

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DEPENDÊNCIA  
ESPACIAL DE *Aleurocanthus woglumi* ASHBY, 1915  
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM *Citrus latifolia***

**DANIELE LAVRA VIEIRA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Estadual do  
Maranhão para obtenção do título de Mestre em  
Agroecologia

SÃO LUÍS/MA  
Outubro - 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DEPENDÊNCIA  
ESPACIAL DE *Aleurocanthus woglumi* ASHBY, 1915  
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM *Citrus latifolia***

**DANIELE LAVRA VIEIRA**

Orientadora: Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Estadual do  
Maranhão para obtenção do título de Mestre em  
Agroecologia

SÃO LUÍS/MA  
Outubro - 2008

Vieira, Daniela Lavra.

Flutuação populacional e dependência espacial de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (*Hemiptera: Aleyrodidae*) em *Citrus latifolia* / Daniela Lavra Vieira. – São Luís, 2008.

41f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2008.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos.

1. Amostragem 2. Dinâmica populacional 3. Análise espacial  
4. Geoestatística 5. Semivariograma I. Título.

CDU: 632.914

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

DANIELE LAVRA VIEIRA

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DEPENDÊNCIA  
ESPACIAL DE *Aleurocanthus woglumi* ASHBY, 1915  
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM *Citrus latifolia***

**Aprovado em: 17/10/2008**

**Comissão Julgadora**

---

**Dr. Angelo Luiz Tadeu Ottati – MAPA – SEDESA/DT/SFA/MA**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos - UEMA**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Ester Azevedo Silva - UEMA**

*Ofereço*

A **DEUS**, o grandioso criador e fonte da vida.

Aos **MEUS PAIS**, por me transmitirem a vida, e por me ensinarem a lutar por meus sonhos.

Aos meus irmãos,

Aos meus tios, tias e primas maternas,

Por sempre estarem ao meu lado, nos bons e maus momentos.

***DEDICO***

## **Agradecimentos**

Aos professores pelos ensinamentos e apoio;

Ao Dr. Angelo Luiz Tadeu Ottati, pela paciência, disposição e grande acompanhamento que teve durante todo o processo do trabalho de dissertação;

Às minhas amigas Carla Bianca Nascimento, Dannielle Silva, Leandra Barrozo, Gislane da Silva Lopes, Josivane Holanda e Priscila Assunção, minhas grandes incentivadoras;

A também amiga e orientadora Prof<sup>a</sup> Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos, que sempre esteve comigo, incentivando-me e apoiando-me na vida acadêmica;

A José de Pádua Corrêa, por ter cedido gentilmente sua propriedade para esta pesquisa;

Aos amigos do Laboratório de Entomologia, Keneson e Fabíola;

A CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado;

A todos que me apoiaram e contribuíram com este trabalho.

“Quando se luta não se deve ceder a fraquezas, mas combatê-las. Aqueles que se convenceram do seu poder, foram os que realizaram os seus ideais, um homem começa a fazer-se grande, quando sente a força, a sua potencialidade.”

**A. M.**

## SUMÁRIO

RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Classificação Taxonômica e Distribuição Geográfica.....	7
2.2 Ciclo Biológico.....	7
2.3 Plantas Hospedeiras.....	9
2.4 Importância Econômica e Danos.....	9
2.5 Amostragem e Monitoração.....	10
2.6 Controle.....	11
2.7 Distribuição Espacial de Insetos.....	12
2.8 Conceitos de Geoestatística e sua Aplicação à Entomologia.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Localização.....	16
3.2 Amostragens.....	16
3.3 Análise Estatística.....	17
3.3.1 Flutuação Populacional.....	17
3.3.2 Dependência Espacial.....	18
3.4 Variáveis Climáticas.....	20
4 RESULTADOS.....	21
4.1 Flutuação populacional de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em <i>Citrus latifolia</i> .....	21
4.2 Dependência espacial de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em <i>Citrus latifolia</i> .....	24
5 DISCUSSÃO.....	29
5.1 Flutuação populacional de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em <i>Citrus latifolia</i> .....	29
5.2 Estrutura da dependência espacial de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em <i>Citrus latifolia</i> .....	31
6 CONCLUSÕES.....	34
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DEPENDÊNCIA ESPACIAL DE *Aleurocanthus woglumi* ASHBY, 1915 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM *Citrus latifolia*. São Luís, 2008. 41p.

Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão.

Autora: DANIELE LAVRA VIEIRA

Orientadora: RAIMUNDA NONATA SANTOS DE LEMOS

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a flutuação populacional e caracterizar o padrão de dependência espacial da mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) no município de São José de Ribamar/MA. As avaliações foram realizadas em um pomar comercial de limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka) em um Argissolo Vermelho Amarelo. Os adultos da mosca negra dos citros, por sexo, foram monitorados utilizando-se 64 armadilhas adesivas amarelas de 10x21 cm distribuídas uniformemente dependuradas a 1,5 m do solo e utilizadas entre janeiro de 2007 a janeiro de 2008, sendo substituídas quinzenalmente (26 amostragens). Os insetos capturados foram contados no Laboratório de Entomologia (Universidade Estadual do Maranhão), em São Luís. Um sistema de posicionamento global (GPS) e um sistema de informação geográfica (SIG) foram usados para localizar os pontos das amostras, caracterizar o padrão de distribuição, calcular a área de agregação e elaborar mapas de distribuição dos adultos de mosca negra dos citros dentro do pomar. Estatísticas descritivas foram utilizadas para uma análise exploratória de dados, enquanto parâmetros geoestatísticos foram utilizados para a avaliação da dependência espacial e geração de mapas de densidades de insetos pelo método de interpolação da krigagem. Uma análise de correlação entre adultos de mosca negra dos citros capturados e temperatura também foram executados. Os resultados mostraram a não-existência de correlação entre a temperatura ambiente e os insetos capturados nos períodos seco e chuvoso, mas houve correlação positiva entre a população total em todo período avaliado bem como entre a densidade de machos e também em todo período avaliado. Os adultos de mosca negra dos citros foram coletados durante todo o ano. Os insetos apresentaram um comportamento sazonal atingindo um máximo de densidade populacional durante o período chuvoso. Os períodos de maiores picos da mosca negra foram em março, maio e julho, quando a ocorrência de machos também foi maior. As menores taxas populacionais foram registradas

desde novembro de 2007 a janeiro de 2008. A dependência espacial foi verificada. A distribuição espacial *A. woglumi* no pomar é agregada, ajustando-se os variogramas calculados ao modelo esférico nas estações seca e chuvosa. Os insetos mostraram uma área de agregação média de 162.092 m<sup>2</sup> na estação chuvosa e de 9.615 m<sup>2</sup> na estação seca. Por conseguinte, a fim de se obter uma estimativa confiável de populações de mosca negra dos citros, pelo menos uma armadilha deve ser usada a cada 17 hectares na estação chuvosa e uma armadilha a cada hectare na estação seca.

---

Palavras-Chave: amostragem, dinâmica populacional, análise espacial, geoestatística, semivariograma

POPULATION FLUCTUATION AND SPATIAL DEPENDENCE OF *Aleurocanthus woglumi*

ASHBY, 1915 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) ON *Citrus latifolia*. São Luís, 2008. 41p.

Dissertation (Master's Degree in Agroecology) - Universidade Estadual do Maranhão.

Author: DANIELE LAVRA VIEIRA

Adviser: RAIMUNDA NONATA SANTOS DE LEMOS

## SUMMARY

This study aimed to evaluate the populational fluctuation and to characterize spatial pattern of citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) located at São José do Ribamar city, Maranhão state. The evaluations were carried out in a commercial Tahiti lime orchard (*Citrus latifolia* Tanaka) in a Yellow Red Argisol. The sex citrus blackfly adults were monitored using with 64 uniformly distributed 10x15 cm yellow sticky traps hanging down in branches at 1.5 m up to the ground were used to collect the insects from January 2007 to January 2008, which were replaced fortnightly (26 sampling dates). The samples of insects trap captured were counted at Entomology Laboratory (University of Maranhão) in São Luís. A global positioning system (GPS) and a geographic information system (GIS) were used to locate sample points, characterize distribution patterns, calculate aggregation area and map the distributions of the citrus blackfly adults within the lime orchard. Descriptive statistics was used for an exploratory analysis of data, while geostatistics parameters was used for evaluating spatial dependence of variable and generate contour maps by block ordinary kriging interpolation technique. A correlation analysis between citrus blackfly adults captured and environmental temperature were also executed. The results showed the non-existence of correlations between environmental factor temperature with insect populations in rainy and dry seasons but positive correlation between population level of males and total adults and entire period evaluation. The citrus blackfly adults were collected all year long. The insects showed a sazonal behavior with population density peaking at the rainy season. The periods of higher citrus blackfly populations are the March, May and July, where occurrence of males was greatest too. Lowest population was registered from November 2007 to January 2008. The spatial dependence was verified. The *A. woglumi* spatial distribution in the orchard is aggregated, adjusting to a spherical model in the rainy and dry seasons. The insects showed a mean aggregation area of 162,092 m<sup>2</sup> at rainy season

and 9,615 m<sup>2</sup> at dry season. Therefore, in order to obtain a reliable estimate of citrus blackfly populations, at least one trap should be used per 17 hectares in rainy season and one trap per hectare in dry season.

---

Keywords: sampling, population dynamics, population spatial analysis, geostatistics, semivariogram.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de citros é de aproximadamente 102 milhões t/ano, e é oriunda de extensa área cultivada, com 7,3 milhões de ha, que supera em grande parte outras fruteiras tropicais e subtropicais, como banana, maçã, manga, pêra, pêssego e mamão. Os maiores produtores de citros são o Brasil e os Estados Unidos, que juntos representam cerca de 45% do total mundial. Destacam-se ainda nesse panorama, África do Sul, Espanha e Israel, com a produção de laranjas para o mercado *in natura* e tangerinas; o México, com a lima ácida Tahiti; além dos novos parques citrícolas na Ásia, como a China. No Brasil, a produção de citros ocorre principalmente no Estado de São Paulo, onde se encontram cerca de 90% da produção brasileira de laranjas (14,8 milhões de toneladas; 700 mil ha cultivados). Outros Estados, como a Bahia, Minas Gerais, Pará, Paraná e Rio Grande do Sul contribuem para o agronegócio dos citros com a produção, principalmente, de laranjas, tangerinas e limão Tahiti (MATTOS JUNIOR et al., 2005). No Maranhão, a produção de citros (laranja, limão e tangerina) é de 8.786 toneladas em uma área cultivada de 1.602 ha (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006).

A cultura de citros é alvo constante de inúmeras pragas e doenças, que, encontrando condições favoráveis ao seu desenvolvimento, são capazes de causar danos irreversíveis. A quantidade e a qualidade das frutas cítricas são freqüentemente ameaçadas devido aos danos provocados à cultura que, dependendo da intensidade do ataque, pode torná-la improdutiva ou levar à sua erradicação (FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA, 2008).

Atualmente, a mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915, vem se tornando destaque e ameaçando a fruticultura brasileira. É uma praga fitófaga que vive na região inferior das folhas e alimenta-se de um grande número de plantas hospedeiras, como citros, manga, goiaba, rosas, maçã, café, figo, banana, uva, mamão, pêra, romã e marmelo (OLIVEIRA; SILVA; NÁVIA, 2001).

Estes insetos apresentam grande capacidade de dispersão e adaptação a diversas condições climáticas em regiões tropicais. A ocorrência de inúmeras gerações anuais e um grande potencial reprodutivo prejudica o controle dessa praga, o que pode torná-la um dos problemas fitossanitários de maior impacto econômico para o Brasil, fazendo com que a monitoração dessa praga seja imprescindível.

O conhecimento da flutuação populacional de um inseto-praga é essencial para o desenvolvimento de programas de controle, pois os padrões de flutuação das populações de uma determinada espécie podem diferir entre regiões geográficas distintas, entre populações que se desenvolvam na mesma região por vários anos e entre populações vizinhas que se desenvolvem ao mesmo tempo (CIVIDANES; SANTOS, 2003).

