do  $\chi^2$ . Os valores de  $\chi^2$  foram altamente significativos, confirmando-se a predominância de colônias e de indivíduos de *A. gossypii* (abril/2003 a março/2004) e de *A. spiraecola* (abril/2004 a abril/2005) no pomar com 3-4 anos de idade (Tabelas 6, 7 e 8). Os testes de  $\chi^2$  mostraram maior número de colônias e de indivíduos de *T. citricida* no pomar com 10 anos, para todo o período avaliado (Tabelas 6 e 7). As variações ocorridas no número de afídeos nas diversas condições estudadas podem estar relacionadas à flutuação populacional das espécies, que por sua vez é dependente de diversos fatores, entre eles os climáticos e aspectos fenológicos da planta cítrica.

A maioria (58,5%) dos ramos colonizados por *A. spiraecola* apresentaram forte distorção foliar (Tabela 9), que constitui o principal dano direto desta espécie às brotações cítricas de plantas jovens. Em contraste, quase que a totalidade dos ramos colonizados por *A. gossypii* (99,5%) e *T. citricida* (96,1%) não apresentaram distorções acentuadas (Tabela 9). O alto valor de  $\chi^2$  observado demonstra que as espécies de afídeos diferem significativamente na capacidade de distorcer as folhas cítricas, conforme relatado por Barbagallo et al. (1997).

Tabela 4 – Número e porcentagem de indivíduos de *Aphis gossypii*, *A. spiraecola* e *Toxoptera citricida* amostrados em ramos cítricos de dois pomares de laranja doce, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

<b>Pomar</b>	<b>Período (idade do pomar)</b>	<i>A. gossypii</i>	<i>A. spiraecola</i>	<i>T. citricida</i>	<b>Total</b>
<b>Lote 321</b>	04/2003 – 03/2004 (3 anos)	20.982 (73%)	2.739 (9,5%)	5.035 (17,5%)	28.756
	04/2004 – 04/2005 (4 anos)	4.473 (16,7%)	18.137 (68,6%)	3.927 (14,7%)	26.717
<b>Lote 27</b>	04/2003 – 03/2004 (9 anos)	74 (1,2%)	306 (5%)	5.731 (93,8%)	6.111
	04/2004 – 04/2005 (10 anos)	359 (1,6%)	3.158 (14,3%)	18.591 (84,1%)	22.108
<b>Total</b>	–	25.888 (31,0%)	24.520 (29,4%)	33.014 (39,6%)	83.433



Tabela 5 – Número e porcentagem de colônias de *Aphis gossypii*, *A. spiraecola* e *Toxoptera citricida* amostradas em ramos cítricos de dois pomares de laranja doce, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

Pomar	Período	<i>A. gossypii</i>	<i>A. spiraecola</i>	<i>T. citricida</i>	Total
	(idade do pomar)				
Lote 321	04/2003 – 03/2004 (3 anos)	326 (68,9%)	79 (16,7%)	68 (14,4%)	473
	04/2004 – 04/2005 (4 anos)	91 (22%)	234 (56,7%)	88 (21,3%)	413
Lote 27	04/2003 – 03/2004 (9 anos)	3 (2,7%)	9 (8%)	101 (89,4%)	113
	04/2004 – 04/2005 (10 anos)	5 (1,4%)	54 (15,5%)	290 (83,1%)	349
<b>Total</b>	–	425 (31,5%)	376 (27,9%)	547 (40,6%)	1.348

Tabela 6 – Número total de colônias de afídeos amostradas em ramos cítricos de dois pomares de laranja doce, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

Espécie de afídeos	Idade do pomar		Total
	3-4 anos	9-10 anos	
<i>Aphis gossypii</i>	417	8	425
<i>A. spiraecola</i>	313	63	376
<i>Toxoptera citricida</i>	156	391	547
<b>Total</b>	886	462	<b>1348</b>

$$\chi^2_{\text{obs}} = 585,1; \chi^2_{\text{c}} = 5,991; \text{GL} = 2; \alpha = 0,05$$

Tabela 7 – Número total de indivíduos de afídeos amostrados em ramos cítricos de dois pomares de laranja doce, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

Espécie de afídeos	Idade do pomar		Total
	3-4 anos	9-10 anos	
<i>Aphis gossypii</i>	25.455	433	25.888
<i>A. spiraecola</i>	20.876	3.464	24.340
<i>Toxoptera citricida</i>	9.142	24.322	33.464
<b>Total</b>	<b>55.473</b>	<b>28.219</b>	<b>83.692</b>

$$\chi^2_{\text{obs}} = 38.762,19; \chi^2_{\text{c}} = 5,99; \text{GL} = 2; \alpha = 0,05$$

Tabela 8 – Número total de colônias de afídeos amostradas em ramos cítricos de um pomar de laranja doce com 3-4 anos de idade, em períodos distintos. Fazenda São João, Nova Granada, SP

Espécie de afídeos	Período de amostragem		Total
	abril/2003 – março/2004	abril/2004 – abril/2005	
<i>Aphis gossypii</i>	326	91	417
<i>A. spiraecola</i>	79	234	313
<i>Toxoptera citricida</i>	68	88	156
<b>Total</b>	<b>473</b>	<b>413</b>	<b>886</b>

$$\chi^2_{\text{obs}} = 208,7; \chi^2_{\text{c}} = 5,99; \text{GL} = 2; \alpha = 0,05$$

Tabela 9 – Nível de distorção foliar causada por colônias de afídeos amostradas em brotações de laranja doce com 3-4 anos de idade, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

Espécie de afídeos	Distorção na folha <sup>a</sup>			Total
	Ausente	Leve	Forte	
<i>Aphis gossypii</i>	340 (8,15%)	75 (18,0%)	2 (0,5%)	417
<i>A. spiraecola</i>	48 (15,3%)	82 (26,2%)	183 (58,5%)	313
<i>Toxoptera citricida</i>	135 (86,5%)	15 (9,6%)	6 (3,9%)	156
<b>Total</b>	<b>523</b>	<b>172</b>	<b>191</b>	<b>886</b>

$$\chi^2_{\text{obs}} = 479,34; \chi^2_{\text{c}} = 9,49; \text{GL} = 4; \alpha = 0,05$$

<sup>a</sup> Números representam a frequência de colônias observadas para cada nível de distorção foliar

### 2.3.3 Flutuação populacional

#### 2.3.3.1 Pomar com 3-4 anos de idade

A flutuação populacional das principais espécies de afídeos coletadas no pomar mais novo (3-4 anos), bem como os dados de brotações do pomar e os dados climáticos do município de Nova Granada - SP, Fazenda São João, podem ser observados na Figura 5. Foram considerados picos populacionais, números iguais ou superiores a 1000 indivíduos coletados por amostragem.

Indivíduos de *T. citricida* foram observados já no primeiro mês de levantamento (abril/2003), juntamente com *A. gossypii*, porém em menor número. Em junho/2003 ocorreu o primeiro pico populacional de *T. citricida*, sendo que sua população manteve-se relativamente elevada nos meses de julho, agosto, setembro e primeira quinzena de outubro/2003, período que se caracterizou por baixa precipitação pluviométrica e temperatura média oscilando entre 20 e 23°C. Um segundo pico populacional de *T. citricida* ocorreu em fevereiro/2004, sendo este período caracterizado por alto nível pluviométrico (>150 mm) e temperatura média oscilando entre 25 - 27°C. Outros dois picos populacionais menores foram observados para *T. citricida*, um ocorrendo em agosto/2004, com temperatura média de 20°C e ausência de chuva, e outro em

novembro/2004, com temperatura média de 26 - 27°C e baixos níveis pluviométricos ( $\leq 50$  mm) (Figura 5).

