

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

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Diaphorina citri*
KUWAYAMA (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) E SUA RELAÇÃO
COM A EXPANSÃO DO GREENING EM LARANJEIRA
VALÊNCIA, UTILIZANDO GEOESTATÍSTICA**

Renata Moreira Leal

Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Maio de 2009

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

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Diaphorina citri*
KUWAYAMA (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) E SUA RELAÇÃO
COM A EXPANSÃO DO GREENING EM LARANJEIRA
VALÊNCIA, UTILIZANDO GEOESTATÍSTICA**

Renata Moreira Leal

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

Co-orientador: Dr. Pedro Takao Yamamoto

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Maio de 2009

Leal, Renata Moreira
L435d Distribuição espacial de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) e sua relação com a expansão do greening em laranja Valência, utilizando geoestatística/ Renata Moreira Leal. – – Jaboticabal, 2009
viii 97 f.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: José Carlos Barbosa
Banca examinadora: Antonio Baldo Geraldo Martins, Antonio Carlos Busoli, Eduardo Stuchi, Renato Beozzo Bassanezi
Bibliografia

1. Laranja. 2. Greening. 3. Geoestatística. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.31:632.4

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp



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



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) E SUA RELAÇÃO COM A EXPANSÃO DO GREENING EM LARANJEIRA VALÊNCIA, UTILIZANDO GEOESTATÍSTICA

AUTORA: RENATA MOREIRA LEAL
ORIENTADOR: Dr. JOSÉ CARLOS BARBOSA
Co-Orientador(a): Dr. PEDRO TAKAO YAMAMOTO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) pela Comissão Examinadora:


Dr. JOSÉ CARLOS BARBOSA

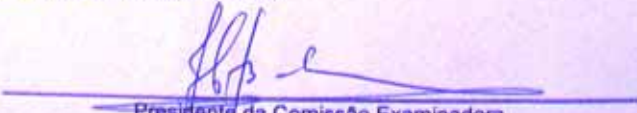

Dr. ANTONIO BALDO GERALDO MARTINS


Dr. RENATO BEOZZO BASSANEZI


Dr. ANTONIO CARLOS BUSOLI


Dr. EDUARDO SANCHES STUCHI

Data da realização: 22 de maio de 2009.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. JOSÉ CARLOS BARBOSA

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Renata Moreira Leal – Nascida em 07 de dezembro de 1978, na cidade de Marília – SP. Iniciou o curso de graduação em Agronomia, em março de 1999, na Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Câmpus de Jaboticabal, concluindo-o em dezembro de 2003. Em março de 2004, na mesma Universidade, iniciou o curso de mestrado junto ao programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), vindo a concluí-lo em março de 2006. Foi bolsista no mestrado da FAPESP no período de setembro de 2004 a março de 2006. Em agosto de 2006, na mesma Universidade, iniciou o curso de doutorado junto ao programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), vindo a concluí-lo em maio de 2009. Foi bolsista no doutorado da Capes no período de setembro de 2006 a maio de 2009. Iniciou a carreira acadêmica em fevereiro de 2009 como Professora Visitante da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO) – Campus de Fernandópolis.

DEDICO COM MUITO AMOR E CARINHO

A minha amada família que sempre esteve presente, dando-me o apoio necessário para que eu pudesse realizar mais um sonho da minha vida. Pessoas que deus colocou no meu caminho para que com humildade e sinceridade eu pudesse alcançar meus objetivos. Pessoas que podem ser comparadas a jóias muito raras, as quais fui presenteada por Deus.....

Pai, Mãe, Camila, Rodrigo e Froid, muito obrigada por tudo!!!!!!

AMO MUITO VOCÊS!!!!!!

OFEREÇO

Não posso deixar de oferecer a minha mãe Marisa e ao meu pai Valtair que contribuíram muito para que eu pudesse chegar onde cheguei e, a uma AMIGA mais que especial chamada LILIANE MARIA ROMUALDO, pela amizade sincera, companheirismo e ajuda!!!!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus e a minha Santa Rita de Cássia, por estarem SEMPRE presentes, iluminando meus passos, dando-me fé e força para cumprir os meus objetivos.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pela orientação valiosa nestes anos de convivência.

Ao Dr. Pedro Takao Yamamoto pela co-orientação e correção final da tese.

Ao Prof. Dr. William Natale que proporcionou boas oportunidades para o meu conhecimento científico.

Ao Dr. Eduardo Stuchi e ao Dr. Renato B. Bassanezi e, em especial ao Prof. Dr. Antônio Baldo Geraldo Martins e ao Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli pelas sugestões que contribuíram para melhorar a apresentação dos resultados da tese.

Aos meus queridos e verdadeiros amigos: Leonardo, Gisele, Liliane, Letícia, Natália, João Henrique, Isabela, Janiceli pela amizade e companheirismo.

A alguns familiares que sempre torceram por mim e comemoraram junto comigo mais uma conquista: Vítor, Tia Ledé, Tia Tereza, Éder, Luciana, e minha eterna prima e comadre Eliandra.

À Marília Gregolin Costa uma pessoa especial que me ajudou muito desde quando entrei no doutorado.

As secretárias Juliana e Zezé do departamento de Ciências Exatas pelo auxílio e ajuda quando foram necessários.

Á todos os funcionários da Biblioteca da FCAV pelo auxílio nas pesquisas.

As funcionárias da seção de Pós-Graduação pelo atendimento e informações prestadas ao longo destes anos.

À Capes pela concessão da bolsa de doutorado para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao FUNDECITRUS pelo apoio financeiro e técnico concedido para o desenvolvimento da pesquisa.

Enfim, a todos que de uma maneira direta ou indireta contribuíram para a realização do meu trabalho.

OBRIGADA!!!!

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	09
SUMMARY.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1. Importância econômica da citricultura no Brasil.....	12
2.2. Características gerais da <i>Diaphorina citri</i>	13
2.2.1. Aspectos descritivos e biológico.....	13
2.2.2. Ocorrência e flutuação populacional da <i>D. citri</i>	14
2.3. Huanglongbing ou greening.....	15
2.4. Uso da estatística descritiva para avaliar os dados.....	17
2.5. Uso da geoestatística para avaliar os dados.....	18
2.5.1. Semivariograma.....	18
2.5.2. Krigagem.....	21
2.6. Trabalhos de pesquisas utilizando a geoestatística para estudar a dependência espacial de pragas e doenças.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Informações gerais sobre o experimento.....	25
3.2. Análise dos dados por meio da estatística descritiva.....	28
3.3. Análise dos dados por meio da geoestatística.....	28
3.3.1. Semivariograma.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1. Estatística descritiva.....	29
4.2. Flutuação populacional de adultos e ninfas de <i>D. citri</i> e sua relação com a precipitação e idade das plantas.....	36
4.3. Relação entre a flutuação populacional de adultos de <i>D. citri</i> e a ocorrência de plantas doentes nas áreas experimentais.....	38
4.4. Resultados da análise geoestatística para adultos de <i>D. citri</i>	44

4.5. Resultados da análise geoestatística para ninfas de <i>D. citri</i>	61
4.6. Resultados da análise geoestatística para plantas com greening.....	72
4.7. Relação entre os mapas de incidência de adultos de <i>D. citri</i> e de plantas com greening nas áreas experimentais.....	85
5. CONCLUSÕES.....	89
6. REFERÊNCIAS.....	89

Distribuição espacial de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) e sua relação com a expansão do greening em laranjeira Valência, utilizando geoestatística.

RESUMO – O objetivo do trabalho foi verificar a distribuição espacial de ninfas e adultos de *D. citri* e sua relação com a expansão do greening em duas áreas cultivadas com laranjeiras, uma de quatro e outra de 12 anos de idade, de uma propriedade agrícola localizada no município de Matão-SP, utilizando geoestatística. Para determinar o número de psílídeos adultos, de ninfas e de plantas com greening foram realizadas avaliações periódicas no período de dezembro/2005 a novembro/2007. Realizou-se uma análise descritiva dos dados e, para verificar a distribuição espacial de adultos e ninfas de *D. citri* e das plantas com greening, utilizou-se a metodologia geoestatística, ajustando semivariogramas e criando mapas através de interpolação por krigagem. A maior incidência de adultos e ninfas de *D. citri* ocorreu no período de primavera e verão. A área com plantas de quatro anos de idade apresentou maior incidência de adultos e ninfas de *D. citri* quando comparada com a área com plantas de 12 anos de idade. A distribuição espacial de adultos e ninfas de *D. citri* e das plantas com greening foi agregada, com raio de agregação que variou de 55 a 100 metros. Por meio da geoestatística observou-se a expansão do greening nas duas áreas de laranjeira Valência. Na área de 4 anos, houve maior incidência de psílídeos e uma maior expansão da doença, com um aumento de 1700% no número de plantas com greening, enquanto que na área de 12 anos, houve menor incidência do psílídeo, e o aumento no número de plantas com greening foi de 277,78%.

Palavras-chave: Semivariograma, krigagem, psílídeo, ninfa, *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter americanus*.

Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) and its relation with greening expansion in 'Valência' sweet orange, using geostatistic

SUMMARY – The aim of this study was to use geostatistics to verify the spatial distribution of adults and nymphs of *D. citri* and its relation with expansion greening in two areas sweet orange, at four years old and other the twelve years old, in a Farm located in the Matão, municipality - São Paulo, State. To determine the number of adults psyllid, nymphs and plants with greening symptoms, periodic assessments were done December 2005 until November 2007. A descriptive data analysis was undertaken, and geostatistics were used to verify the spatial distribution of adults and nymphs of *D. citri* and plants of greening symptoms through the adjustment of semivariograms and interpolation of data by kriging. The higher incidence of adults and nymphs of *D. citri* occurred in the Spring and Summer periods when there was not high precipitation. The area with plants the four years old showed higher incidence of adults and nymphs of *D. citri* when compeered with area the plants the twelve years old. The spatial distribution the adults and nymphs of *D. citri* and the plants with greening were aggregate forming a beam of aggregation of 55 to 100 m. Through geostatistics verified the greening expansion in two areas with 'Valência' sweet orange. In the area with plants the four years old, with higher incidence of adults and nymphs of *D. citri* there was increase of 1700% in the number of plants with greening, while in the area with plants the twelve years old, this increase was of 277,78%.

Keywords: Semivariogram, kriging, psyllid, nymphs, *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter americanus*.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, impulsionado pelo crescimento das exportações, é atualmente o maior produtor mundial de citros, com cerca de 18 milhões de toneladas. Em 2007, o estado de São Paulo foi responsável por 80% da produção nacional, obtida em área cultivada de 565 mil hectares, o que corresponde a uma área de 71% de toda produção citrícola brasileira (Agrianual, 2008).

O citros é uma das culturas que apresenta maior número de pragas e, dentre essas, atualmente, tem grande destaque o psíldeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). É um pequeno inseto que suga a seiva das plantas e tem causado nos últimos anos grandes prejuízos aos pomares cítricos por ser vetor da bactéria causadora do greening.

O greening afeta todas as variedades cítricas e é considerada, atualmente, a doença de citros mais importante no mundo, pois é difícil controle e altamente destrutiva para os pomares (BOVÉ, 2006). No Brasil a doença foi identificada em julho de 2004 na região de Araraquara-SP e atualmente está presente em vários municípios do estado de São Paulo.

O agente causador da doença é uma bactéria Gram negativa restrita ao floema da planta hospedeira denominada *Candidatus Liberibacter* sp. Existem três variantes da bactéria: *Candidatus Liberibacter africanus*, *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Candidatus Liberibacter americanus*, entretanto, apenas a *C. Liberibacter asiaticus* e a *C. Liberibacter americanus* foram constatadas no Brasil (COLETTA-FILHO et al., 2004).

O sintoma característico da doença ocorre inicialmente em um ramo que se destaca por apresentar folhas de cor amarela em contraste com o verde de ramos não afetados, provocando seca e morte dos ponteiros e redução no tamanho da planta; além disso, os frutos tornam-se pequenos, deformados e assimétricos (AYRES et al., 2005).

Em decorrência da importância dessa doença, alguns trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos abordando principalmente medidas de controle do inseto, porém estudos voltados à avaliação da dependência espacial da praga com o uso da geoestatística são escassos.

De acordo com GYENGE et al. (1999) o conhecimento da distribuição espacial de populações de insetos é de fundamental importância para estabelecer os melhores critérios para o controle da praga.

Assim, para estudar a distribuição espacial de uma praga a geoestatística apresenta vantagens por considerar a posição no espaço da variável em estudo (LIEBHOLD et al., 1993). Com o uso da geoestatística é possível determinar a distribuição espacial de psilídeos adultos e suas ninfas, através do estudo da variabilidade espacial da variável em estudo, utilizando modelos de semivariogramas. Esses modelos fornecem o raio de agregação da praga e, a partir destes resultados elaboram-se mapas que mostram como ocorre a agregação na área.

Diante do exposto, objetivou-se estudar a distribuição espacial de adultos e ninfas de *D. citri* e sua relação com a expansão do greening em duas áreas cultivadas com laranjeiras, uma de quatro e outra de 12 anos de idades, em uma propriedade agrícola localizada no município de Matão-SP, utilizando a geoestatística.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da citricultura no Brasil

O Brasil é considerado o maior produtor de frutas cítricas da América do Sul e de acordo com a AGRIANUAL (2008) a área colhida prevista até agosto de 2007 na safra de 2007 foi de 799.549 ha, a produção brasileira foi estimada em 448 milhões de caixas. A grande maioria da produção é destinada à indústria, sendo o Brasil o maior exportador de suco concentrado de laranja cujo valor das

exportações juntamente com as de outros derivados tem gerado cerca de 1,5 bilhões de dólares anuais.

2.2. Características gerais da *Diaphorina citri*

2.2.1. Aspectos descritivos e biológicos

O psílideo *Diaphorina citri* pertence à subfamília Psylloidea, família Psyllidae, que reúne mais de 1.500 espécies e, caracterizam-se como insetos sugadores da seiva das plantas. Apresentam três ocelos, antenas filiformes relativamente longas, rostró curto com três segmentos e possuem pernas posteriores saltatórias (BERGMANN et al., 1994; GALLO et al., 2002).

Os adultos medem de 2 a 3 mm de comprimento e tem o corpo manchado de marrom, cabeça marrom claro, asa dianteira alargada da metade até o ápice. São muito ágeis e quando perturbados saltam a curtas distâncias, mas quando se encontram em repouso, flexionam o primeiro par de pernas formando um ângulo de 30° em relação à superfície que se encontram (FERNÁNDEZ, 2003).

O adulto de *D. citri* vive em média de 2 a 3 meses, sendo que LIU & TSAI (2000) obtiveram resultado médio de longevidade entre 39 e 47 dias para fêmeas, em diferentes hospedeiros. Já NAVA et al. (2007) constataram média de longevidade um pouco inferior de 32 dias para fêmeas e de 23 dias para machos.

Segundo GRAVENA (2005) os psilideos caracterizam-se por serem ovíparos, colocando seus ovos em dobras ou inserção das folhas com a base inserida no tecido da folha e vertical em relação à superfície. Os ovos são alongados e logo que são depositados possuem coloração pálida se tornando amarelo e finalmente laranja (TSAI & LIU, 2000; MEAD, 2002).

O período de incubação dos ovos é de aproximadamente 3 dias (NAVA et al., 2007). As formas jovens são achatadas de coloração amarelada, olhos vermelhos e pernas curtas, que passam por cinco instares com duração média de 11 a 15 dias (GALLO et al., 2002).

Os danos diretos causados pelo inseto decorrem da alimentação, pois ao se alimentarem injetam toxinas que distorcem as folhas e as brotações, causando destruição das porções terminais e abscisão das folhas e dos brotos (MEAD, 1976). No entanto, o dano de maior expressividade causado por esse inseto nos últimos anos é ser o vetor da bactéria causadora do greening.

2.2.2. Ocorrência e flutuação populacional da *Diaphorina citri*

Segundo BOVÉ & GARNIER (1984) a *Diaphorina citri* foi observada pela primeira vez em 1972, sendo capaz de explorar ambientes em um período de tempo relativamente curto devido a extrema fecundidade das fêmeas, capacidade de vôo e habilidade de adaptação a várias plantas hospedeiras (AUBERT, 1987).

De acordo com TOLLEY (1990), a *D. citri* pode se deslocar, na ausência de hospederios adequados para seu desenvolvimento, cerca de 1,5 km. SAKAMAKI (2005) relatou que a *D. citri* é capaz de se deslocar por quilômetros, uma vez que possui asas e musculatura muito similares a algumas cigarrinhas que dispersam ativamente por grandes distâncias.

A *D. citri* é encontrada nas brotações novas e, de acordo com CATLING (1970) a flutuação populacional da praga está relacionada com a época de maior fluxo vegetativo das plantas cítricas, pois os ovos são colocados preferencialmente nos brotos novos e as ninfas se desenvolvem em folhas jovens.

REGMI & LAMA (1988) observaram que durante as estações chuvosas a população de adultos decresce devido à água das chuvas eliminarem ovos e as ninfas. Entretanto, os adultos podem se esconder na face abaxial das folhas e dos ramos localizados na porção baixa da copa. WHITESIDE et al. (1993) também relataram que a população de *D. citri* é diminuída por alta precipitação, sendo que a preferência desse inseto é condição de clima quente e seco.

Em Taiwan, WANG et al. (1996) verificaram que o pico populacional de *D. citri* ocorreu na primavera e verão período de maior fluxo vegetativo das plantas

cítricas. No Nepal o pico populacional de *D. citri* ocorreu em maio, junho e julho, em condições de clima quente e seco (REGMI & LAMA, 1988).

BERGMANN et al., (1994) em Abril de 1990, em pomares localizados nos municípios de Ribeirão Preto, Bebedouro, Taquaritinga, Barretos e Colina observaram a presença de adultos de *D. citri* que além de estarem nas brotações foram encontrados também nas folhas e nos ramos novos das plantas. Os autores verificaram seca dos tecidos nas brotações iniciais pela constante sucção de seiva pela praga.

YAMAMOTO et al. (2001) verificaram que o pico populacional de adultos de *D. citri* em alguns pomares cítricos das cidades do norte do estado de São Paulo ocorreu no final da primavera e início do verão enquanto que no outono e inverno a população foi reduzida, provavelmente devido ao menor fluxo vegetativo.

De acordo com GALLO et al. (2002) a maior população de *D. citri* nesse período é decorrente, provavelmente do maior fluxo vegetativo que é preferido pelo inseto para alimentação e oviposição. No outono e no inverno a população do psilídeo decresce gradativamente e permanece baixa devido à ausência de brotações novas.

2.3. Huanglongbing ou greening

O psilídeo *Diaphorina citri* Kuwayama tornou-se uma praga importante para o citros, particularmente depois da constatação de que este inseto é o transmissor da bactéria causadora do greening. É uma das doenças mais severas do citros e, de acordo com DA GRAÇA (1991) e BOVÉ (2006) ocasiona a perda de 30 a 70% da produtividade.

O greening também chamado de Huanglongbing (HLB), é uma doença de difícil controle e altamente destrutiva para os pomares cítricos que é causada pela bactéria do gênero *Candidatus liberibacter* (GARNIER et al., 2000). Trata-se de uma bactéria Gram negativa restrita ao floema da planta hospedeira denominada *Candidatus Liberibacter* sp. Existem três variantes da bactéria: *Candidatus*

Liberibacter africanus, *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Candidatus Liberibacter americanus*, entretanto, apenas *C. Liberibacter asiaticus* e *C. Liberibacter americanus* foram constatadas no Brasil (COLETTA-FILHO et al., 2004).

No Brasil o primeiro relato da doença foi em 2004, em plantas de laranja doce na região de Araraquara (SP), sendo diagnosticada a forma asiática da doença causada pelas bactérias *Candidatus Liberibacter asiaticus* e *Candidatus Liberibacter americanus*, (COLETTA-FILHO et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2005).

De acordo com MANICOM & VAN VUUREN (1990) não existe variedade comercial de copa ou de porta-enxerto imune à doença, existindo pequenas diferenças de resistência e tolerância entre elas. Atualmente, até final de abril de 2008, a doença esteve presente em pomares de 162 municípios com 18,57% dos talhões contaminados com a doença (BARBOSA et al., 2008).

Os sintomas de greening na planta cítrica caracterizam-se pela presença de um ramo ou galho com folhas amareladas que se destacam da coloração verde do restante da planta. Nas folhas observam-se manchas verde-claras ou amareladas mescladas com o verde normal, dando um aspecto de “mosqueamento” no limbo foliar (COLETTA FILHO et al., 2004).

Os frutos são pequenos e deformados apresentando baixo teor de sólidos solúveis e alto teor de acidez, apresentam queda prematura e os que ficam na árvore não amadurecem permanecendo verdes. O sistema radicular também é afetado apresentando pouco desenvolvimento (DA GRAÇA, 1991; AUBERT, 1992).

O período de aquisição da bactéria pelo psílídeo *D. citri* é de 15 a 30 minutos de sucção. O quarto e quinto estádios ninfais podem adquirir a bactéria, mas só o adulto pode transmiti-la ao migrar de ramo ou planta. Quando o psílídeo suga por uma hora ou mais a eficiência de transmissão é de 100%. E uma vez infectados, podem transmitir a bactéria a vida toda (CAPOOR et al., 1974; XU et al., 1988).

A expressão dos sintomas pode variar devido ao período de incubação do patógeno na planta que varia de quatro meses a um ano (LOPES et al., 2006). O rápido e prolongado período de brotação nas árvores novas fazem com que sejam muito atrativas para os psilídeos, e isto explica em parte, a rápida expansão do HLB em replantas de citros (CATLING, 1970).

Como a doença é muito severa, eliminar a planta doente é lei no Estado de São Paulo, e a Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) publicou em outubro de 2008, a IN 53 intensificando as ações de combate ao HLB.

2.4. Uso da estatística descritiva para avaliar os dados

A estatística descritiva é muito utilizada nas pesquisas agronômicas, pois além de fornecer respostas do comportamento inicial dos dados, permite uma análise preliminar da variável em estudo. As medidas de dispersão mais utilizadas para interpretar os dados e para avaliar a variabilidade de um conjunto de dados são a variância, o desvio padrão, o coeficiente de variação, a média, a mediana entre outras (BUSSAB & MORETTIN, 1987).

Quando os valores tendem a se concentrarem próximos, por exemplo, da média a variância é pequena, entretanto, se os valores se distanciam dessa medida de posição a variância é grande (WEBSTER & OLIVER, 1990). A estatística descritiva assume que a variabilidade sobre a média é devida ao acaso e, não faz referência sobre a variabilidade no espaço da variável em estudo, dentro de unidades amostrais.

Sendo assim, para verificar a dependência espacial de psilídeos a geoestatística, através do ajuste de semivariogramas e da interpolação dos dados por krigagem, tem sido uma ferramenta muito utilizada.

2.5. Uso da geoestatística para avaliar os dados

Por meio da análise da geoestatística são ajustados modelos de semivariograma aos dados obtidos e, a partir do modelo mais adequado são construídos mapas de dependência espacial (VIEIRA et al., 1983).

2.5.1. Semivariograma

O semivariograma informa o tipo e a forma da dependência espacial e, segundo VIEIRA et al. (1983) constitui a primeira etapa da geoestatística fornecendo dados para confeccionar mapas. É um gráfico da semivariância em função da distância que caracteriza a estrutura da dependência espacial da variável em estudo, ou seja, o semivariograma é uma função que relaciona a semivariância com o vetor distância.

O semivariograma é definido por três parâmetros: o patamar ($C_0 + C_1$), o efeito pepita (C_0) e o alcance (a). O patamar é o valor do semivariograma correspondente ao seu alcance, ou seja, desse ponto em diante não existe mais dependência espacial entre as amostras.

O efeito pepita é a semivariância nos pontos muito próximos, quando a distância entre as unidades amostrais são bem pequenas; e o alcance mede a distância limite da dependência espacial (Figura 1).

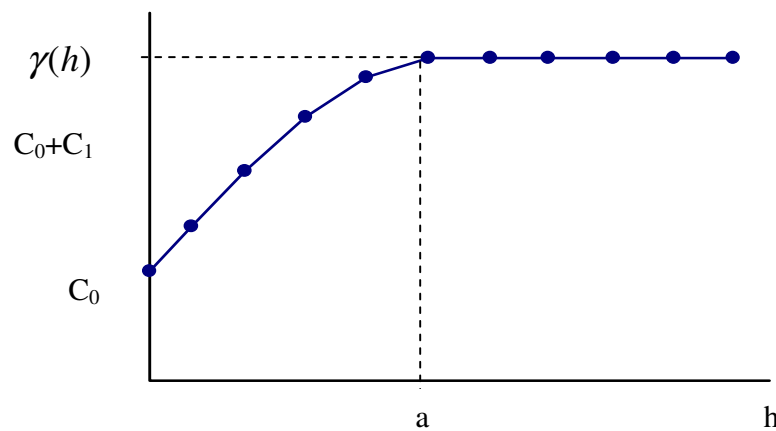


Figura 1 – Esquema de um semivariograma ajustado ao modelo esférico com os parâmetros da semivariância mínima (C_0), patamar ($C_0 + C_1$) e alcance (a).

A semivariância é descrita como:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

$\gamma(h)$ é a semivariância estimada por uma distancia h ;

$N(h)$ é o número de pares de observação ($[Z(x_i) - Z(x_i + h)]$) separados pela distância h .

A partir daí, se ajusta aos dados o modelo de semivariogramas mais adequado, que pode ser o esférico, exponencial, gaussiano ou potência. O modelo utilizado será aquele cuja função melhor representar as semivariâncias observadas.