O conhecimento das épocas de pico de infestação de insetos-pragas, sua distribuição e danos à planta constitui ferramenta importante, pois permite o planejamento da produção (MALTA et al., 2000). Para Fernandes, Busoli e Barbosa (2002), o conhecimento do modelo de distribuição espacial de pragas no campo é fundamental para estabelecer um plano adequado de amostragem e assim garantir a correta utilização das estratégias de controle.

Apesar de tratar-se de uma praga quarentenária do tipo A2 para o Brasil, poucas são as pesquisas realizadas sobre esse inseto. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo estimar a flutuação populacional e a dependência espacial de adultos de *A. woglumi* em um pomar de *Citrus latifolia* por meio de dados georreferenciados.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Classificação Taxonômica e Distribuição Geográfica

A mosca negra dos citros, *A. woglumi*, pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, família Aleyrodidae e subfamília Aleyrodinae. É uma das 69 espécies do gênero *Aleurocanthus* Ashby. Destas, 29 são encontradas no Oriente (China, Índia e Sudeste asiático), 23 na África e 17 na Austrália, na região do Pacífico. Ao todo, nove espécies de *Aleurocanthus* são relatadas em espécies de citros. As únicas espécies largamente disseminadas são *A. woglumi* e *A. spiniferus*, ambas intimamente associadas aos citros (DOWELL et al., 1981).

É uma praga de origem asiática, que está amplamente distribuída no mundo, sendo considerada uma praga de importância agrícola nos seguintes países: Estados Unidos, Cuba, Colômbia, Peru, Equador, Suriname, Venezuela, Nicarágua, Jamaica, Costa Rica, México, Panamá, República Dominicana, Haiti e em alguns países da África, Ásia e Oceania (BATISTA et al., 2002).

Esse inseto foi detectado pela primeira vez, em 1913, na Jamaica (NGUYEN; HAMON, 1998). De acordo com Dowell, Reinert e Fitzpatrick (1978), *A. woglumi* é uma das maiores pragas de citros, sendo detectada em janeiro de 1976 em árvores de citros no Sul da Flórida.

Na Guiana Francesa, a presença de *A. woglumi* foi reportada nos pomares de citros em julho de 1995 (JANELLE et al., 2000). No Brasil, a mosca negra dos citros foi encontrada pela primeira vez em Belém (PA), em julho de 2001 (OLIVEIRA; SILVA; NÁVIA, 2001). Atualmente, encontram-se também nos estados do Amapá, Amazonas, Tocantins, Maranhão e recentemente foi reportada nos estados de São Paulo e Goiás (BRASIL, 2008).

No Maranhão, *A. woglumi* foi registrada em setembro de 2003, em Boa Vista do Gurupi, Imperatriz e Bacabal em pomares de citros, e em março de 2004, foram feitos novos registros em Barra do Corda e São Luís em plantas de citros e mangueira (LEMOS et al., 2006).

### 2.2 Ciclo Biológico

As fêmeas selecionam as folhas jovens das plantas hospedeiras para ovipositar. A

oviposição pode ser a qualquer hora do dia, entretanto, é mais intensa entre 9 e 11 horas da manhã (FIGUEREDO, 2002). Os ovos possuem forma elíptica e se aderem às folhas por um pedicelo, o qual fica inserido no interior dos estômatos das folhas. Os ovos recém colocados são de cor branco-cremosa, tornando-se marrons claros rapidamente. À medida que o embrião se desenvolve, vão escurecendo até adquirirem uma cor quase negra momentos antes da eclosão. Os ovos são colocados em forma de espiral, na face inferior das folhas, em grupos de 30 a 35, e eclodem 4 a 12 dias após a oviposição, dependendo das condições climáticas. O primeiro ínstar dura entre 7 e 16 dias e suas ninfas são bastante ativas, movem-se por um período de tempo, inserem as peças bucais nas folhas e começam, então, a sugar a seiva elaborada. Inicialmente, as ninfas são transparentes e gradualmente vão escurecendo, adquirindo uma cor café escuro. Possuem formato ovalado, medem aproximadamente 0,30 mm de comprimento e 0,15 mm de largura e possuem 3 pares de pernas. Ao passarem para o segundo ínstar, tornam-se sésseis, adquirem aspecto convexo na região dorsal, medem 0,40 mm de comprimento e 0,20 mm de largura, apresentam coloração marrom-escuro ou preta com manchas amareladas e permanecem nessa fase entre 8 e 13 dias. O terceiro ínstar se diferencia do segundo apenas pelo tamanho das ninfas, que medem 0,87 mm de comprimento e 0,74 mm de largura e pela duração desse estágio, que varia entre 6 e 20 dias (CUNHA, 2003; DIETZ; ZETEK, 1920<sup>1</sup>, citado por NGUYEN; HAMON, 1998; MARTÍNEZ; ANGELES, 1983; OLIVEIRA; SILVA; NÁVIA, 2001). O quarto ínstar é completado entre 15 e 50 dias e as ninfas são ovaladas, sendo a parte anterior menor que a posterior, além de serem convexas e cobertas com numerosos espinhos dorsais. Os sexos são prontamente distinguíveis, sendo que a fêmea mede, em média, 1,24 mm de comprimento e 0,71 mm de largura e é maior que os machos, que medem 0,99 mm de comprimento e de 0,61 mm de largura. Adicionalmente, uma fina camada de cera branca e filamentososa é secretada ao redor do corpo. Os machos secretam mais cera que as fêmeas. Na emergência do adulto, uma abertura em forma de “T” aparece na parte anterior da exúvia e se torna visível aproximadamente uma hora antes da eclosão dos adultos. Os adultos são insetos pequenos, lembram uma pequena mariposa, e após 24 horas de sua emergência, uma fina camada pulverulenta recobre as asas e todo o corpo, conferindo-lhe uma coloração azul-acinzentada, muito embora marcas esbranquiçadas podem ser observadas nas margem das asas. As fêmeas medem cerca de 1,2 mm e são bastante férteis

---

<sup>1</sup> DIETZ, F.; ZETEK, J. **The blackfly of citrus and other subtropical plants**. U.S. Dept. Agr. Bulletin 885. p. 55, 1920.

colocando uma média de cem ovos durante todo o ciclo evolutivo; já os machos medem cerca de 0,8 mm. Os ocelos são marrom-avermelhados e as pernas e antenas são amarelo-esbranquiçadas (CUNHA, 2003; OLIVEIRA; SILVA; NÁVIA, 2001).

Em plantas de laranja-pêra (*Citrus sinensis* L.) sob condições de campo, Cunha (2003) observou que o ciclo de vida de ovo à emergência dos adultos variou de 59 a 88 dias, apresentando uma média de 74 dias, e que uma fêmea ao final de 5 gerações ao ano pode gerar aproximadamente 1845 indivíduos. A média de ovos/postura foi de 27 a uma temperatura média entre 25 e 26°C.

### 2.3 Plantas Hospedeiras

A mosca negra é hospedeira, segundo Brasil (2008), das seguintes plantas: abacate (*Persea americana*), álamo (*Populus* spp.), amora (*Morus* spp.), ardisia (*Ardisia swartz*), bananeira (*Musa* spp.), buxinho (*Buxussem pervirens*), café (*Coffea arabica*), caju (*Anacardium occidentale*), carambola (*Averrhoa carambola*), cherimóia (*Annona cherimola*), citros (*Citrus* spp.), dama-da-noite (*Cestrum nocturnum*), gengibre (*Zingiber officinale*), goiaba (*Psidium guajava*), graviola (*Annona muricata*), grumixama (*Eugenia brasiliensis*), hibisco (*Hibiscus rosasinensis*), jasmim-manga (*Plumeria rubra*), lichia (*Litchi chinensis*), louro (*Laurus nobilis*), mamão (*Carica papaya*), manga (*Mangifera indica*), maracujá (*Passiflora edulis*), marmelo (*Cydonia oblonga*), murta (*Murraya paniculata*), pêra (*Pyrus* spp.), pinha (*Annona squamosa*), romã (*Punica granatum*), rosa (*Rosa* spp.), sapoti (*Manilkara zapota*) e uva (*Vitis vinifera*).

### 2.4 Importância Econômica e Danos

Laranjeiras e outras espécies de citros são comumente afetadas por várias pragas. A mosca negra é considerada a mais importante praga que afeta as árvores de citros nos Estados Unidos, e pode rapidamente causar uma rápida queda na produção de frutos, tornando-se uma ameaça constante à indústria de citros (HART et al., 1973).

A infestação de ninfas pode causar dois tipos de danos à planta: o primeiro é através do dano direto com a sucção da seiva das folhas, e o segundo é através da excreção da solução açucarada denominada de “honeydew”, que dá origem à fumagina e prejudica a qualidade do fruto (ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA, 1999).

A fumagina forma uma camada na folha, que apresenta uma aparência enegrecida, podendo prejudicar severamente a respiração foliar e a fotossíntese, o que provoca queda na produção de frutos (NGUYEN; HAMON, 1998).

## 2.5 Amostragem e Monitoração

Os focos iniciais da mosca negra dos citros costumam ocorrer em pequenos grupos e árvores isoladas em áreas urbanas. Dowell et al. (1981), na Flórida/EUA, concluíram que o método visual (estimando a infestação durante 10 min/homem/árvore) foi mais eficiente em determinar a ausência ou presença do inseto do que quando se utilizaram armadilhas amarelas adesivas.

Por outro lado, de acordo com Hart (1979), as armadilhas amarelas podem indicar a presença onde a inspeção visual não é suficiente. A literatura aponta três diretrizes gerais para as inspeções de detecção de *A. woglumi*: 1) Cherry e Fitzpatrick (1979) indicaram como áreas preferenciais para a presença de infestações a metade inferior da planta; 2) Dowell e Cherry (1981) concluíram que os ovos de *A. woglumi* costumam estar agrupados nas folhas; 3) Dowell et al. (1981) mencionaram que, em níveis de controle, a mosca negra dos citros é facilmente percebida por estar sempre associada à presença de fumagina.

De acordo com Oliveira, Silva e Návia (2001), as folhas mais jovens podem abrigar ovos e ninfas de primeiro ínstar e as folhas mais velhas ninfas de segundo a quarto ínstars. Para inspeções de pragas em plantios comerciais no Brasil, têm-se usado dois critérios de amostragem distintos. O primeiro, definido por Gravena (2002), consiste em tomar por amostra 1% das plantas em talhões acima de 1.000 plantas, e em pomares menores, pelo menos 10 plantas. Santos Filho et al. (2002) definiram 10 plantas a cada 5 ha e 20 plantas em áreas maiores que 5 ha.

Métodos de monitoração da mosca negra incluem o uso de armadilhas adesivas, a inspeção de folhas e a amostragem através de aspiradores bocais. Esses métodos também podem providenciar uma relativa medida da tendência geral da população sobre uma grande área, taxas de imigração dentro do campo antes do cultivo para culturas anuais e o potencial de dispersão dos adultos em certas situações de cultivo (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1995).

Sérias infestações de mosca negra são um indicativo de que as práticas de manejo devem ser revistas. Populações, raramente, apresentam-se como altas para justificar seu controle, ao menos que o controle biológico tenha sido rompido. Enquanto esses insetos não requerem tratamento rotineiro em todo pomar, surtos periódicos podem, potencialmente, ter forte impacto na sanidade da árvore ou na produtividade (MICHAUD et al., 2001).

## 2.6 Controle

A literatura cita diversos tipos de controle existentes para a mosca negra, como o efeito das condições climáticas e os controle químico e biológico. Muitos autores relataram o efeito do clima como um fator de mortalidade às populações da mosca negra e seus inimigos naturais.

Cherry (1979) determinou os limites de temperatura letal de *A. woglumi* em dois experimentos. No experimento de verão, esse autor determinou que a temperatura letal<sub>50</sub> (TL<sub>50</sub>) para adultos ocorreu entre 40 e 45°C, e que no experimento de inverno, a TL<sub>50</sub> foi entre 5 e 10°C. Esse autor também determinou que a exposição desse inseto a pequenos períodos não afeta seu potencial de distribuição.

Heu e Nagamine (2001) concordaram com o uso de controle químico para a mosca negra dos citros. Entretanto, enfatizaram que os resultados são de natureza temporária e que prejudicaram os inimigos naturais. Também recomendaram suprir a planta com água e nutrientes a fim de que ela possa se recuperar dos danos ocasionados pelos insetos e desaconselharam podas excessivas, pois provocam estresse nas plantas.