A população de *A. gossypii*, que foi a espécie mais abundante em 2003, apresentou um número elevado de indivíduos coletados já no primeiro mês de levantamento (abril/2003). Nos meses de maio e junho/2003, ocorreu um decréscimo na população deste inseto, coincidindo com um período de temperaturas mínimas mais baixas (Figura 5). Nos meses de agosto, setembro e outubro de 2003, ocorreram outros picos populacionais de *A. gossypii*, num período com baixos níveis pluviométricos e temperatura média oscilando entre os 20 e 25°C. Para o ano de 2004, colônias de *A. gossypii* ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro com baixo número de indivíduos coletados. Entretanto, um segundo pico populacional ocorreu no mês de agosto/2004, caracterizado por temperatura média oscilando entre os 22 e 25°C e baixa precipitação pluviométrica (Figura 5).

A partir de junho/2003 foi observada a presença de *A. spiraecola* nas amostras coletadas em campo, sendo que o primeiro pico populacional desta espécie ocorreu em julho/2003, num período com baixa precipitação pluviométrica, temperatura média próxima a 20°C e temperatura mínima de 12°C (Figura 5). Outro pico populacional dessa espécie foi observado somente no período de janeiro a março de 2004, com altos níveis pluviométricos ( $>150$  mm/mês), temperatura mínima elevada oscilando entre 18 e 20°C, e temperatura média entre 25 e 27°C. Um terceiro pico populacional, mais elevado que todos os outros, ocorreu no período compreendido entre o mês de julho e a primeira quinzena de agosto/2004, com características climáticas semelhantes às que ocorreram em julho/2003. No mês de novembro/2004 foi observada a ocorrência de um quarto pico populacional, em um período com temperatura mínima ao redor de 20°C, temperatura média de 25°C e baixa precipitação pluviométrica ( $\leq 50$  mm) (Figura 5).

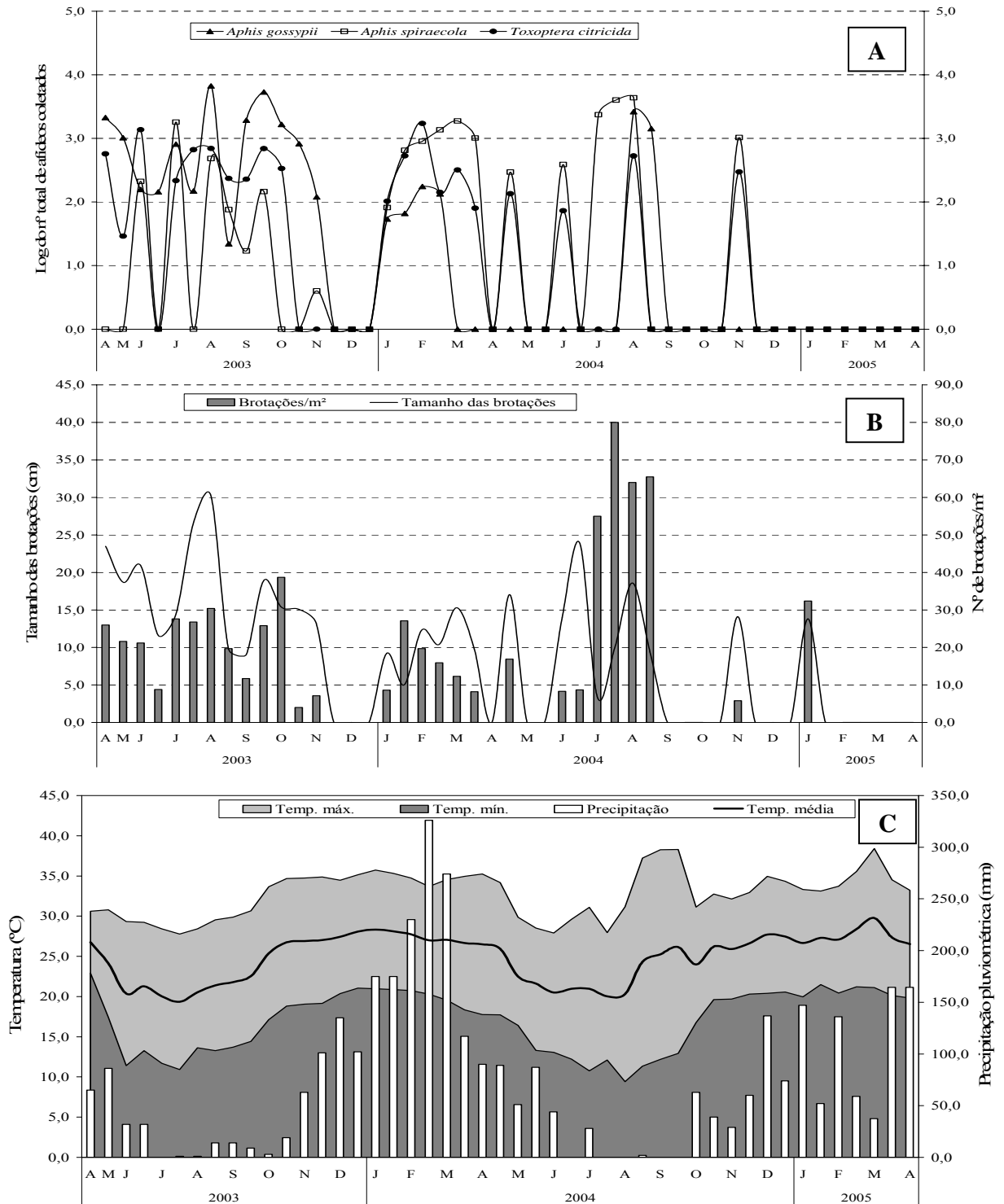


Figura 5 – Flutuação populacional de afídeos em pomares cítricos (A), dados de brotações (B) e variáveis climáticas (C) em pomar de laranja doce com 3-4 anos de idade, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

### 2.3.3.2 Pomar com 9-10 anos de idade

No pomar com 9-10 anos de idade, a população de *T. citricida* foi elevada desde o início do levantamento em abril/2003, apresentando um pico mais pronunciado nos meses de julho e agosto/2003 (Figura 6). Neste período, conforme diminuíram os níveis de precipitação pluviométrica ocorreu um aumento na população de afídeos. Aparentemente, essa espécie também pode ter sido influenciada pela temperatura amena e ocorrência de brotações nas plantas. De setembro a dezembro/2003 não foram encontrados afídeos nas plantas devido à ausência de brotações nas mesmas, o que indica uma forte relação entre a ocorrência de colônias de afídeos e a presença de brotações em plantas cítricas.

Em fevereiro e março de 2004 ocorreram outros picos populacionais, a partir de um aumento populacional iniciado em janeiro. Este período se caracterizou por temperaturas médias elevadas ( $>25^{\circ}\text{C}$ ) e altos níveis pluviométricos ( $>150\text{mm}$ ). O terceiro pico populacional ocorreu no período de maio a junho de 2004, com baixa precipitação e temperatura média ao redor de  $20^{\circ}\text{C}$  (Figura 6). No mês de agosto/2004, um quarto pico populacional mais elevado que todos os outros ocorreu num período de estiagem, com temperatura média oscilando entre 20 e  $25^{\circ}\text{C}$ .

As espécies *A. gossypii* e *A. spiraecola* também ocorreram nesse pomar, porém em menor número e sem picos populacionais expressivos ( $\geq 100^{\circ}$  indivíduos), exceto para *A. spiraecola* no mês de agosto/2004 (Figura 6). Colônias de *A. gossypii* foram observadas somente nos meses de junho, agosto e setembro do ano de 2003 e nos meses de janeiro, abril e agosto de 2004. Colônias de *A. spiraecola* foram coletadas em brotações cítricas no mesmo período em que foram encontradas colônias de *T. citricida*, porém, a primeira espécie apresentou um baixo número de indivíduos coletados ( $\leq 100$ ) em quase todas as amostragens.

O pomar com 9-10 anos de idade apresentou períodos mais curtos de brotações comparando-se com o pomar de 3-4 anos (Figura 5B e 6B), o que pode explicar a menor frequência de picos de indivíduos de *A. gossypii* e *A. spiraecola* no pomar mais velho (Figura 5A e 6A).