(a) Modelo Esférico:

Esse modelo é obtido selecionando-se os valores do efeito pepita (C_0) e do patamar ($C_0 + C_1$), traçando-se uma reta que intercepte o eixo y em C_0 e que seja

tangente aos primeiros pontos próximos de $h = 0$. Essa reta cruzará o patamar à distância $a' = (2/3)a$. Desse modo, o alcance (a) será $a = 3a/2$, e esse modelo é linear até aproximadamente $(1/3)a$ (VIEIRA, 2000). Assim, o modelo esférico é definido como:

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], & 0 < h \leq a \\ C_0 + C_1, & h \geq a \end{cases}$$

(b) Modelo Exponencial:

Os parâmetros C_0 e C_1 desse modelo são determinados da mesma maneira que para o esférico (VIEIRA, 2000), no entanto, a diferença entre o modelo esférico e o exponencial é que esse último atinge o patamar assintoticamente, com alcance prático definido como a distância na qual o valor do modelo é de 95% do patamar (ISSAACS & SRIVASTAVA, 1989). O modelo exponencial é definido pela seguinte equação:

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right) \right], \quad h \geq 0$$

(c) Gaussiano:

Semelhante ao modelo exponencial, o modelo gaussiano atinge o patamar assintoticamente, e o parâmetro é definido como o alcance prático ou distância na qual o valor do modelo é de 95% do patamar (ISSAACS & SRIVASTAVA, 1989). No entanto, o que caracteriza esse modelo é o seu ponto de inflexão próximo a origem. Esse modelo é definido pela seguinte equação:

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[1 - \exp\left(-\frac{3h^2}{a^2}\right) \right], \quad h \geq 0$$

(d) Potência:

O modelo potência não atinge patamar, e no geral, é utilizado para modelar fenômenos com capacidade infinita de dispersão. O parâmetro B tem que ser estritamente maior que zero e menor que dois, a fim de garantir que o semivariograma tenha positividade definida condicional. Assim, esse modelo é definido como:

$$\gamma(h) = C_0 + b(h)^e, \quad h \geq 0$$

Depois do ajuste é feita a construção dos mapas de krigagem que usa a dependência espacial modelada no semivariograma estimando valores em qualquer posição do campo sem tendência e com variância mínima. Por meio desses mapas é possível visualizar o comportamento da variável em estudo.

2.5.2. Krigagem

Na maioria das vezes o interesse da análise geoestatística não se limita à obtenção apenas de um modelo de variabilidade espacial desejando-se, ainda avaliar valores de pontos não amostrados. Para isso usa-se a krigagem, que utiliza a dependência espacial entre amostras vizinhas, modelada no semivariograma, para estimar valores em qualquer posição dentro do campo sem tendência e variância mínima (VIEIRA et al., 1983).

Segundo SILVA JUNIOR (2001) a krigagem pode ser chamada de interpolador, pois pondera os valores do ponto vizinho do ponto a ser estimado obedecendo aos critérios de não tendenciosidade e de variância mínima. Neste

sentido, a krigagem nada mais é do que uma medida ponderada dos valores observado de uma determinada variável dentro de uma vizinhança. Somente os pontos que estão espacialmente relacionados com o local a ser estimado são usados na krigagem.

Neste caso, para a elaboração do mapa para avaliar o estudo, é necessário interpolar os pontos amostrados para a obtenção de uma estimativa. Essa estimativa (z^*) é uma combinação linear dos valores das medidas vizinhas (x_0), como segue a equação:

$$z^*(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i z(x_i)$$

- z^* = estimativa,
- x_0 = combinação linear dos valores das medidas vizinhas,
- N = número dos valores medidos envolvidos na estimativa $z(x_i)$,
- λ_i = peso associada a cada valor medido.

Com relação à influência do peso de cada ponto (λ_i) ao ponto a ser estimado, SILVA JUNIOR (2001) exemplificou com as seguintes situações apresentadas nas Figuras 3a e 3b. Segundo o autor, na Figura 2a os pesos de cada ponto (X_1 , X_2 , X_3 e X_4) para estimar o valor de A serão semelhantes, uma vez que todos eles estão aproximadamente a uma mesma distância do ponto A. Na Figura 2b, nota-se um agrupamento dos pontos X_2 , X_3 e X_4 e, nesse caso o peso que X_1 terá sobre a estimação do ponto B será maior que o peso dos demais, pois os pontos X_2 , X_3 e X_4 estão agrupados e, portanto trazem informações redundantes ou semelhantes de uma mesma região.

Sendo assim, o que torna a krigagem um interpolador ótimo é a maneira como os pesos são distribuídos, pois não são tendenciosos e apresentam variância mínima e, para isso é importante que exista dependência espacial que foi definida pelo semivariograma (SALVIANO, 1996).

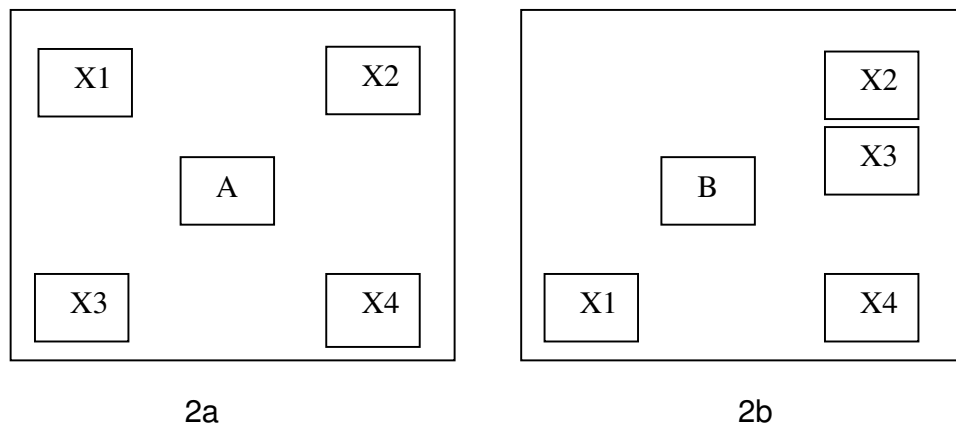


Figura 2 - Esquema de duas áreas diferentes considerando os dados da vizinhança para a interpolação dos dados por krigagem.

2.6. Trabalhos de pesquisas que utilizaram a geoestatística para estudar a dependência espacial de pragas e doenças

Os métodos comumente utilizados para descrever a distribuição de uma população permitem classificar os padrões de distribuição em três categorias: agregada, aleatória ou regular. No entanto, estes métodos não levam em consideração a localização espacial dos pontos de amostragem.

Neste contexto, estudos que envolvam a dependência espacial nas amostragens necessitam do uso de métodos que considerem a posição da unidade experimental no espaço e, dentre estes atualmente a geoestatística é a mais utilizada.

A geoestatística surgiu na África do Sul, quando KRIGE (1951) trabalhando com dados de concentração de ouro concluiu que não era possível encontrar sentido nas variâncias se não levasse em consideração a distância entre as unidades amostrais.

De acordo com LIBARDI (1986) na estatística clássica as amostras são coletadas ao acaso e na geoestatística os locais de amostragem são pré-definidos. Os autores relatam, ainda que nos dois tipos de análise pode-se calcular a média e a variância, entretanto somente por meio da geoestatística considera-se a dependência espacial.

O uso desta ferramenta permite a elaboração de semivariogramas que quantificam a dependência espacial de uma determinada variável em estudo, possibilitando a obtenção de interpolações com erro mínimo (GUIMARÃES et al., 1992).

Segundo VIEIRA et al. (1983) com o semivariograma obtido determina-se a dependência espacial entre as unidades amostrais bem como o alcance de influência de cada ponto amostrado.

Atualmente, os métodos geoestatísticos têm sido utilizados para caracterizar a distribuição espacial de insetos pelos entomologistas que estudam a dinâmica da população (BARRIGOSI et al., 2001). Além disso, por meio do uso de técnicas da geoestatística pode-se determinar a possível relação entre um inseto-vetor através da correlação entre a disseminação do inseto e a expansão da doença no local.

Estudo sobre a presença de gafanhotos em uma mata foi desenvolvido por JONHSON (1989) e os resultados indicaram dependência espacial da praga a uma distância de 1 a 100 quilômetros. LIEBHOLD et al. (1991) utilizaram dados obtidos por meio de semivariograma para estudar a variabilidade espacial de ovos de mariposa e verificaram agregação da massa de ovos numa extensão de 25 a 50 quilômetros.

Por outro lado, GOTTWALD et al. (1996) avaliaram a incidência da Tristeza do Citrus em pomares de laranja no leste da Espanha durante 14 anos. Os autores verificaram que a utilização do semivariograma no espaço-tempo revelou a falta de dependência espacial das plantas doentes.

ELLSBURY et al. (1998), utilizaram métodos geoestatísticos para caracterizar a dependência espacial de *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte e

Diabrotica barberi Smith & Lawrence em uma plantação de milho. A *D. virgifera virgifera* LeConte foi avaliada na região sul da plantação de milho e *D. barberi* Smith & Lawrence na região norte. Os autores verificaram dependência espacial das duas pragas caracterizando distribuição agregada. A dependência espacial da praga da região norte da plantação de milho foi de 172 a 281 metros e, para a sul de 180 a 550 metros.

ROBERTO et al. (2002), estudaram a dinâmica espacial da Clorose Variegada dos Citros (CVC) em um pomar comercial de laranja 'Valência' de março de 1994 a janeiro de 1996, através da análise do semivariograma. Os autores observaram distribuição agregada do CVC e, através dos mapas de krigagem verificaram que a incidência da doença aumentou nos períodos em que as plantas se encontravam em desenvolvimento vegetativo coincidindo com a maior ocorrência de insetos vetores da bactéria.

FARIAS et al. (2004) avaliaram a distribuição espacial das espécies de três espécies de cigarrinhas vetoras da *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros, por meio da geoestatística. Os autores verificaram distribuição agregada das cigarrinhas no pomar estudado durante os três anos consecutivos de amostragem e, por meio dos semivariogramas verificaram que a espécie *Acrogonia* sp. apresentou área média de agregação de 15.760 m², enquanto para *O. facialis* e *D. costalimai* essa área foi de 11.555 m² e 10.980 m², respectivamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Informações gerais sobre o experimento

O estudo foi realizado em duas áreas de laranjeira doce da variedade "Valência" (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), enxertados em limoeiro Cravo, sendo uma com plantas de quatro anos (área 1) e outra com plantas de 12 anos de idade (área

2), na Fazenda Marchesan, no município de Matão, SP. O clima da região é classificado segundo Köppen como Aw, tropical, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos, e temperatura média de 22°C (MATÃO, 2008).

O experimento foi instalado em novembro de 2005 e as amostragens iniciaram-se no dia 12 de dezembro de 2005, sendo encerradas no dia 28 de novembro de 2007. Para avaliação das ninfas, as amostragens foram realizadas quinzenalmente no período de maior fluxo vegetativo (dezembro/05 a abril/06 e novembro/06 a março/07) e, para os adultos foram quinzenais no período de maior brotação (novembro a março) e mensais no restante do período.

Para determinar o número de plantas com greening foram realizadas inspeções em intervalos de dois meses, contando-se o número de plantas com sintomas característicos da doença em cada área. No decorrer das inspeções quando encontradas plantas com sintomas de greening, estas foram eliminadas da área seguindo a recomendação da Instrução Normativa nº 53.

A área 1 foi dividida em 88 unidades amostrais ou parcelas constituídas de 21 plantas totalizando 1848 árvores (Figura 3), e a área 2 em 84 parcelas com 21 plantas num total de 1764 laranjeiras (Figura 4). O espaçamento entre as plantas das duas áreas experimentais foi de 7 m entre linhas e 3 m entre plantas.

Para a avaliação de adultos de *D. citri* foram colocadas armadilhas adesivas amarelas de dupla face (BUG-Agentes Biológicos) com 18 cm de altura e 9,5 cm de largura, na planta central de cada parcela a uma altura de aproximadamente 1,5 m do solo.

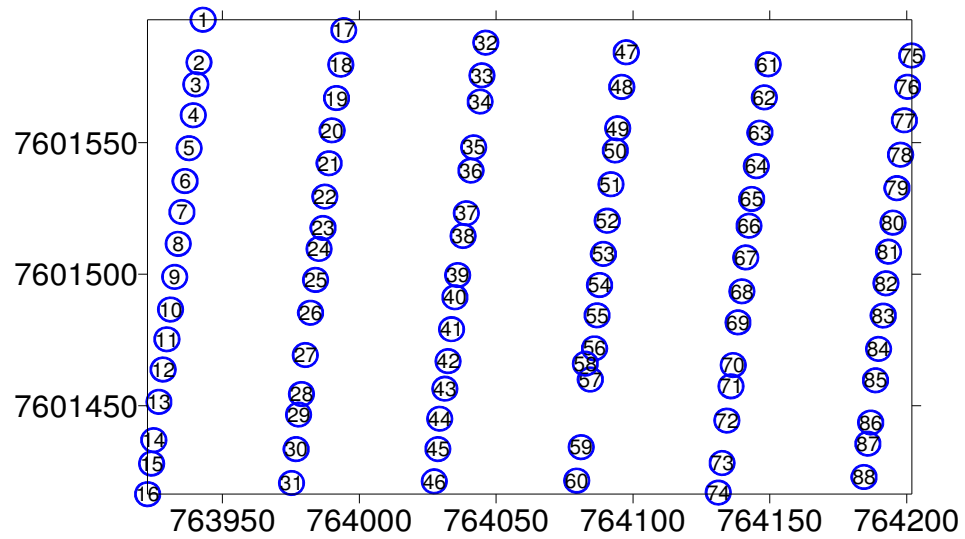


Figura 3 - Mapa de localização das 88 parcelas da área 1, cultivada com plantas de citros de quatro anos de idade na Fazenda Marchesan (Matão – SP).

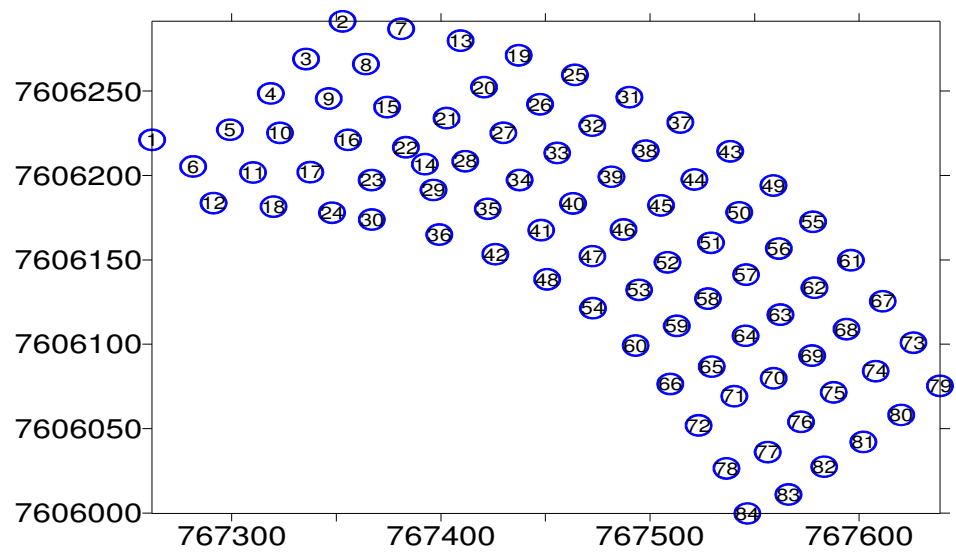


Figura 4 - Mapa de localização das 84 parcelas da área 2, cultivada com plantas de citros de 12 anos de idade na Fazenda Marchesan (Matão – SP).

Para a avaliação das ninfas de *D. citri*, foi amostrado um broto de cerca de 10 cm tomado ao acaso na região mediana da planta central de cada parcela nas duas áreas. Nas armadilhas e brotações foram contados o número de adultos e ninfas encontrados, respectivamente, sendo que as armadilhas foram trocadas a cada amostragem.

Foram realizadas pulverizações com inseticidas e acaricidas/inseticidas nas áreas. Na área 1 foram realizadas nos dias 10/01/06 (abamectin), 12/09/06 (dimetoato), 19/12/06 (abamectin), 07/08/07 (thiametoxam) e dia 28/11/07 (abamectin). Na área 2 as aplicações foram nos dias 26/09/06 (dimetoato) e 12/01/07 (abamectin).

Para a análise dos dados foram utilizados os programas estatísticos: MINITAB 14 (estatística descritiva) e o SURFER 7.0 (geoestatística).

3.2. Análise dos dados por meio da estatística descritiva

As estatísticas utilizadas para analisar o conjunto de dados foram a média, a mediana, a variância, o desvio padrão, o coeficiente de variação e os índices de assimetria e curtose.

3.3. Análise dos dados por meio da geoestatística

Foram ajustados modelos de semivariograma aos dados obtidos, e a partir do modelo mais adequado foram construídos os mapas de dependência espacial dos adultos e ninfas de *D. citri* e das plantas com greening. A dependência espacial foi quantificada a partir do semivariograma e da interpolação dos dados por krigagem (VIEIRA et al., 1983).

Depois do ajuste dos semivariogramas para avaliar o comportamento de cada variável foram elaborados por meio da krigagem os mapas de isolinhas e de superfície.

3.3.1. Semivariograma

No presente estudo, o modelo de semivariograma que melhor se ajustou aos dados foi o esférico e, é descrito como (VIEIRA, 2000):

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], & 0 < h \leq a \\ C_0 + C_1, & h \geq a \end{cases}$$

- C_0 é o efeito pepita ou semivariância mínima;
- C_0+C_1 é o patamar ou semivariância máxima;
- a é o alcance ou raio de agregação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estatística descritiva

Observou-se grande variabilidade das áreas estudadas com relação ao número de ninfas e adultos de *D. citri* e de plantas doentes (Tabelas de 1 a 6), pois quando se comparou os valores da média e da variância verificou-se que os valores da variância sempre foram superiores aos da média.

Por meio da comparação desses parâmetros estatísticos concluímos que a forma de distribuição de adultos e ninfas de *D. citri* e de plantas com greening, em ambas as áreas experimentais, foi agregada.

Ainda, nas mesmas tabelas, observou-se altos valores do coeficiente de variação obtidos para todas as variáveis estudadas, que variou de 64 a 644% (Tabelas de 1 a 6). Os altos valores do coeficiente de variação são consequência da grande variabilidade verificada nas áreas estudadas, pois foram comparadas parcelas que apresentaram um grande número, de adultos de *D. citri*, outras parcelas com um menor número da praga e, ainda parcelas em que não foram capturados psilídeos.

Outros dois índices importantes são os de assimetria e curtose, que também fornecem uma indicação da forma de distribuição das variáveis estudadas. Para o índice de assimetria e curtose quanto mais próximo de zero e três, respectivamente a distribuição se aproxima da normal. No presente estudo para ambas as áreas experimentais, os valores estão bem distantes desses índices indicando distribuição assimétrica das variáveis analisadas, o que caracteriza distribuição agregada de adultos e ninfas de *D. citri* e das plantas doentes.

Tabela 1 - Estatística descritiva das avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliações	Média*	Variância	Coefficiente de Variação	Mediana	Assimetria	Curtose
12/12/05	1,72	3,56	109	1	2,17	7,10
27/12/05	2,55	9,21	118	2	2,45	6,97
11/01/06	2,04	5,38	113	1	1,74	4,06
24/01/06	1,35	5,01	165	1	3,21	13,50
08/02/06	1,31	2,96	130	1	1,98	4,74
21/02/06	0,78	1,92	176	0	2,87	10,22
14/03/06	1,97	13,22	183	1	4,70	21,05
28/03/06	4,03	28,75	132	3	5,09	35,48
18/04/06	7,68	12,85	147	4,5	5,24	34,95
18/05/06	1,53	8,48	189	1	4,18	23,46
20/06/06	1,28	6,28	195	1	4,93	30,71
25/07/06	1,05	3,56	180	0	2,24	4,84
16/08/06	1,73	13,35	211	1	5,36	36,53
13/09/06	0,03	0,06	695	0	7,48	58,32
10/10/06	0,09	0,11	359	0	3,86	15,74
09/11/06	0,10	0,12	332	0	3,52	12,97
23/11/06	0,11	0,10	280	0	2,48	4,23
06/12/06	0,78	1,55	158	0	2,29	6,14
21/12/06	1,14	2,14	128	1	1,87	4,98
09/01/07	0,09	0,11	359	0	3,86	15,74
24/01/07	0,07	0,05	409	0	3,90	13,48
13/02/07	0,19	0,66	421	0	7,07	57,36
28/02/07	0,23	0,25	218	0	2,15	3,94
13/03/07	0,11	0,15	338	0	3,62	13,25
27/03/07	0,18	0,40	349	0	5,62	38,63
17/04/07	0,19	0,69	428	0	6,82	53,63
22/05/07	0,20	0,86	145	0	1,96	5,20
19/06/07	0,27	0,21	429	0	6,9	54,70
18/07/07	1,07	0,34	213	0	2,04	3,03
20/08/07	2,23	2,64	152	2	1,83	3,38
21/09/07	1,13	5,97	104	1	1,06	9,75
31/10/07	4,88	96,73	201	2	6,53	51,56
14/11/07	5,57	37,23	109	4	2,56	8,30

* Média de psilídeos por parcelas

Tabela 2 - Estatística descritiva das avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliações	Média*	Variância	Coefficiente de Variação	Mediana	Assimetria	Curtose
12/12/05	1,71	7,89	163	1	5,49	39,92
27/12/05	1,05	2,75	158	0	2,72	9,28
11/01/06	1,35	4,06	149	1	2,47	7,33
24/01/06	4,79	22,27	98	4	2,16	6,40
08/02/06	6,06	50,87	117	4	2,12	4,68
21/02/06	6,06	17,77	69	5	1,37	2,84
14/03/06	3,64	11,00	91	3	1,67	3,45
28/03/06	1,00	1,54	124	1	1,39	1,64
18/04/06	1,13	1,97	124	1	1,74	3,90
18/05/06	0,12	0,15	239	0	3,52	12,47
20/06/06	0,45	0,66	179	0	1,88	2,86
25/07/06	0,05	0,05	449	0	4,33	17,12
16/08/06	0,02	0,02	664	0	6,36	39,40
13/09/06	0,08	0,10	382	0	4,15	18,34
10/10/06	0,06	0,08	477	0	5,26	29,71
09/11/06	0,06	0,07	399	0	3,79	12,68
23/11/06	0,08	0,15	464	0	5,94	40,41
06/12/06	0,12	0,13	303	0	3,15	10,14
21/12/06	0,20	0,26	251	0	2,54	5,63
09/01/07	0,01	0,01	916	0	9,17	84,00
24/01/07	0,15	0,13	235	0	1,94	1,82
13/02/07	0,17	0,16	243	0	2,36	50,08
28/02/07	0,12	0,11	273	0	2,40	3,83
13/03/07	0,23	0,23	202	0	1,89	2,89
27/03/07	0,25	0,33	231	0	2,61	7,25
17/04/07	0,13	0,16	308	0	3,27	10,68
22/05/07	0,02	0,23	644	0	6,36	39,40
19/06/07	0,04	0,03	522	0	5,10	24,54
18/07/07	0,02	0,02	644	0	39,40	39,40
20/08/07	0,06	0,08	477	0	29,71	29,71
21/09/07	0,13	0,16	308	0	10,68	10,68

* Média de psilídeos por parcelas

Tabela 3 - Estatística descritiva das avaliações das ninfas de *D. citri* amostradas nas brotações das plantas cítricas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliações	Média*	Variância	Coefficiente de Variação	Mediana	Assimetria	Curtose
12/12/05	4,41	44,21	150	0	1,79	3,21
27/12/05	4,97	89,90	190	1	3,23	12,79
11/01/06	2,01	15,43	192	0	2,48	7,68
24/01/06	10,02	146,00	120	3	1,10	0,19
08/02/06	0,25	0,47	272	0	2,97	8,39
21/02/06	1,77	9,90	177	0	1,81	2,28
14/03/06	0,42	1,74	313	0	4,86	26,85
28/03/06	0,09	0,29	592	0	6,39	41,72
23/11/06	1,74	24,77	286	0	3,31	10,98
06/12/06	0,32	2,20	465	0	7,54	63,23
21/12/06	0,02	0,02	659	0	6,52	41,41
09/01/07	0,44	0,76	196	0	2,11	4,08
24/01/07	0,46	1,54	272	0	4,06	19,48
28/02/07	0,72	2,67	228	0	2,79	7,40
13/03/07	,064	4,88	347	0	5,61	36,90
27/03/07	0,20	0,44	324	0	3,85	16,06

* Média de ninfas por brotação

Tabela 4 - Estatística descritiva das avaliações das ninfas de *D. citri* amostradas nas brotações das plantas cítricas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliações	Média*	Variância	Coefficiente de Variação	Mediana	Assimetria	Curtose
12/12/05	0,04	0,06	679	0	7,31	55,60
27/12/05	0,94	4,64	228	0	2,84	8,72
11/01/06	7,06	75,67	123	4	1,56	1,77
24/01/06	1,55	10,90	213	0	5,22	36,28
08/02/06	1,86	11,33	181	0	2,05	3,49
21/02/06	0,46	1,29	244	0	2,80	8,16
14/03/06	0,09	0,21	478	0	5,09	26,37
28/03/06	0,36	1,05	287	0	3,42	12,90
23/11/06	0,04	0,06	679	0	7,31	55,60
06/12/06	0,09	0,11	350	0	3,75	14,86
21/12/06	0,32	0,39	194	0	2,08	4,34
09/01/07	0,25	0,36	239	0	2,61	6,78
24/01/07	1,06	3,74	182	0	2,81	9,11
28/02/07	0,07	0,09	422	0	4,63	23,05
13/03/07	0,16	0,28	340	0	3,73	14,18

* Média de ninfas por brotação

Tabela 5 - Estatística descritiva das avaliações de plantas com greening da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Inspeções	Média*	Variância	Coefficiente de Variação	Mediana	Assimetria	Curtose
11/11/05	0,03	0,03	535	0	5,22	25,8
11/01/06	0,08	0,09	391	0	4,26	19,40
14/03/06	0,11	0,12	310	0	3,24	10,80
18/05/06	0,19	0,20	233	0	2,32	4,89
25/07/06	0,25	0,26	203	0	1,95	3,06
13/09/06	0,25	0,26	203	0	1,95	3,06
09/11/06	0,28	0,32	199	0	2,28	6,11
09/01/07	0,31	0,40	205	0	2,45	6,65
13/03/07	0,38	0,49	187	0	2,00	3,75
22/05/07	0,40	0,50	177	0	1,89	3,36
18/07/07	0,43	0,57	175	0	2,20	5,99
21/09/07	0,57	0,66	143	0	1,61	3,01
14/11/07	0,58	0,66	140	0	1,58	2,95

* Média de plantas com greening por parcela.

Tabela 6 - Estatística descritiva das avaliações de plantas com greening na área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Inspeções	Média*	Variância	Coefficiente de Variação	Mediana	Assimetria	Curtose
11/11/05	0,21	0,65	376	0	4,51	21,3
11/01/06	0,27	0,80	327	0	4,15	18,4
14/03/06	0,27	0,80	327	0	4,15	18,4
18/05/06	0,27	0,80	327	0	4,15	18,4
25/07/06	0,29	1,00	337	0	4,28	19,3
13/09/06	0,29	1,00	337	0	4,28	19,3
09/11/06	0,29	1,00	337	0	4,28	19,3
09/01/07	0,31	1,00	324	0	4,22	18,7
13/03/07	0,34	1,00	296	0	3,95	16,9
22/05/07	0,42	1,26	261	0	3,85	17,3
18/07/07	0,52	1,77	254	0	3,96	17,9
21/09/07	0,59	1,83	227	0	3,64	15,7

* Média de plantas com greening por parcela.