Cunha (2003) relatou que após a introdução da mosca negra no Pará, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento autorizou, em caráter emergencial, a utilização dos ingredientes ativos clorpirifós, malationa, dimetoato, tiametoxisana, buprofezina, imidacloprido, triazofós, piridafentiona e piriproxifena nas doses recomendadas para a cultura do citros no controle de outras pragas. Esse mesmo autor verificou que o produto imidacloprido 200 SC em combinação com óleo mineral (20 mL de imidacloprido + 500 mL de óleo mineral/100 L) tem eficiência superior a 80% no controle de adultos de *A. woglumi* na cultura da laranjeira *Citrus sinensis*.

O controle biológico busca reduzir as populações de pragas a um nível que não cause dano econômico, permitindo, da mesma forma, certo nível populacional da praga que garanta a sobrevivência do agente controlador. De acordo com Oliveira, Silva e Návía (2001), o controle biológico da mosca negra foi iniciado em Cuba em 1929, com a introdução de vários inimigos naturais provenientes de países da Ásia, e tem sido mais eficiente que o controle químico em diversas partes do mundo. Os agentes de controle biológico mais comuns são os parasitóides *Eretmocerus serius*, *Encarsia clypealis*, *E. opulenta* (Hymenoptera: Aphelinidae) e *Amitus hesperidum* (Hymenoptera: Platygasteridae); os predadores *Delphastus peiidus*, *D. pusillus*, *Scymnus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) e *Chrysopa* spp. (Neuroptera: Chrysopidae); e o fungo entomopatogênico *Aschersonia aleyrodis* Webber.

De acordo com White, Kairo e Lopez (2005), *A. hesperidum* diminuiu e manteve a população de mosca negra em níveis aceitáveis, detectando-se também um declínio de adultos acima de 98% em todas as localidades estudadas de Trinidad e Tobago.

Em Guápiles (Costa Rica), observou-se a presença do fungo entomopatogênico *A. aleyrodis* em citros. O número médio de ninfas/folha, que era de 57,2, decresceu para 24,5 ninfas/folhas, com efeito do controle adicional proporcionado pelo fungo (ELIZONDO; QUEZADA, 1990).

Em levantamentos realizados no estado do Pará, foi verificada a presença de predadores das ordens Coleoptera (*Cycloneda sanguinea*, *D. pusillus*, *Sthetorus* sp. e *Neojauravia* sp.), Neuroptera (*Chrysoperla* sp., *Ceraeochrysa caligata*, *C. everes* e *Ceraeochrysa* sp.) e Diptera (*Pseudodorus clavatus*) bem como de parasitóides (*Encarsia* sp., *Cales noacki*, *Aphytis* sp., *Xyloopsis* sp.) (BERNARDES et al., 2004; MAIA et al., 2004). Também foram encontrados no Pará, infectando a mosca negra, os fungos: *A. aleyrodis*, *Fusarium* sp. e *Aegerita webberi* (BATISTA et al., 2002).

## 2.7 Distribuição Espacial de Insetos

O conhecimento da distribuição espacial de um inseto-praga é importante no desenvolvimento de procedimentos de amostragem exatos e eficientes (MATOS, 2000; TAYLOR, 1984). As relações espaciais dos insetos são, freqüentemente, manifestações de características biológicas inerentes das necessidades espaciais das espécies influenciadas pela

planta hospedeira e pelo ambiente (TAYLOR, 1984). As densidades de insetos também podem desempenhar um papel importante na determinação dos tipos de relações em uma determinada distribuição espacial (TRUMBLE; OATMAN; VOTH, 1983). Quando a densidade aumenta, alguns insetos podem alterar sua relação espacial (NOWIERSKI; GUTIERREZ, 1986). O conhecimento de como as densidades e distribuições de insetos mudam com o tempo e o espaço pode ser importante na manutenção de procedimentos de amostragem exatos ao nível de campo para a compreensão da dinâmica populacional dos insetos.

Como apresentado por Silveira Neto, Carvalho e Paranhos (1976), a distribuição de uma população de insetos em campo pode ser agregada, uniforme ou ao acaso, de acordo com vários índices estatísticos baseados na média, variância e distribuição de frequência, tais como a razão variância/média e o índice de Morisita. Tais índices fornecem subsídios para se classificar uma população quanto à sua forma de distribuição, mas por desconsiderarem a localização espacial dos pontos de amostragem, não permitem diferenciar padrões espaciais distintos. Além disso, são altamente dependentes do tamanho da amostra (ELLSBURY et al., 1998; LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Quando os insetos se distribuem em campo de maneira não aleatória, há dependência espacial entre os pontos amostrados e, nesse caso, a geoestatística é a ferramenta mais adequada para se estudar as populações, pois permite quantificar a dependência espacial entre amostras coletadas em campo e utiliza essa dependência para a construção de mapas (ELLSBURY et al., 1998; LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993; ROBERTS; RAVLIN; FLEISCHER, 1993).

O tipo de distribuição populacional de insetos provém de informações úteis para o desenvolvimento de programas de amostragem, porque a distribuição afeta tanto a precisão como a eficiência das amostragens (DAVIS, 1994).

Assim, o conhecimento de uma forma de amostragem de pragas e inimigos naturais que seja rápida e eficiente é fundamental para que o manejo integrado de pragas seja desenvolvido satisfatoriamente em qualquer agroecossistema.

Segundo Giles, Royer e Elliot (2000), para se estabelecer um plano confiável de amostragem, há a necessidade de se conhecer a distribuição espacial das espécies-praga na cultura. Para se determinar o padrão de arranjo espacial de uma determinada espécie, é necessário que se tenham dados de contagem de indivíduos. Fundamental para isso é que o ecossistema em questão permita a realização de amostragens. Essas amostragens, de acordo com Young e Young

(1998), podem ser utilizadas para inferir sobre a forma de distribuição da população amostrada ou sobre as características dessa distribuição.

## **2.8 Conceitos de Geoestatística e sua Aplicação à Entomologia**

A maioria dos métodos estatísticos até hoje empregados nas análises de distribuição espacial, que compreendem a utilização de distribuições matemáticas para a descrição da dispersão, dos índices para a classificação dos padrões de dispersão e das técnicas de regressão para a avaliação da dispersão, não levam em consideração as coordenadas espaciais das amostras (MATOS, 2000).

A geoestatística é um conjunto de procedimentos estatísticos, de utilização relativamente recente, que embora com vários exemplos de aplicação em diversas áreas do conhecimento, tem tido uma utilização restrita no campo da Entomologia. Enquanto procedimento metodológico que se fundamenta exatamente nas premissas desconsideradas pelos métodos tradicionais, é considerada por muitos pesquisadores como capaz de produzir análises espaciais mais verdadeiras (MATOS, 2000).

A geoestatística também é uma técnica para determinação quantitativa das distribuições espaciais que mantém a integridade espacial das amostras e analisa o grau de dependência (autocorrelação) baseada na direção e na distância de separação entre as amostras (SCHOTZKO; SMITH, 1991). As informações sobre a dinâmica espacial de variáveis são importantes em estudos epidemiológicos, podendo ser utilizadas para descrever e entender o desenvolvimento das doenças e pragas (XU; RIDOUT, 2001).

Dependência espacial é a característica decorrente do fato de que amostras espacialmente próximas são comumente mais semelhantes umas às outras do que amostras mais distantes (MATOS, 2000). O conhecimento integral da dependência espacial de um fenômeno é valioso por várias razões. Primeiro, ela indica a escala de amostragem necessária para a obtenção de amostras homogêneas. Adicionalmente, ela permite o uso de técnicas de interpolação para a obtenção de estimativas precisas e imparciais dos valores de unidades amostrais dentro de uma amostra, isto é, as distribuições espaciais podem ser estudadas com variância conhecida para cada ponto interpolado (ROBERTSON, 1987). O conhecimento da dependência espacial também esclarece problemas relativos às hipóteses acerca da independência amostral. Por exemplo:

parcelas experimentais podem ser esquematizadas a fim de que suas repetições sejam independentes e resultem em estimativas imparciais dos efeitos dos tratamentos.

O conhecimento da geoestatística tem sido adotado por diferentes setores da cadeia agrícola, incluindo pesquisadores, fabricantes de equipamentos, fornecedores de insumos agrícolas, companhias de sementes e produtores, como forma de melhorar o retorno econômico da atividade agrícola. Inicialmente, pesquisadores da área de mineração observaram o efeito das variáveis regionalizadas, que são variáveis que possuem valores que a posicionam em uma localidade.

Krige (1951), trabalhando com dados de concentração de ouro, concluiu que não poderia encontrar sentido nas suas variações se não levasse em consideração a distância entre elas. Nos depósitos de minerais, a ocorrência de valores altos e baixos para um dado teor de minério é regionalizada, isto é, as propriedades de uma certa variável que pode variar de um local para outro com alguma organização descreve algo denominado de dependência espacial.

A “Teoria das Variáveis Regionalizadas”, que foi desenvolvida por Matheron (1963), descreve os fundamentos da geoestatística e está baseada na observação de variáveis regionalizadas que possuem uma estrutura espacial.

Segundo Matheron (1963), havendo dependência espacial, poder-se-ão estimar valores da propriedade em estudo para locais não amostrados dentro da área amostrada sem tendenciosidade e com variância mínima, por meio do método denominado de krigagem.

A maioria das aplicações de geoestatística publicadas estão relacionadas com problemas relativos a insetos ocasionados à silvicultura e às pastagens e relativamente poucas aplicações foram desenvolvidas para sistemas agrícolas. Liebhold, Rossi e Kemp (1993) explicaram este fato devido à escala geográfica do manejo: florestas e pastagens são comumente manejadas em unidades que variam de 100 a 10.000 ha, em paisagens espacialmente heterogêneas, enquanto que o manejo agrícola é comumente realizado em campos que variam de 10 a 100 ha, cuja composição é muito mais uniforme.

Os efeitos dos tratos culturais, a localização dentro de uma parcela e as datas de amostragem na distribuição de adultos de *Sitona lineatus* (Coleoptera: Curculionidae), em ervilhas (*Pisum sativa*), foram avaliadas usando-se a análise geoestatística. O procedimento geoestatístico usou a variação espacial para determinar o grau e o tipo de associação espacial e a dependência dos dados relacionados espacialmente. As análises mostraram que 88% das

localidades amostradas tiveram distribuição espacial agregada. A variação que foi espacialmente dependente foi somente de 11,5% (SCHOTZKO; QUISENBERRY, 1999).

Métodos geoestatísticos foram utilizados por Ellsbury et al. (1998) para caracterizar a variabilidade espacial dos padrões de emergência das larvas de *Diabrotica virgifera virgifera* e *D. barberi* (Coleoptera: Chrysomelidae) em um plantio de milho. A estrutura espacial da emergência dos adultos foi agregada. A amplitude da dependência espacial variou entre 180 e 550 m para *D. v. virgifera* e entre 172 e 281 m para *D. barberi*. Os modelos dos variogramas foram usados para construir mapas de densidade das populações de adultos nos campos, baseados nas grades amostrais.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

O experimento foi instalado num pomar de limão Tahiti (*Citrus latifolia*) localizado no município de São José de Ribamar/MA. A área possui 3,5 ha, espaçamento entrelinhas e intralinhadas de 7x7 m, respectivamente. O pomar tinha cinco anos de idade, no qual se praticavam tratamentos culturais, como a capina, poda, aplicação de inseticida, irrigação por aspersão e adubação.

De acordo com Moura (1995), os solos predominantes nessa região são os Argissolos Vermelho-amarelos, de baixa fertilidade natural, oriundos da formação Itapecuru. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW' (equatorial quente e úmido), com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa que se estende de janeiro a junho e uma estação seca, com déficit hídrico acentuado de julho a dezembro.

A área experimental está representada na carta topográfica SA 23 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2003), com as seguintes coordenadas planas 9.713.315,615 S e 875.44,986 WGR.

#### 3.2 Amostragens

Realizaram-se amostragens quinzenais durante 1 ano, totalizando-se 26 coletas, no período de janeiro de 2007 a janeiro de 2008. Durante esse período, as plantas foram irrigadas pelo método de aspersão conforme avaliação subjetiva do déficit hídrico e receberam todos os tratamentos culturais, inclusive o uso de inseticida parationa-metílico em janeiro de 2007.