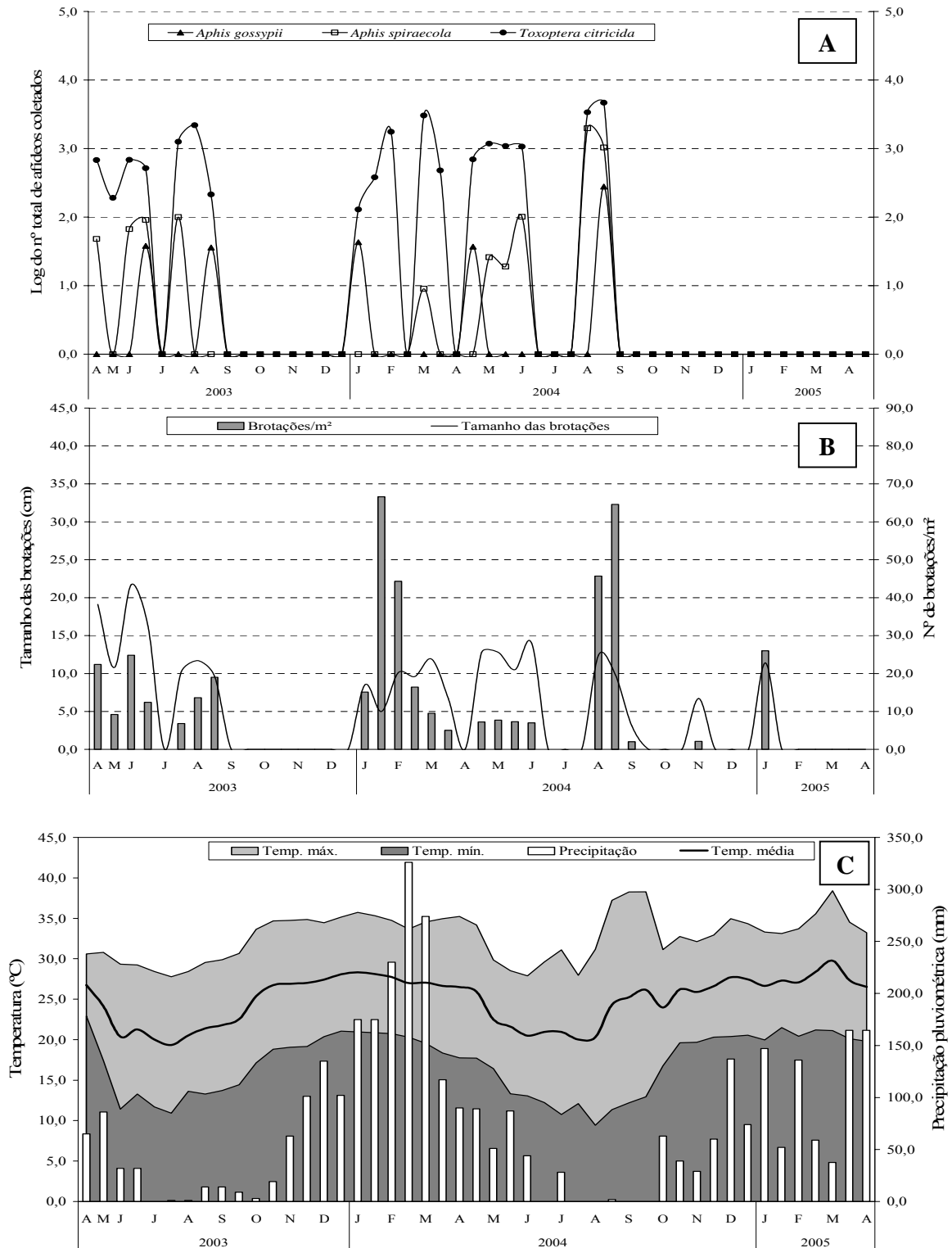


Figura 6 – Flutuação populacional de afídeos em pomares cítricos (A), dados de brotações (B) e variáveis climáticas (C) em pomar de laranja doce com 9-10 anos de idade, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

### 2.3.4 Flutuação populacional de afídeos alados

Para o pomar com 3-4 anos, observou-se em 2003 uma maior incidência de ramos com indivíduos de *A. gossypii* nos meses de abril a outubro, com picos maiores em abril, agosto e setembro (Figura 7). Alados de *A. spiraecola* ocorreram em baixos percentuais nos meses de junho, julho, agosto e setembro, com pico significativo ( $>10\%$  dos ramos) apenas na primeira quinzena de julho (Figura 7). Formas aladas de *T. citricida* ocorreram nos meses de abril, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 2003, porém em percentuais baixos ( $\leq 5\%$  dos ramos) comparando-se com as demais espécies. Já em 2004, houve predominância de formas aladas de *A. spiraecola*, com pico acentuado ( $>35\%$ ) em agosto (Figura 7). *A. spiraecola* também predominou no período de verão (janeiro a março), porém em percentuais baixos ( $<5\%$  dos ramos) (Figura 7). As outras duas espécies apresentaram, em 2004, picos isolados de incidência nos meses de agosto (*A. gossypii* e *T. citricida*) e novembro (*T. citricida*) (Figura 7).

Para o pomar com 9-10 anos, observou-se, em 2003, maior incidência de ramos com alados de *T. citricida* nos meses de abril a agosto, com picos populacionais em abril, junho e agosto (Figura 8). Alados de *A. spiraecola* ocorreram nos meses de abril e junho, porém com baixíssima incidência. Na segunda quinzena dos meses de junho e agosto de 2003 foram coletados, também em níveis muito baixos, indivíduos alados da espécie *A. gossypii*. Em 2004, observou-se ocorrência predominante de formas aladas de *T. citricida* nos meses de janeiro a junho, e em novembro, apresentando maiores picos de incidência ( $\geq 10\%$  dos ramos) nos meses de março, agosto e novembro (Figura 8). Alados de *A. spiraecola* ocorreram nos meses de junho e agosto de 2004, apresentando elevado pico de incidência (28% dos ramos) na primeira quinzena de agosto. Com uma incidência bastante inferior à das outras duas espécies, indivíduos alados de *A. gossypii* foram coletados em 2004 apenas na segunda quinzena dos meses de abril e agosto (Figura 8).

Os picos de porcentagem de ramos colonizados pelas espécies de afídeos nos dois pomares correspondem temporalmente aos picos de incidência dos respectivos alados (Figuras 7 e 8). Os dados de flutuação mostram predominância de ramos colonizados por *T. citricida* no pomar com 9-10 anos, com maiores incidências nos meses de março e agosto (Figura 8). No pomar com 3-4 anos, observaram-se maiores porcentagens de ramos colonizados por *A. gossypii* em 2003, com níveis mais elevados em agosto e setembro. *A. spiraecola* ocorreu em níveis



elevados em julho/2003 e agosto/2004 (Figura 7). É interessante salientar que os meses de maior incidência de ramos colonizados por essas espécies de afídeos coincidem com os períodos de intensidade de brotações em árvores cítricas (Figuras 5B e 6B), constituindo-se, portanto, em épocas de maior risco de disseminação da MSC, se os afídeos forem confirmados como vetores do agente causal desta doença.

### 2.3.5 Influência de fatores climáticos e fenológicos sobre populações de afídeos

Fatores associados ao desenvolvimento das colônias de afídeos foram investigados através da análise de regressão linear múltipla das médias de número total de afídeos em cada avaliação com os valores das variáveis fenológicas (comprimento das brotações e número de brotações/m<sup>2</sup> de copa) registrados no dia da coleta e das variáveis climáticas (temperatura média, mínima e máxima, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar) registradas 30 dias antes da coleta dos afídeos. Em caráter preliminar, testou-se a análise de regressão linear múltipla com os dados climáticos de 15 dias anteriores às coletas; porém, os resultados obtidos com apenas 15 dias de defasagem não demonstraram influência significativa das variáveis climáticas sobre as populações de afídeos ou fenologia da planta, para  $\alpha = 15\%$ .

No pomar com 3-4 anos, observou-se que a população de indivíduos de *A. gossypii* é influenciada significativamente ( $\alpha = 15\%$ ) pela temperatura média, temperatura mínima, umidade relativa do ar, comprimento das brotações e número de brotações/m<sup>2</sup>, fatores estes que explicam 38,8% da variabilidade na população desta espécie (Tabela 10). Temperatura mínima, precipitação pluviométrica e número de brotações/m<sup>2</sup> explicam 45,9% da variabilidade em populações de *A. spiraeola*, enquanto que o comprimento das brotações explicam 27,6% da flutuação populacional de *T. citricida* (Tabela 10).