4.2. Flutuação populacional de adultos e ninfas de *D. citri* e sua relação com a precipitação e idade das plantas cítricas

A relação entre a precipitação e a flutuação populacional de adultos e ninfas de *D. citri* nas áreas experimentais estão apresentados nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

Na área 1, o pico populacional da praga ocorreu no mês de abril de 2006, com média de 7,68 psilídeos por armadilha e no mês de novembro de 2007, quando foram capturados 5,22 psilídeos por armadilha (Figura 5A). Na área 2, o pico populacional da praga ocorreu no mês de fevereiro de 2006, com média de 6,06 adultos por armadilha (Figura 5B).

Verificou-se que na área 1, plantas de quatro anos, que as médias de adultos de *D. citri* capturados em todo período experimental sempre foram bem maiores que aquelas obtidas na área 2, que possuiu plantas com 12 anos de idade (Figura 5). Essa variação pode ser devido a grande quantidade de brotações que são emitidas por uma planta cítrica jovem quando comparada com uma adulta, tendo em vista que nas plantas mais jovens o fluxo vegetativo são mais freqüentes e intensos, condição favorável para alimentação e oviposição de *D. citri* (GALLO et al., 2002).

Ainda, de acordo com resultados de pesquisas relatados por AUBERT (1987) essa praga é encontrada preferencialmente em brotações novas locais onde se encontram um maior número de ovos e ninfas.

Nas duas áreas experimentais verificou-se que a maior incidência de psilídeos ocorreu no período de primavera-verão, incluindo os meses de dez/05 a mar/06 (Figuras 5A e 5B), período que justamente coincidiu com época de maior fluxo vegetativo da plantas cítricas.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por BERGMANN et al. (1994); YAMAMOTO et al. (2001); UEHARA-CARMO et al. (2006) e BELOTI et al. (2007).

Através de avaliações realizadas em pomares localizados em alguns municípios do Estado de São Paulo, BERGMANN et al. (1994) verificaram alta incidência de *D. citri* em laranja Pêra, Natal, Valência, tangerina Ponkan e limão Taiti, capturados principalmente nas folhas e ramos novos das plantas. Os autores verificaram que nos meses de agosto a outubro não ocorreu a presença da praga nos pomares.

YAMAMOTO et al. (2001) verificaram que o pico populacional de adultos de *D. citri* em alguns pomares cítricos de cidades do norte do estado de São Paulo ocorreu no final da primavera e início do verão enquanto que no outono e inverno a população foi reduzida, provavelmente devido ao menor fluxo vegetativo.

Resultados semelhantes também foram observados por outros autores, como UEHARA-CARMO et al. (2006), que estudando a flutuação populacional do psilídeo na região de Taquaritinga-SP, verificaram que o pico populacional da praga ocorreu no período de verão dos anos de 2004/2005 (média de 0,84 insetos por armadilha) e na primavera/2005 (1,13 adultos por armadilha). BELOTI et al. (2007), avaliando pomares de citros na região de Matão-SP, constataram que a maior incidência de adultos de *D. citri* ocorreu nos meses de nov/dez de 2006 e janeiro de 2007.

Entretanto, verificou-se que no período de primavera-verão dos anos de 2006/2007 (dezembro a março), diferentemente do que é relatado na literatura e do resultado obtido nesta mesma época do ano anterior (2005/2006) na presente pesquisa, a incidência da praga foi muito baixa nas duas áreas experimentais (Figura 5).

Esse resultado é justificado pela intensa precipitação que ocorreu no período de primavera-verão dos anos de 2006/2007, como pode ser constatado na Figura 5A da área com plantas de quatro anos e, na área 5B com plantas de 12 anos, quando nessa época a quantidade de chuva variou de 100 a 500 mm.

Dados de literatura sustentam os resultados obtidos, pois, REGMI & LAMA (1988, citado por YAMAMOTO et al., 2001) observaram que durante as estações chuvosas a população de adultos decresce. AUBERT, (1987); WHITESIDE et al.

(1993) também relatam que a população de *D. citri* é diminuída na condição de alta precipitação.

Relata-se, ainda que essa diminuição não teve influencia das aplicações de inseticidas realizadas em ambas as áreas experimentais, que ocorreram na área 1 em jan/set/dez de 2006 e, ago/nov de 2007. Na área 2, as aplicações realizadas nos meses de set/2006 e jan/2007.

Com relação à flutuação populacional das ninfas de *D. citri*, verificou-se que na área 1, as médias de ninfas encontradas são bem maiores que na área 2, com médias mensais de até 2,96 ninfas por brotação na área 1, enquanto que na área 2, a maior média encontrada foi de 0,56, ambas no mês de janeiro (Figuras 6A e 6B). Esta variação, conforme comentado anteriormente foi devido, provavelmente à quantidade de brotos emitidos pelas plantas mais novas (área 1), quando comparadas às plantas mais velhas da área 2.

Da mesma forma que para os adultos de *D. citri*, verificou-se que na época de primavera-verão dos anos de 2006/2007 (dezembro a março), a incidência das ninfas também foi muito baixa nas duas áreas (Figura 6), e conforme já justificado anteriormente esse evento aconteceu devido a intensa precipitação ocorrido nesse período experimental.

4.3. Relação entre a flutuação populacional de adultos de *D. citri* e a ocorrência de plantas doentes nas áreas experimentais

Verificou-se na primeira inspeção da área 1, de um total de 1848 plantas a presença de três plantas com greening, ou seja, 0,16% do total de plantas cultivadas nessa área (Figura 7A). No decorrer das inspeções houve aumento do número de plantas doentes, sendo que no período experimental foram encontradas 51 plantas de citros doentes, o que correspondeu a 2,76% do total de plantas na área.

Na área 2, na primeira inspeção verificou-se a presença de 18 plantas doentes, representando 1,02% do total de plantas (Figura 7B). Houve no decorrer do período experimental, aumento do número de plantas com greening e, no período foram encontradas um total de 50 plantas doentes, representando 2,83% do total de plantas área 2.

Observou-se na área 1, crescimento contínuo das plantas doentes em todo período experimental o que pode estar relacionado com a presença da praga nessa área o ano todo. Isso é justificado pela idade das plantas, pois as plantas de quatro anos de idade quando comparadas as de 12 anos, ofereceram condições mais favoráveis para a alimentação e oviposição de adultos de *D. citri* através da emissão de uma maior quantidade de brotação o que refletiu na maior incidência da praga na área.

De acordo com relatos feitos por HUANG et al., (1990) e LOPES et al., (2006) a expressão dos sintomas das plantas doentes pode variar de acordo com o tempo de incubação do patógeno na planta, sendo que as plantas podem mostrar os sintomas de greening de quatro meses a um ano após a contaminação.

Sendo assim, a Figura 7A (área 1) que mostra os dados de flutuação populacional dos psílídeos e do número de plantas doentes, essa relação foi verificada em duas épocas diferentes. Observou-se, que em Março/06 – adultos, ocorreu um aumento expressivo do número de psílídeos em relação ao mês anterior (fevereiro), que de 2,02 passou para 6,00 psílídeos por armadilha (Figura 7A). Após, aproximadamente 12 meses do aumento do número de adultos de *D. citri* ocorreu o aumento do número de plantas doentes (Março/07- plantas doentes), que de 27 plantas contaminadas em janeiro de 2007, passou para 33 plantas em maio do mesmo ano (Figura 7A).

Comportamento semelhante a esse, ainda na área 1, foi verificado no mês de Dezembro/06 quando a população da praga também aumentou em relação ao mês anterior, passando de 0,3 psílídeos por armadilha para 2,00 psílídeos por armadilha em dezembro/06 (Figura 7A). Uma vez mais, o aumento do número de psílídeos foi responsável pelo aumento do número de plantas contaminadas

quando nove meses após a alta incidência de psílídeos também houve o aumento de plantas doentes que passou de 38 em julho/07 para 51 em dezembro/07, como pode ser verificado na Figura 7A.

Na área 2, observou que em Fevereiro/06 – adultos, ocorreu um aumento expressivo do número de psílídeos em relação ao mês anterior (janeiro), que de 3,1 passou para 5,96 psílídeos por armadilha (Figura 7B). Após 11 meses do aumento do número de adultos de *D. citri* ocorreu o aumento do número de plantas doentes (Janeiro/07- plantas doentes), que de 26 plantas contaminadas em fevereiro/2006 passou para 51 plantas em janeiro/2007 (Figura 7B)

Esses resultados mostram que pode existir alguma relação entre o número de plantas doentes e a incidência de psílídeos nas áreas estudadas.

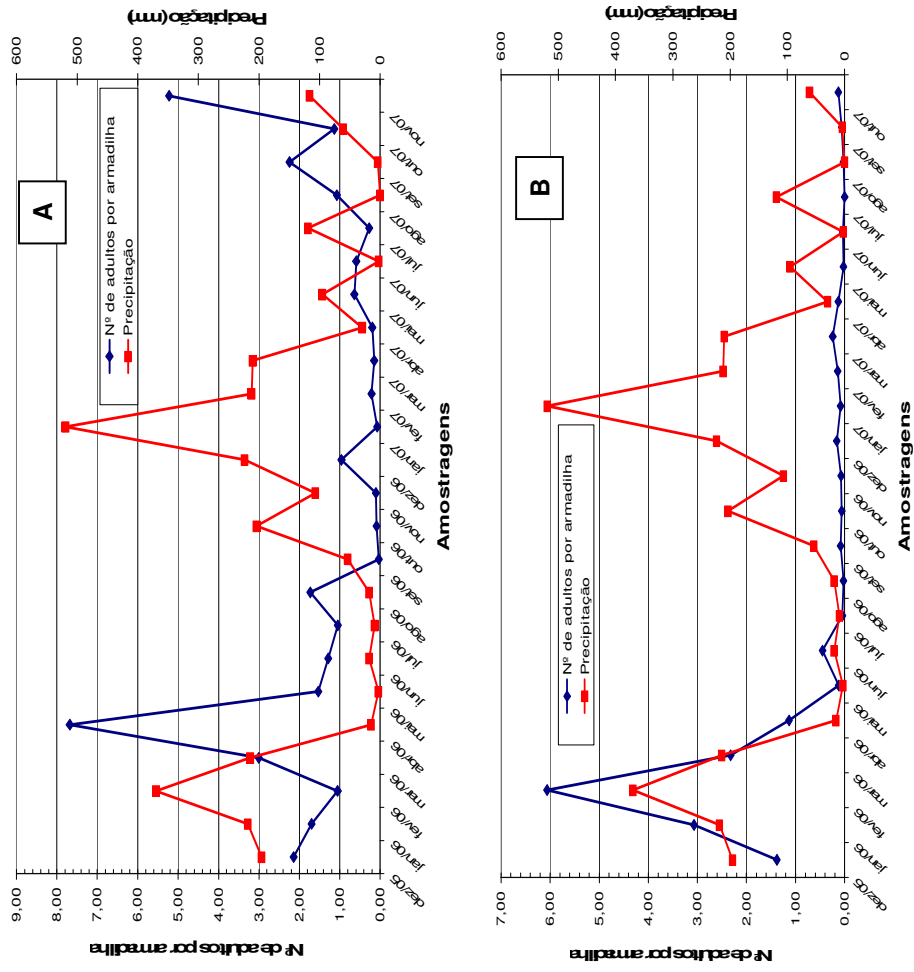


Figura 5 – Relação da precipitação com a flutuação populacional de adultos de *D. citri* na área 1 (A), e na área 2 (B) da Fazenda Marchesan (Matão-SP), no período de dez/2005 a nov/2007.

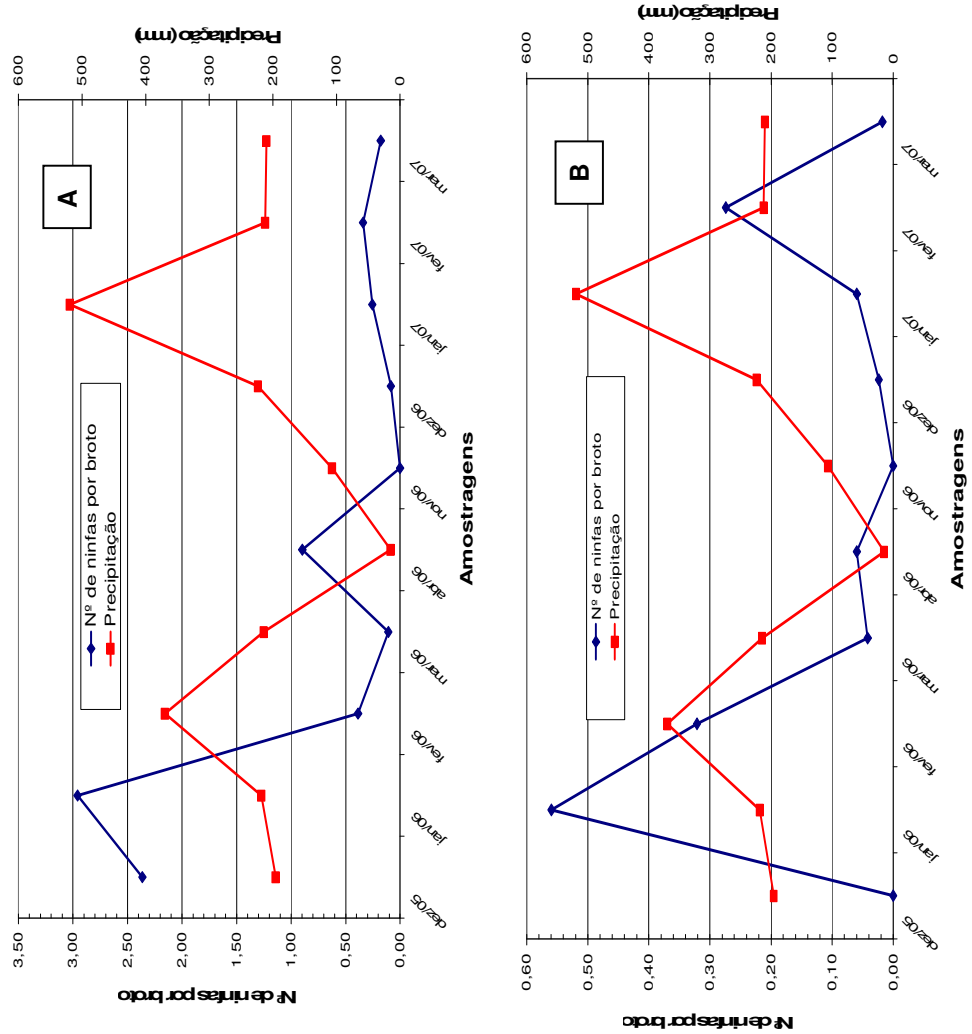


Figura 6 – Relação da precipitação com a flutuação populacional de ninfas de *D. citri* na área 1 (A), e na área 2 (B) da Fazenda Marchesan (Matão-SP), no período de dez/2005 a nov/2007.

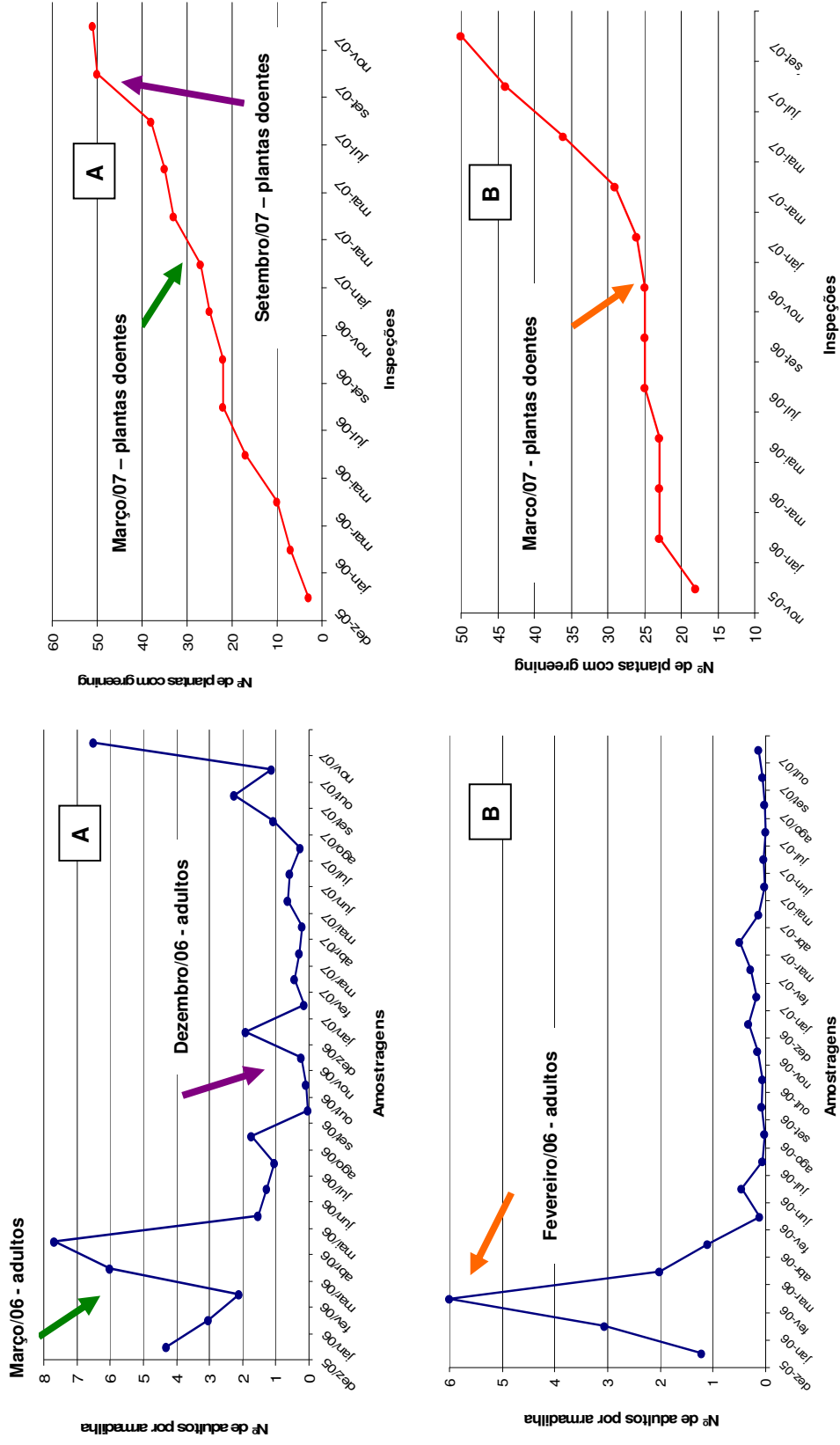


Figura 7 – Relação entre flutuação populacional de adultos de *D. citri* com o número de plantas com greening na área 1 (A) e na área 2 (B) da Fazenda Marchesan (Matão-SP), no período de dez/2005 a nov/2007.

4.4. Resultados da geoestatística para adultos de *D. citri*

Quando a média de psílídeos por armadilha da área 1, foi superior a 0,27 (24 psílídeos na área), houve dependência espacial da praga, a qual foi estudada por meio de semivariogramas e, o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o esférico (Figuras 5 a 8). Para a área 2, naquelas avaliações que apresentaram média de psílídeos por armadilha superior a 0,25 (21 psílídeos na área), houve dependência espacial da praga e o melhor modelo ajustado também foi o esférico.

Dessa forma a distribuição da praga em ambas as áreas experimentais ocorreu de forma agregada, ou seja, formando reboleiras. O tamanho dessas reboleiras foi obtido por meio dos dados do semivariograma através dos valores do alcance, que também representa o raio de agregação da praga na área.

Por meio da análise dos semivariogramas da área 1, observou-se que o alcance de dependência espacial dos psílídeos variou de 65 a 85 m (Figuras de 8 a 11). Esses resultados indicaram que formaram reboleiras de psílídeos no campo cujo tamanho variou de 65 a 85 m, sendo esses valores dependentes da época de maior ou menor incidência da praga na área.

Quando houve maior incidência de psílídeos na área o raio de agregação também aumentou. Por exemplo, na área 1, uma das épocas de maior incidência de adultos de *D. citri* ocorreu em dezembro/2005 (Figura 5A), o que refletiu no tamanho da reboleira que apresentou raio de agregação de 80 m (Figura 8 – 2ª Avaliação). Outro exemplo, foi verificado na 9ª, 33ª e 34ª amostragens (Figuras 9 e 11), quando o raio de agregação de psílídeos variou de 80 a 85 m, épocas que corresponderam aos meses de abril/2006 e novembro/2007, quando ocorreu alta incidência de adultos de *D. citri* na área (Figura 5A).

Na área 2, observou-se que o alcance de dependência espacial dos psílídeos variou de 80 a 90 m (Figuras 12 e 13), indicando que nessa área também houve a formação de reboleiras da praga. Entretanto, a partir de julho/2006 não houve o ajuste dos dados a nenhum modelo de semivariograma,

pois a população da praga foi muito baixa, ou seja, menor que 0,5 psílídeos por armadilha (Figura 5B).

A variação do raio de agregação obtido na área 1 (65-85m), em relação o da área 2 (80-90m), está relacionando com a idade das plantas, pois como as plantas da área 1 eram mais jovens possuíam maior fluxo de brotações que aquelas da área 2. Nessa situação, a área 1 proporcionou aos psílídeos condições mais favoráveis para sua alimentação e oviposição e, portanto a praga não precisou voar para outras plantas para se alimentar e colocar seus ovos.

De acordo com TOLLEY (1990), a *D. citri* pode se deslocar, na ausência de hospedeiros adequados para seu desenvolvimento, cerca de 1,5 km. Segundo CATLING (1970) a *D. citri* é encontrada nas brotações novas e, sua flutuação populacional está relacionada com a época de maior fluxo vegetativo das plantas cítricas.

Um índice importante obtido através do semivariograma é a relação $C_0 / (C_0 + C_1)$, que indica a forma de distribuição da doença. Segundo JOURNEL & HUIJBREGTS (1978) os valores da relação $C_0 / (C_0 + C_1)$ abaixo de 0,8 indicam distribuição agregada da variável. No presente estudo, os valores obtidos durante as avaliações de adultos de *D. citri* variaram de 0,05 a 0,7 (Figura 8 a 11), indicando também distribuição agregada nas duas áreas experimentais.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos abordando principalmente medidas de controle do inseto-vetor, porém, estudos específicos sobre a avaliação da dependência espacial da praga utilizando a geoestatística não foram encontrados na literatura. Entretanto, a dependência espacial de outras pragas e doença de citros, por meio da geoestatística foram estudadas por alguns autores, o que mostra a grande importância desses tipos de estudos na obtenção de resultados que permitam fazer um controle mais adequado da praga ou da doença.

Neste sentido, FARIAS et al. (2004) avaliaram a distribuição espacial de três espécies de cigarrinhas vetoras da *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros, por meio da geoestatística. Os autores verificaram

distribuição agregada das cigarrinhas no pomar estudado, durante os três anos consecutivos de amostragem.

OKUMURA (2007) com o objetivo de planejar e aprimorar o uso de defensivos agrícolas para controlar o ácaro da falsa ferrugem (*Phyllocoptruta oleiva*), ácaro branco (*Plyphagotarsonemus latus*) e o ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) em citros, utilizaram a geoestatística para verificar a distribuição espacial e temporal dessas pragas. A autora concluiu que por meio do uso de técnicas de geoestatística foi possível melhorar a utilização dos defensivos agrícolas para controlar os ácaros.