Para a coleta de insetos, utilizaram-se 64 armadilhas amarelas com 10 cm de largura e 21 cm de altura com uma face impregnada com cola entomológica espaçadas tanto nas linhas de plantio como nas entrelinhas em 21 m (Figura 1). Essas armadilhas foram dependuradas a uma altura de 1,5 m do solo, presas às árvores por barbante e sempre dispostas na face norte.

Quanto à determinação da dependência espacial, os pontos amostrados foram georreferenciados com a utilização de um aparelho GPS, utilizando-se as coordenadas planas do Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) para a identificação da localização dos pontos.

As armadilhas foram trocadas a cada 15 dias, sendo que as utilizadas anteriormente à substituição foram cobertas por filme de PVC em toda a face e transportadas ao Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão (São Luís/MA).

No Laboratório de Entomologia, os insetos capturados foram sexados e contados com auxílio de um estereomicroscópio. Quando o número de insetos coletados foi muito grande, a armadilha foi dividida em quadrantes, sendo que contou-se a quantidade presente em um dos quadrantes e multiplicou-se o valor obtido por quatro para a obtenção do número de machos e fêmeas (NGUYEN; BRAZZEL; POUCHER, 1983).

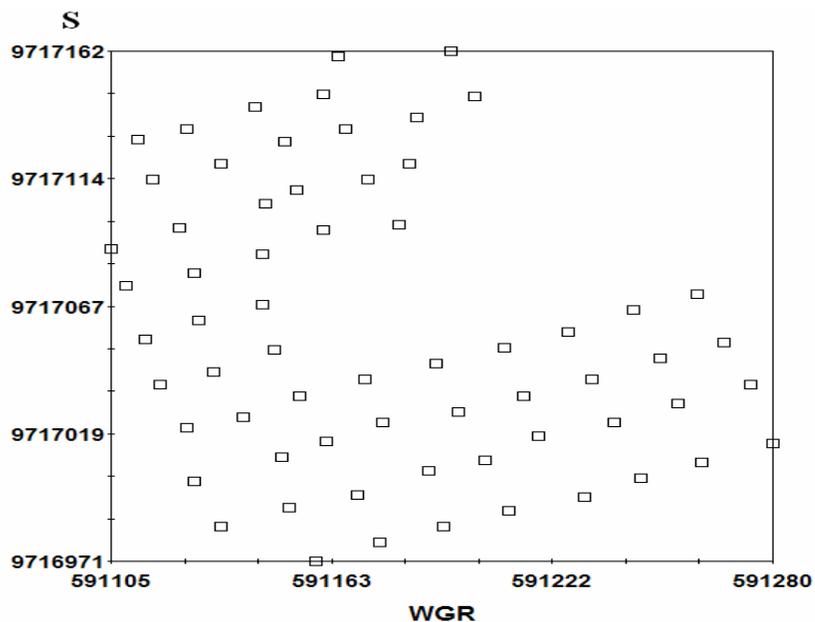


Figura 1. Localização das armadilhas adesivas amarelas mantidas em plantas de *Citrus latifolia* para coletas de adultos de *Aleurocanthus woglumi* Asbhy (Hemiptera: Aleyrodidae). São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

### 3.3 Análise Estatística

#### 3.3.1 Flutuação Populacional

Avaliou-se a flutuação populacional de machos, fêmeas e do número total de adultos coletados nas estações chuvosa e seca.

Realizou-se também a análise de correlação simples entre o número de insetos (machos, fêmeas e total) e as variáveis climáticas temperatura média mensal ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar média mensal (%) e somatório da precipitação pluvial mensal (mm) (procedimento Proc Corr, SAS<sup>®</sup>, 2001).

Para a determinação do tipo de teste a ser utilizado na análise de correlação, executou-se, previamente, uma análise exploratória de dados (procedimento Univariate, SAS<sup>®</sup>, 2001), para que fosse determinado o tipo de distribuição dos dados. Utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk observou-se que para todas as variáveis analisadas os dados não apresentaram distribuição normalizada, e que, nesse caso, o teste de Spearman foi o mais adequado.

Os dados foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ , e os coeficientes de correlação (r) foram testados pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.3.2 Dependência Espacial

Construíram-se variogramas, que são gráficos da dependência espacial de um organismo que relaciona a distância entre pares de amostras com a semivariância estatística (variação entre os pares) para todos os pares possíveis (Figura 2). Estas variâncias amostrais podem ser definidas em termos de  $\gamma$  como uma função da distância de separação entre os pontos (h):

$$\gamma (h) = 1/2 n (h) \Sigma [Z (x_i) - Z (x_{i+h})]^2, \text{ onde:}$$

$Z (x_i)$ : é o valor amostral medido ou contado no local  $x_i$ ;

$Z (x_{i+h})$ : é o valor amostral medido ou contado no local  $x_{i+h}$ ;

$n (h)$ : é o número total de pares amostrais para cada uma das distâncias de separação.

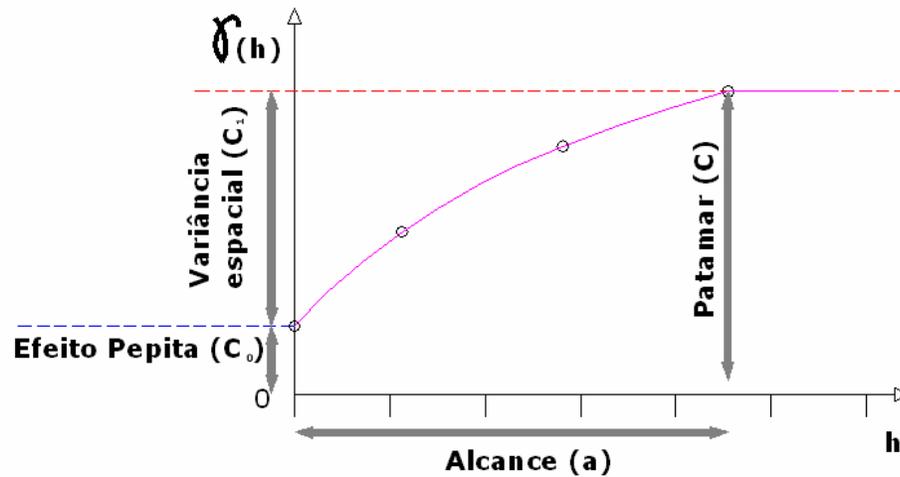


Figura 2. Esquema típico de um variograma com características ideais.

Um gráfico de  $\gamma(h)$  versus os valores correspondentes de  $h$ , chamado variograma, é uma função da distância  $h$ , e, portanto, depende de ambas magnitude e direção. Um modelo de equação matemática precisa ser adequado ao variograma para que a expressão da dependência espacial possa ser usada na estimativa de valores para localidades não experimentadas. Patamar ( $C$ ) é o valor do variograma correspondente a seu alcance ( $a$ ). Deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras, por que a variância da diferença entre pares de amostras  $[Z(x_i) - Z(x_i + h)]$  torna-se invariável com a distância. O alcance é a distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente. O valor da semivariância no intercepto do eixo  $\gamma(h)$  é chamado de efeito pepita ( $C_0$ ). Por definição  $\gamma(0)=0$  (zero). Entretanto, na prática, à medida que  $h$  tende para zero,  $\gamma(h)$  se aproxima de um valor positivo chamado efeito pepita ( $C_0$ ), que representa a variabilidade em distâncias menores do que a distância da amostragem mínima realizada. Variação espacial ( $C_1$ ) é a diferença entre o patamar ( $C$ ) e o efeito pepita ( $C_0$ ). Uma comparação dos parâmetros do variograma para situações diferentes pode fornecer importantes informações sobre a distribuição espacial correspondente. Por exemplo, a proporção  $C_0/C_0+C_1$ , chamada de parâmetro  $k$ , fornece uma estimativa da quantidade de aleatoriedade que existe nos dados nos espaços menores do que a distância da amostragem (FARIAS et al., 2002). Os variogramas foram adequados de acordo com o modelo que forneceu o melhor coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

A determinação da distância entre as armadilhas foi feita para uma direção geral, isto é, adotando-se um ângulo de tolerância de 90°. Isto significa que as distâncias entre os locais das armadilhas foram determinadas em todas as direções dentro da área amostrada.

As estimativas de valores em pontos não amostrados a partir de amostras coletadas, considerando a estrutura de dependência espacial do fenômeno, é um método de inferência espacial chamado de krigagem. E essa estimativa através do método da krigagem foi obtida pela seguinte expressão:

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

$N$ : é o número de valores medidos,  $z(x_i)$ , envolvidos na estimativa;

$\lambda_i$ : são os pesos (unidades) associados com cada valor medido.

As análises dos variogramas foram realizadas com o programa GS+. Os modelos foram adequados aos variogramas e os dados foram krigados e as estimativas krigadas foram utilizadas para produzir mapas de densidade da população de adultos da mosca negra.

### 3.4 Variáveis Climáticas

Os dados diários de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluvial (mm) foram obtidos junto ao Laboratório de Meteorologia do Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão, através de uma plataforma de dados meteorológicos instalada na cidade de São Luís/MA, com as coordenadas geográficas de Latitude 2° 35' S e Longitude 44° 12' W e altitude de 62 m em relação ao nível do mar.

Para a comparação entre as variáveis climáticas e as curvas de flutuação populacional de adultos, utilizaram-se médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar e o somatório da precipitação pluvial acumulada em períodos de 14 dias imediatamente anteriores às coletas.

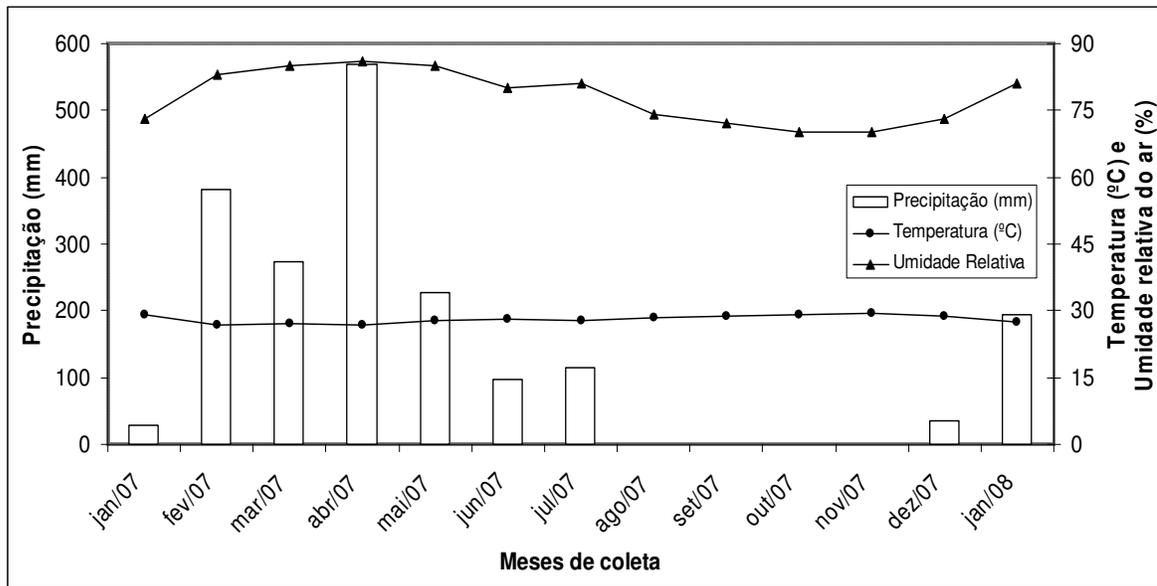


Figura 3. Temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%) e somatório de precipitação pluvial (mm) mensais. São Luís, MA. 2007-2008.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Flutuação populacional de *Aleurocanthus woglumi* em *Citrus latifolia*

O número médio total de moscas negras foi maior durante a estação chuvosa. Nos meses de janeiro a março de 2007 (estação chuvosa), observou-se que a infestação do inseto se tornou ascendente, atingindo seu ápice em aproximadamente 800 insetos/armadilha (Figura 4). No mês de abril, onde se observou o maior índice pluviométrico, houve uma queda brusca na infestação, onde foram capturados, em média, 100 insetos/armadilha. Após esse período, até setembro, a ocorrência de picos populacionais, nesse período de menor intensidade, oscilou numa periodicidade bimestral.