Para o pomar com 9-10 anos, verificou-se que precipitação pluviométrica e comprimento das brotações representam 21,4% dos fatores que influenciam no desenvolvimento das populações de *A. gossypii* (Tabela 10). Temperatura mínima e número de brotações/m<sup>2</sup> explicam 19,7% da variabilidade em populações de *A. spiraeola*, enquanto que temperatura média, temperatura máxima, comprimento das brotações e número de brotações/m<sup>2</sup> representam 55,7% dos fatores que influenciam no desenvolvimento de populações de *T. citricida* nesse pomar (Tabela 10).

Em relação à fenologia das plantas cítricas avaliadas, pode-se observar que temperatura média e mínima representam 34,1% dos fatores que influenciam no tamanho das brotações, e que temperaturas médias e máximas representam 28,6% dos fatores de influência no número de brotações/m<sup>2</sup> emitidas pelas plantas do pomar com 3-4 anos (Tabela 11). Para as plantas do pomar com 9-10 anos, verificou-se que temperatura média e umidade relativa do ar representam 25,3% dos fatores que influenciam no tamanho de suas brotações, enquanto temperatura média, temperatura máxima e umidade relativa do ar explicam apenas 13,7% dos fatores de influência no número de brotações/m<sup>2</sup> emitidas pelas plantas cítricas desse pomar (Tabela 11).

Para cada pomar e espécie de afídeo foi obtida uma equação de regressão relacionando os fatores climáticos e fenológicos significativos (variáveis independentes) para estimativa do número médio de afídeos (variável dependente) (Tabela 12). Também foram obtidas equações para a regressão entre fenologia (variável dependente) e clima (variáveis independentes), para os dois pomares (Tabela 13). A maioria das equações possuem mais de uma variável independente significativa, indicando que múltiplos fatores climáticos e fenológicos atuam conjuntamente sobre a flutuação populacional dos afídeos. Este fato pode ser explicado pela multicolinearidade existente entre os fatores climáticos; por exemplo, a precipitação pluviométrica têm efeito sobre a temperatura, umidade relativa do ar e insolação, o que restringe a interpretação de seu efeito isolado sobre os seres vivos.

Embora as correlações entre populações de afídeos e os fatores climáticos e fenológicos tenham sido significativas (Tabela 10), devido à complexidade da ação dos fatores bióticos e abióticos que atuam sobre as populações de insetos, difíceis de serem avaliados experimentalmente e concomitantemente, a explicabilidade desses resultados dada pelo R<sup>2</sup> foi consideravelmente baixa, indicando que outros fatores além daqueles estudados exerceram efeito direto sobre os afídeos e outros insetos na região estudada.

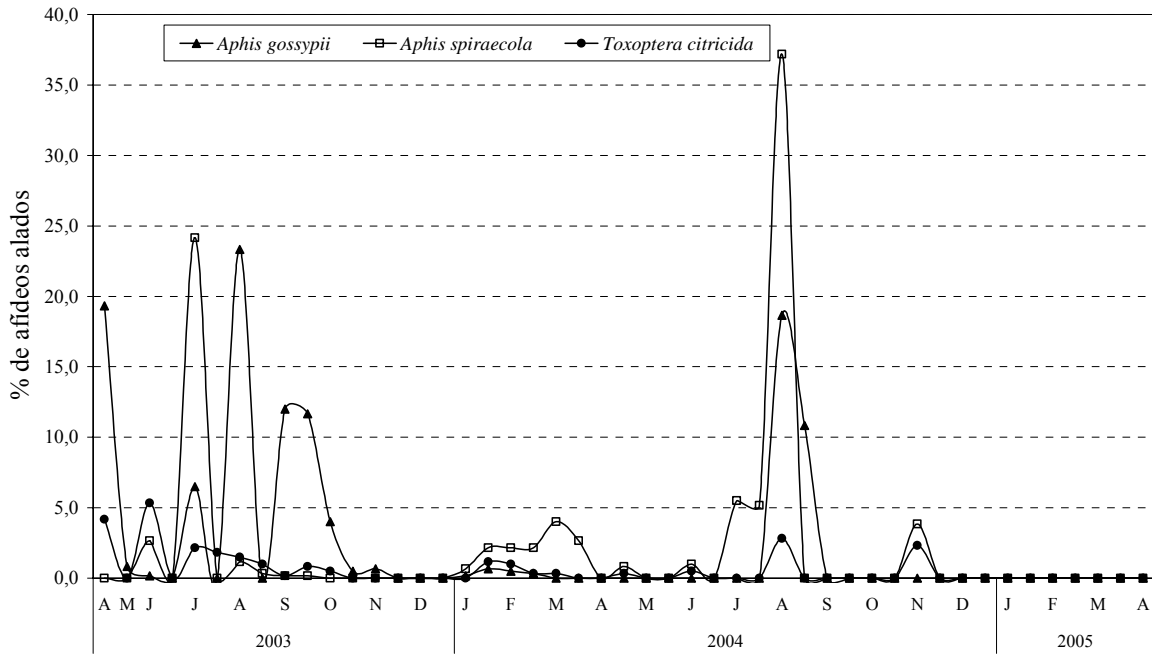


Figura 7 – Incidência de ramos colonizados por afídeos alados em pomar de laranja doce com 3-4 anos de idade, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

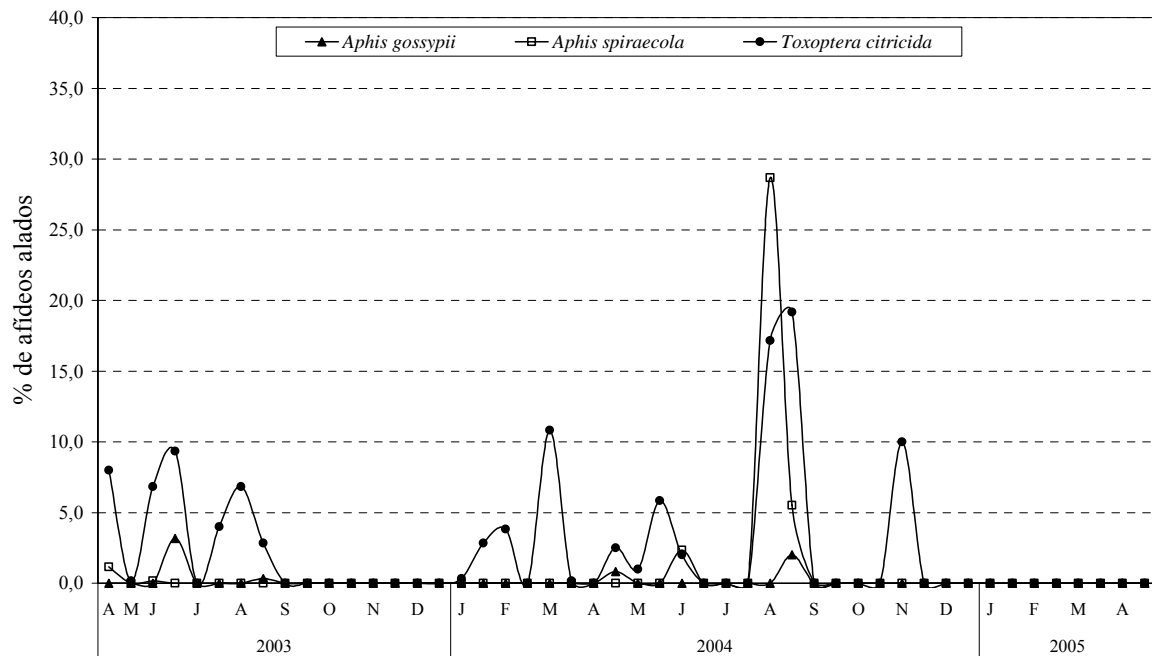


Figura 8 – Incidência de ramos colonizados por afídeos alados em pomar de laranja doce com 9-10 anos de idade, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