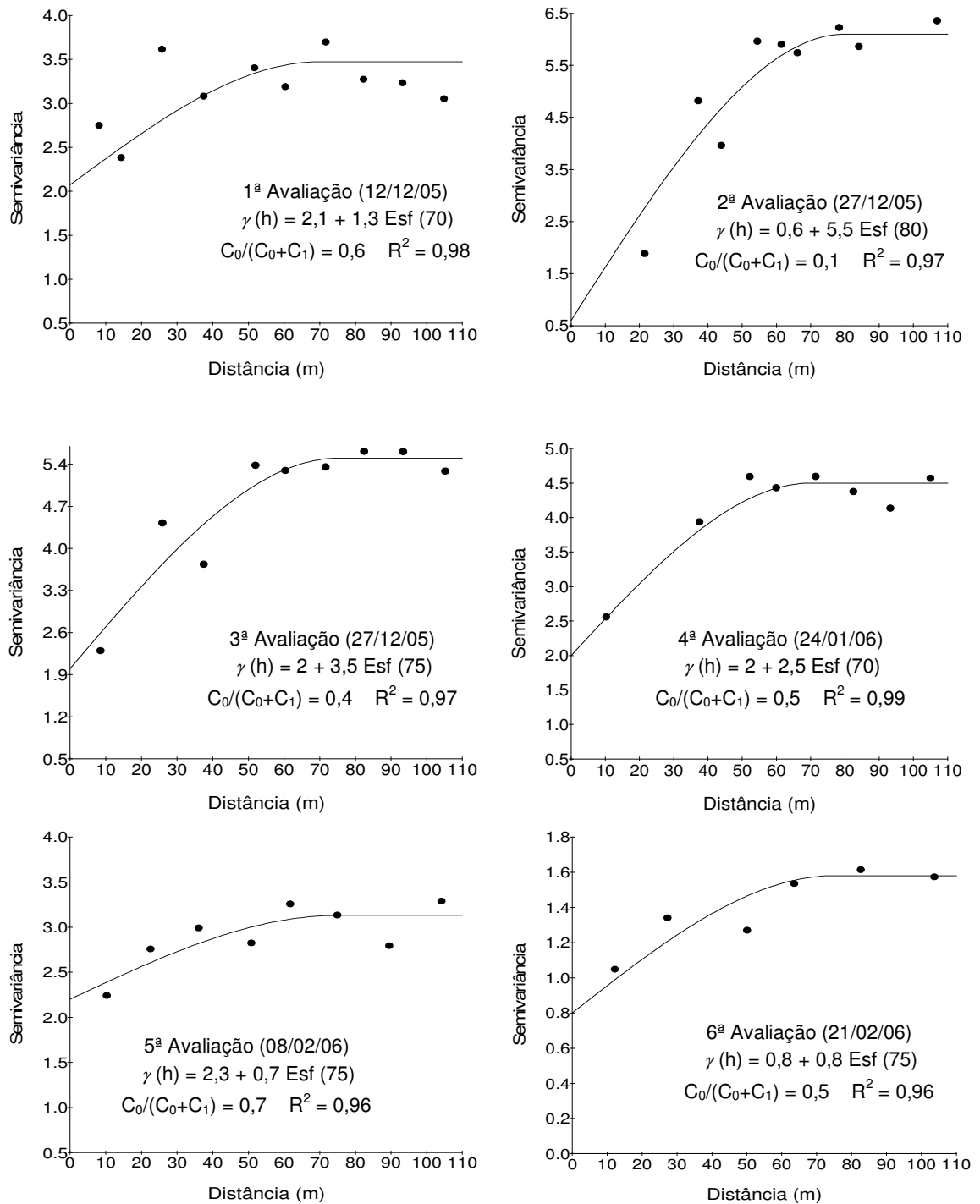


Figura 8 – Semivariograma das avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

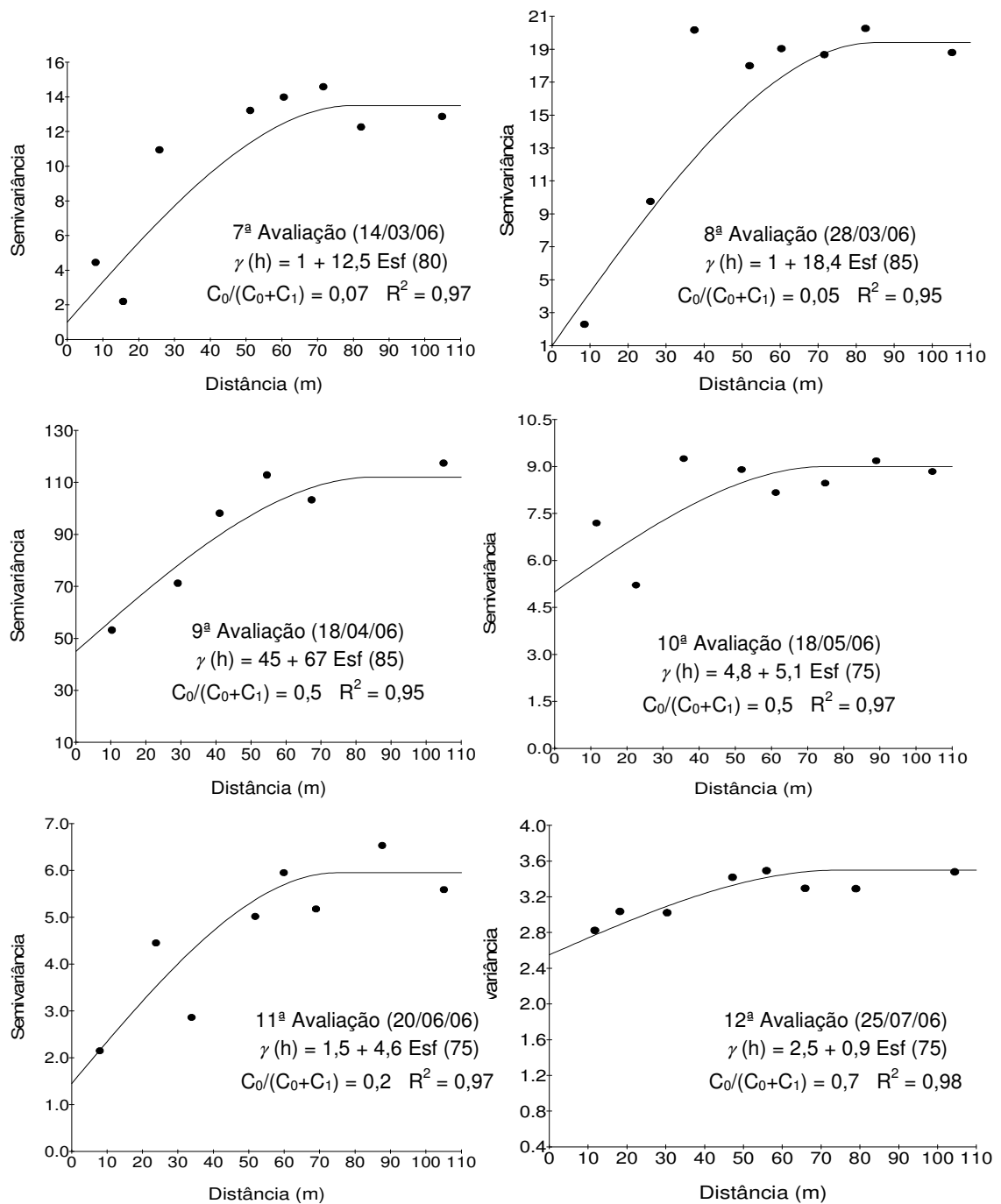


Figura 9 - Semivariograma das avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

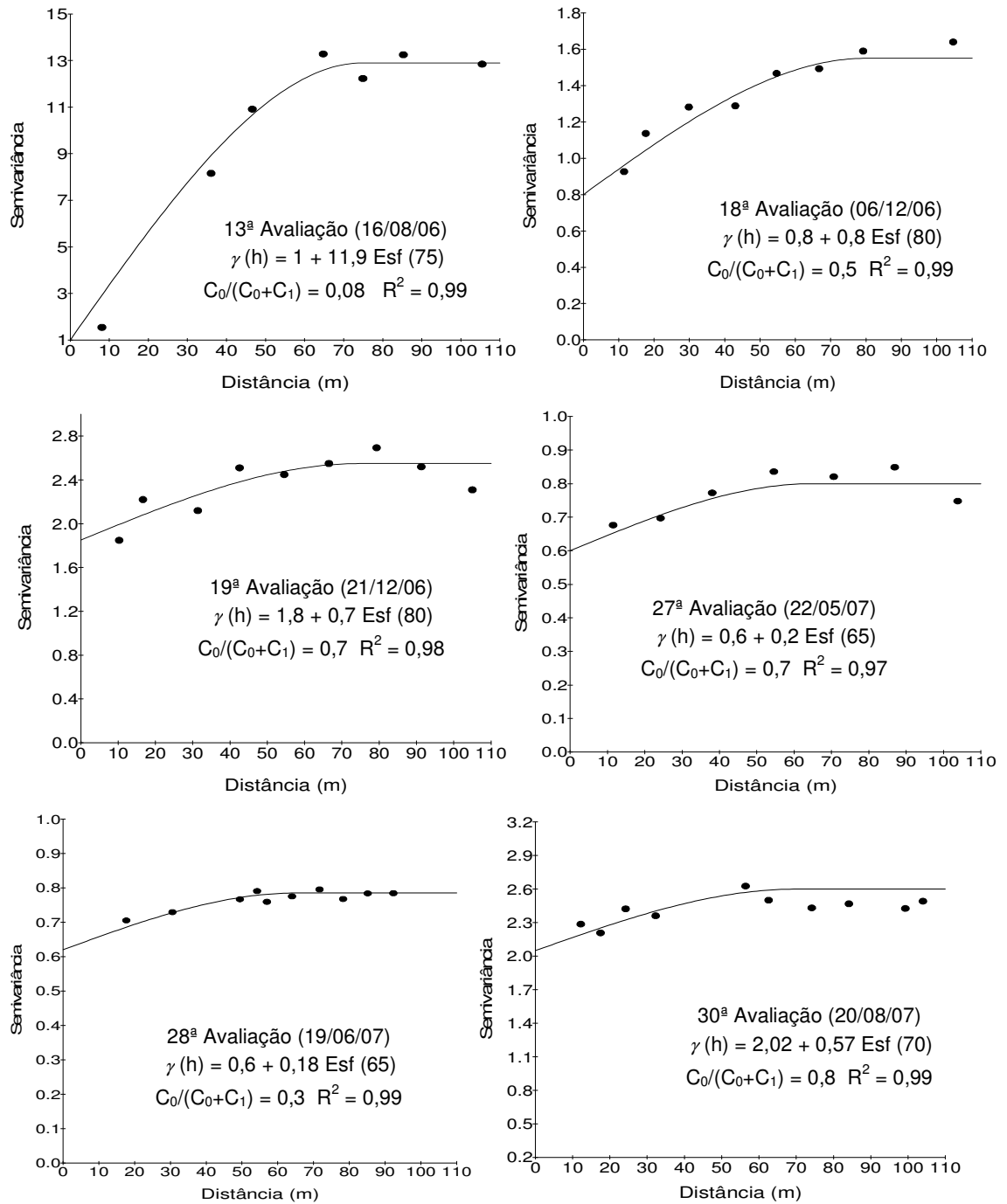


Figura 10 - Semivariograma das avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

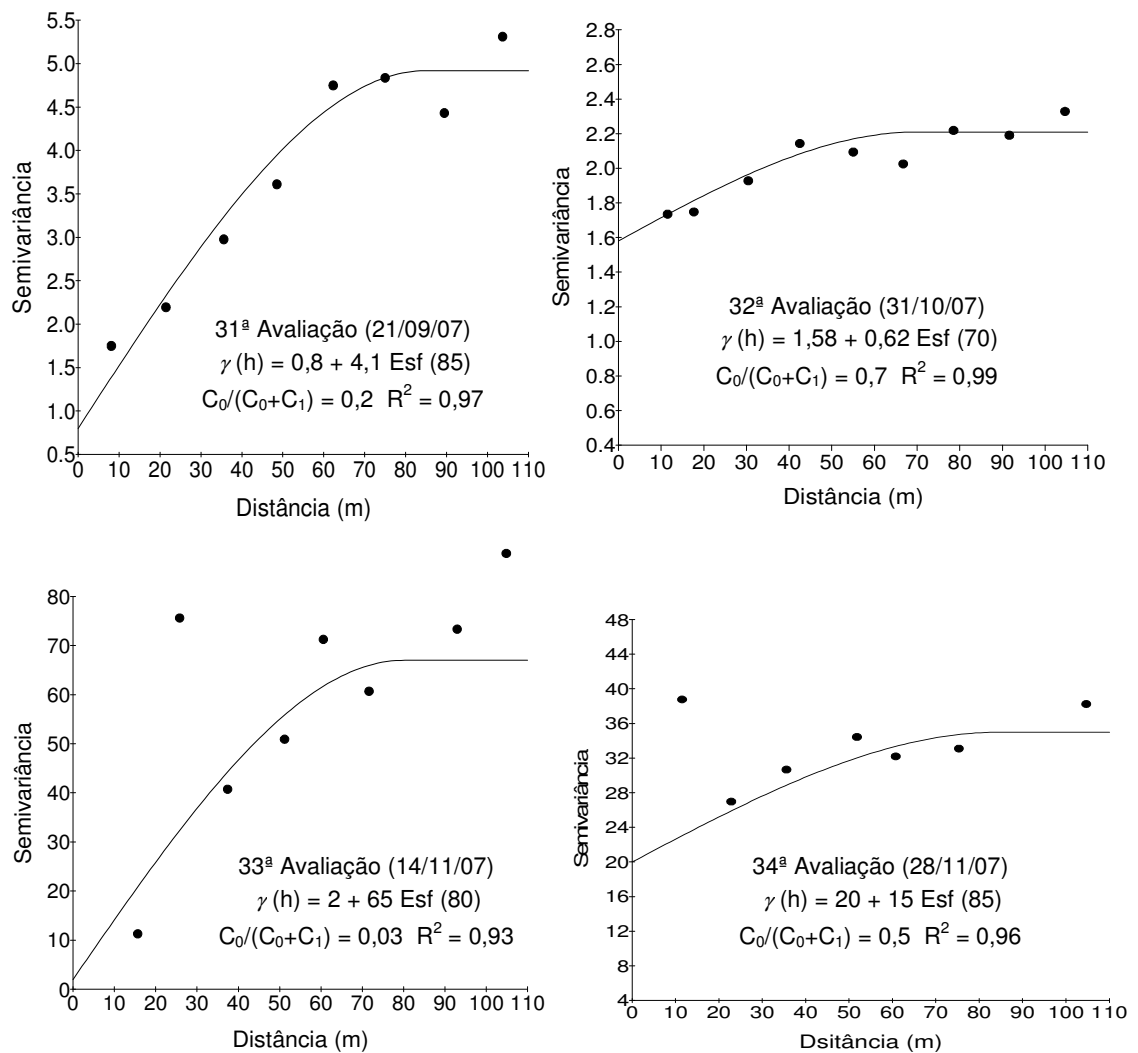


Figura 11 - Semivariograma das avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

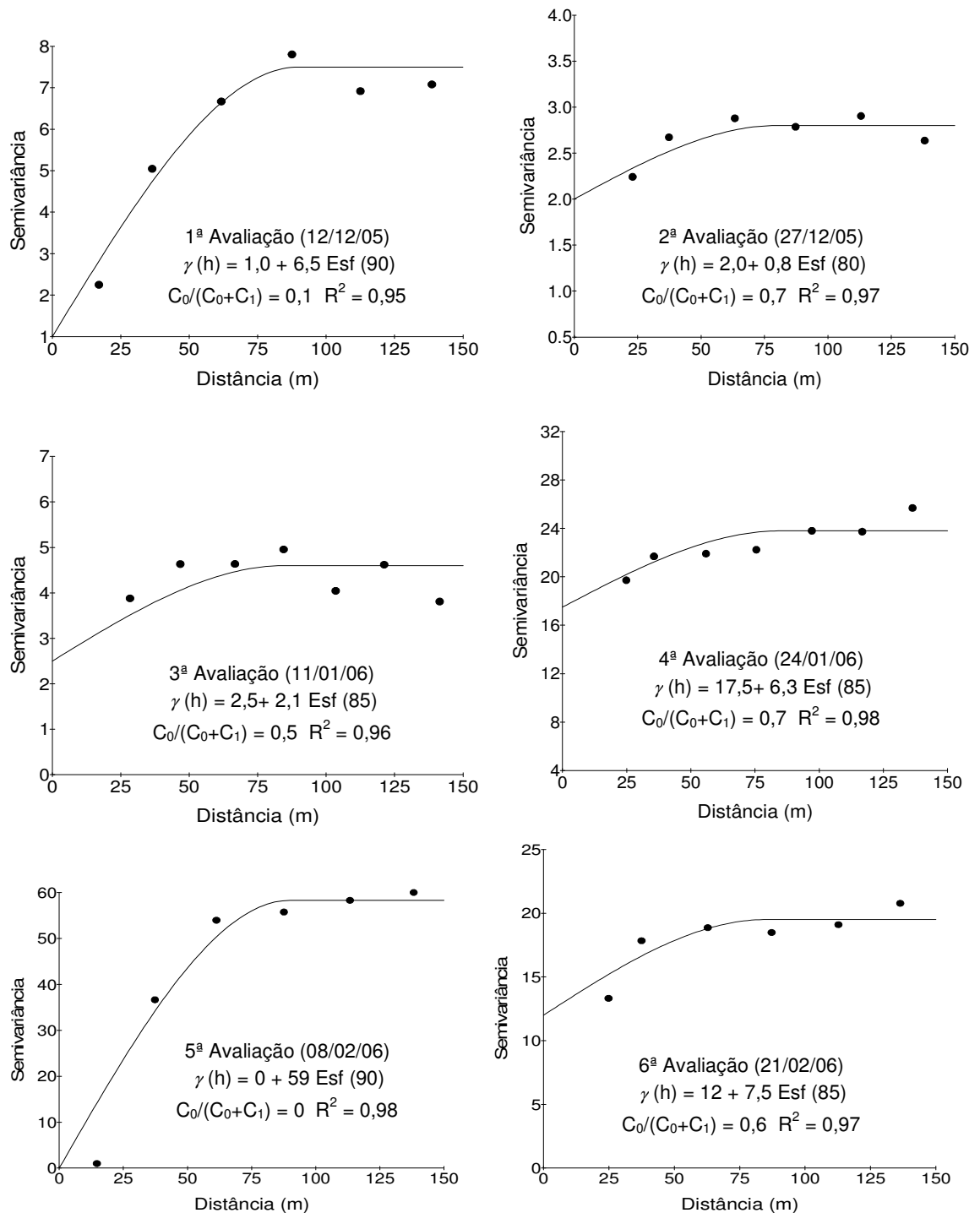


Figura 12. Semivariograma das avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

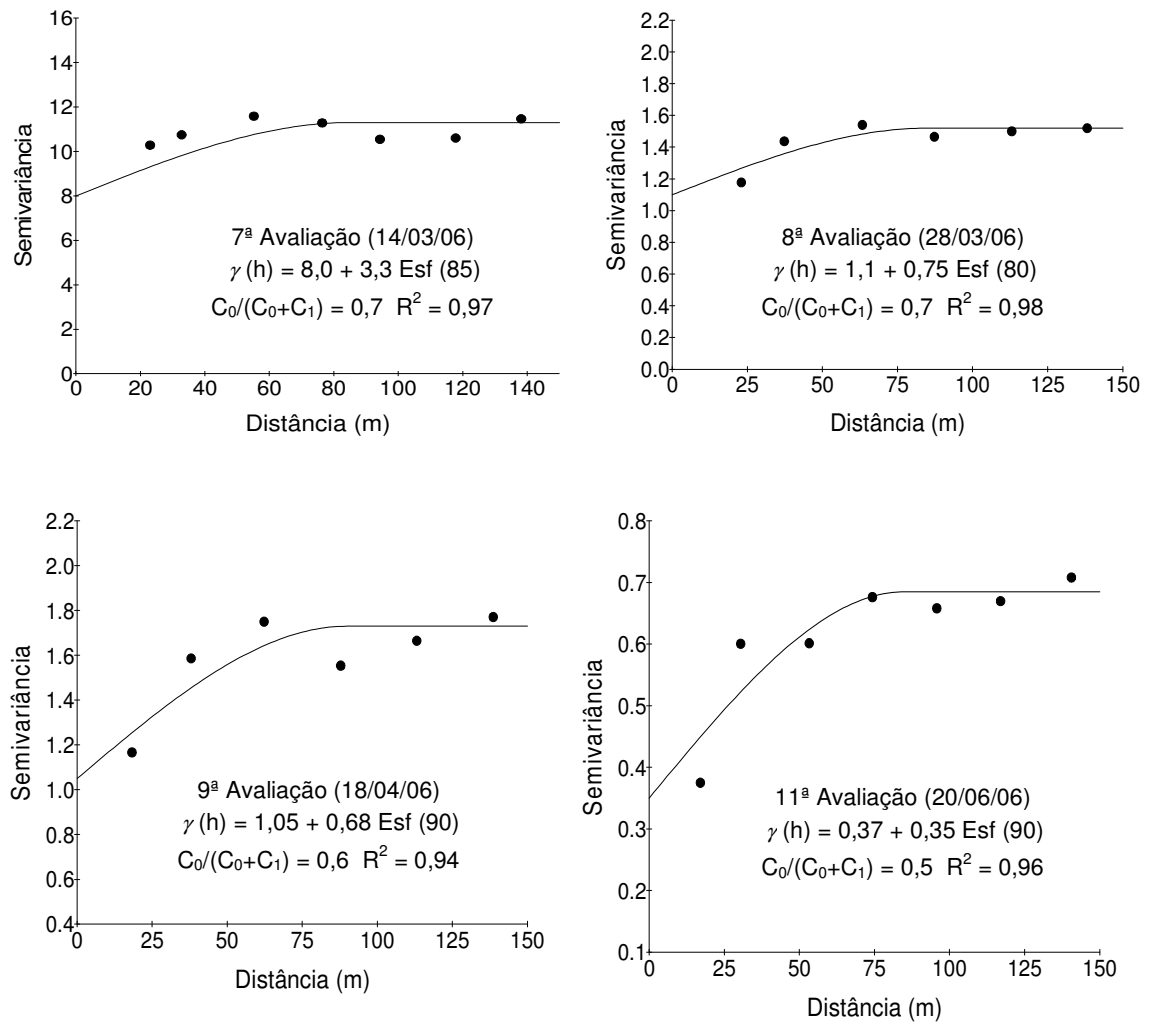


Figura 13 - Semivariograma das avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

Foram elaborados os mapas de krigagem, os quais permitiram visualizar o comportamento da distribuição espacial de adultos de *D. citri* nas áreas experimentais.

Na área 1, observou-se que inicialmente houve o surgimento de alguns focos de psílídeos na área e, que posteriormente ocorreu a formação de reboleiras da praga. O tamanho dessas reboleiras foi determinado em função da época de maior ou menor incidência de adultos de *D. citri* (Figuras 14 a 17).

Sendo assim, nas avaliações que apresentaram a menor incidência de adultos de *D. citri*, houve a formação de várias reboleiras da praga de tamanhos menores. Isso ocorreu nas seguintes avaliações: 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 10ª, 11ª, 12ª, 18ª, 19ª, 27ª, 28ª, 29ª, 30ª, 31ª e 32ª (Figuras de 14 a 17), que correspondem aos seguintes períodos de avaliação dez/2005 a fev/2006 e maio/2006 a out/2007 (Figura 5A).

Entretanto, quando a incidência de psílídeos na área foi maior houve a formação de reboleiras de tamanho maiores localizadas de forma mais isolada nas áreas, como pode ser verificado nas amostragens 7ª, 8ª, 9ª, 13ª, 33ª e 34ª, (Figuras 15, 16 e 17). Essas épocas são aquelas em que ocorreu o pico populacional de adultos de *D. citri* (Figura 5A).

Na área 2, verificou-se comportamento semelhante ao obtido na área 1 para a distribuição espacial de psílídeos (Figuras 18 e 19).

Verificou-se que quando a incidência da praga foi baixa, também houve a formação de várias reboleiras na área, como foi observado nas avaliações 2ª, 3ª, 8ª, 9ª e 11ª (Figuras 18 e 19), as quais referem-se ao período em que a população de psílídeos esteve relativamente baixa na área (Figura 5B).

Quando a incidência da praga foi alta houve a formação reboleiras de tamanho maior que se localizaram mais isoladamente na área, como pode ser verificado nas amostragens 1ª, 4ª, 5ª, 6ª e 7ª (Figuras 18 e 19).

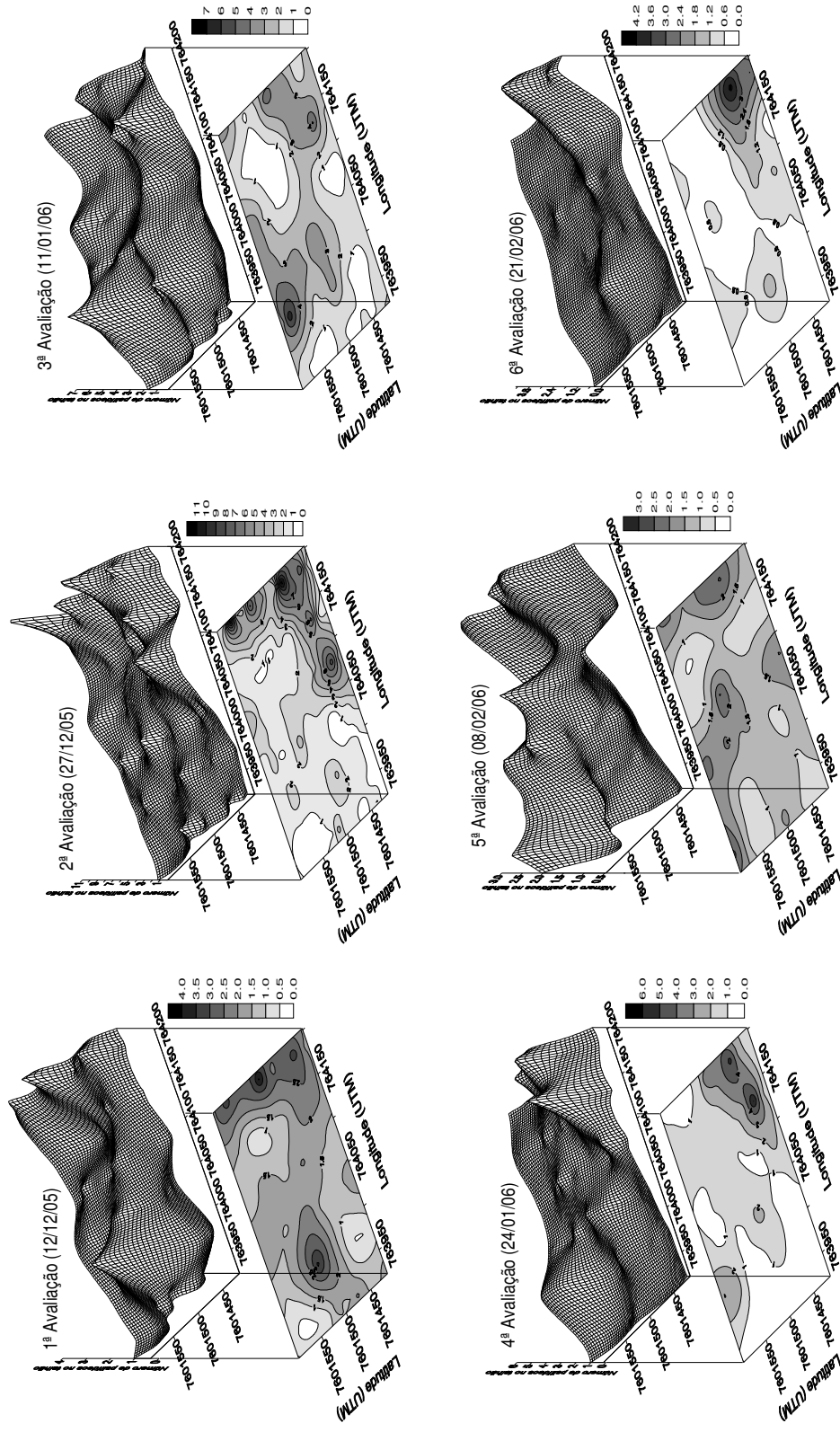


Figura 14 – Distribuição espacial dos adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