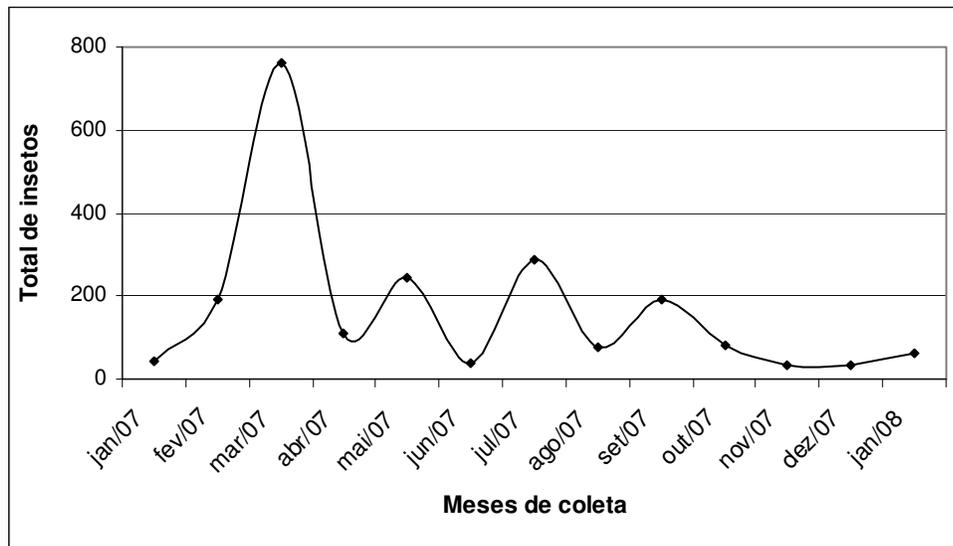


Figura 4. Número médio total de adultos de mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), capturados em armadilhas adesivas amarelas sustentadas em plantas de *Citrus latifolia*. São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

Nos meses da estação seca, a quantidade média de insetos/armadilha até o mês de setembro foi decrescendo até atingir seu limiar em torno de 45 insetos/armadilha no mês de dezembro. No mês seguinte, ou seja, em janeiro de 2008, observou-se um pequeno acréscimo para 50 insetos/armadilha.

A flutuação populacional de machos de mosca negra seguiu uma tendência bastante similar ao observado para o número total de adultos (Figura 5). Verificou-se uma ascensão no número de insetos/armadilha de janeiro a março de 2007, com o pico ocorrendo nesse último mês (500 insetos/armadilha). No mês de maior índice pluviométrico (abril), observou-se que o número de machos coletados por armadilha diminuiu consideravelmente, chegando a aproximadamente 80 insetos/armadilha. Em maio, ocorreu um aumento no número médio de machos/armadilha, atingindo 180 insetos/armadilha, e logo depois, no mês de junho, houve uma queda na densidade populacional, caindo para 20 insetos/armadilha. Nos meses da estação seca, ocorreram dois picos populacionais nos meses de julho e setembro, com aproximadamente 190 e 120 insetos/armadilha, respectivamente. Entre outubro e dezembro, a infestação tornou-se decrescente, atingindo a sua taxa mínima em torno 15 insetos/armadilha. Já em janeiro de 2008, observou-se que o número médio de machos de mosca negra começou a aumentar encontrando-se 45 insetos/armadilha.

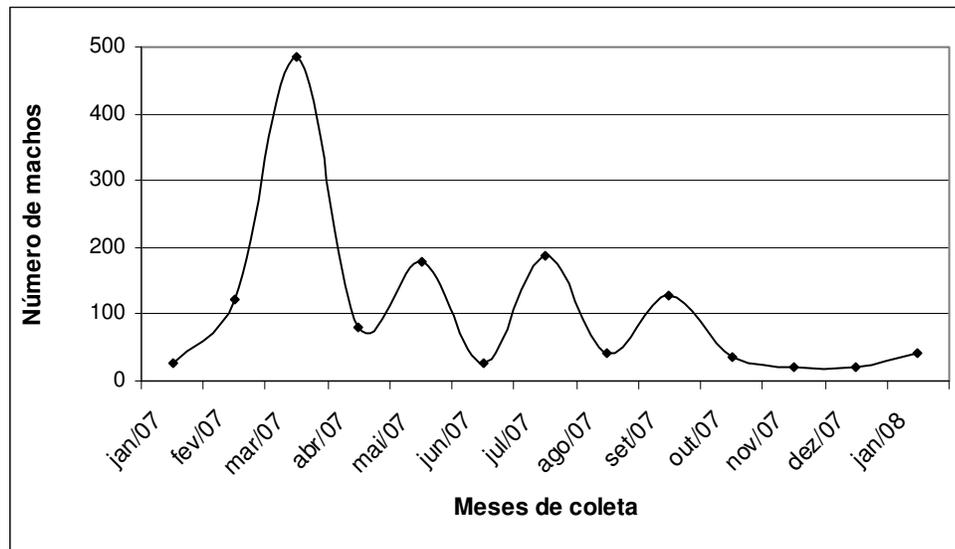


Figura 5. Número médio de machos de mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), capturados em armadilhas adesivas amarelas sustentadas em plantas de *Citrus latifolia*. São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

Da mesma forma que nas situações anteriores, nos meses de janeiro a março o número médio de fêmeas coletadas por armadilha foi ascendente, atingindo a sua taxa máxima em cerca de 250 insetos/armadilha (Figura 6). Em abril, período no qual foi observado o maior índice pluviométrico, a densidade populacional declinou bruscamente para 25 insetos/armadilha. A partir desse mês, a quantidade de fêmeas coletadas voltou a elevar-se, sendo seguida de uma nova queda, quase zero em junho. Durante a estação seca, no mês de julho, observou-se maior pico populacional, com aproximadamente 100 insetos/armadilha. Posteriormente, verificou-se um pico de menor intensidade em setembro, declínio no número médio/armadilha até dezembro, com o limiar mínimo de 10 insetos/armadilha, e uma ligeira elevação na taxa de insetos capturados em janeiro de 2008 (20 insetos/armadilha).

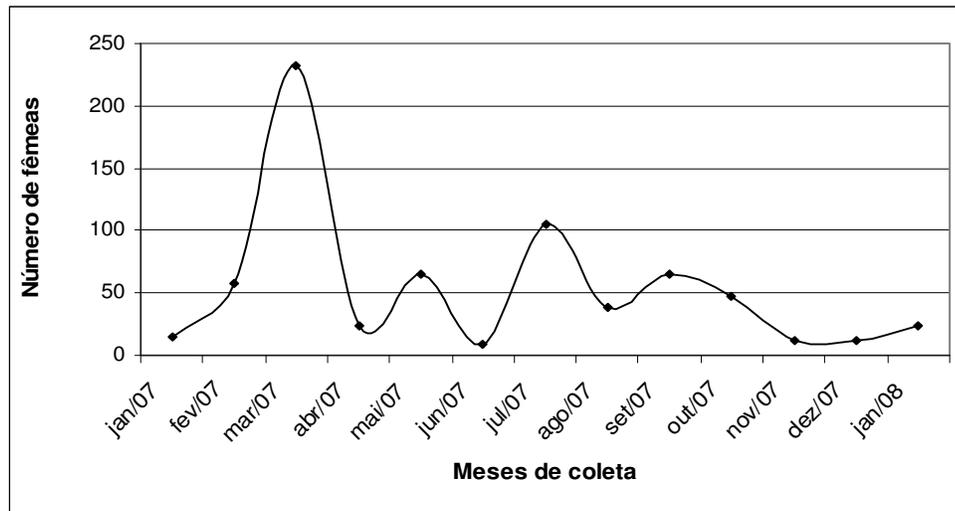


Figura 6. Número médio de fêmeas de mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), capturados em armadilhas adesivas amarelas sustentadas em plantas de *Citrus latifolia*. São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

Observaram-se correlações significativas entre as variáveis precipitação pluvial e número de adultos de mosca negra (Tabela 1). Para o período completo de coletas, verificaram-se correlações positivas e significativas entre o número de machos bem como para o total de insetos coletados e a precipitação pluvial. O índice pluviométrico, nesses casos, não afetou negativamente o número de insetos coletados, ou seja, quanto maior foi o índice pluvial acumulado no período anterior à coleta maior foi a quantidade de insetos capturados.

Tabela 1. Índices de correlação de Spearman entre número de adultos de mosca negra dos citros coletados em armadilhas adesivas amarelas e as variáveis climáticas precipitação pluvial (mm), temperatura ( $^{\circ}$  C) e umidade relativa do ar (%). São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

Variável Climática	Sexo	Período		
		Chuvoso	Seco	Completo <sup>1</sup>
Precipitação Pluvial	Fêmeas	0,2396 <sup>ns2</sup>	-0,0983 <sup>ns</sup>	0,3421 <sup>ns</sup>
	Machos	0,4681 <sup>ns</sup>	-0,0752 <sup>ns</sup>	0,6131*
	Total	0,4110 <sup>ns</sup>	-0,0231 <sup>ns</sup>	0,5603*
Temperatura	Fêmeas	-0,5121 <sup>ns</sup>	-0,8364*	-0,6463*
	Machos	-0,7055*	-0,5909 <sup>ns</sup>	-0,7513*
	Total	-0,6440*	-0,7455*	-0,7471*
Umidade Relativa	Fêmeas	0,2291 <sup>ns</sup>	0,3462 <sup>ns</sup>	0,4160*
	Machos	0,4229 <sup>ns</sup>	0,2597 <sup>ns</sup>	0,6508*
	Total	0,3172 <sup>ns</sup>	0,3736 <sup>ns</sup>	0,5988*

<sup>1</sup> o período completo de coletas se refere aos períodos chuvoso e seco.

<sup>2</sup> significância dos coeficientes de correlação (r) de Spearman testada pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade.

A correlação da variável climática temperatura apresentou em todos os períodos resultados negativos com as quantidades de insetos coletadas, independentemente de terem sido ou não significativas. Resultados significativos foram observados para o número total de insetos capturados em todos os períodos de tempo estudados, para o número de fêmeas coletadas durante o período seco e quando considerou-se o período completo de coletas e, por fim, para a quantidade de machos capturadas durante o período chuvoso e no período completo de coletas.

Já para a correlação entre a variável umidade relativa do ar e o número de insetos coletados nos período completo de coletas, o índice de correlação encontrado foi positivo e significativo.

#### 4.2 Dependência espacial de *Aleurocanthus woglumi* em *Citrus latifolia*

Os semivariogramas obtidos caracterizaram agregação na distribuição espacial (Tabela 2 e Figura 7). Escolheu-se o modelo esférico para a obtenção dos variogramas com o intuito de descrever a estrutura espacial de *A. woglumi* nas estações chuvosa e seca para machos, fêmeas e total de insetos coletados. Esse modelo foi validado através da relação  $C_0/C_0+C_1$ , o qual determina o índice k, que variou entre 0,14 e 0,25, sendo que valores inferiores a 0,80 obtidos para esse índice denotam a distribuição agregada às populações em estudo.

Tabela 2. Modelos de semivariograma para a distribuição espacial de adultos de mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), capturados em armadilhas adesivas amarelas sustentadas em plantas de *Citrus latifolia*. São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

Parâmetros do Semivariograma				Modelo	R <sup>2</sup>	Área de agregação (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	K <sup>2</sup>
Efeito Pepita	Patamar	a (m)					
<b>Estação Chuvosa</b>							
<b>Machos</b>	0,161	0,742	238,00	Esférico	0,85	177.862	0,21
<b>Fêmeas</b>	0,139	0,960	209,60	Esférico	0,89	137.946	0,14
<b>Total</b>	0,147	0,817	233,00	Esférico	0,89	170.467	0,18
<b>Estação Seca</b>							
<b>Machos</b>	0,188	0,748	54,40	Esférico	0,75	9.292	0,25
<b>Fêmeas</b>	0,126	0,504	55,70	Esférico	0,72	9.741	0,25
<b>Total</b>	0,132	0,610	55,90	Esférico	0,78	9.811	0,22

<sup>1</sup> área de agregação =  $\pi r^2$ , onde  $\pi= 3,1415$  e  $r= a$ .