Tabela 10 – Parâmetros significativos ( $\alpha = 15\%$ ) nas análises de regressão linear múltipla entre variáveis climáticas ou fenológicas e o número médio de afídeos coletados em ramos de laranja doce, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

Idade do Pomar	Espécie	Constante	Parâmetros		R <sup>2</sup>	F	P	SE	
			Fator *	Coefficiente					
9-10 anos	<i>Aphis gossypii</i>	-0,037	Precipitação pluviométrica	0,001	0,214	7,593	0,008	0,001	
			Comprimento das brotações	0,005		3,652	0,063	0,003	
	<i>A. spiraecola</i>	0,62	Temperatura mínima	-0,036	0,197	4,651	0,037	0,017	
			Número de brotações/m <sup>2</sup>	0,009		5,045	0,03	0,004	
	<i>Toxoptera citricida</i>	-2,582	Temperatura média	-0,336	0,557	7,933	0,007	0,119	
			Temperatura máxima	0,334		6,946	0,012	0,127	
			Comprimento das brotações	0,069		2,91	0,095	0,04	
			Número de brotações/m <sup>2</sup>	0,055		13,548	0,001	0,015	
	3-4 anos	<i>A. gossypii</i>	5,696	Temperatura média	-0,289	0,388	3,217	0,08	0,161
				Temperatura mínima	0,239		4,385	0,042	0,114
Umidade Relativa do ar				-0,054	4,777		0,035	0,025	
Comprimento das brotações				0,068	4,174		0,048	0,033	
Número de brotações/m <sup>2</sup>				0,024	2,784		0,103	0,014	
<i>A. spiraecola</i>		1,548	Temperatura mínima	-0,105	0,459	2,853	0,098	0,062	
			Precipitação pluviométrica	0,004		2,476	0,123	0,003	
			Número de brotações/m <sup>2</sup>	0,049		21,085	0,0001	0,011	
<i>T. citricida</i>		-0,048	Comprimento das brotações	0,031	0,276	17,176	0,0001	0,007	

\* Os dados populacionais de afídeos foram associados com dados climáticos obtidos 30 dias antes das amostragens, e com dados de brotações obtidos no dia da amostragem de afídeos.

Tabela 11 – Parâmetros significativos ( $\alpha = 15\%$ ) nas análises de regressão linear múltipla entre variáveis climáticas e brotações de plantas cítricas em pomares de laranja doce, no período de abril/2003 a abril/2005. Fazenda São João, Nova Granada, SP

Idade do Pomar	Aspecto fenológico	Parâmetros			R <sup>2</sup>	F	P	SE
		Constante	Variável *	Coefficiente				
9-10 anos	Comprimento das brotações	7,57	Temperatura média	-0,568	0,253	4,112	0,049	0,28
			Umidade Relativa do ar	0,229		8,068	0,007	0,081
	Número de brotações/m <sup>2</sup>	-103,945	Temperatura média	-4,525	0,137	5,88	0,02	1,866
			Temperatura máxima	5,666		6,518	0,014	2,219
			Umidade Relativa do ar	0,779		4,949	0,031	0,35
3-4anos	Comprimento das brotações	55,054	Temperatura média	-2,597	0,341	19,375	0,0001	0,59
			Temperatura mínima	1,071		5,648	0,022	0,451
	Número de brotações/m <sup>2</sup>	68,538	Temperatura média	-5,227	0,286	11,437	0,002	1,546
			Temperatura máxima	2,332		2,277	0,138	1,546

\* Os dados fenológicos foram correlacionados com dados climáticos obtidos 30 dias anteriores à realização da amostragem de afídeos

Tabela 12 – Equações para determinação da estimativa do tamanho de população de afídeos, obtidas da análise estatística dos fatores significativos para cada espécie

Idade do Pomar	Espécie de afídeo	Fórmula *	R <sup>2</sup>
9-10 anos	<i>Aphis gossypii</i>	$Y = -2,582 + 0,001B + 0,005C$	21,40%
	<i>A. spiraecola</i>	$Y = 0,620 - 0,036F + 0,009A$	19,70%
	<i>Toxoptera citricida</i>	$Y = -2,582 - 0,336E + 0,334D + 0,069C + 0,055A$	55,70%
3-4 anos	<i>A. gossypii</i>	$Y = 5,696 - 0,289E + 0,239F - 0,054G + 0,068C + 0,024A$	38,80%
	<i>A. spiraecola</i>	$Y = 1,548 - 0,105F + 0,004B + 0,049A$	45,90%
	<i>T. citricida</i>	$Y = -0,048 + 0,031C$	27,60%

\* Y = Estimativa do tamanho da população dos afídeos; onde: A – Número de brotações/m<sup>2</sup>; B – Precipitação pluviométrica; C – Comprimento das brotações; D – Temperatura máxima; E – Temperatura média; F – Temperatura mínima; G – Umidade Relativa do ar

Tabela 13 – Equações para determinação da estimativa do comprimento das brotações e do número de brotações/m<sup>2</sup>, obtidas da análise estatística dos fatores significativos para as brotações de plantas cítricas

Idade do Pomar	Aspecto fenológico	Fórmula *	R <sup>2</sup>
9-10 anos	Comprimento das brotações	$Y = 7,570 - 0,568B + 0,229D$	25,30%
	Número de brotações/m <sup>2</sup>	$Y = -103,945 - 4,525B + 5,666A + 0,779D$	13,70%
3-4 anos	Comprimento das brotações	$Y = 55,054 - 2,597B + 1,071C$	34,10%
	Número de brotações/m <sup>2</sup>	$Y = 68,538 - 5,227B + 2,332A$	28,60%

\* Y = Estimativa do comprimento das brotações, ou do número de brotações/m<sup>2</sup>; onde: A – Temperatura máxima; B – Temperatura média; C – Temperatura mínima; D – Umidade Relativa do ar

Acredita-se que períodos com níveis constantes de elevada precipitação pluviométrica possam exercer um papel regulador sobre populações dos afídeos, afetando principalmente sua atividade de vôo. Essa hipótese baseia-se nos resultados de Oliveira (1971), Trumble (1982) e Walker, Nault e Simonet (1984), os quais mencionaram que a precipitação é um fator importante na redução populacional de pulgões. Michaud & Browning (1999) observaram picos populacionais de *T. citricida* durante a primavera e o outono, coincidindo com períodos de picos de brotações disponíveis durante estas estações, em coletas realizadas nos anos de 1996 e 1997, em Porto Rico. Estes autores também observaram que as temperaturas médias no verão, freqüentemente excedem os 25°C, podendo ser um fator limitante para o crescimento da população de *T. citricida* durante esta estação. Segundo Michaud (1998), períodos de chuva forte ou clima quente e seco estão relacionados com as baixas densidades na população de *T. citricida* medida através de armadilha de bandeja d'água amarela, possivelmente devido à ação da chuva forte impedindo a atividade de vôo desses insetos. No presente estudo, os maiores picos de incidência de alados de *T. citricida*, *A. gossypii* e *A. spiraecola* ocorreram nos meses de julho e agosto (Figuras 7 e 8), quando a precipitação pluviométrica é baixa ou nula, as temperaturas médias estão ao redor de 20°C e as temperaturas máximas são inferiores a 30°C. (Figuras 5C e 6C).

A temperatura é outro fator determinante para a tendência das populações de *T. citricida*, sendo que temperaturas extremas no inverno (mínimas) e verão (máximas) apresentam um impacto negativo no desenvolvimento das colônias e na atividade de vôo desses insetos (NICKEL; KLINGAUF, 1995). Um efeito negativo de altas temperaturas sobre populações de *T. citricida* também foi observada por Hall (1930), citado por Michaud (1998). Komazaki (1982), citado por Michaud (1998), determinou que a taxa intrínseca de crescimento para *T. citricida* é favorecida a uma temperatura constante de 27°C, embora a fecundidade e a taxa reprodutiva de fêmeas ápteras seja máxima aos 21°C. Em geral, menores valores do período pré-reprodutivo, de sobrevivência do período pós-reprodutivo e de longevidade são obtidos à medida que ocorre aumento da temperatura (MICHAUD, 1998).