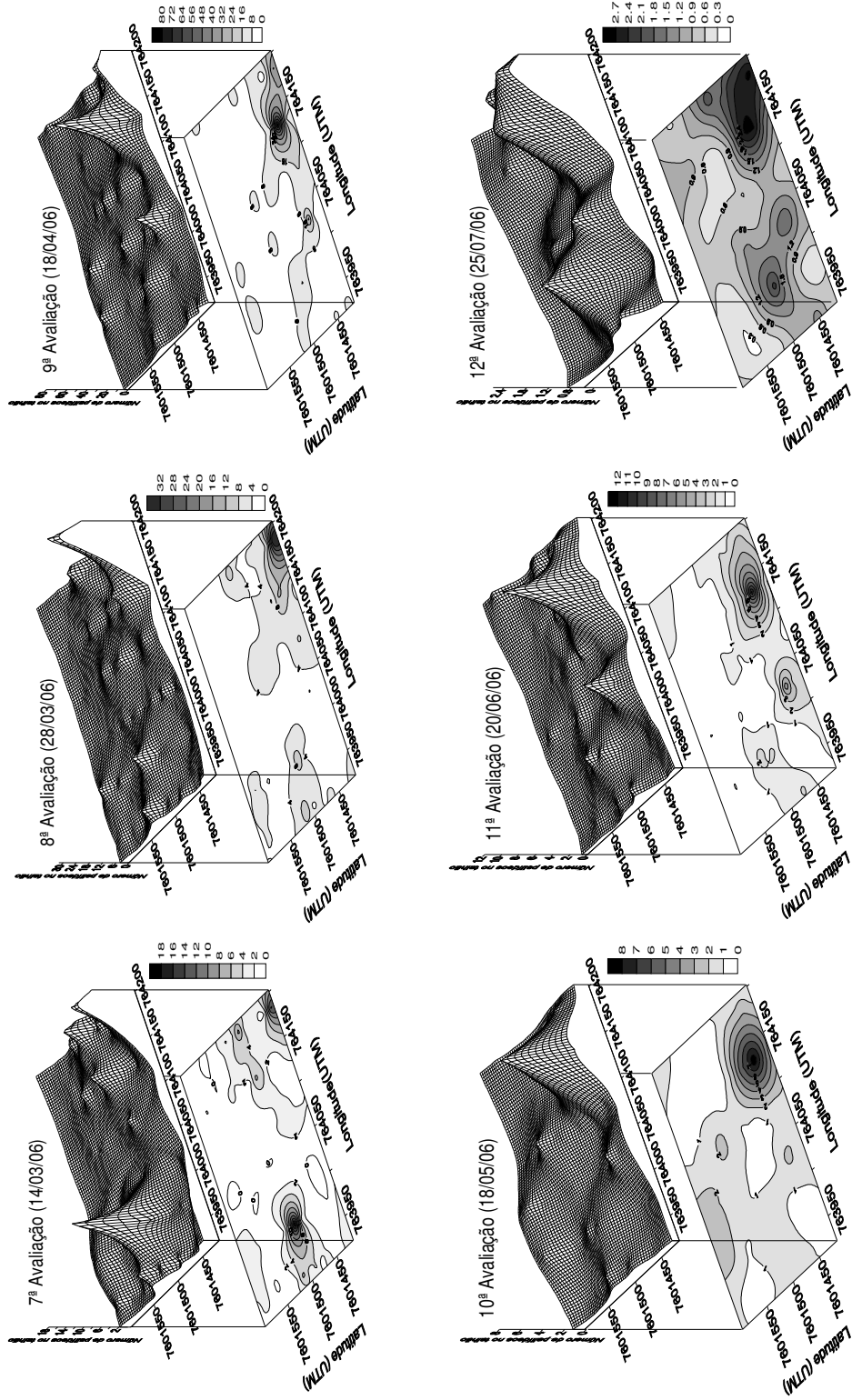


Figura 15 – Distribuição espacial dos adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

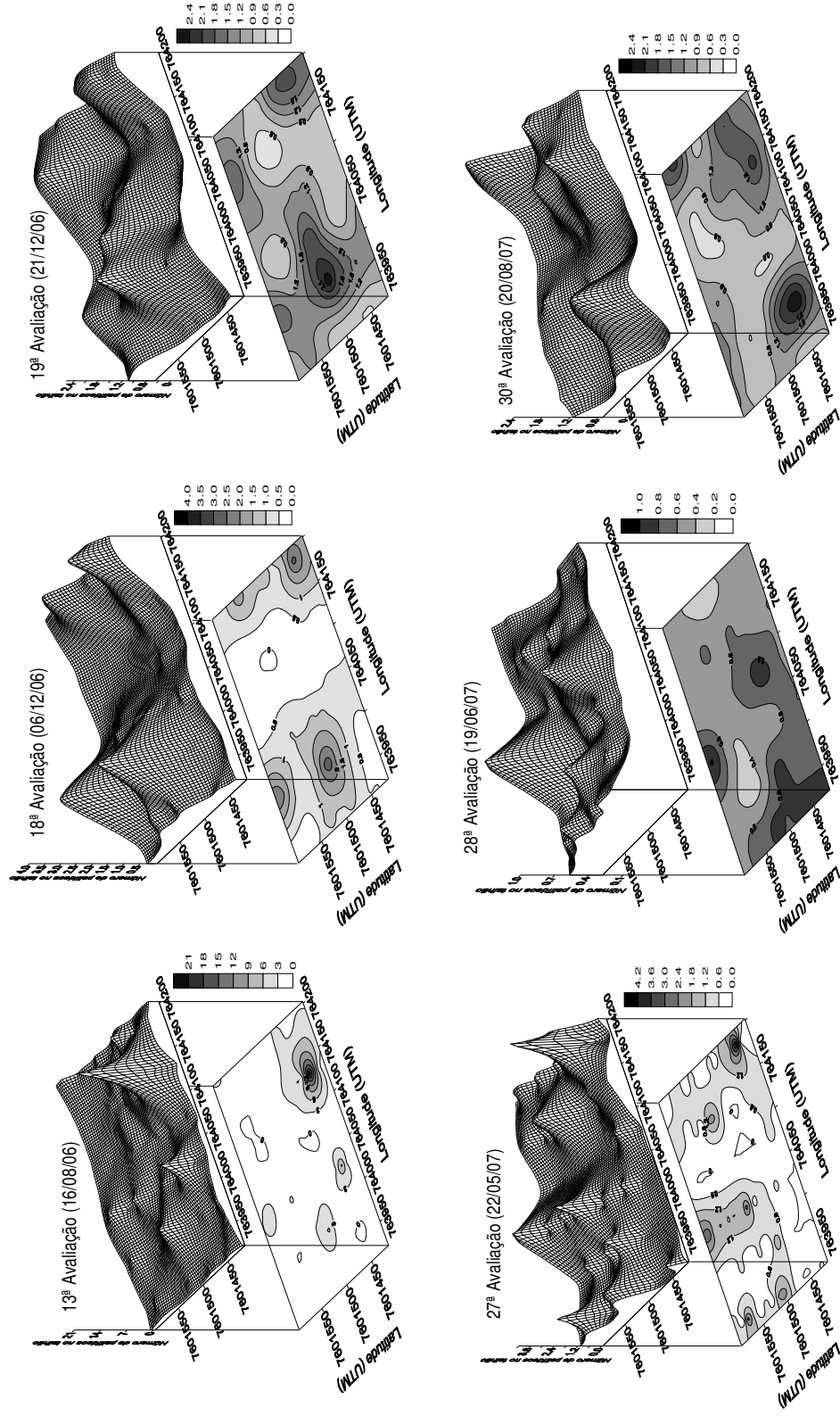


Figura 16 – Distribuição espacial dos adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

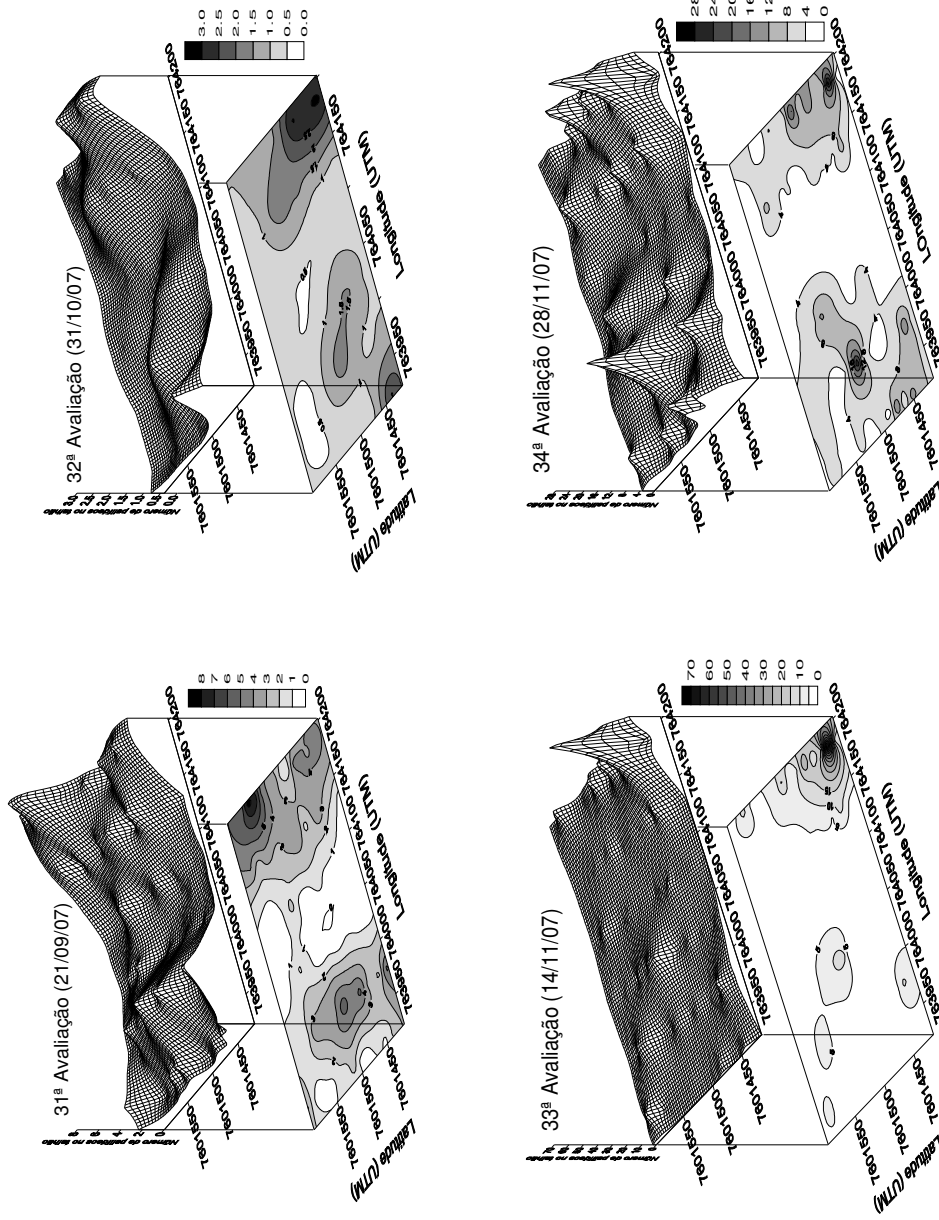


Figura 17 – Distribuição espacial dos adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

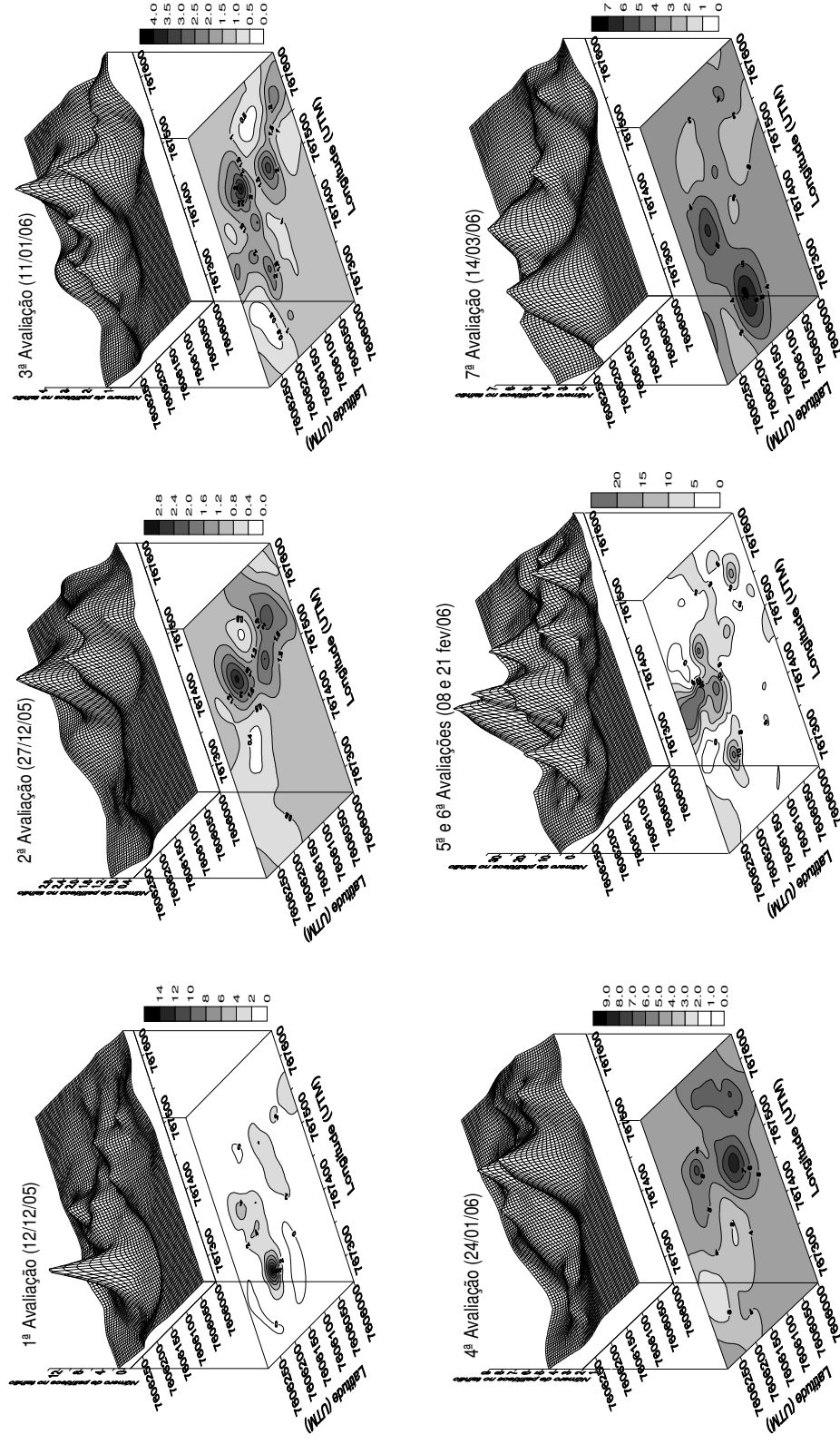


Figura 18 – Distribuição espacial dos adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

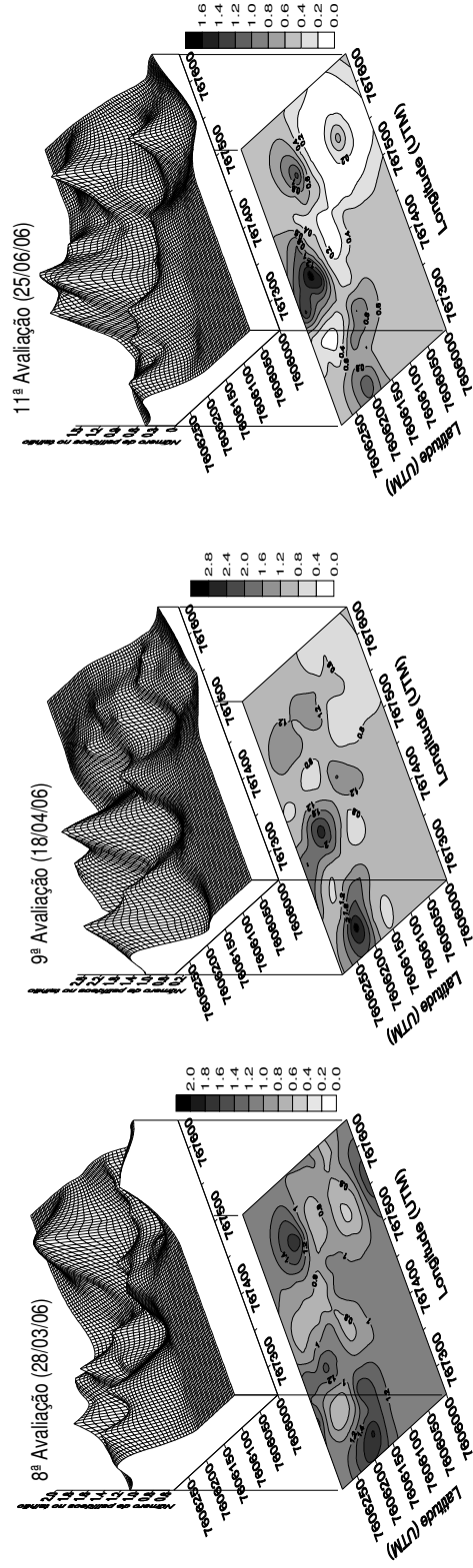


Figura 19 – Distribuição espacial dos adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

Em algumas avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas, não houve ajuste dos dados a nenhum modelo de semivariograma o que caracteriza o chamado efeito pepita puro.

Quando o efeito pepita puro ocorre não existe dependência espacial da variável estudada e a distribuição ocorre de forma aleatória. No caso do presente estudo, o efeito pepita puro ocorreu naquelas amostragens em que se verificou incidência muito baixa de psílídeos.

Na área 1, quando média de psílídeos por armadilha foi inferior a 0,27, ou seja, 24 psílídeos na área, não houve ajuste do semivariograma a nenhum modelo (Tabela 7). Na área 2, quando a média de psílídeos por armadilha foi inferior a 0,25 (21 psílídeos na área), também não houve ajuste do semivariograma (Tabela 8).

Tabela 7. Parâmetros do semivariograma não ajustado de algumas avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliação	Data da Avaliação	Média de psílídeos por armadilha (88)*	Efeito Pepita
14	13/09/06	0,03	$\gamma(h) = 0,03$
15	10/10/06	0,09	$\gamma(h) = 0,04$
16	09/11/06	0,10	$\gamma(h) = 0,09$
17	23/11/06	0,11	$\gamma(h) = 0,07$
20	09/01/07	0,09	$\gamma(h) = 1,23$
21	24/01/07	0,07	$\gamma(h) = 0,05$
22	13/02/07	0,19	$\gamma(h) = 0,40$
23	28/02/07	0,22	$\gamma(h) = 0,22$
24	13/03/07	0,11	$\gamma(h) = 0,10$
25	27/03/07	0,18	$\gamma(h) = 0,18$
26	17/04/07	0,19	$\gamma(h) = 0,19$
29	18/07/07	0,27	$\gamma(h) = 0,30$

* Quando a média de psílídeos por armadilha foi inferior a 0,27 não houve ajuste do semivariograma

Tabela 8 - Parâmetros do semivariograma não ajustado de algumas avaliações de adultos de *D. citri* capturados nas armadilhas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliação	Data da Avaliação	Média de psílídeos por armadilha (84)*	Efeito Pepita
10	18/05/06	0,12	$\gamma(h) = 0,11$
12	25/07/06	0,04	$\gamma(h) = 0,04$
13	16/08/06	0,02	$\gamma(h) = 0,03$
14	13/09/06	0,08	$\gamma(h) = 0,11$
15	10/10/06	0,05	$\gamma(h) = 0,09$
16	09/11/06	0,05	$\gamma(h) = 0,04$
17	23/11/06	0,08	$\gamma(h) = 0,16$
18	06/12/06	0,11	$\gamma(h) = 0,11$
19	21/12/06	0,20	$\gamma(h) = 0,26$
20	09/01/07	0,01	$\gamma(h) = 0,02$
21	24/01/07	0,15	$\gamma(h) = 0,13$
22	13/02/07	0,16	$\gamma(h) = 0,14$
23	28/02/07	0,11	$\gamma(h) = 0,11$
24	13/03/07	0,23	$\gamma(h) = 0,30$
25	27/03/07	0,25	$\gamma(h) = 0,30$
26	17/04/07	0,13	$\gamma(h) = 0,16$
27	22/05/07	0,02	$\gamma(h) = 0,02$
28	19/06/07	0,04	$\gamma(h) = 0,04$
30	20/08/07	0,02	$\gamma(h) = 0,02$
31	21/09/07	0,05	$\gamma(h) = 0,05$
32	31/10/07	0,13	$\gamma(h) = 0,17$

* Quando a média de psílídeos por armadilha foi inferior a 0,25 não houve ajuste do semivariograma

4.5. Resultados da análise geoestatística para ninfas de *D. citri*

Quando a média de ninfas por brotação da área 1, foi superior a 0,32, houve dependência espacial e a forma de distribuição das ninfas também foi agregada, cujo melhor modelo ajustado aos dados foi o esférico (Figuras 20 e 21). Por meio dos semivariogramas observou-se que o alcance de dependência

espacial das ninfas de *D. citri* variou de 55 a 85 m, raio que praticamente coincidiu com o obtido para os adultos de *D. citri*.

Na área 2, nas avaliações em que a média de ninfas por brotação foi superior a 0,35, também houve ajuste do semivariograma, e o melhor modelo ajustado foi o esférico. Por meio da análise dos semivariogramas, observou-se que o alcance de dependência espacial das ninfas variou de 55 a 100 m indicando que nessa área também houve a formação de reboleiras (Figura 22).

A variação do raio de agregação obtido na área 1 (55-85m), em relação o da área 2 (55-100m), está relacionando com a idade das plantas, pois como as plantas da área 1 eram mais jovens possuíam maior fluxo de brotações que aquelas da área 2. Nessa situação, a área 1 proporcionou aos psílídeos condições mais favoráveis para sua oviposição e, portanto a praga não precisou voar para outras plantas para colocar seus ovos.

De acordo com CATLING (1970) a *D. citri* é encontrada nas brotações novas e, sua flutuação populacional está relacionada com a época de maior fluxo vegetativo das plantas cítricas, pois os ovos são colocados preferencialmente nos brotos novos e as ninfas se desenvolvem em folhas jovens.

É importante ressaltar que em ambas as áreas experimentais, o raio de agregação das ninfas coincidiu de modo geral com o tamanho do raio de agregação dos psílídeos adultos, existindo uma relação entre adultos e ninfas *D. citri* quanto a forma de distribuição e o tamanho da agregação.

Os valores obtidos através da relação $C_0 / (C_0 + C_1)$, no período experimental, variaram de 0,02 a 0,7 (Figuras 20 a 22), em ambas as áreas experimentais, indicando que as ninfas se distribuem de forma agregada.

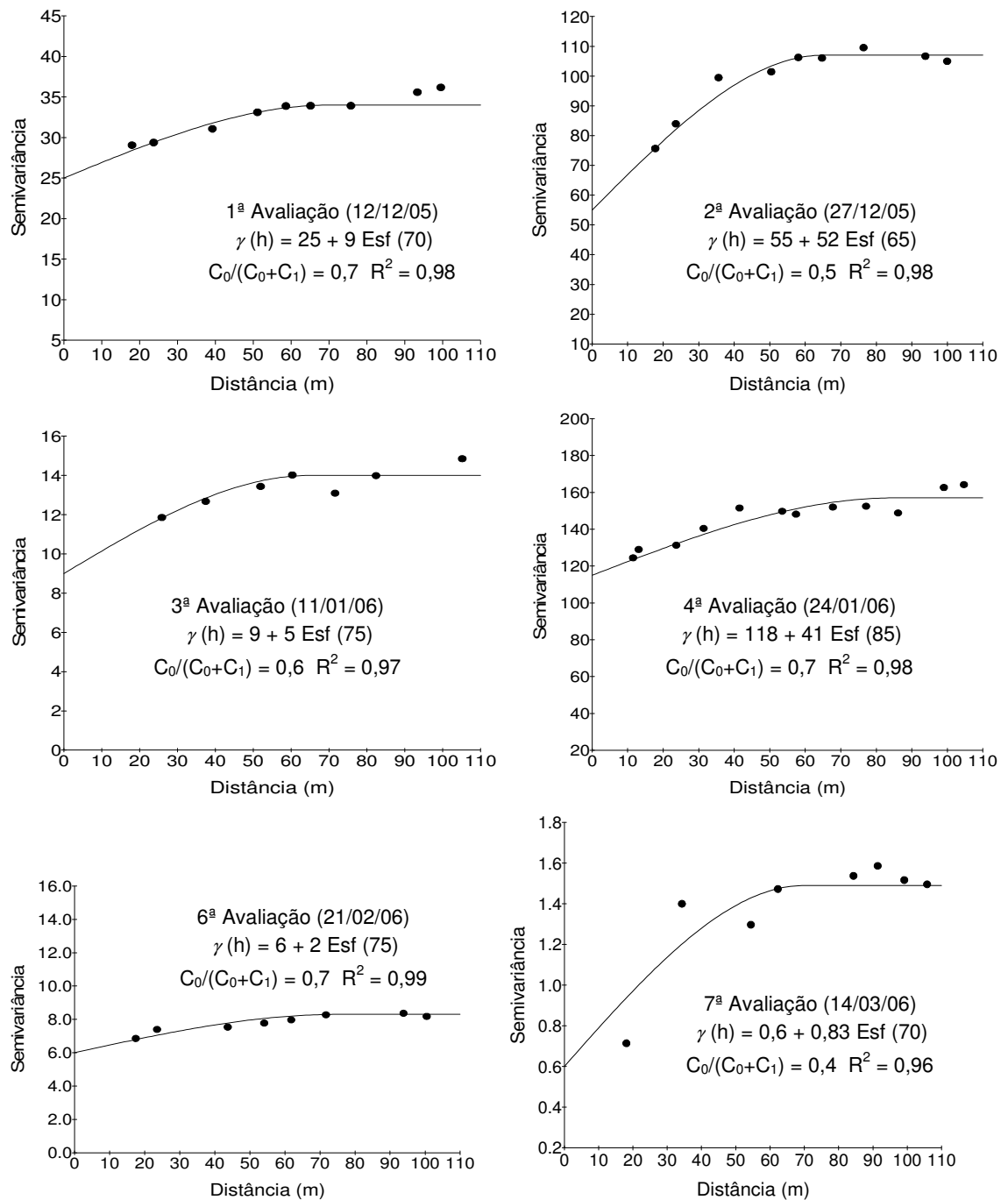


Figura 20 - Semivariograma das avaliações de ninfas de *D. citri* amostradas nas plantas cítricas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