<sup>2</sup> índice k=  $C_0/C_0+C_1$ .

O efeito pepita, que é a variabilidade devida ao erro experimental, ou seja, efeitos distribucionais abaixo da escala amostral de estudo e outros efeitos aleatórios, foi de 0,161 para machos, de 0,139 para fêmeas e de 0,147 para o número médio total de adultos.

O alcance da dependência espacial para adultos da mosca negra, onde as amostras são consideradas espacialmente dependentes, durante a estação chuvosa para o número médio de machos, fêmeas e total de adultos, foi de 238,00 m, 209,60 m e 233,00 m, respectivamente. (Figuras 7A, 7B e 7C). Portanto, a área de agregação da mosca negra no pomar foi de 177.862 m<sup>2</sup> para machos, 137.946 m<sup>2</sup> para fêmeas e de 170.467 m<sup>2</sup> para o número total de adultos.

Na estação seca, os valores do efeito pepita não divergiram muito dos encontrados para a estação chuvosa, sendo de 0,188 para o número de machos, 0,126 para fêmeas e de 0,132 para o número total de adultos.

O alcance da dependência espacial para a estação em questão foi cerca de 3/4 menor do que para a estação chuvosa. Para o número de machos, o alcance foi de 54,40 m, para fêmeas, igual a 55,70 m, e para o total de adultos, de 55,90 m (Figuras 7D, 7E e 7F).

Já a área de agregação de adultos da mosca negra para a estação chuvosa foi de 9.292 m<sup>2</sup>, de 9.741 m<sup>2</sup> e de 9.811 m<sup>2</sup>, para os números de machos, fêmeas e total de adultos, respectivamente.

Os mapas das densidades da população estimadas interpoladas pelo método da krigagem mostraram áreas de agregação dentro do pomar. Na estação chuvosa, nas regiões do pomar estudado onde se encontrariam mais insetos, os valores seriam de no mínimo 5,28 para machos (Figura 8A), de 4,54 para fêmeas (Figura 8B), e de 5,71 para a população total (Figura 8C). Notou-se que as áreas de agregação obtidas foram muito próximas para os dois sexos bem como para o número total de adultos. Para a estação seca, as áreas com maior quantidade de insetos no pomar em estudo não se distinguiu muito das áreas de maior agregação na estação chuvosa, mas como o nível populacional foi menor nessa estação climática, a agregação também foi inferior. Para machos, na maior área de agregação seriam encontrados pelo menos 3,90 insetos (Figura 9A), 3,62 fêmeas (Figura 9B) e 4,48 insetos independentemente do sexo (Figura 9C).

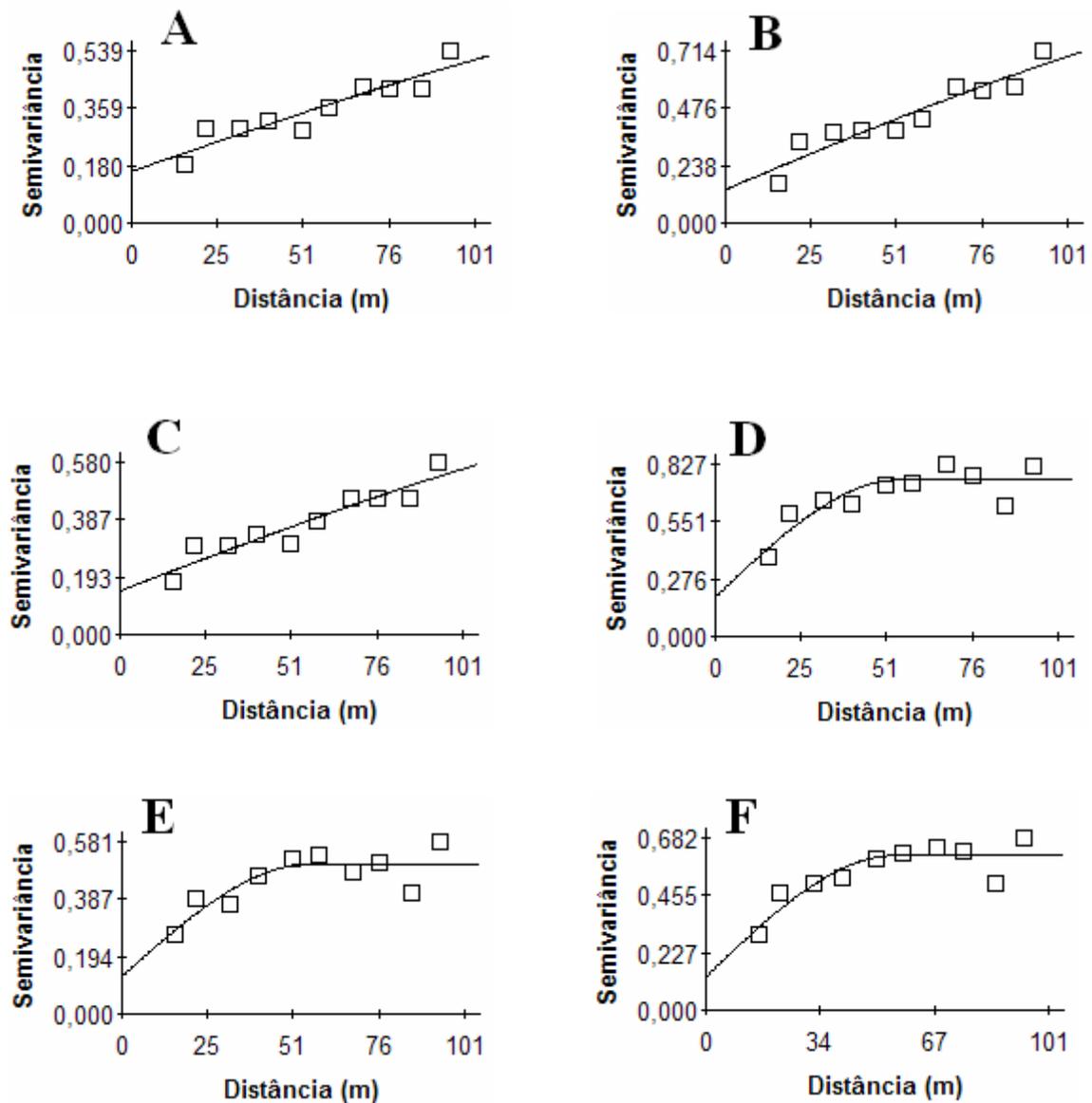


Figura 7. Variogramas de adultos da mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), capturados em armadilhas adesivas amarelas sustentadas em plantas de *Citrus latifolia* em duas distintas estações climáticas: estação chuvosa (A = machos, B = fêmeas e C = total de adultos); estação seca (D = machos, E = fêmeas e F= total de adultos). São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

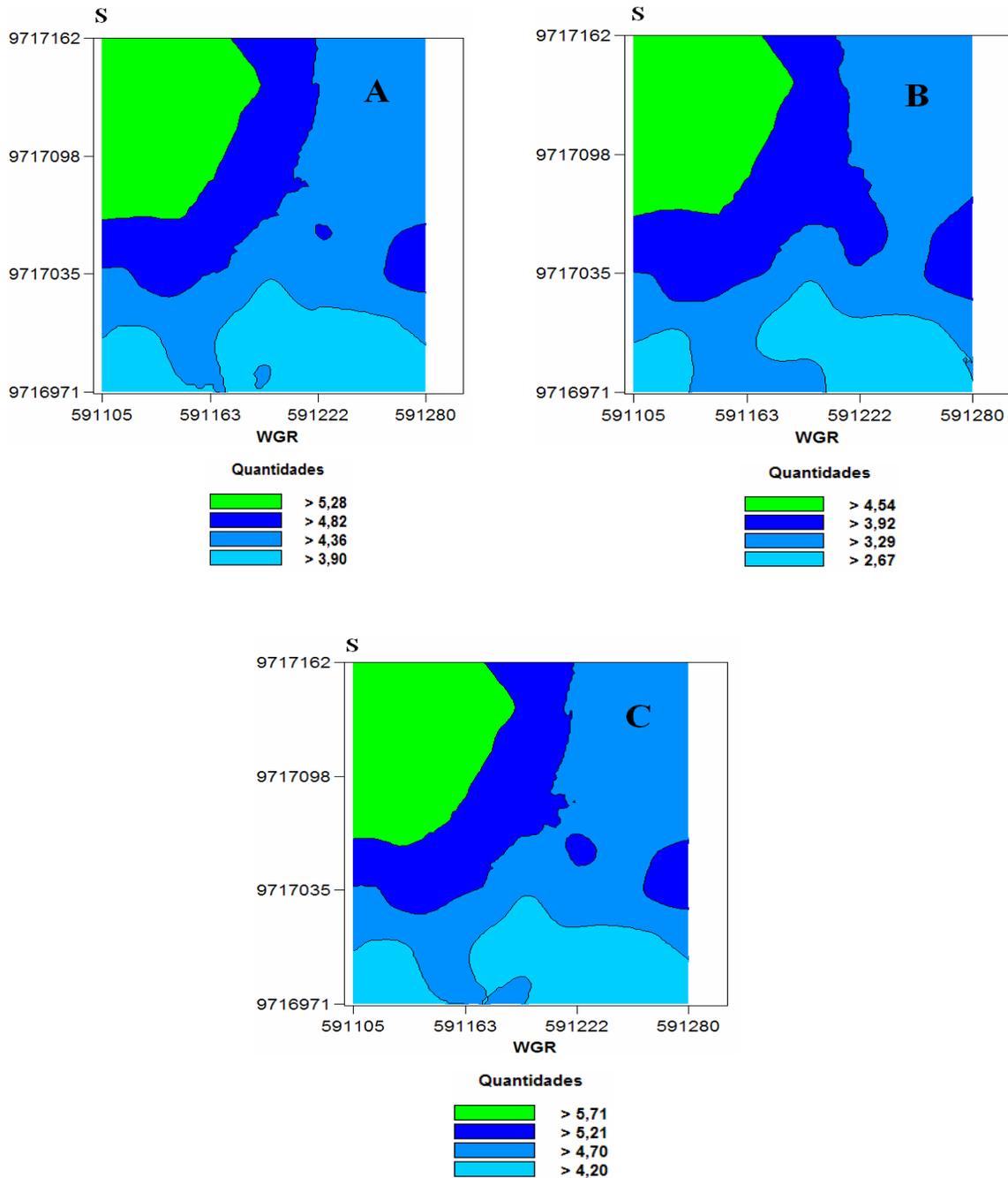


Figura 8. Mapas demonstrando a distribuição espacial de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) coletados por armadilhas adesivas amarelas no pomar de *Citrus latifolia* na estação chuvosa (A = machos; B = fêmeas e C = total). São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