Segundo Tsai & Wang (1999), populações de *T. citricida* criadas a 28°C apresentaram os maiores valores da taxa intrínseca de crescimento, devido ao rápido desenvolvimento, alta sobrevivência de ninfas, maior número de indivíduos na progênie, bem como sua considerável taxa diária de produção da progênie. Estes autores concluíram ainda que a faixa ótima de

temperatura para o desenvolvimento das populações de *T. citricida* está compreendida entre 20-30°C, ocasionando baixos índices de sobrevivência dos indivíduos a 32°C. Já Tang et al. (1999) observaram que temperaturas ao redor de 25°C foram as mais propícias para o desenvolvimento de populações de *T. citricida*, nas quais este inseto apresentou os maiores valores da taxa intrínseca de crescimento.

Estudando a biologia de *A. spiraecola*, Wang & Tsai (2000) observaram que a longevidade de adultos desta espécie a 20°C (13,1 dias) foi muito maior do que a observada para *A. gossypii* (4,8 dias) por van Steenis & El-Khawass (1995). Entretanto, a taxa de reprodução de *A. spiraecola* foi muito inferior à de *A. gossypii* para uma faixa de temperatura entre 20-30°C (WANG; TSAI, 2000). Wang & Tsai (2000) concluíram que populações de *A. spiraecola* criadas a 25°C apresentaram maiores valores da taxa intrínseca de crescimento, devido ao rápido desenvolvimento, alta sobrevivência de ninfas, maior número de indivíduos na progênie, bem como a alta taxa diária de produção da progênie.

Em algodão, *A. gossypii* apresenta um desenvolvimento acelerado a 30°C, sendo que a 25°C foram obtidas as maiores porcentagens de sobrevivência de adultos, os maiores índices de fecundidade, máximo número de indivíduos por fêmea e elevada taxa intrínseca de crescimento (XIA; van der WERF; RABBINGE, 1999). Kersting, Satar e Uygun (1999) concluíram que uma temperatura constante de 35°C é letal para formas imaturas de *A. gossypii*. Observaram, também, que temperaturas de 25 a 30°C constituem uma faixa ideal para o desenvolvimento de populações deste afídeo em algodão.

Dependendo das condições climáticas da região estudada, da fenologia da cultura em questão, da disponibilidade de plantas hospedeiras alternativas e das espécies, a flutuação populacional dos afídeos poderá variar, apresentando picos populacionais em épocas distintas, o que pôde ser observado para as espécies de afídeos estudadas neste trabalho.

A abundância de pulgões mostrou-se altamente sazonal, podendo variar consideravelmente de um ano para outro, conforme foi demonstrado para *A. gossypii* e *A. spiraecola* no pomar com 3-4 anos de idade, em Nova Granada (SP) (Figura 5A e Tabelas 4 e 5).

Considerando-se que os padrões de flutuação populacional de uma determinada espécie podem também diferir entre regiões geográficas distintas, seria importante estudar a dinâmica populacional dos afídeos citrícolas em outras regiões ameaçadas pela MSC ou por outras viroses associadas a estes insetos vetores.



### 3 CONCLUSÕES

- *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch e *Toxoptera citricida* Kirkaldy são as principais espécies de afídeos colonizando plantas cítricas na região de Nova Granada, SP;
- Estas espécies de afídeos colonizam predominantemente as brotações dos estratos mediano e superior das árvores cítricas;
- Para um nível de precisão satisfatório na estimativa populacional de afídeos em estudos ecológicos, é necessário amostrar brotações dos estratos mediano ou superior de, pelo menos, 150 plantas em pomares de laranja;
- Períodos de ocorrência de afídeos colonizando plantas cítricas coincidem com períodos de brotações nos pomares, tanto em períodos de estiagem como em épocas de maior precipitação pluviométrica;
- Número de brotações cítricas/m<sup>2</sup>, comprimento das brotações e temperatura são os fatores mais frequentemente associados ao desenvolvimento das colônias de afídeos em árvores cítricas, na região estudada;
- O desenvolvimento das brotações cítricas, por sua vez, está associado principalmente às flutuações de temperatura daquela região;
- *A. gossypii*, *A. spiraecola* e *T. citricida* mostram maiores picos de incidência de formas aladas em ramos cítricos nos meses de inverno (julho a setembro);
- As espécies *T. citricida*, *A. gossypii* e *A. spiraecola* diferem na capacidade de distorcer folhas e brotações cítricas, sendo que a última é a principal responsável por este tipo de dano direto.

## REFERÊNCIAS

BARBAGALLO, S.; CRAVEDI, P.; PASQUALINI, E.; PATTI, I. **Aphids of the principal fruit-bearing crops**. Milão: Bayer, 1997. 123p

BASSANEZI, R.B.; YAMAMOTO, P.T.; GIMENES-FERNANDES, N. Progresso dos sintomas de “Morte Súbita” em pomares de laranjeiras ‘Valência’ e ‘Pêra’. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 25., 2002, Espírito Santo do Pinhal. **Programa e resumos...**, Espírito Santo do Pinhal: Grupo Paulista de Fitopatologia, CREUPI, 2002. Resumo 008.

BASSANEZI, R.B.; GIMENES-FERNANDES, N.; YAMAMOTO, P.T. **Morte Súbita dos Citros**. Araraquara: Fundecitrus, 2003. 54p. (Boletim citrícola)

BASSANEZI, R.B. BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOTTWALD, T.R. Spatial and temporal analyses of Citrus Sudden Death as a tool to generate hypotheses concerning its etiology. **Phytopathology**, Berkeley, v.93, n.4, p. 502-512, 2003a.

BASSANEZI, R.B. BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOTTWALD, T.R. Spatial and temporal analyses of Citrus Sudden Death as a tool to elucidate its etiology. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANTA PATHOLOGY, 8., 2003b, New Zealand. **Resumos...**, New Zealand: ICPP, 2003b. Resumo 8.63.

BATISTA, G. C. **Fisiologia dos insetos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 304p. (apostila).

BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística**. 5.ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002. 272p.

BLACKMAN, R.L. Reproduction, cytogenetics and development. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p 163 – 191. (World Crop Pests; 2A).

BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Rio de Janeiro: BLÜCHER, 1970. 183p.

CAMPBELL, B.D.; FRAZER, B.D.; GILBERT, N.; GUTIERREZ, A.P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of aphids and their parasites. **The Journal of Applied Ecology**, Berlin, v. 11, n. 2, p. 431-438, Aug. 1974.

CARVALHO, S.A.; MULLER, G.W.; POMPEU JUNIOR, J. Transmissão do agente causal da enação das nervuras-galha lenhosa dos citros por *Toxoptera citricidus*. **Fitopatologia brasileira**, Fortaleza, v. 26, n. 1, p. 95-95, Mar. 2001.

CENTRO DE CITRICULTURA SYLVIO MOREIRA. Nova doença já causa prejuízos a pomares de São Paulo e Minas Gerais. **Informativo Centro de Citricultura**, Coredirópolis, n.76, p.1-4, 2001.

COSTA, C.L. Vetores de vírus de plantas - 1. Insetos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Brasília, v. 6, p. 103-171, 1998.

DIXON, A.F.G. Aphid ecology: life cycles, polymorphism, and population regulation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 8, p. 329-353, 1977.

DIXON, A.F.G. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987a. p 269 – 285. (World Crop Pests; 2A).

DIXON, A.F.G. Seasonal development in aphids. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987b. p 315 – 320. (World Crop Pests; 2A).

DIXON, A.F.G. **Aphid ecology**. London: Chapman & Hall, 1998. 286p.

EASTOP, V.F. Worldwide importance of aphids as virus vectors. In: HARRIS, K.F.; MARAMOSCH, K. (Ed.). **Aphids as virus vectors**. New York: Academic Press, 1977. p. 4 – 44.

FUNDECITRUS. **Especial morte súbita dos citros**: Entenda o que é a nova doença, 2002, 11p.