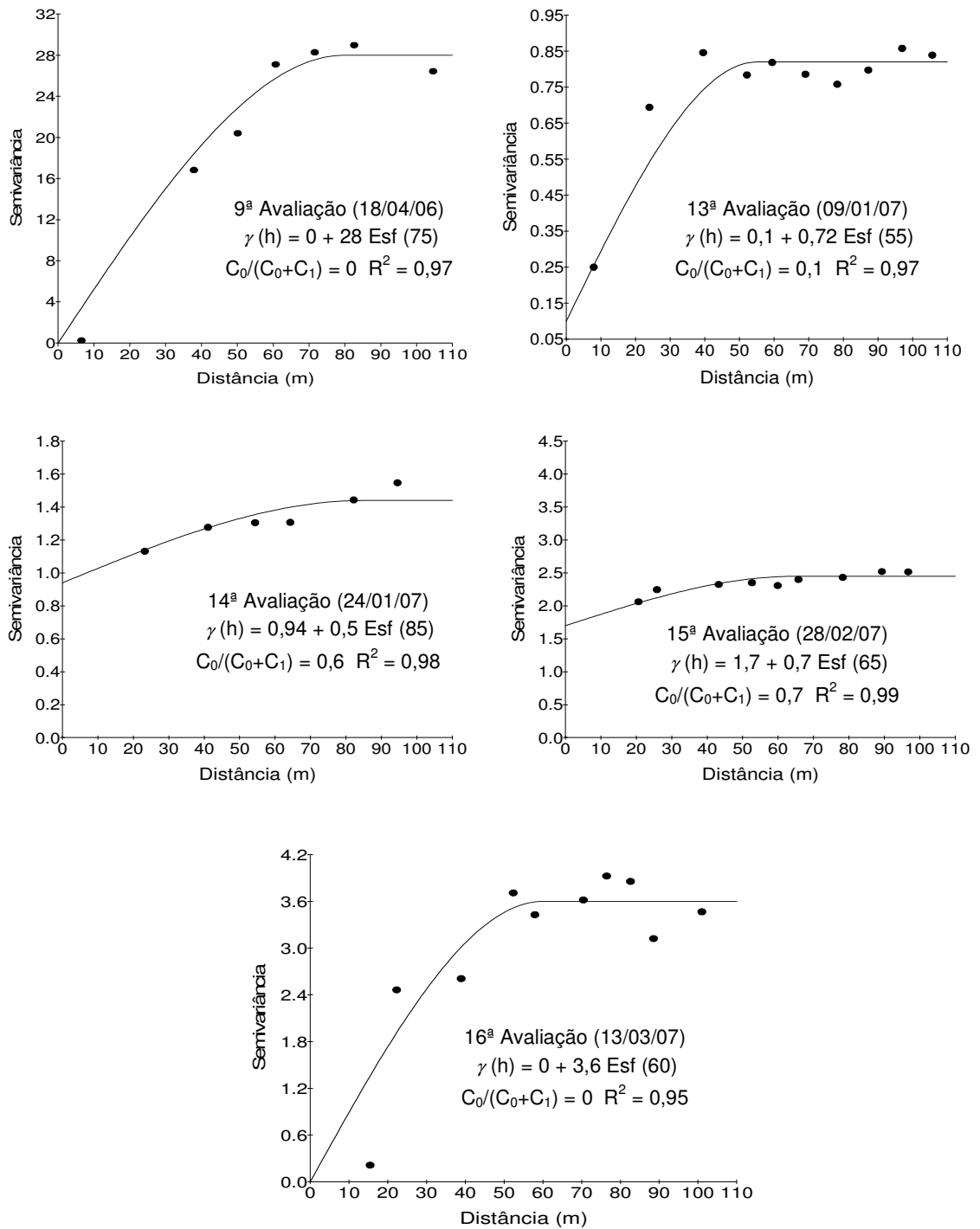


Figura 21 - Semivariograma das avaliações de ninfas de *D. citri* amostradas nas plantas cítricas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

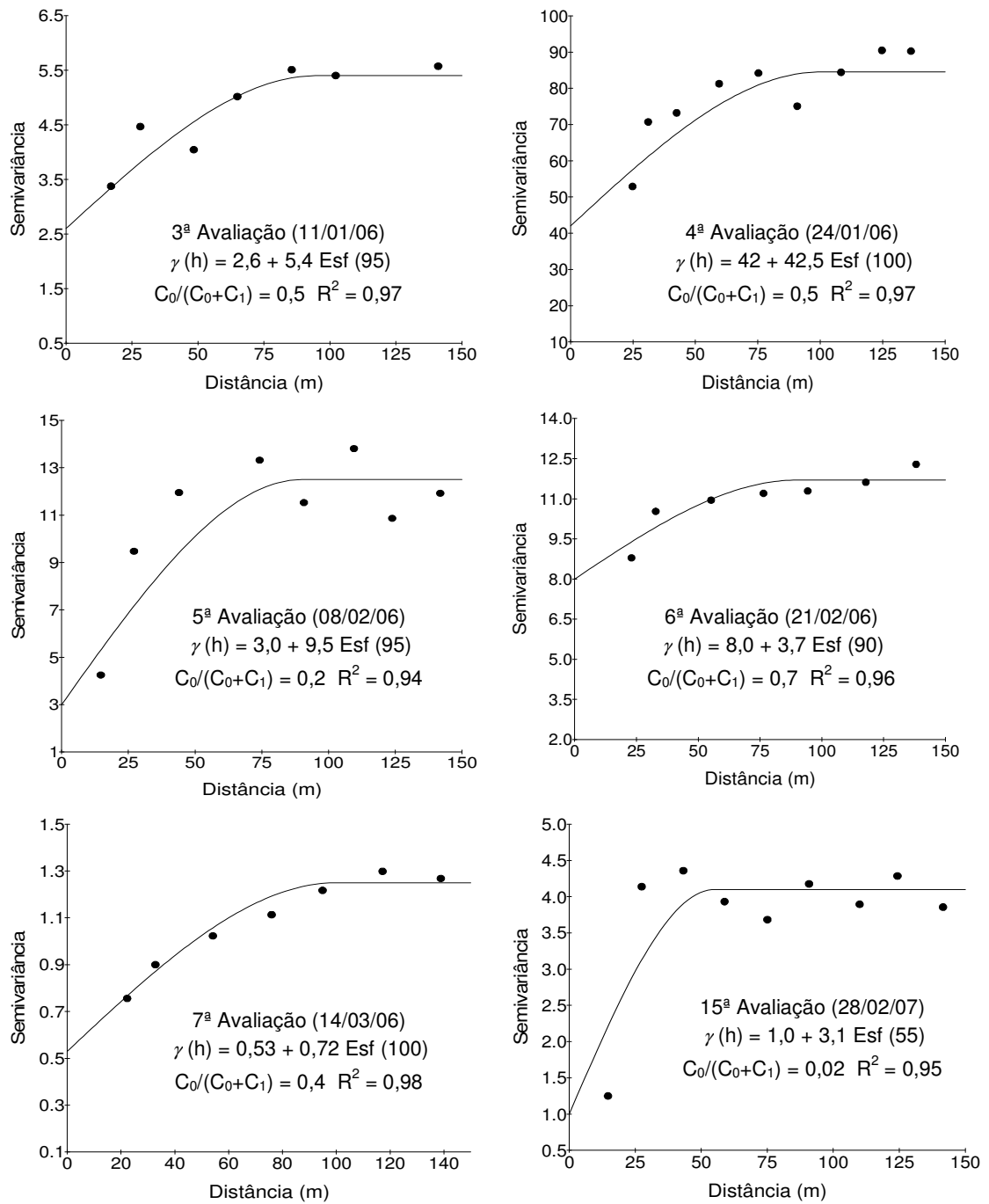


Figura 22 - Semivariograma das avaliações de ninfas de *D. citri* amostradas nas plantas cítricas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

Foram elaborados os mapas de krigagem, os quais permitiram visualizar o comportamento da distribuição espacial de ninfas de *D. citri* nas áreas experimentais.

Em ambas as áreas experimentais observou-se que inicialmente houve o surgimento de alguns focos de ninfas na área e que, posteriormente ocorreu a formação de reboleiras. O tamanho dessas reboleiras foi determinado em função da época de maior ou menor incidência de ninfas de *D. citri* (Figuras 23 a 24).

Por meio dos mapas de krigagem verificou comportamento semelhante de adultos e ninfas de *D. citri* quanto a forma de distribuição, localização das reboleiras na área, além do tamanho dessas reboleiras. Na área 1, quando se comparou os mapas de adultos e ninfas de *D. citri*, na avaliação correspondente ao mês de dez/2005, verificou que praticamente nos mesmos locais em que se teve as reboleiras de psilídeos adultos (Figura 14), também encontraram reboleiras das ninfas (Figura 23) e, que além disso o raio de agregação foi de 70 m para as duas variáveis (Figuras 8 e 20 para adultos e ninfas, respectivamente).

Ainda, na área 1, no mês de fev/2006 também verificou que praticamente nos mesmos locais em que encontraram reboleiras de adultos (Figura 14) também encontraram reboleiras das ninfas (Figura 23) e, que além disso o raio de agregação foi de 75 m para adultos e ninfas de *D. citri* (Figuras 8 e 20).

Na área 2, foi observado o mesmo comportamento relatado para a área 1. Quando se comparou os mapas de adultos e ninfas de *D. citri*, na avaliação correspondente ao mês de jan/2006, verificou que nos mesmos locais em que se teve reboleiras de adultos (Figura 18), também foram encontradas reboleiras das ninfas (Figura 25) e, além disso, o raio de agregação para as variáveis foi praticamente igual, em torno dos 90-95 m (Figuras 12 e 22).

Sendo assim, conclui-se que existe grande relação entre a população de adultos e ninfas de *D. citri* quanto: a forma de distribuição, que foi agregada nas duas áreas; a localização das reboleiras na área e, o tamanho das reboleiras. Portanto, quando surgiram novos focos de adultos de *D. citri* na área, nesses mesmos locais também ocorreu o surgimento de focos de ninfas que

posteriormente, formaram reboleiras de tamanho diferenciado em função da maior ou menor incidência da praga.

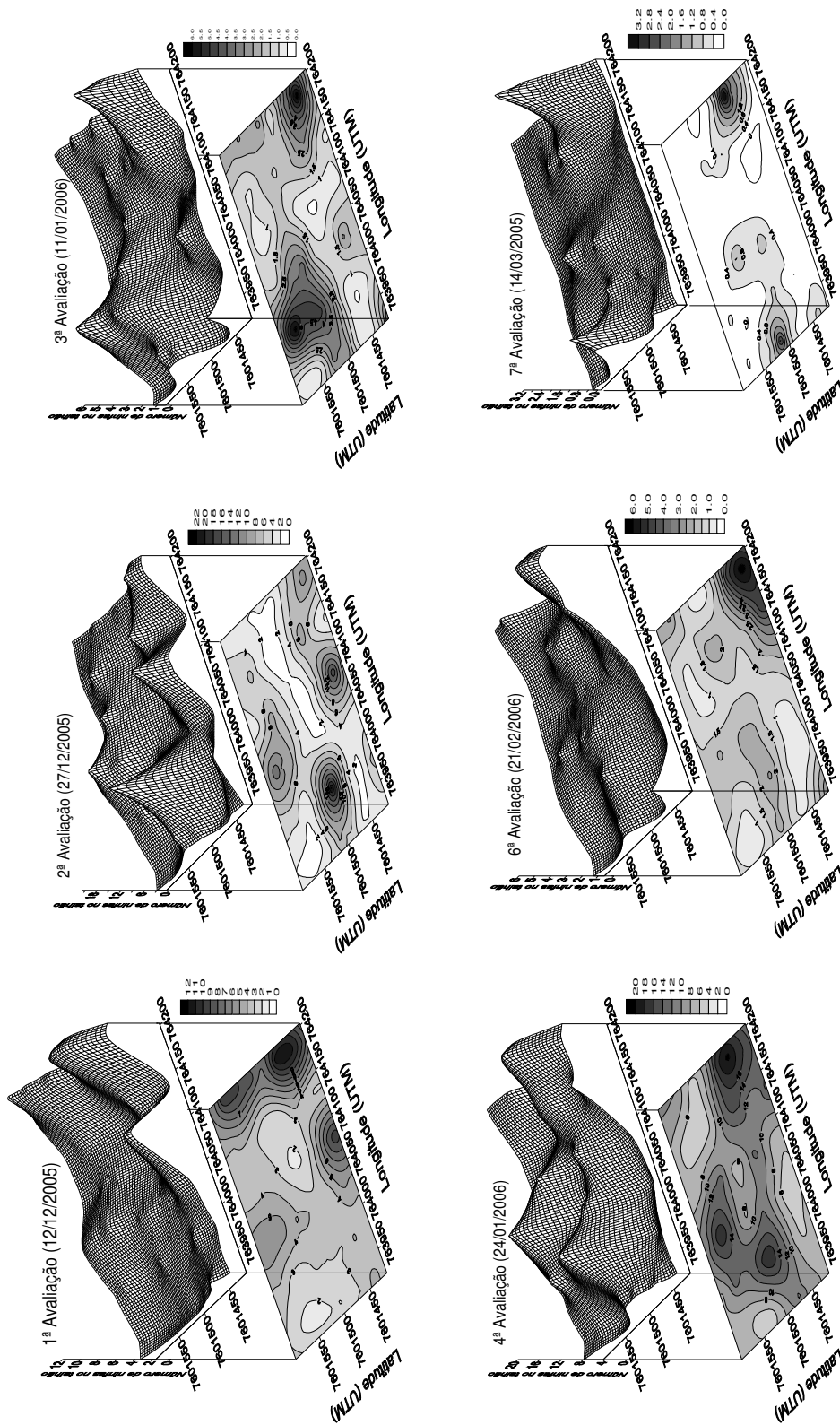


Figura 23 – Distribuição espacial das ninfas de *D. citri* amostradas nas plantas cítricas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

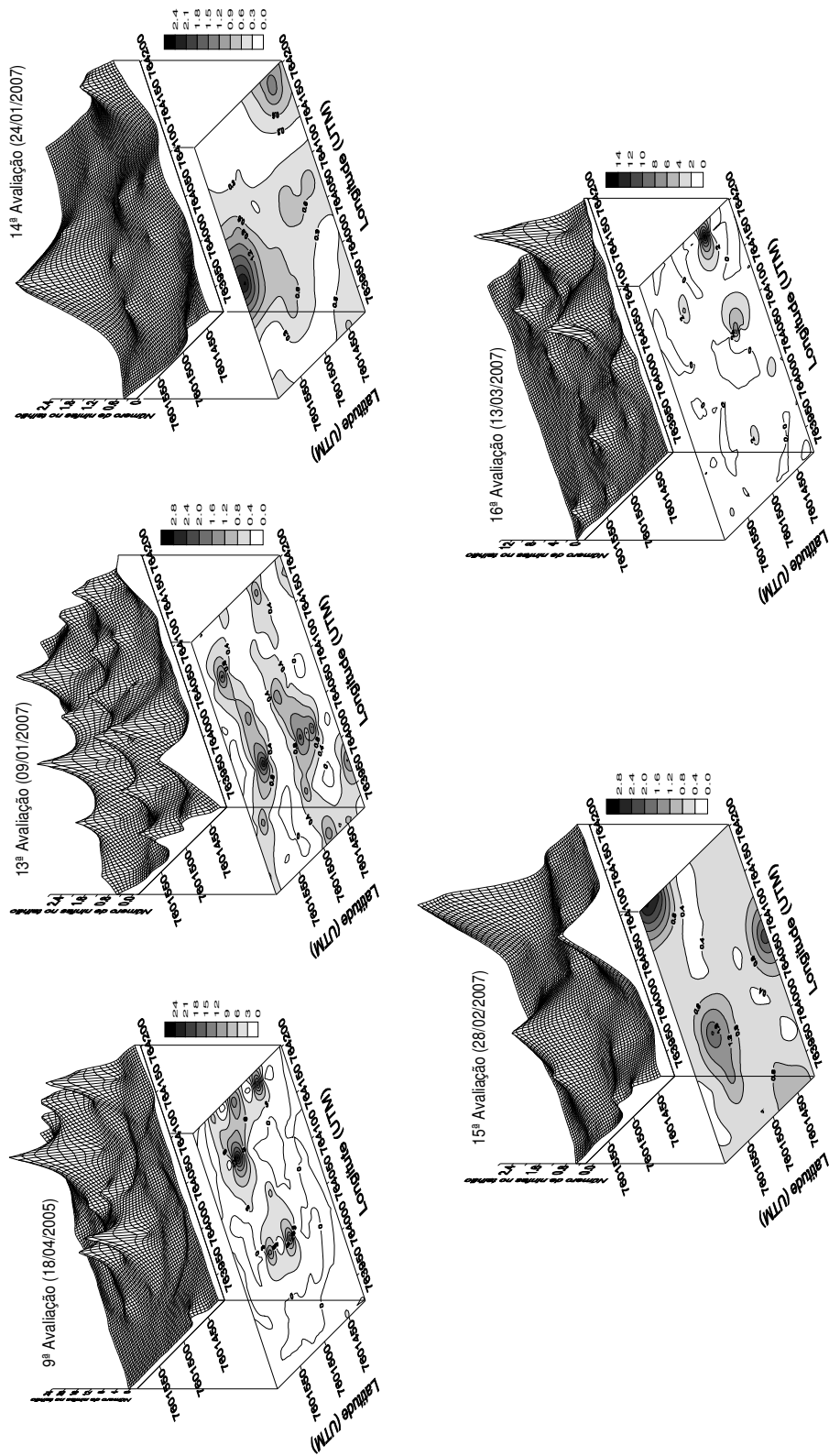


Figura 24 – Distribuição espacial das ninfas de *D. citri* amostradas nas plantas cítricas da área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

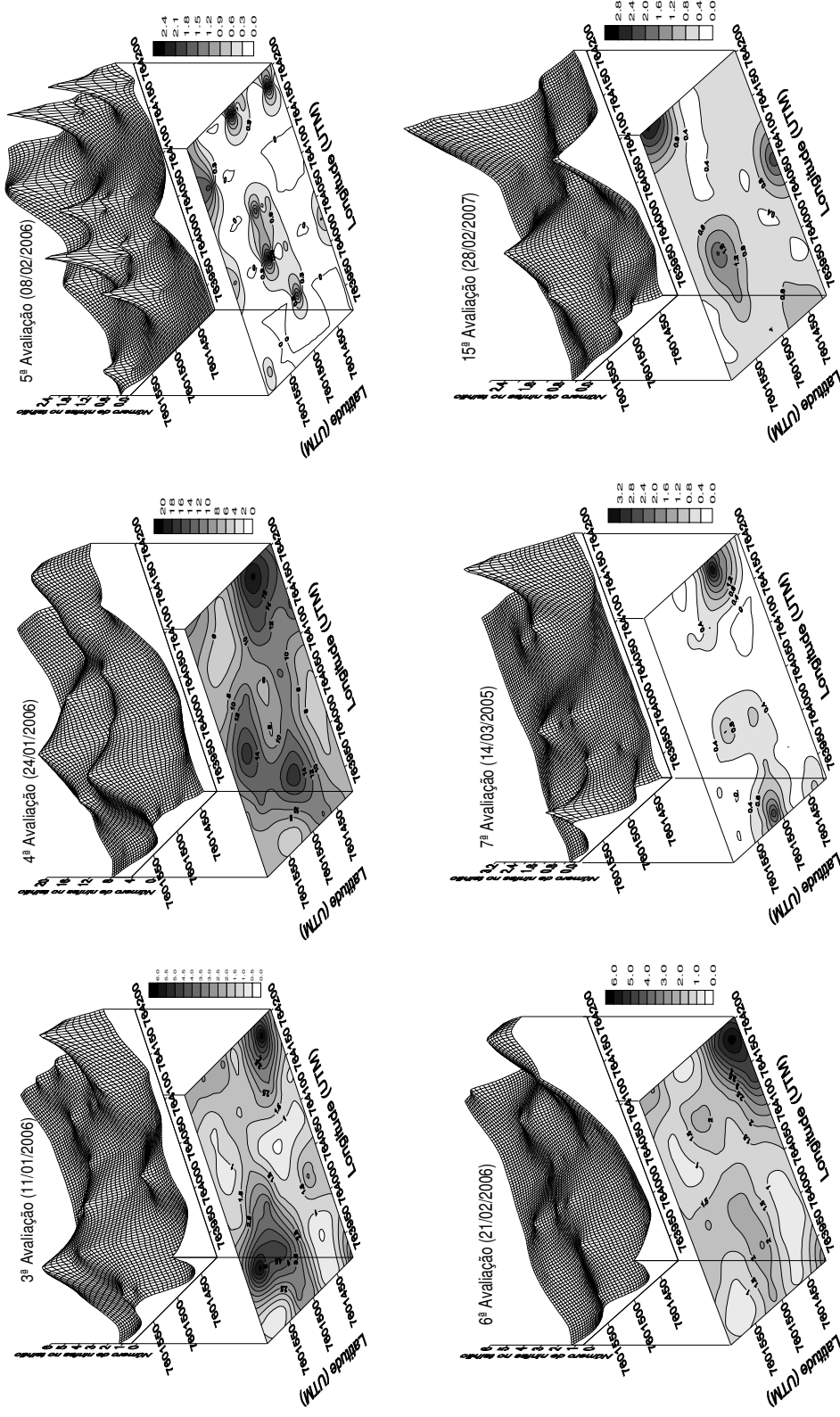


Figura 25 – Distribuição espacial das ninfas de *D. citri* amostradas nas plantas cítricas da área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão – SP).

Assim como para os adultos, em algumas avaliações de ninfas não houve ajuste dos dados a nenhum modelo de semivariograma. Na área 1, quando a média de ninfas por brotação foi inferior a 0,32 não houve ajuste do semivariograma a nenhum modelo (Tabela 9). Na área 2, quando a média de ninfas por brotação foi inferior a 0,35, também não houve ajuste do semivariograma (Tabela 10). Dessa forma, nessas avaliações a ocorrência de ninfas em ambas as áreas experimentais ocorreu de forma aleatória no pomar.

Tabela 9. Parâmetros do semivariograma não ajustado de algumas avaliações de ninfas de *D. citri* amostradas nas plantas cítricas na área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliação	Data da Avaliação	Média de ninfas de psilídeos por brotação	Efeito Pepita
5	08/02/06	0,25	$\gamma(h) = 0,43$
8	28/03/06	0,09	$\gamma(h) = 0,20$
11	06/12/06	0,32	$\gamma(h) = 2,05$
12	21/12/06	0,02	$\gamma(h) = 0,02$
17	27/03/07	0,20	$\gamma(h) = 0,40$

* Quando a média de ninfas por parcela nas brotações foi inferior a 0,32 não houve ajuste do semivariograma

Tabela 10. Parâmetros do semivariograma não ajustado de algumas avaliações de ninfas de *D. citri* amostradas nas plantas cítricas na área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliação	Data da Avaliação	Média de ninfas de psíldeos por brotação	Efeito Pepita
2	27/12/05	0,03	$\gamma(h) = 0,04$
8	28/03/06	0,09	$\gamma(h) = 0,18$
9	18/04/06	0,35	$\gamma(h) = 1,00$
11	06/12/06	0,04	$\gamma(h) = 0,06$
12	21/12/06	0,09	$\gamma(h) = 0,11$
13	09/01/07	0,32	$\gamma(h) = 0,40$
14	24/01/07	0,25	$\gamma(h) = 0,35$
16	13/03/07	0,07	$\gamma(h) = 0,09$
17	23/03/07	0,15	$\gamma(h) = 0,27$

* Quando a média de ninfas nas brotações por parcela foi inferior a 0,35 não houve ajuste do semivariograma

4.6. Resultados da geoestatística das plantas de citros com greening

Verificou-se na primeira inspeção da área 1, num total de 1848 plantas, a presença de três plantas com greening, ou seja, 0,16% do total de plantas cultivadas nessa área (Figura 7A). No decorrer das inspeções houve aumento do número de plantas doentes, sendo que no período de 2 anos foram encontradas 51 plantas com greening, correspondendo a 2,76% do total de plantas na área. Assim, houve um crescimento de 1700% no número de plantas doentes desta área.

Na área 2, na primeira inspeção foram encontradas 18 plantas doentes, correspondendo a 1,02% do total de plantas (Figura 7B). Houve no decorrer do período experimental aumento do número de plantas com greening e, no período de 2 anos foram encontradas 50 plantas doentes, o equivalente a 2,83% do total de plantas. Portanto, houve um crescimento de 277,78% no número de plantas doentes desta área.

A dependência espacial do número de plantas de citros com greening foi estudada por meio de semivariogramas e, quando o número de plantas doentes da área 1 foi superior a 10, houve o ajuste do semivariograma ao modelo esférico. Para a área 2, o ajuste ocorreu em todas as amostragens, uma vez que na primeira amostragem já foram encontradas 18 plantas doentes.

Através dos semivariogramas da área 1, observou-se que o alcance de dependência espacial de plantas com greening variou de 55 a 85 m (Figuras de 26 e 27). Esses resultados indicam que inicialmente surgiu um foco de plantas doentes e que no decorrer da experimentação o foco aumentou de tamanho originando reboleiras de plantas doentes. Além da formação dessa reboleira inicial surgiram outros novos focos na área.

O raio de agregação das plantas com greening determinado nas avaliações da área 1, foi semelhante ao raio de agregação de adultos de *D. citri*. Observou-se uma certa coincidência entre os locais e os tamanhos das reboleiras da praga e das plantas com greening.

Na área 2, observou-se que o alcance de dependência espacial das plantas com greening variou de 95 a 100 m (Figuras 28 e 29), valores do alcance que também coincidiu com o determinado nessa área para os adultos de *D. citri*.

Ainda na área 2, ressalta-se que em algumas avaliações não houve aumento do número de plantas doentes e, portanto os dados do semivariogramas para essas avaliações foram os mesmos (Figura 28). Nas 2ª, 3ª e 4ª avaliações o número de plantas com greening foi constante sendo igual a 24. Na 5ª, 6ª e 7ª avaliações, o número de plantas doentes também foi constante sendo igual a 25.

A relação $C_0 / (C_0 + C_1)$, nas duas áreas variaram de 0 a 0,7 (Figura 26 a 29), indicando que as plantas com greening se distribuíram de forma agregada.

Algumas pesquisas utilizaram a geoestatística para avaliar a existência ou não da dependência espacial de outras doenças do citros. GOTTWALD et al., (1996) avaliou a distribuição espacial e temporal da Tristeza do Citros e, verificaram distribuição agregada da doença e expansão das plantas doentes por toda área.

ROBERTO et al. (2002) estudaram a dependência espacial da Clorose Variiegada do Citros e também verificaram distribuição agregada da doença no campo, com um alcance de dependência espacial das plantas doentes de 10 a 14 m. Os autores observaram, ainda, através dos mapas de krigagem expansão da CVC na área e, concluíram que o uso da geoestatística foi de extrema importância para verificar o comportamento da doença na fazenda.