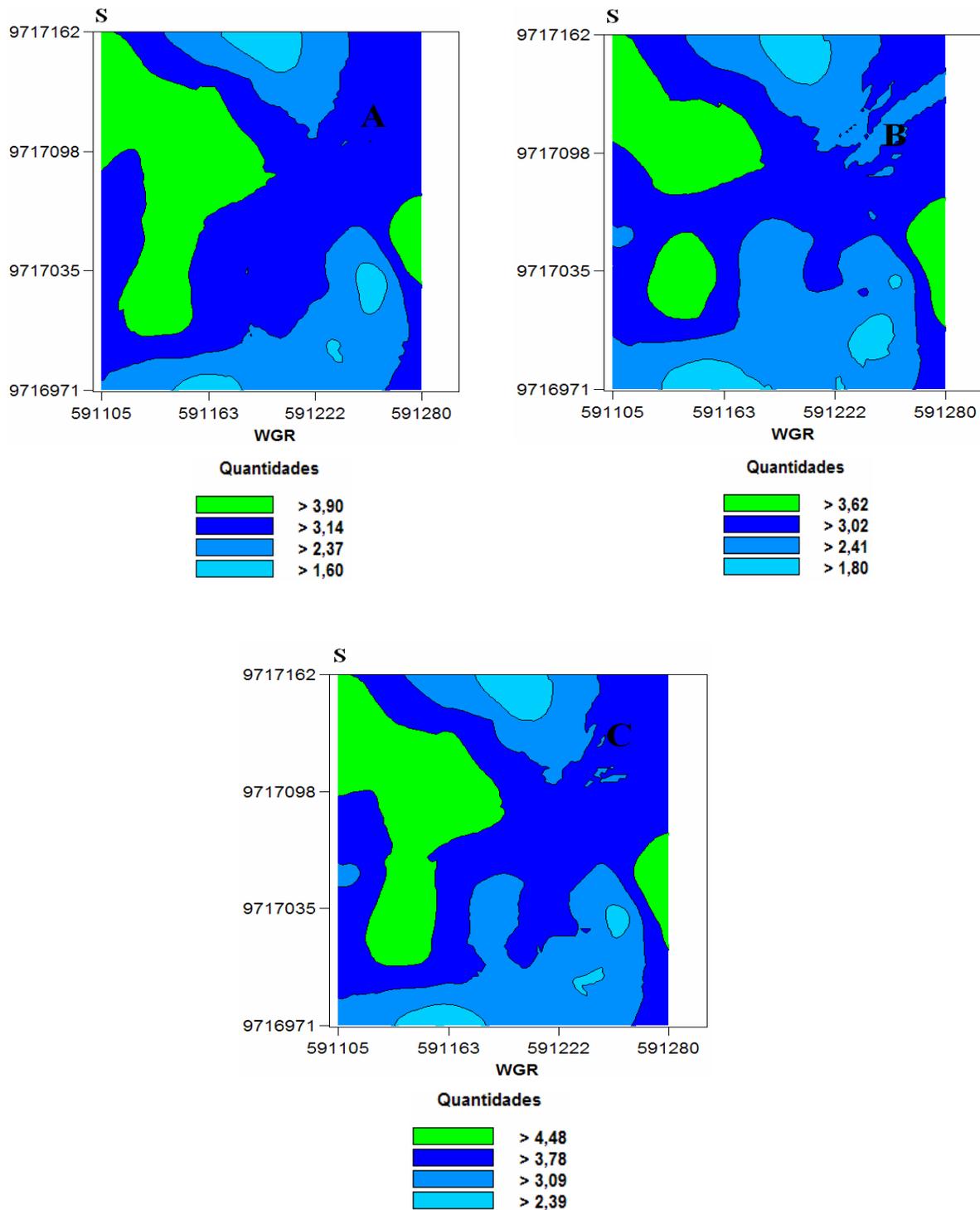


Figura 9. Mapas demonstrando a distribuição espacial de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) coletados por armadilhas adesivas amarelas no pomar de *Citrus latifolia* na estação seca (A = machos; B = fêmeas e C = total). São José de Ribamar, MA. 2007-2008.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Flutuação populacional de *Aleurocanthus woglumi* em *Citrus latifolia*

O estudo da distribuição espacial de pragas é fundamental para elaboração de planos de amostragem que possam propiciar estratégias viáveis no manejo integrado de pragas, e o conhecimento da flutuação populacional do inseto-praga e de sua distribuição na planta constituem ferramentas importantes, pois permitirão um planejamento da produção mais preciso e confiável (CHARTTERJEE, 2002; CIVIDANES; SANTOS, 2003; SILVA, 2006).

Observou-se que para o número total médio de adultos, machos e fêmeas da mosca negra, a densidade populacional foi maior durante a estação chuvosa em relação à estação seca. São nos períodos com maiores índices de precipitação pluvial que ocorre o crescimento vegetativo das plantas de citros, com a emissão de brotações novas, e que são, justamente, as partes das plantas nas quais os insetos têm preferência em colonizar.

De maneira geral, houve uma influência de fatores climáticos, principalmente da pluviosidade, que favoreceu o aumento da população da mosca negra. Observou-se também a ocorrência de sobreposição de gerações, visto que se tem a presença de mosca negra durante todo o ano.

Nas primeiras coletas, durante o período chuvoso, a densidade populacional foi ascendente, havendo uma queda brusca quando, em abril, houve um aumento acentuado no índice pluviométrico. No período seco, a densidade populacional foi bem menor, assim como a taxa de precipitação pluvial. Padrão semelhante ao encontrado neste trabalho foi de Yamamoto, Paiva e Gravena (2001), que estudaram a flutuação populacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros e concluíram que a densidade mais alta do inseto no campo foi no período chuvoso. O mesmo foi encontrado por Nardi et al. (2007), que estudaram a flutuação populacional e a distribuição vertical do percevejo castanho, *Scaptocoris carvalhoi* (Hemiptera: Cydnidae) em área de pastagem e concluíram que a população do percevejo ocorreu preferencialmente nas camadas mais superficiais do solo nos meses mais chuvosos, e tendeu a se aprofundar nos meses mais secos do ano.

Medeiros (2007) também encontrou resultados semelhantes ao desse estudo ao avaliar a dinâmica populacional de *A. woglumi* em áreas de produção de citros também no

Maranhão e ao constatar que os efeitos climáticos influenciaram a dinâmica populacional de ninfas de mosca negra, havendo um aumento significativo do número de insetos no início do período chuvoso, verificou ainda, um aumento gradativo do número de posturas e ovos durante a estação chuvosa, sendo registrados os maiores picos populacionais nesse período.

Resultados divergentes foram também encontrados por Silva (2006). Ao avaliar a dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivos olerícolas observou que a população foi menor do inseto no período chuvoso, o mesmo fenômeno foi encontrado por Dengel (1981), afirmando que no início da estação chuvosa, a população de *B. tabaci* é pequena, mas que pode aumentar bruscamente. Lemos et al. (2003) também constataram que a infestação da *B. tabaci* na época das águas foi reduzida quando comparada à época seca. Geraud et al. (1977) encontraram os maiores níveis populacionais da mosca negra dos citros durante a época seca do ano, diminuindo sua população quando se estabeleceu o período chuvoso. O mesmo foi encontrado por Figueredo (2002), ao confirmar que os menores níveis populacionais da mosca negra dos citros ocorreram durante a época das chuvas.

A densidade populacional de insetos é bastante influenciada por fatores abióticos, como foi verificado por Silva (2006) que estudando sobre flutuação populacional de *B. tabaci*, encontrou que a precipitação pluvial foi o principal fator meteorológico que atuou sobre a densidade populacional dos estádios ninfais e dos adultos desses insetos. Já Leite et al. (2002), analisaram os fatores que influenciaram o ataque de *B. tabaci* em jiloeiro, e não detectaram o efeito da chuva sobre esse inseto, indicando apenas que as temperaturas mais elevadas favoreceram as populações de *B. tabaci*. No entanto, Cividanes e Santos (2003), estudaram a flutuação e a distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) em couve, e concluíram que a precipitação pluvial reduziu a densidade populacional desse inseto.

O conhecimento da fenologia da planta hospedeira é muito importante para detecção, monitoração e controle de qualquer praga, porque a suscetibilidade da planta varia com o seu estágio de desenvolvimento (VILLAS BÔAS et al., 1997). De acordo com os resultados de Lemos et al. (2003), diferentes fatores, como condições ecológicas e fisiológicas das plantas, além da ocorrência de parasitóides e de predadores, podem afetar a flutuação populacional de *B. tabaci*.

Neste trabalho, destacaram-se como fatores importantes na dinâmica populacional da mosca negra a fenologia da planta (período de crescimento vegetativo) e os fatores abióticos,

principalmente a precipitação pluvial, uma vez que a temperatura apresentou pequena oscilação durante o ano. Essa relação observada é uma possível explicação para a maior densidade populacional encontrada no período chuvoso, meses em que as plantas de citros estão em pleno desenvolvimento, emitindo novas brotações.

## **5.2 Estrutura da dependência espacial de *Aleurocanthus woglumi* em *Citrus latifolia***

A análise geoestatística permite detectar a existência da variabilidade e distribuição espacial das medidas estudadas, constituindo uma importante ferramenta na análise e descrição detalhada da variável estudada (CARVALHO; SILVEIRA; VIEIRA, 2002; VIEIRA, 2000). Conhecendo as coordenadas geográficas do ponto amostrado, podem-se analisar os dados, possibilitando, segundo Vendrusculo, Magalhães e Vieira (2004), representar a área com maior detalhamento. O nível de detalhamento é obtido por meio da distância entre pontos de amostragem e depende tanto da propriedade a ser analisada quanto da escala de trabalho (tamanho da área amostrada).

Pôde-se determinar que os adultos de *A. woglumi* se distribuem espacialmente de forma agregada no pomar, porque além de todos os variogramas terem sido ajustados por meio do modelo esférico, o índice  $k$ , que é um outro indicador de ocorrência de distribuição espacial do organismo em estudo, confirmou isso. Journel e Huijbrets (1978)<sup>2</sup>, citados por Farias et al., 2003, determinaram que os valores obtidos para o índice  $k$  abaixo de 0,80 indicam que o fenômeno estudado é agregado, com forte relação entre as amostras, e nesse trabalho, os índices encontrados variaram entre 0,14 e 0,25.

A área de agregação de insetos na estação chuvosa foi maior que na estação seca, devido ao maior desenvolvimento vegetativo das plantas de citros com o lançamento de novas brotações, o que contribuiu sobremaneira para os maiores níveis populacionais da mosca negra. Nesse período havia à sua disposição um alimento com melhor qualidade nutricional, já que com a maior disponibilidade de água às plantas, a seiva elaborada torna-se nutricionalmente melhor, principalmente em aminoácidos.

Para uma avaliação correta da população de pragas é necessário que se realizem

---

<sup>2</sup> JOURNAL A. G., HUIJBREBTS, C. J. **Mining geostatistics**. London: Academia Press, 1978. 600p.

amostragens. A amostragem é um aspecto importantíssimo para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de pragas, sendo fundamental na tomada de decisão sobre a necessidade ou não de controlar uma determinada praga.

Neste trabalho pôde-se inferir que com a área de agregação encontrada para a estação chuvosa, deve-se colocar, ao menos, uma armadilha a cada 17 ha, com a finalidade de se obter uma estimativa confiável das populações de mosca negra num plano de amostragem. Na estação seca é necessária uma armadilha por hectare para se obter a mesma estimativa. A determinação da caracterização da estrutura espacial de *A. woglumi* mostrou-se útil, por potencializar a importância de amostragens desse inseto durante o período seco, pois se teve o menor alcance da dependência espacial encontrada nessa estação climática, além de que na estação chuvosa se teve as maiores taxas populacionais.

A distribuição do tipo agregada geralmente implica em dependência espacial da variável número de espécimes por área, permitindo uma abordagem através da geoestatística e da utilização de ferramentas de agricultura de precisão, possibilitando, dessa maneira, o desenvolvimento de metodologia de amostragem da população dos insetos-praga. Ge et al. (2005), trabalhando com heterogeneidade espacial e análise de risco populacional de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) na China, concluíram que o alcance pode ser usado para decidir a distância de amostragem e que o mesmo estudo é considerado vantajoso para o desenvolvimento de táticas de amostragens. Também com a finalidade de orientar procedimentos de amostragem em cultura de citros, Farias et al. (2003) estimaram entre 53 e 65 m o alcance das amostras para avaliar as infestações das cigarrinhas *Dilobopterus costalimai*, *Acrogonia* sp. e *Oncometopia facialis* (Hemiptera: Cicadellidae). Esses autores concluíram que pelo menos um ponto de amostragem, representado por uma armadilha, deveria ser realizada por hectare, a fim de se obter uma estimativa confiável das populações das referidas cigarrinhas.

Taylor (1981) relatou que o estudo do movimento de indivíduos no ambiente pode contribuir para se determinar o número de pontos e a sua distribuição na área. Soto, Ouilensciilaeger e García-Marí (2002) estudaram a tendência na distribuição de ovos e ninfas das moscas brancas *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri* e *Parabemisia myricae* (Hemiptera: Aleyrodidae) em folhas de citros para o desenvolvimento de planos de amostragens e concluíram que *A. floccosus* indicou alta agregação. Utilizando a geoestatística para demonstrar a

distribuição de danos causados pela *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae), uma importante praga do milho, Wright et al. (2002) registraram que o inseto tem distribuição agregada. De acordo com esses autores, a incidência de prejuízos entre as plantas próximas foi espacialmente correlacionada e o grau de associação espacial reduziu com a diminuição do número de pontos amostrados.