FUNDECITRUS - Fundo de Defesa da Citricultura. **Morte Súbita dos Citros**. Disponível em: <[http://www.fundecitrus.com.br/doencas/morte\\_subita.html](http://www.fundecitrus.com.br/doencas/morte_subita.html)>. Acesso em: 14 jul. 2005.

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

GARNSEY, S.M.; LEE, R.F. Tristeza. In: WHITESIDE, J.O.; GARNSEY, S.M.; TIMMER, L.W. **Compendium of citrus disease**. St. Paul: APS Press, 1993. p. 48-50.

GARNSEY, S.M.; GOTTWALD, T.R.; YOKOMI, R.K. Control strategies for citrus tristeza virus. In: HADID, H.; KHETARPAL, R.K.; KOGANEZAWA, H. (Ed). **Plant virus disease control**. St. Paul: APS Press, 1998. p. 639-658.

GIMENES-FERNANDES, N.; BASSANEZI, R.B. Doença de causa desconhecida afeta pomares cítricos no norte de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 27, 93, 2001.

GIMENES-FERNANDES, N.; BASSANEZI, R.B. Morte Súbita dos Citros. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, supl., p. S66-S72, 2003.

GONZÁLES, W.L.; GIANOLI, E. Evaluation of induced responses, insect population growth, and host-plant fitness may change the outcome of tests of the preference-performance hipótesis: a case study. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wezep, v. 109, p. 211-216, 2003.

GOTTWALD, T.R.; CAMBRA, M.; MORENO, P.; CAMARASA, E.; PIQUER, J. Spatial and temporal analyses of citrus tristeza virus in eastern Spain. **Phytopathology**, Berkeley, v. 86, p. 45-55, 1996.

GOTTWALD, T.R., GARNSEY, S.M.; CAMBRA, M.; MORENO, P.; IREY, M.; BORBÓN, J. Comparative effects of aphid vector species on increase and spread of citrus tristeza virus. **Fruits**, Les Ulis, v. 52, p. 397-404, 1997.

GOTTWALD, T.R.; GARNSEY, S.M.; BORBÓN, J. Increase and patterns of spread of citrus tristeza virus infections in Costa Rica and the Dominican Republic in the presence of the brown citrus aphid, *Toxoptera citricida*. **Phytopathology**, Berkeley, v. 88, p. 621-636, 1998.

GRAVENA, S. **Manejo ecológico de pragas no pomar**. Jaboticabal: CEMIP, 1992. 31p.

GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas dos citros – aspectos práticos. **Laranja**, Cordeirópolis, v.19, p.61-78, 1998.

GRAVENA, S.; PAIVA, P.E.B.; SILVA, J.L.; BENVENGA, S. Guia de MEP – Citrus edição 98/99. Jaboticabal: GRAVENA Manejo ecológico e controle biológico de pragas agrícolas, 1998.

HARRIS, K.F. Arthropod and nematode vectors of plant viruses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 19, p. 391-426, 1981.

HEIKINHEIMO, O. Mounting techniques, aphid collections. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.). **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1988. p 31 – 43. (World Crop Pests; 2B).

HUGHES, G; GOTTWALD, T.R. Survey methods for assessment of citrus tristeza virus incidence when *Toxoptera citricida* is the predominant vector. **Phytopathology**, Berkeley, v. 89, p. 487-494, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa01200504.shtm>>. Acesso em: 7 mar. 2005.

ILHARCO, F. A.; GOMES, A. Montagem de afídeos para observação microscópica. Introdução de uma nova operação. **Agronomia lusitana**, Oeiras, v. 28, p.41-45, 1967.

ILHARCO, F. A.; LEMOS, A. Algumas notas sobre a montagem de afídeos para observação microscópica (Homoptera, Aphidoidea). **Agronomia Lusitana**, Oeiras, v. 41, p.53-57, 1981.

IRWIN, M. E. Sampling aphids in soybean fields. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer Verlag, 1980. 11, p. 239-259.

IRWIN, M. E.; RUESINK, W. G. Vector intensity: A product of propensity and activity. In: McLEAN, G. D.; GARRET, R. G.; RUESINK, W. G. (Ed.). **Plant virus epidemics: Monitoring, modeling and predicting outbreaks**. Australia: Academic Press, 1986. p. 13-34.  
JACOMINO, A.P.; SALIBE, A.A. “Woody Gall”: nova doença dos citros no Brasil. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, p. 251-264. 1994.

JESUS-JÚNIOR, W.C. de; BASSANEZI, R.B. Análise da dinâmica e estrutura de focos da Morte Súbita dos Citros. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, supl., p. S261, 2003.

JESUS-JÚNIOR, W.C. de; BASSANEZI, R.B. Análise da dinâmica e estrutura de focos da Morte Súbita dos Citros. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 29, n. 4, p. 399-405, Jul-Ago 2004.

JESUS JÚNIOR, W. C. de; YAMAMOTO, P.T.; BASSANEZI, R.B.; BERGAMIN FILHO, A. Morte Súbita dos Citros. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado – Produção integrada de Fruteiras Tropicais: Doenças e Pragas**. Viçosa, 2003. cap.8, p. 187-211.

KARLEY, A.J.; PARKER, W.E.; PITCHFORD, J.W.; DOUGLAS, A.E. The mid-season crash in aphid populations: why and how does it occur?. **Ecological Entomology**, London, v. 29, p. 383-388, 2004.

KERSTING, U.; SATAR, S.; UYGUN, N. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) reared on *Gossypium hirtutum* L. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 123, p.23-27, 1999.

KINDLMANN, P.; DIXON, A.F.G. Optimum body size: effects of food quality and temperature, when reproductive growth rate is restricted, with examples from aphids. **Journal of Evolutionary Biology**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 677-690, 1992.

KLINGAUF, F.A. Host plant finding and acceptance. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p 209 – 223. (World Crop Pests; 2A).

KLINGAUF, F.A. Feeding, adaption and excretion. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989. p 225 – 248. (World Crop Pests; 2C).

KOGAN, M. Soybean entomology in Korea. Consultant report to the Crop Improvement Research Center and Institute of Agricultural Sciences, Korea: Office of Rural Development, Sept. 1977, 25p.

KOGAN, M. Soybean entomology in Korea, second report. Consultant report to the Crop Improvement Research Center, Crop Experiment Station and Institute of Agricultural Sciences, Korea: Office of Rural Development, Jul. – Aug. 1978, 14p.

KUNERT, G.; OTTO, S.; RÖSE, U.S.R.; GERSHENZON, J.; WEISSER, W.W. Alarm pheromone mediates production of winged dispersal morphs in aphids. **Ecology Letters**, Paris, v.8, n.6, p. 596-603, 2005.

LEE, F.R.; BAR-JOSEPH, M. Tristeza. In: TIMMER, L.W; GARNSEY, S.M.; GRAHAM, J.H. (Ed.). **Compendium of Citrus Diseases**, 2. ed., St. Paul: APS Press, p.61-63. 2000.

MACCHERONI, W.; ALEGRIA, M.C.; GREGGIO, C.C.; PIAZZA, J.P.; KAMLA, R.F.; ZACHARIAS, P.R. A.; BAR-JOSEPH, M.; KITAJIMA, E.W.; ASSUMPCÃO, L.C.; CAMAROTTE, G.; CARDOZO, J.; CASAGRANDE, E.C.; FERRARI, F.; FRANCO, S.F.; GIACHETTO, P.F.; GIRASOL, A.; JORDÃO JÚNIOR, H.; SILVA, V.H.A.; SOUZA, L.C.A.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; ZANCA, A.S.; ARRUDA, P.; KITAJIMA, J.P.; REINACH, F.C.; FERRO, J.A.; SILVA, A.C.R. da. 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, Mar. 2005.

MARROQUÍN, C.; OLMOS, A.; GORRIS, M.T.; BERTOLINI, E.; MARTÍNEZ, C.; CARBONELL, E.A.; HERMOSO de MENDOZA, A.; CAMBRA, M. Estimation of the number of aphids carrying Citrus tristeza virus that visit adult citrus trees. **Virus Research**, Atlanta, v.100, p. 101-108, 2004.