Por meio dos resultados dessas pesquisas observa-se a importância da geoestatística no estudo da expansão de plantas contaminadas na área. Os resultados obtidos na presente pesquisa corroboram com aqueles obtidos por GOTTWALD et al., (1996) e ROBERTO et al. (2002), pois mesmo sendo insetos-vetores e patógenos diferentes dos estudados na presente pesquisa, destaca-se o uso positivo da geoestatística para determinar a dependência espacial e a expansão de plantas contaminadas.

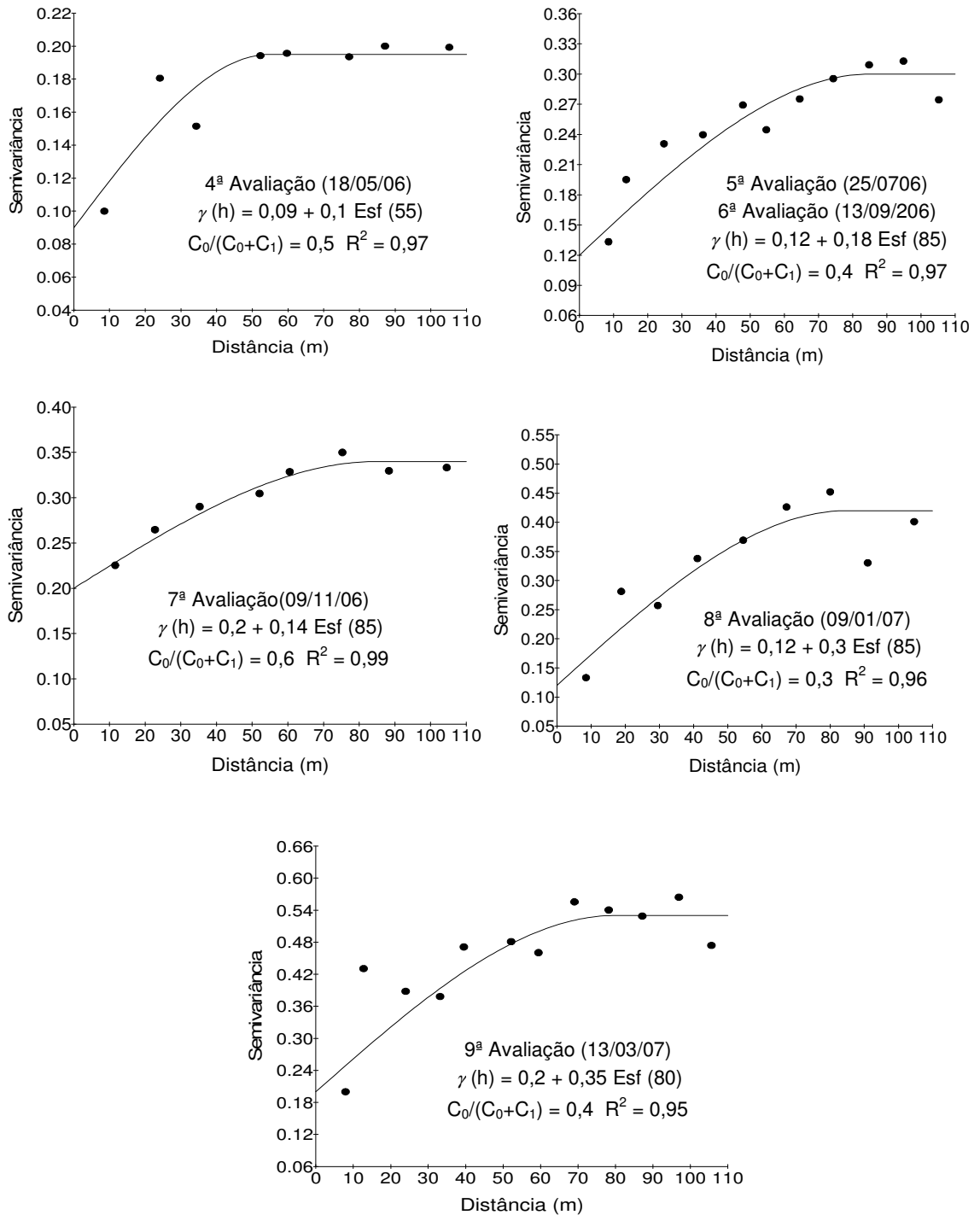


Figura 26 - Semivariograma das avaliações de plantas com greening na área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

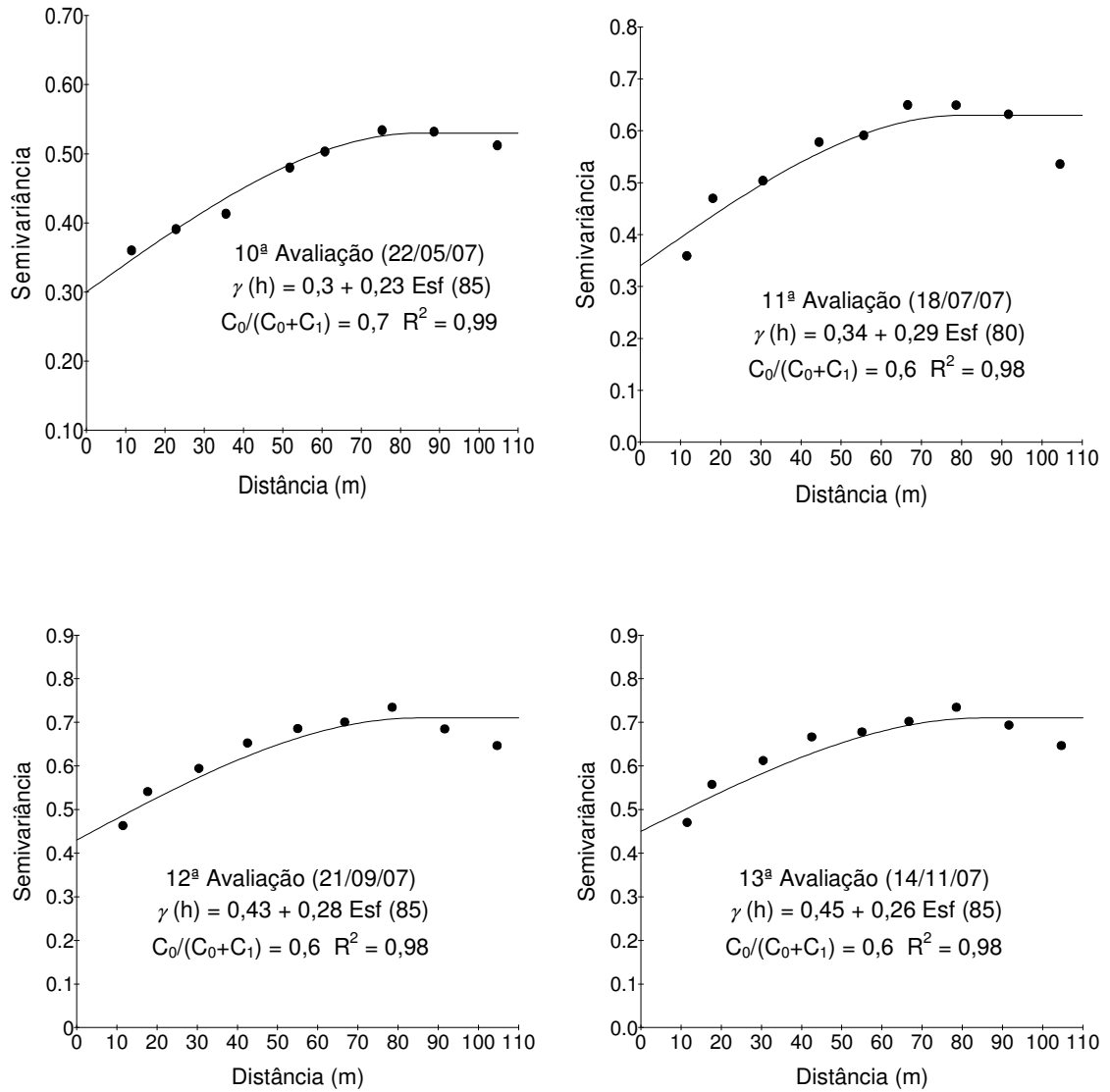


Figura 27 - Semivariograma das avaliações de plantas com greening na área 1, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

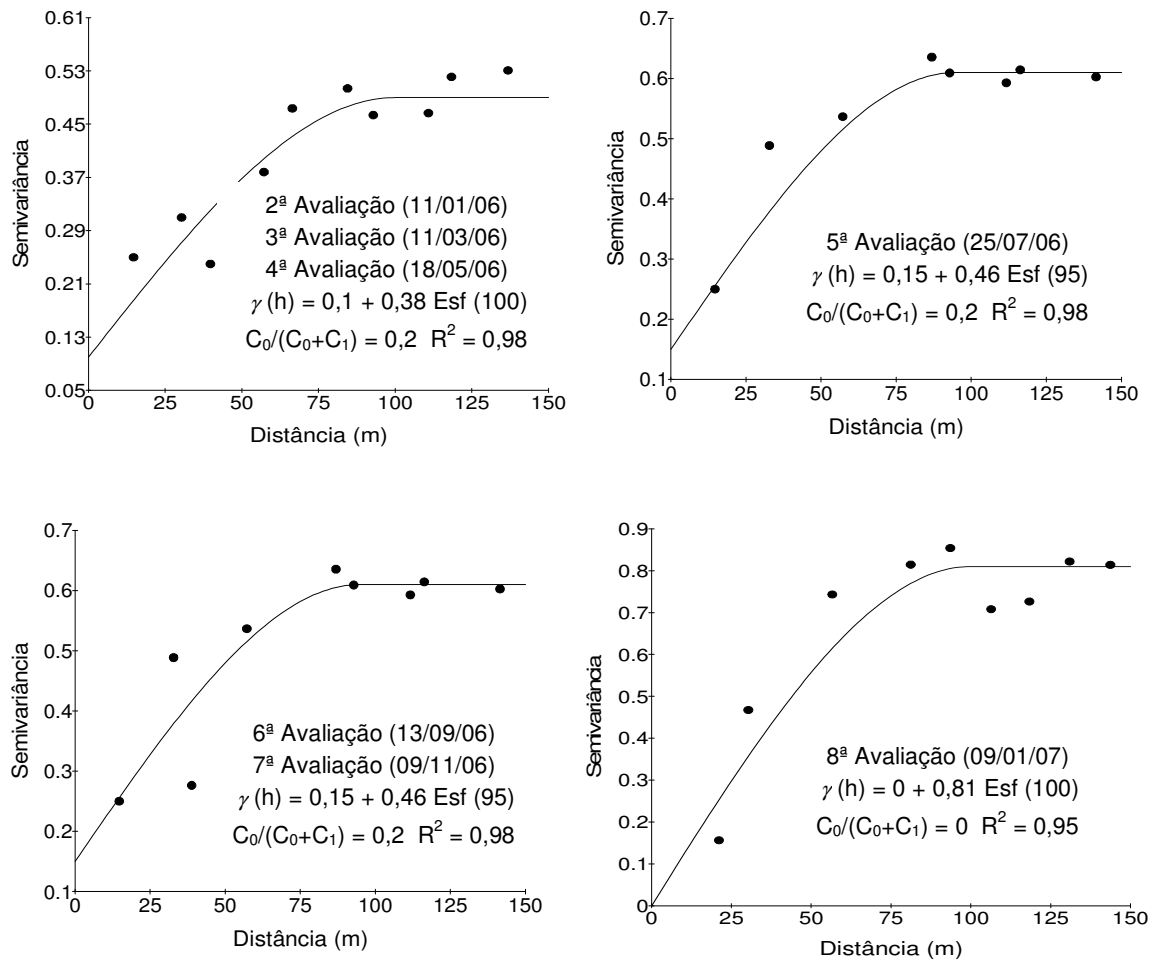


Figura 28 - Semivariograma das avaliações de plantas com greening na área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

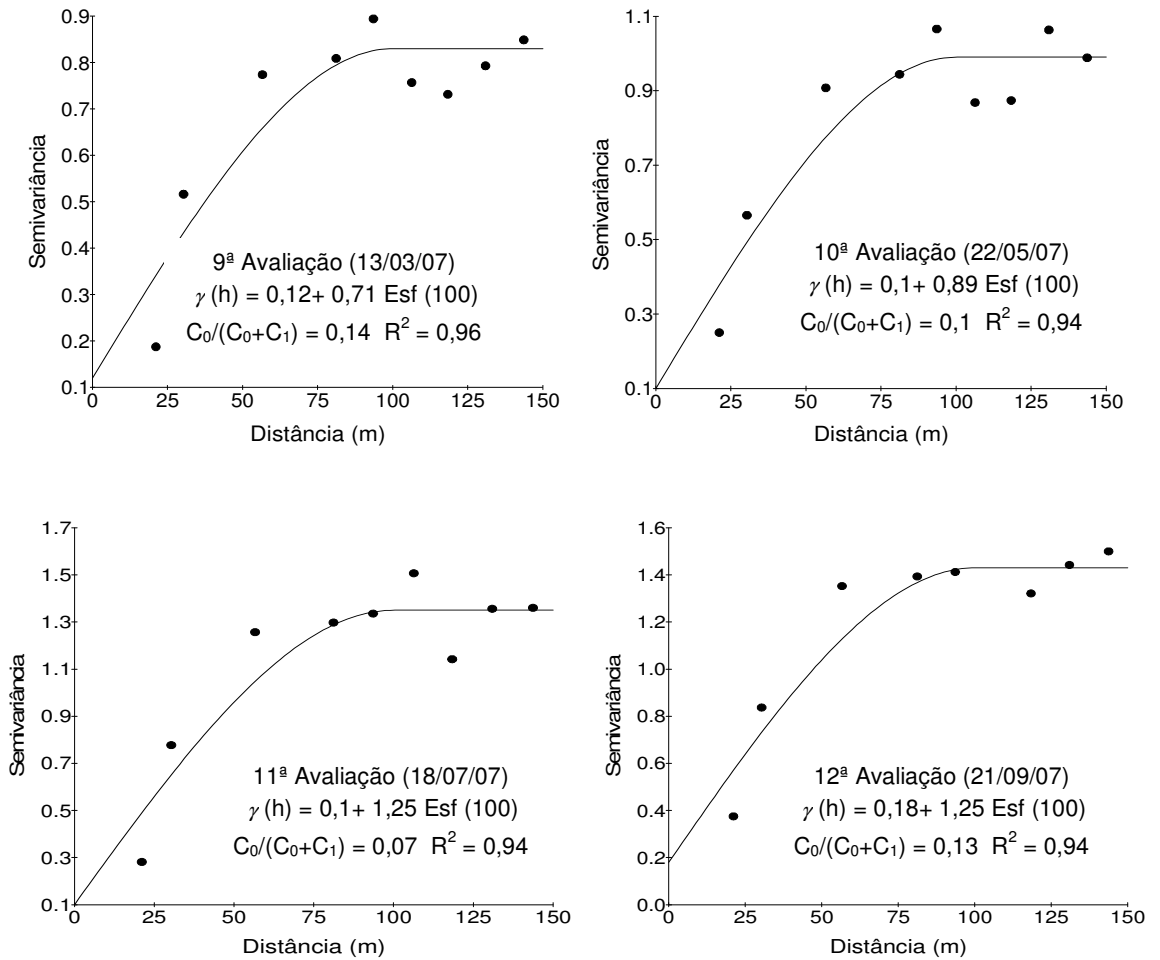


Figura 29 - Semivariograma das avaliações de plantas com greening na área 2, no período de dez/2005 a nov/2007, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Foram elaborados os mapas de krigagem, os quais permitiram visualizar o comportamento da dependência espacial das plantas com greening nas áreas experimentais.

Verificou-se na área 1, praticamente em todo o período experimental o surgimento de apenas dois focos de plantas com greening que aumentaram de tamanho formando reboleiras de plantas doentes (Figuras 30 e 31).

Ainda na área 1, na primeira inspeção observou-se apenas um foco de plantas com greening situada na altura da latitude 7601450 e longitude 764000 (Figura 30). Na inspeção seguinte (2ª inspeção), além do foco inicial houve o surgimento de um novo foco de plantas doentes do lado oposto da fazenda onde surgiu o primeiro foco (Figura 30), que foi originado por psilídeos contaminados vindos do pomar vizinho da área estudada. A partir da terceira inspeção, houve aumento no tamanho das reboleiras de plantas doentes (Figuras 30 e 31), fazendo com que a doença se expandisse praticamente por toda a área.

Observou grande relação entre os locais de reboleiras de plantas com greening (Figuras 30 e 31), com os locais de reboleiras de adultos de *D. citri* (Figuras 14 a 17), que pode ser verificado por meio dos mapas de krigagem considerando as mesmas épocas de avaliação.

Na área 2, na primeira inspeção observou dois focos de plantas com greening, que nas inspeções seguintes, originaram reboleiras de plantas doentes de tamanhos maiores (Figuras 32 e 33).

Assim como ocorreu na área 1, existiu grande relação dos locais de surgimento das reboleiras de plantas com greening (Figuras 32 e 33), com as reboleiras de psilídeos na área 2 (Figuras 18 e 19).

Nas duas áreas experimentais observou por meio dos mapas de krigagem locais específicos da ocorrência dos primeiros focos de plantas doentes que, aumentaram de tamanho originando reboleiras maiores.

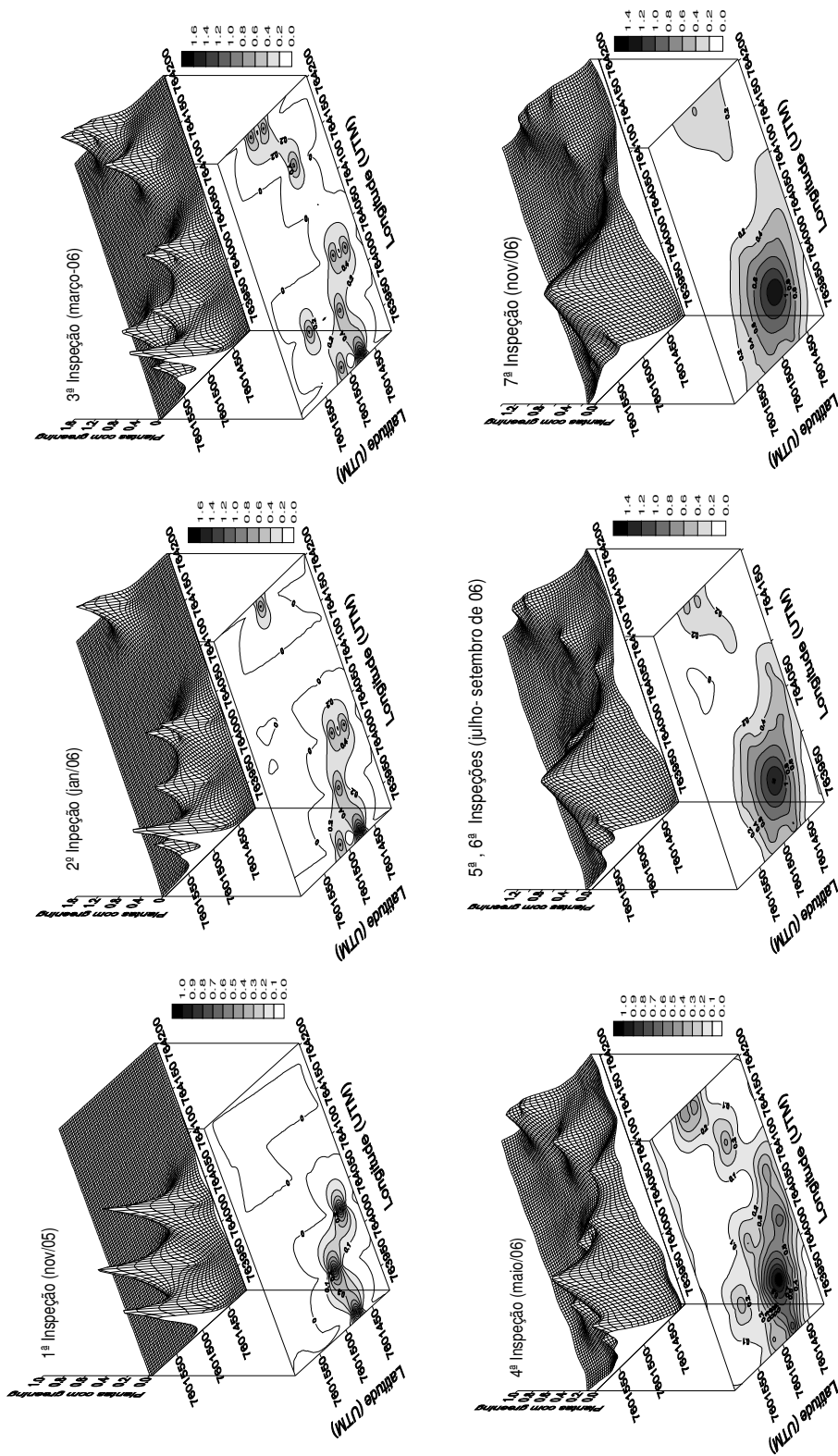


Figura 30 – Dependência espacial das plantas com greening na área 1, inspeccionadas no período de dez/2005 a nov/2007, na Fazenda Marchesan (Matão-SP).

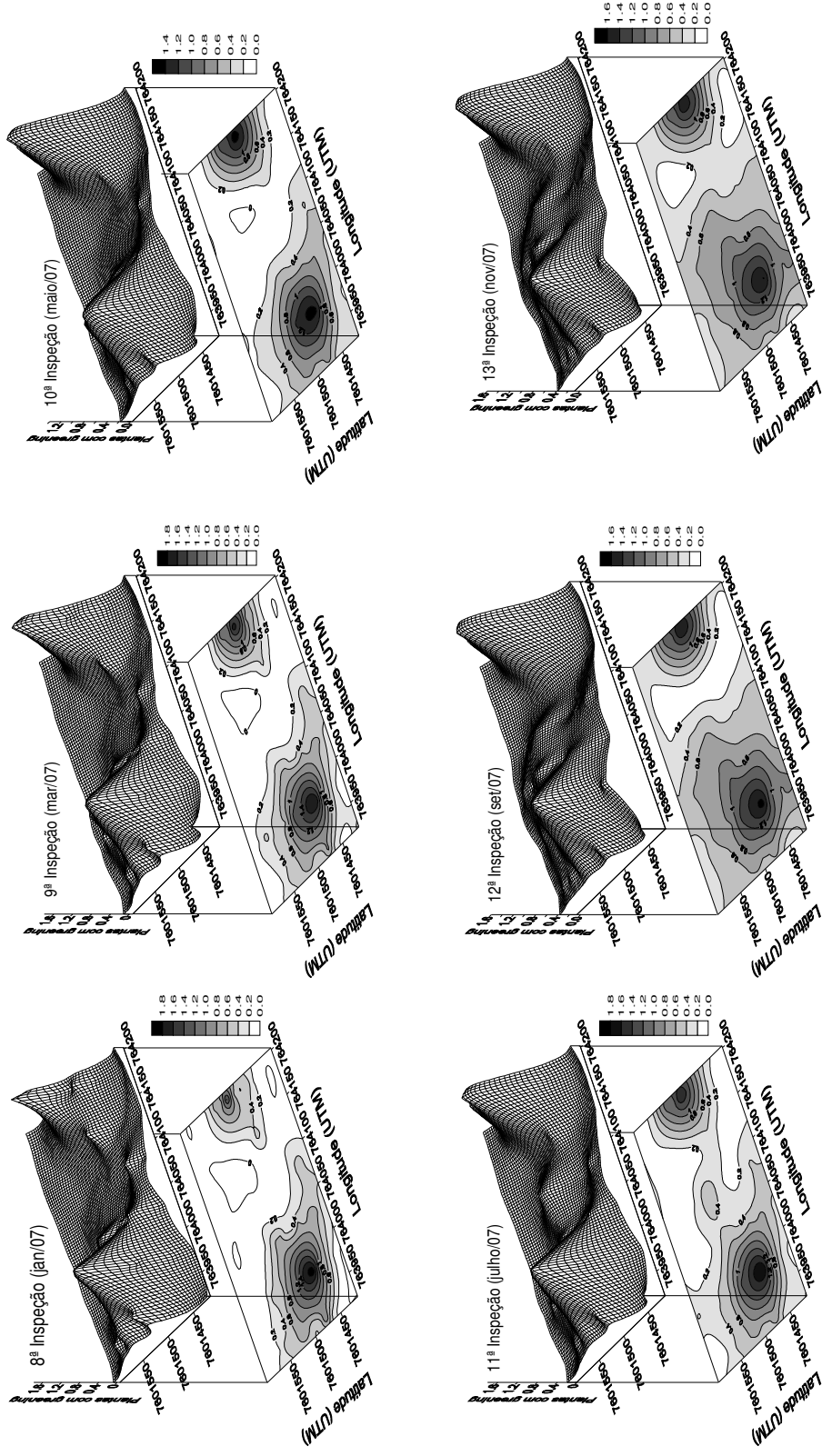


Figura 31 – Dependência espacial das plantas com greening na área 1, inspecionadas no período de dez/05 a nov/07, na Fazenda Marchesan (Matão-SP).

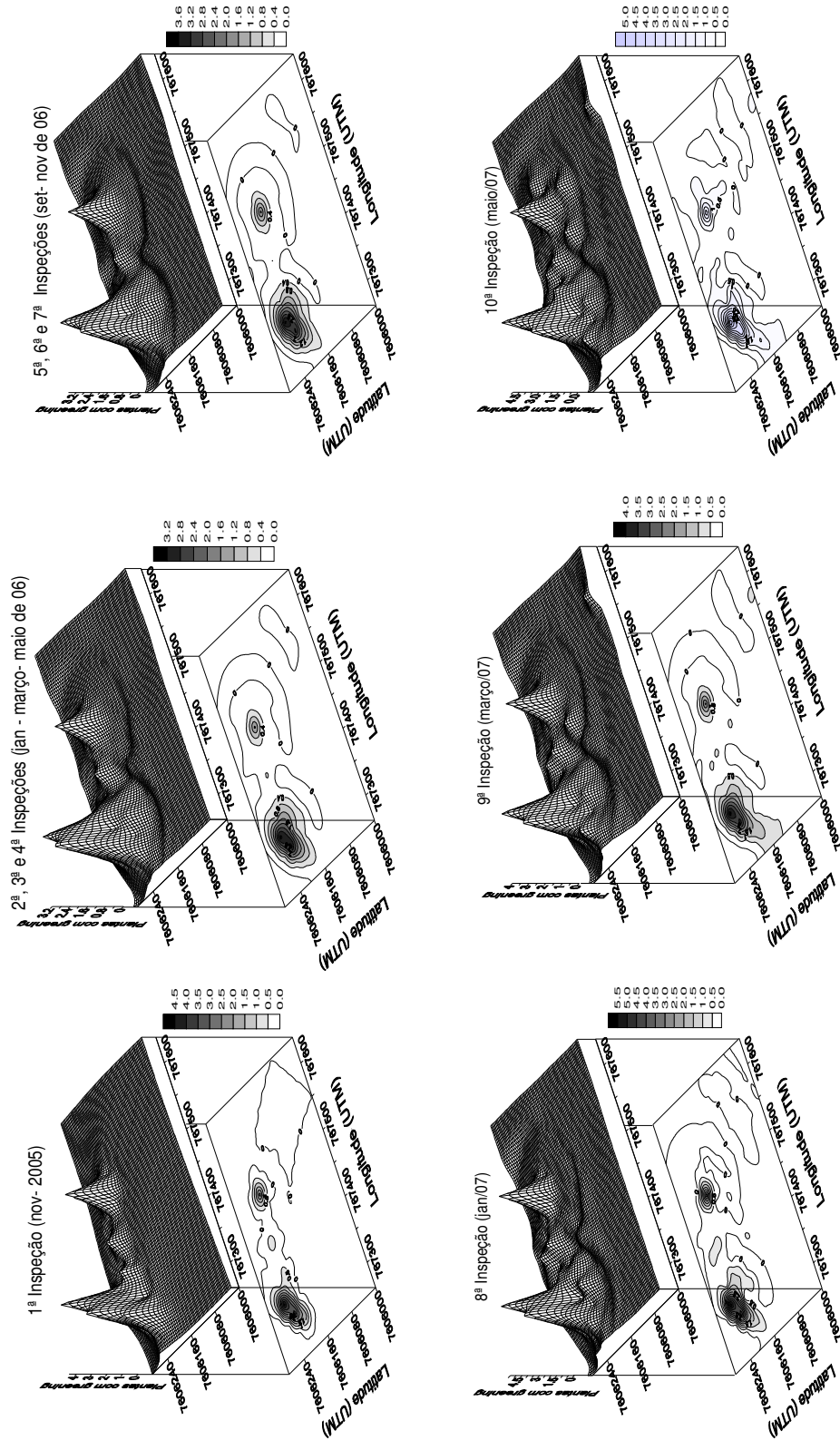


Figura 32 – Dependência espacial das plantas de citros com greening na área 2, inspecionadas no período de dez/2005 a nov/2007, na Fazenda Marchesan (Matão-SP).

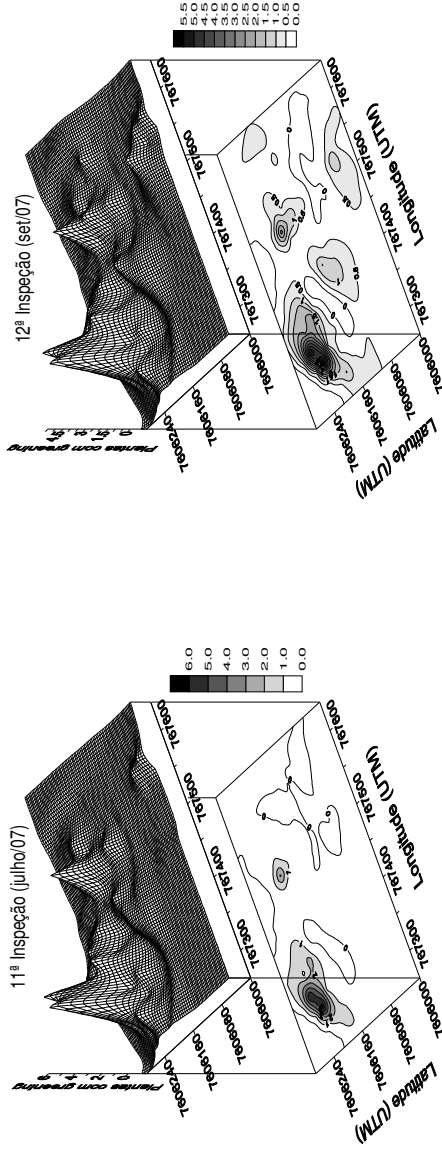


Figura 33 – Dependência espacial das plantas de citros com greening na área 2, inspecionadas no período de dez/2005 a nov/2007, na Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Em algumas avaliações de plantas com greening não houve ajuste dos dados a nenhum modelo de semivariograma. Na área 1, não houve ajuste nas três primeiras inspeções quando o número de plantas doentes foi inferior a 10 (Tabela 11).

Na área 2, quando o número de plantas com greening na área foi inferior 18, também não houve ajuste do semivariograma (Tabela 12).

Tabela 11. Parâmetros dos semivariogramas não ajustados das plantas com greening na área 1, no período de dez/05 a nov/07, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliação	Data da Avaliação	Número de plantas com greening na área 1	Efeito Pepita
1	11/11/05	3	$\gamma(h) = 0,04$
2	11/01/06	7	$\gamma(h) = 0,09$
3	14/03/06	10	$\gamma(h) = 0,11$

* Quando o número de plantas com greening na área foi inferior a 10 não houve ajuste do semivariograma

Tabela 12. Parâmetros dos semivariogramas das plantas com greening na área 2, no período de dez/05 a nov/07, da Fazenda Marchesan (Matão-SP).

Avaliação	Data da Avaliação	Número de plantas com greening na área 2	Efeito Pepita
1	11/11/05	18	$\gamma(h) = 0,50$

* Quando o número de plantas com greening na área foi inferior a 18 não houve ajuste do semivariograma

4.7. Relação entre os mapas de incidência de adultos de *D. citri* e de plantas com greening nas áreas experimentais

Existiu certa relação entre os mapas de incidência de adultos de *D. citri* e de plantas com greening nas áreas estudadas.

Por meio dos mapas de krigagem, verificou que as reboleiras de plantas doentes coincidiram com as reboleiras de adultos de psilídeos na área 1 (Figura 29 e Figura 14). Na área 2, também foram observados resultados semelhantes quanto aos locais de ocorrência de reboleiras de adultos de *D. citri* (Figuras 14 a 17) e de plantas doentes (Figuras 32 e 33).

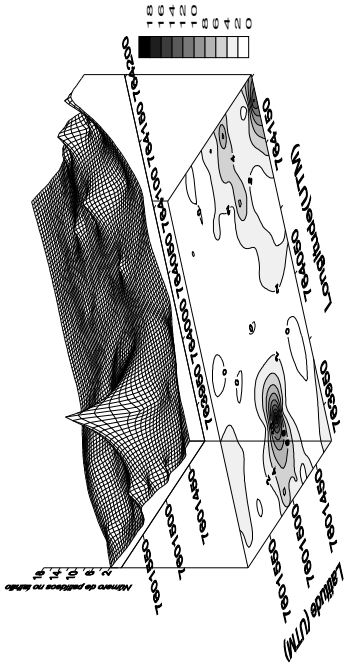
Foram apresentados alguns mapas de krigagem relacionando as épocas de maior incidência de psilídeos com o aumento do número de plantas doentes, cujos sintomas pelas plantas foram mostrados de nove a 12 meses depois da alta incidência da praga.

Sendo assim, a Figura 34 (área 1) mostra essa relação em duas épocas diferentes. Observou-se que em mar/2006, ocorreu aumento expressivo do número de psilídeos na área (Figura 7A), que pode ter influenciado no aumento do tamanho de suas reboleiras. Após, aproximadamente 12 meses (mar/2007) da alta incidência de adultos de *D. citri*, ocorreu também o aumento do número de plantas doentes e, conseqüentemente o tamanho da reboleira de plantas com greening foi aumentada.

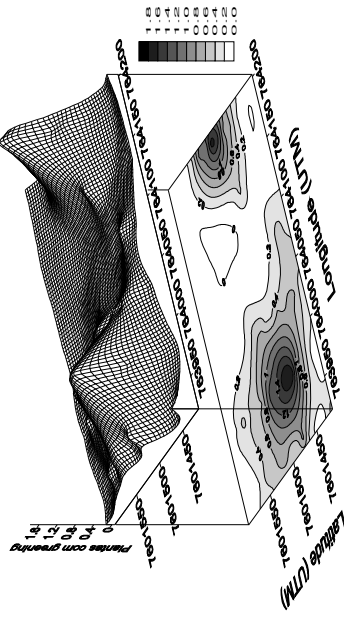
Comportamento semelhante a esse, ainda na área 1, foi verificado em outra época, quando no mês de dez/2006 a população da praga também aumentou e, depois de nove meses (set/2007) da alta população de psilídeos também houve o aumento da reboleira de plantas doentes (Figura 34).

Na área 2, observou-se que em fev/2006 ocorreu um aumento expressivo do número de psílídeos o que pode ter alguma relação com o aumento de plantas doentes que ocorreu após 11 meses da alta incidência da praga na área (jan/07), como pode ser verificado na Figura 35.

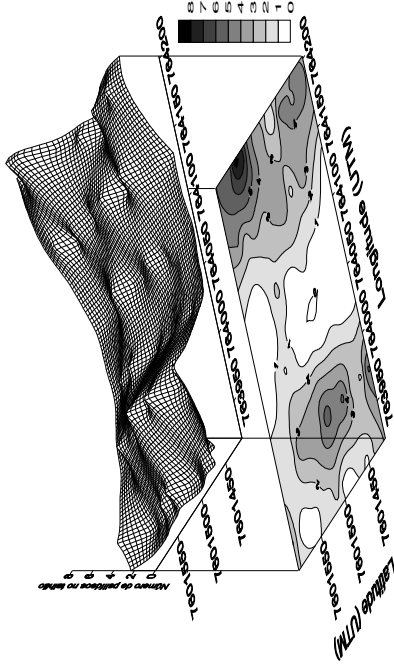
Avaliação de adultos de *D. citri* realizada em março de 2006



Inspeção de plantas com greening realizada em março de 2007



Avaliação de *D. citri* realizada em dezembro de 2006



Inspeção de plantas com greening realizada em setembro de 2007

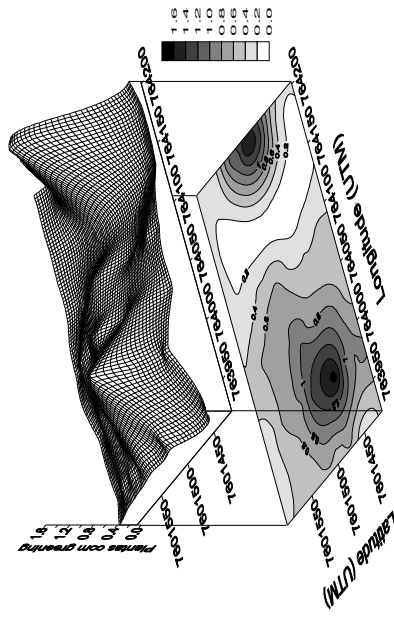
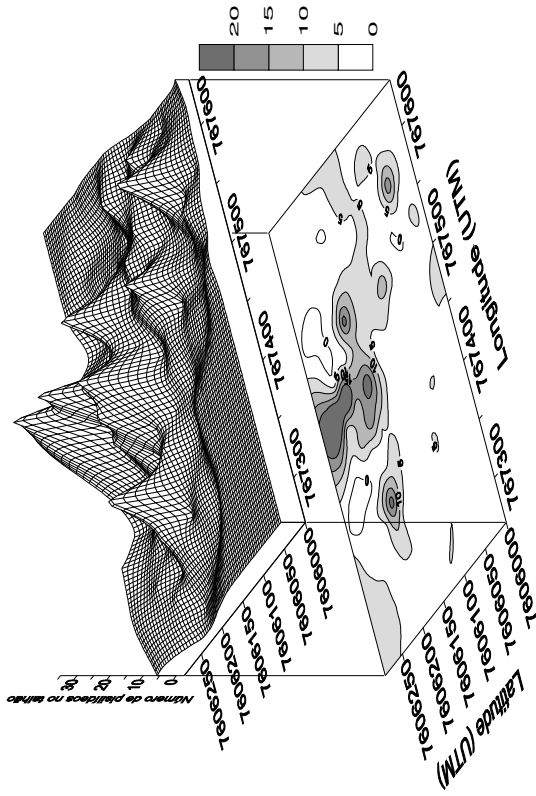


Figura 34 – Relação entre a incidência de adultos de *D. citri* com o número de plantas com greening da área 1, nas avaliações em que ocorreu alta incidência de psídeos resultando no aumento do número de plantas doentes representadas pelas reboleiras.

Amostragem de adultos de *D. citri* realizada em fevereiro de 2006



Inspeção de plantas com greening realizada em janeiro de 2007

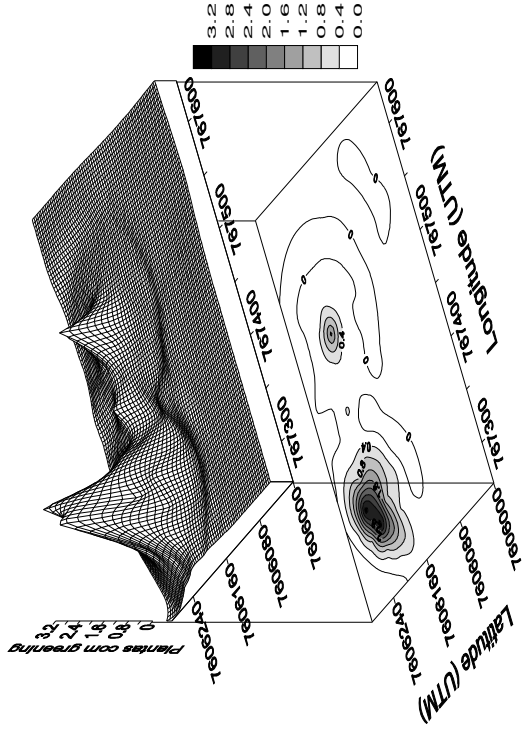


Figura 35 – Relação entre a incidência de adultos de *D. citri* com o número de plantas com greening da área 2, nas avaliações em que ocorreu alta incidência de psilídeos resultando no aumento do número de plantas doentes representadas pelas reboleiras.

5. CONCLUSÕES

Nas condições do experimento, concluiu-se que:

- A maior incidência de adultos e ninfas de *D. citri* ocorreu no período de primavera e verão.
- A área com plantas de quatro anos de idade apresentou maior incidência de adultos e ninfas de *D. citri* quando comparada com a área com plantas de 12 anos de idade.
- A distribuição espacial de adultos e ninfas de *D. citri* em laranjeira Valência foi agregada, com raio de agregação que variou de 55 a 100 m para ninfas e 65 a 90 m para adultos.
- Houve dependência espacial das plantas com greening, indicando distribuição agregada com raio de agregação que variou de 55 a 100 m.
- Houve certa coincidência entre as reboleiras de plantas doentes e de psilídeos nas duas áreas.
- A geoestatística foi uma boa metodologia para estudo da expansão da doença nas duas áreas de laranjeira Valência.

6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2008. 520 p.

AUBERT, B. *Trioza erythrae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homóptera: Psyllidae), the two vectors of citrus greening disease: biological

aspects and possible control strategies. **Fruits**, Montpellier, n.42, p. 149-162, 1987.

BARBOSA, J.C.; MASSARI, C.A.; AYRES, A.J. **Incidência e distribuição do greening (HLB) no estado de São Paulo**. Disponível em: <www.ccsm.br/30_semana_citricultura.html>. Acesso em: 25 ago. 2008.

AYRES, A.J.; BELASQUE, J.J.; SPÓSITO, M.B.; BASSANEZI, R.B.; LOPES, S.A. **Manual de greening**. Araraquara: Fundecitrus. 2005. 12 p.

BARRIGISSI, J.A.F.; YUONG, L.J.; CRAWFORD, C.A.G.; HEIN, G.L.; HIGLEY, L.G. Spatial and probability distribution of mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environ. Entomol.**, v.30, p. 244-253, 2001.

BELOTI, V.H.; RUGNO, G.R.; FELIPPE, M.R.; YAMAMOTO, P.T. Incidência de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros em produção e em pomar em formação. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 20., 2007. **Resumos...** São Paulo: Biológico, 2007. v.69, n.2, p.164.

BERGMANN, E. C.; FERNANDES, S. C. S.; FARIA, A. M. de. Surto de *Diahorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemíptera: Psyllidae), em pomares cítricos do estado de São Paulo. **Biológico**, São Paulo. 56, n. 1, p. 22-25, 1994.

BOVÉ, J.M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal Plant Pathology**, Bari, v.88, n.1, p. 7-37, 2006.

BOVÉ, J. M.; GARNIER, M. Citrus greening and psylla vectors of the disease in the Arabian Peninsula. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 9., Argentina, 1984. **Proceedings...** Gainesville, University Florida Press, 1984, p. 109-114.

BUSSAB, W.; MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. 4 ed. São Paulo: Atual, 1987.

CAPOOR, S.P.; RAO, D.G.; VISWANATH, S.M. **Greening disease of citrus in the deccan trap country and its relationship with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama**. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 6., 1974, p.43-49.

CATLING, H.D. Distribution of the psyllid vectors of citrus greening disease, with note on the biology and bionomics of *Diaphorina citri*. **FAO PLANT PROTECTION BULLETIN**, v.18, n.1, p.8-15, 1970.

COLETTA-FILHO, H.D.; TAKITA, M.A.; TARGON, M.L.P.N.; CARLOS, F.E.; MACHADO, M.A. A bactéria *Candidatus Liberibacter* em plantas com Huanglongbing (ex-greening) no estado de São Paulo. **Laranja**, v.25, n.2, p.367-374, 2004.

DA GRAÇA, J.V. Citrus greening disease. **Annual Review of Phytopathology**, v.29, p.109-136, 1991.

ELLSBURY, M.M.; WOODSON, W.D.; CLAY, S.A.; SCIIUMACIHER, J.; CLAY, D.E.; CARSON, C.G. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult corn rootworm (Coleoptera:Chrysomelidae) emergency. **Environmental Entomology**, v. 27, n.4, p.910-917, 1998.

FARIAS, P.R.S.; ROBERTO, S.R.; LOPES, J.R.S.; PERECIN, D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, v.33, n.1, p. 13-20, 2004.

FERNÁNDEZ, C.G. *Diaphorina citri* (Kuw.) (Homoptera, Psyllidae) in the Cuban citriculture. La Habana: **RIAC – IACNET**, n. 21 e 22, 2003. 56p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Entomologia Agrícola**, Piracicaba: Ceres, 2002, 649 p.

GOTTWALD, T.R.; CAMBRA, M.; MORENO, P.; CAMARASA, E. PIQUER, J. Spatial and temporal analyses of citrus tristeza virus in Eastern Spain. **Phytopathology**, Davis, v.86, n. 1, p. 45-55, 1996.

GRAÇA, J. V., 1991. Citrus greening disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, n.29, p.109-36, 1985.

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

GREGO, C.R.; VIEIRA, S.R.; LOURENÇÃO, A.L. Spatial distribution of *Pseudaletia sequax* franclemont in triticale under no-till management. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.63, n. 4, p. 321-327, 2006.

GUARNIER, M; JAGOUEIX-EVEILLARD, S.; CRONJE, P. R.; ROUX, H. F.; BOVÉ, J. M. Genomic characterization of a *Liberibacter* present in an ornamental rutaceous tree, *Calodendrum capense*, in the Western Cape Province of South Africa. Proposal of '*Candidatus Liberibacter africanus* subsp. *Capensis*'.

International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, London, n.50, p.2119-2125, 2000.

GUIMARÃES, E.C.; AQUINO, L.H.; OLIVEIRA, M.S. A variabilidade espacial do pH e da argila dispersa em água em um Latossolo roxo no município de Lavras, MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v.16, n.1, p.12-17, 1992.

GYENGE, J. E.; TRUMPER, E. V.; EDELSTEIN, J. D. Diseño de planes de muestro con niveles fijos de precisión del pulgón manchador de la alfafa, *Therioaphis trifolii* Monell (Homoptera: Aphididae) en Alfafa (*Medicago sativa* L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 4, p.729-737, 1999.

JOHNSON, D.L. Spatial autocorrelation, spatial modeling, and improvements in grasshopper survey methodology. **Cam.Entomol.**, v.121, p. 579-588, 1989.

JOURNEL, A.G.; HUIJBREBTS, C.J. **Mining geostatistics**. Academic Press, London. 1978.

HUANG, C.H.; LIAW, C.F.; CHANG, L.; LAN, T. Incidence and spread of citrus likubin in relation to the population fluctuation of *Diaphorina citri*. **Plant Protection Bulletin**, v.32, p.167-176, 1990.

KRIGE, D.G. 1951. **A statistical approach to some mine valuation and allied problems on the Witwatersrand**. MS. Thesis. University of the Witwatersrand, Johannesburg.

ISSAKS, E.H.; SRIVASTAVA, R.M. **An introduction to applied geostatistical**. Oxford: University Press, 1989.

LIBARDI, P.L. Variabilidade espacial da umidade, textura e densidade de partículas ao longo de uma transeção. **Rev. Bras. de Ciência do Solo**, Viçosa, v.10, p.85-90, 1986.

LIEBHOLD, A.M.; ZHANG, X.; HOHN, M.E.; ELKINTON, J.S.; TICEHURDT, M.; BENZON, G.L.; CAMPBELL, R.W. Geostatistical analysis of gypsy mont (Lepdoptera: Lymantriidae) egg mass populations. **Environ. Entomol.**, v.20, p. 1407-1417, 1993.

LOPES, S.A; FRARE, G.F.; MARTINS, E.C. Plantas hospedeiras de *Liberibacter* no Brasil. In: Huanglongbing – Greening International Workshop, 2006. **Proceedings...** Ribeirão Preto, 2006, p.27.

MANICON, B.Q.; van VUUREN, S.P. Symptoms of greening disease with special emphasis on African greening. In: INTERNATIONAL ASIA-PACIFIC CONFERENCE OF CITRUS REHABILITY, 4., 1990. **Proceedings...** Singapore, 1990, p.127-131.

MEAD, M. A. The South African citrus psyllid, *Trioza erytrae* (Del Guercio) (Homoptera: Psyllidae). **Entomology Circular**, Florida, n.168, 1976. p.4.

NAVA, D.E.; TORRES, M.L.G.; RODRIGUES, M.D.L.; BENTO, J.M.S.; PARRA. J.R.P. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. **Journal Applied Entomology**, v.131, n.9-10, p.709-715, 2007.

OKUMURA, M.H. **Uso da geoestatística para aprimorar o controle de pragas na citricultura** . Piracicaba, 2007. 67p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PURCELL, A. H.; ELKINTON, J. S. A comparison of sampling method for leafhopper vectors of X-disease in California cherry orchards. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 73, p. 854-860, 1980.

REGMI, C.; LAMA, T. K. Greening incidence and Greening vector population dynamics in Pokhara. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 10., 1988, Valencia. **Proceedings...** Riverside: University of California, 1988, p. 238-242.

ROBERTO, S.R.; FARIAS, P.R.S.; BERGAMIM FILHO, A. Geoestatistical analysis of spatial dynamics of citrus variegated chlorosis. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n.6, n. 6, p. 599-604, 2002.

SAKAMAKI, Y. **Occasional Papers of the Kagoshima University Research Center**, Lake Alfred, Florida, n.42, p.121-125, 2005.

SALVIANO, A.A.C. **Variabilidade de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* em solo degradado do município de Piracicaba-SP**. Piracicaba, 1996. 91p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SILVA JUNIOR. **Variabilidade espacial do índice de cone correlacionada com mapas de produtividade**. Piracicaba, 2001. 132p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

TEIXEIRA, D.C.; DANET, J.L.; EVEILLARD, S.; MARTINS, E.C.; JUNIOR, W.C.J.; YAMAMOTO, P.T.; LOPES, S.A.; BASSANEZI, R.B.; AYRES, A.J.; SAILLARD, C.; BOVÉ, J.M. Citrus huanglongbing in São Paulo state, Brazil: PCR detection of the 'Candidatus' Liberibacter species associated with the disease. **Molecular and Cellular Probes**, v.19, p.173-179, 2005.

TOLLEY, I. S. The relation of noursey production with orchad planning and management. In: AUBERT, B.; TONTYAPOM, S.; BUANGSUWON, D. (Ed.). In: REHABILITATION OF CITRUS INDUSTRY IN THE ASIA PACIFIC REGION, 1990, Chiang Mai. **Proceedings...**Chiang Mai, 1990, p.77-82.

TSAI, J. H.; LIU, Y. H. Biology of Diaphorina citri (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.93, p.1721-1725, 2000.

UEHARA-CARMO, A.; RUGNO, G.R.; FELIPPE, M.R.; COELHO, J.H.; XIMENES, N.L.; GARBIN, L.F.; YAMAMOTO, P.T. Espécies e flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) e psílideo (Hemiptera: Psyllidae) em pomar cítrico no município de Taquaritinga/SP. In: Huanglongbing – Greening International Workshop, 2006, Ribeirão Preto. **Proceedings...** 2006, p.101.

VIEIRA, S.R. Geoestatística aplicada à agricultura de precisão. In: BORÉN, A. et al. **Agricultura de precisão**. Viçosa:UFV, 2000, p.93-108.

VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Oakland, v.51, n.3, p.1-75, 1983.

WANG, L. Y., HUNG, S. C.; HUNG, T. H.; SU, H. J. Population fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama and incidence of citrus likubin in citrus orchards in Chiayi area. **Plant Prot. Bull.**, Taiwan, v. 38, p. 355-365, 1996.

WEBSTER, R.; OLIVER, M.A. **Statistical methods in soil and land resource survey**. Oxford: Oxford University Press, 1990. 319 p.

WHITESIDE, J. O.; GARNSEY, S. M.; TIMMER, L. W. **Compendium of citrus disease**. 2. ed. Saint Paul: Americal Phytopathological Society, 1993. 80 p.

YAMAMOTO, P. T.; GRAVENA, S. Espécies e abundância de cigarrinhas e psilídeos (Homoptera) em pomares cítricos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 169-176, 2000.

YAMAMOTO, P. T.; PAIVA, P. E. B.; GRAVENA, S. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na região norte do estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 165-170, 2001.

XU, C.F.; XIA, Y.H.; LI, K.B., KE, C. Further study of the transmission of citrus huanglongbing by a psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION OF CITRUS VIROLOGISTS, 10., 1988.