MARTINS, G.A. **Estatística geral e aplicada**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002. 417p.

MENDES, S.; CERVIÑO, M.N.; BUENO, V.H.P.; AUAD, A.M. Diversidade de pulgões e de seus parasitóides e predadores na cultura da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1305-1310, Jul. 2000.

MICHAUD, J.P. A review of the literature on *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). **Florida Entomologist**, DeLeon Springs, v. 81, n. 1, p. 37-61, Mar. 1998.

MICHAUD, J.P.; BROWNING, H.W. Seasonal abundance of the brown citrus aphid, *Toxoptera citricida*, (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in Puerto Rico. **Florida Entomologist**, DeLeon Springs, v. 82, n. 3, p.424-447, Sept. 1999.

MICHELOTTO, M.; BUSOLI, A.C. Diversidade de afídeos na cultura do algodoeiro no município de Campo Verde (MT). **Bragantia**, Campinas, v. 62, n.1, p. 75-79, 2003.

MOERICKE, V. Eine farbfrage zur kontrolle des flugs von blattläusen, insbesondere der pfirsichblattlaus, *Myzus persicae* (Sulz.). **Nachrichten Deutschland Pflanzenschutzdienst**, Germany, v.3, p.23-24, 1951.

MORGAN, D. Population dynamics of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.), during the autumn and winter: a modeling approach. **Agricultural and Forest Entomology**, London, v. 2, p. 297-304, 2000.

MÜLLER, G. W.; DE NEGRI, J. D.; AGUILAR-VILDOSO, C. I.; MATTOS JÚNIOR, D.; POMPEU JÚNIOR, J.; SOBRINHO, J. T.; CARVALHO, S. A.; GIROTTO, L. F.; MACHADO, M. A. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n.2, p.371-386, 2002.

NAULT, L.R.; MONTGOMERY, M.E. Aphid pheromones. In: HARRIS, K.F.; MARAMOSCH, K. (Ed.). **Aphids as virus vectors**. New York: Academic Press, 1977. p. 528 – 543.

NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1995. 299p. (Série Manuais).

OLIVEIRA, A.M. Observações sobre a influência de fatores climáticos nas populações de afídeos em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 163-172, 1971.

PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N.; PINTO, A.S. **Guia Ilustrado de Pragas e Insetos Benéficos dos Citros**. Piracicaba: A.S. Pinto, 2003. 140p.

PEDIGO, L.P.; BUNTIN, G.D. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1994. 714p.

PONSEN, M.B. Anatomy of an aphid vector: *Myzus persicae*. In: HARRIS, K.F.; MARAMOSCH, K. (Ed.). **Aphids as virus vectors**. New York: Academic Press, 1977. p. 6 – 79.

PRIMIANO, E.L.V.; LOPES, J.R.S.; GIUSTOLIN, T.A.; HADDAD, M.L. Fatores influenciando a dinâmica populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) em pomares cítricos do município de Nova Granada-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos...** Gramado: SEB, 2004. Resumo EN-628.

RISPE, C.; PIERRE, J.S.; SIMON, J.C.; GOUYON, P.H. Models of sexual and asexual coexistence in aphids based on constraints. **Journal of Evolutionary Biology**, Oxford, v. 11, p. 685-701, 1998.



ROBERT, Y.; DEDRYVER, C.A.; PIERRE, J.S. Sampling techniques. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1988. p 1 – 17. (World Crop Pests; 2B).

ROISTACHER, C.N. **Graft-transmissible diseases of citrus**: handbook for detection and diagnosis. Rome: FAO, 1991. 286 p.

ROMÁN, M.P.; CAMBRA, M.; JUÁREZ, J.; MORENO, P.; DURAN-VILA, N.; TANAKA, F.A.O.; ALVES, A.; KITAJIMA, E.W.; YAMAMOTO, P.T.; BASSANEZI, R.B.; TEIXEIRA, D.C.; JESÚS JÚNIOR, W.C. de; AYRES, A.J.; GIMENES-FERNANDES, N.; RABENSTEIN, F.; GIROTTO, L.F.; BOVÉ, J.M. Sudden death of citrus in Brazil: a graft-transmissible, bud union disease. **Plant disease**, Minnesota, v. 88, n. 5, p. 453-467, 2004.

ROSSETTI, V.V. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: Fealq/Fundecitrus, 2001. 207p.

ROSSETTI, V.; MÜLLER, G.W.; COSTA, A.S. **Doenças dos citros causadas por algas, fungos, bactérias e vírus**. Campinas: Fundação Cargill, 1993. 84 p. (Série técnica, 184).

ROTT, A.S.; MÜLLER, C.B.; GODFRAY, H.C.J. Indirect population interaction between two aphid species. **Ecology Letters**, Paris, v. 1, p. 99-103, 1998.

SALAS, F.J.S. **Comportamento de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e transmissão de estirpes de *Potato virus Y* (PVY) em diferentes cultivares de batata**. 2004. 145p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SAS Institute. **Guia do usuário SAS/ESTAT: versão 6**. Cary. 1996. 1028p.

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

SILVER, M. **Estatística para administração**. São Paulo: ATLAS, 2000. 458p.

SOGLIA, M. C. de M.; BUENO, V.H.P.; RODRIGUES, S.M.M.; SAMPAIO, M.V. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) em diferentes

temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 49-54, Mar. 2003.

SOUTHWOOD, R. **Ecological Methods**: with particular reference to the study of insects populations. 2.ed. London: CHAPMAN & HALL, 1991. 524p.

SOUZA-SILVA, C.R.; ILHARCO, F.A. **Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras (lista preliminar)**. São Carlos: EDUFSCar, 1995. 85p.

SYLVESTER, E.S. Viruses transmitted by aphids. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989. p 65 – 88. (World Crop Pests; 2C).

TANAKA, F.A.O.; ALVES, E.; KITAJIMA, E.W. Anatomia e ultraestrutura do floema da região de enxerto de copas de laranja doce sobre limoeiro cravo, afetada pela “Morte Súbita dos Citros”. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 7., 2002, Bebedouro. **Resumos...**, Bebedouro: EECB, 2002. p115.

TANG, Y.Q.; LAPOINTE, S.L.; BROWN, L.G.; HUNTER, W.B. Effects of host plant and temperature on the biology of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 28, n. 5, p. 895-900, Oct. 1999.

TRUMBLE, J.T. Aphid (Homoptera: Aphididae) population dynamics on broccoli in an Interior Valley of California. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, n. 5, p.841-847, Oct. 1982.

TSAI, J.H.; WANG, K. Life table study of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) at different temperatures. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 28, n. 3, p. 412-419, Jun. 1999.

WALKER, G.P.; NAULT, L.R.; SIMONET, D.E. Natural mortality factors acting on potato aphid (*Macrosiphum euphorbiae*) populations in processing-tomato fields in Ohio. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 13, n. 3, p. 724-732, 1984.

WANG, J.J.; TSAI, J.H. Effect of temperature on the biology of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 93, n. 4, p. 874-883, Jul. 2000.

WARD, S.A.; RABBINGE, R.; DIXON, A.F.G. Population development models. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Ed.) **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1988. p 21 – 29. (World Crop Pests; 2B).

WHITESIDE, J.O.; GARNSEY, S.M; TIMMER, L.W. (Ed.) **Compendium of citrus diseases**. 2.ed. Saint Paul: APS Press. 1993. 80 p.

XIA, J.Y.; van der WERF, W.; RABBINGE, R. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid *Aphis gossypii*, on cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wezep, v. 90, p.25-35, 1999.

YAMAMOTO, P.T.; JESUS JÚNIOR, W.C. de; BASSANEZI, R.B.; SANCHES, A.L.; AYRES, A.J.; GIMENES-FERNANDES, N.; BOVÉ, J.M. Transmission of the agent inducing symptoms of citrus suden death by graft inoculation under insect proof conditions. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, suplemento, p. S265, 2003.

YUKI, V.A. **Controle da Tristeza em cavalos de citros, por repelência ao vetor, na formação da muda premunizada**. 1979. 43p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)