Blom e Fleischer (2001), analisando a dinâmica da estrutura espacial de *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) em cultivo de batata na Pensilvânia, EUA, concluíram que a estrutura espacial variou com o estágio de desenvolvimento do inseto, mas a dependência espacial não foi detectada.

Park e Tollefson (2006) estudaram a distribuição espacial de ovos e larvas de *D. v. virgifera* em milho, e concluíram que para a distribuição de ovos não houve dependência espacial, indicando distribuição ao acaso. Na distribuição de larvas, a dependência espacial foi de 46 m. Quando se deseja estimar populações em campo, é importante considerar não somente a distância entre as amostras, mas também a época do ano e a idade das plantas. Esses fatores são especialmente importantes quando amostragens considerando a planta inteira são usadas como ferramenta de amostragem para a tomada de decisões de manejo (DARNELL et al., 1999).

Os resultados encontrados neste trabalho indicaram que na elaboração de um plano de amostragem poder-se-á lançar mão de se amostrar qualquer um dos sexos ou o número total de insetos capturados devido às suas dependências espaciais serem muito próximas em ambas as estações, mas que o número de armadilhas a serem instaladas deverá ser maior na estação seca.

Esses dados fornecem informações práticas sobre a dinâmica da estrutura espacial da mosca negra. Estudos adicionais deverão ser conduzidos com a finalidade de permitir o planejamento da produção com maior confiabilidade e segurança na adoção de medidas adequadas de controle dentro do manejo integrado de pragas.

## 6 CONCLUSÕES

- ❖ O período chuvoso contribuiu para a elevação do nível populacional de *A. woglumi*;
- ❖ A área de agregação de *A. woglumi* na estação chuvosa foi maior que na estação seca, sendo que, para se obter uma estimativa confiável do número de adultos da mosca negra dos citros, durante a estação chuvosa é necessário instalar uma armadilha a cada 17 hectares e durante a estação seca uma armadilha a cada hectare.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>3</sup>

- BATISTA, T. F. C.; RODRIGUES, R. C.; SOARES, A. C. S.; REIS, J. S.; OHASHI, O. S.; OLIVEIRA, F. C.; LIMA, W. G.; SANTOS, M. M. L. S. Identificação de fungos entomopatogênicos para o controle da mosca negra dos citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae). Praga quarentenária no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO FITOPATOLOGIA, 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. p. 220.
- BERNARDES, B. B.; MENDONÇA, D. C.; LEÃO, T. A. de C.; PINHEIRO, S. J. P.; OLIVEIRA, A. S. S. de; MAIA, W. J. M. S. Levantamento da entomofauna de inimigos naturais da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), no município de Belém/PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20, 2004. Gramado. **Resumos...** Gramado: SEB, 2004. p. 439.
- BLOM, P. E.; FLEISCHER, S. J. Dynamics in the spatial structure of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chysomelidae). **Environmental Entomology**, Maryland, v. 30, n. 2, p. 350-364, Apr. 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Lista de pragas quarentenárias ausentes A1 e quarentenárias presentes A2. **Instrução Normativa n<sup>o</sup> 41/MAPA**, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet>>. Acesso em: 05 jul. 2008.
- CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1151-1159, ago. 2002.
- CHATTERJEE, H. Distribution pattern of citrus blackfly (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) infesting mandarin orange in Darjeeling District of West Bengal. **Indian Journal of Agriculture Research**, New Delhi, v. 36, n. 2, p. 133-136, Apr. 2002.
- CHERRY, R. H.; FITZPATRICK, G. E. Intra-tree dispersion of citrus blackfly. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 8, p. 997-999, 1979.
- CHERRY, R. H. Lethal temperatures of citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasite, *Amitus hesperidum* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Entomophaga**, Paris, v. 24, n. 1, p. 35-39, 1979.
- CIVIDANES, F. J.; SANTOS, D. M. M. dos. Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em couve. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 61-67, 2003.
- CUNHA, M. L. A. da. **Distribuição geográfica, aspectos biológicos e controle químico da mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), nas**

<sup>3</sup> Referências de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 6023-2002.

**condições ambientais do Estado do Pará.** 2003. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2003.

DARNELL, S. J.; MEINKE, L. J.; YOUNG, L. J.; GOTWAY, C. A. Geostatistical investigation of the small-scale spatial variation of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults. **Environment Entomology**, Maryland, v. 28, n. 2, p. 266-274, Apr. 1999.

DAVIS, P. M. Statistics for describing populations. In: PEDIGO, L. P., BUNTIN G. D. (Eds.). **Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 33-54.

DENGEL, H. J. Investigations on the incidence of *Bemisia tabaci* (Genn.) adults on different cassava varieties. **Plant Research and Development**, v. 1, n. 14, p. 37- 49, 1981.

DOWELL, R. V.; CHERRY, R. H. Detection of, and sampling procedures for, the citrus blackfly in urban Southern Florida. **Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 23, n. 1, p. 19-26, June. 1981.

DOWELL R. V.; CHERRY, R. H.; FITZPATRICK, G. E.; REINERT, J. A.; KNAPP, J. L. **Biology plant-insect relations and control of the citrus blackfly**. Agricultural Experiment Station. University of Florida. Gainesville. Bulletin 818 (Thecnical), p. 1-48, Feb. 1981.

DOWELL, R. V.; REINERT, J. A.; FITZPATRICK, G. E. Development and survivorship of the citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* on six citrus hosts. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 7, n. 4, p. 524-525, Aug. 1978.

ELIZONDO, J. M.; QUEZADA, J. R. Identificación y evaluación de los enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) em cuatro zonas cítrícolas de Costa Rica. **Revista Interamericana de Ciências Agrícolas**, Coronado, v. 40, n. 2, p. 190-197, abr./jun. 1990. Disponível em: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0789e02.html>>. Acesso em: 28 mar. 2008.

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

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA. **Guía para el Manejo Integrado de Plagas Invertebradas**. Zamorano, 1999. Disponível em: <<http://arneson.cornell.edu/ZamoPlagas>>. Acesso em: 25 out. 2007.

FARIAS, P. R. S.; SÁNCHEZ-VILA, X.; BARBOSA, J. C.; VIEIRA, S.R.; FERRAZ, L. C. C. B. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated in crop rotation. **Russian Journal of Nematology**, Moscou, v. 10, p. 1-9, 2002.

FARIAS, R. S.; ROBERTO, R. S.; LOPES, J. R. S.; PERECIN, D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 13-20, Jan./Feb. 2003.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em Algodoeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária**, Brasília, v. 8, n. 3, p. 203-211, set./dez. 2002.

FIGUEREDO, L. C. **Gestión de planta la mosca prieta de los citricos (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) en las condiciones de la empresa de citricos sola**. 2002, 63 f. Dissertação (Maestría en Fruticultura Tropical) – Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical, La Havana, 2002.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. 2008. Disponível em:

<[http://www.fundecitrus.com.br/doenca/moscas\\_negra.html](http://www.fundecitrus.com.br/doenca/moscas_negra.html)>. Acesso em: 25 fev. 2008.

GE, S. K.; CARRUTHERS, R. I.; MA, Z. M.; ZANG, G. X.; LI, D. M. Spatial heterogeneity and population risk analysis of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in China. **Insect Science**. v. 12, p. 255-262, 2005.

GERAUD, F.; TERÁN, J.; PÉREZ, G.; MARTÍNEZ de N. B. La mosca prieta de los cítricos en Venezuela y su control biológico. In: **V Reunión Nacional de control biológico y sector agropecuario organizado 27- 29 Abril**. Cauca: 14p. 1977.

GILES, K. L.; ROYER, T. A.; ELLIOT, N. C. Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the greening (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plains. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, p. 1522-1530, 2000.

GRAVENA, S. **Manual Prático de Inspeção de Pragas de Citros**. São Paulo: Ceres, 2002. 54 p.

HART, W. G. Development of a trap for the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby. **Southwest Entomology**, v. 3, p. 219-225, 1979.

HART, W. G.; INGLE, S. J.; DAVIS, M. R.; MANGUM, C. Aerial photography with infrared color film as a method of surveying for citrus blackfly. **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v. 66, n. 1, p. 190-194, Feb. 1973.

HEU, R.; NAGAMINE, W. T. Citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae). Hawaii Department of Agriculture, Division of Plant Industry, **New Pest Advisory**. Hawaii, v. 99, p. 1-3, June 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados agregados, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>>. Acesso em: 20 jan. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rede brasileira de monitoramento contínuo, 2003. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agri/>>

default.asp>. Acesso em: 20 jan. 2008.

JANELLE, J.; SÉGURET, J.; ETIENNE, J.; VAILLANT, D.; DIDELOT, D. L'aleurode noir des citrus. Succès de la lutte biologique en Guyane française. *Phytoma. La Défense des Végétaux*, n. 532, p. 60-63, 2000. Disponível em: <<http://www.iicasanimet.net/noticias/antérieures/2001/abr02-06v.htm>>. Acesso em: 21 out. 2007.

KRIGE, D. G. A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the Witwatersrand. *Journal of Chemical Metal Mining Society South African*. v. 52, p. 119-139, 1951.

LEITE, G. L. D.; PICANCO, M.; ZANUNCIO, J. C.; MOREIRA, M. D.; PEREIRA, P. R. Fatores que influenciam o ataque de mosca-branca em jiloeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1033-1037, jul. 2002.

LEMONS, L. B.; FILHO, D. F.; SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P. Suscetibilidade de genótipos de feijão ao vírus-do-mosaico-dourado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 5, p. 575-581, maio 2003.

LEMONS, R. N. S.; SILVA, G. S.; ARAÚJO, J. R. G.; CHAGAS, E. F.; MOREIRA, A. A.; SOARES, A. T. M. Ocorrência de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) no Maranhão. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 35, n. 4, p. 558-559, jul./ago. 2006.

LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 38, p. 303-327, 1993.

MAIA, W. J. M. S.; MAIA, T. J. A. F.; MENDONÇA, D. C.; LEÃO, T. A. C.; PINHEIRO, S. J. P.; OLIVEIRA, A. S. S.; BERNARDES, B. B. Diversidade da entomofauna de inimigos naturais de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), nos municípios paraenses de Belém, Capitão Poço e Irutuia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. *Resumos...* Gramado: SEB, 2004. p. 400.

MALTA, A. W. O.; RODRIGUES, E. J. R.; GONÇALVES, N. P.; REIS, P. R.; SILVA, R. A.; CALIL, A. C. P. Flutuação populacional das principais pragas transmissoras de viroses no tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) na meso-região metropolitana de Belo Horizonte In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2000, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBCTA/Universidade Federal do Ceará, 2000. Disponível em: <<http://www.horticiencia.com.br/Biblioteca/Default.asp>>. Acesso em: 18 set. 2007.

MARTÍNEZ, N. B. de; ANGELES, Y. N. de J. Contribucion al conocimiento de la biologia de la "mosca prieta de los citricos", *Aleurocanthus woglumi* Ashby, en Venezuela. *Agronomía Tropical*, Maracay, v. 23, n. 4, p. 401-406, 1983.

MATHERON, G. Principles of geostatistics. *Economic Geology*, Littleton, v. 58, p. 1246-1266, 1963.

MATOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O.; POMPEU JÚNIOR, J. **Citrus: principais informações e recomendações de cultivo**, 2005. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Citros/Citros.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2007.

MATOS, C. A. O. de. **Variabilidade espacial de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) no milho**: métodos geoestatísticos e de estatística clássica, 2000. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2000.

MEDEIROS, F. R. **Dinâmica populacional da mosca negra dos citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) em Citrus sp no município de São Luis (MA)**. 2007, 55 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2007.

MICHAUD, J. P.; BROWNING, H. W.; SRANSLY, P. A.; CHILDERS, C. C.; MCCOY, C. W. **Florida citrus pest management guide: other insects pests**. UF/IFAS, 2001. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/CG005>>. Acesso em: 25 out. 2007.

MOURA, E. G. **Atributos físico-hídricos e fertilidade de um PVA Distrófico da formação Itapecuru em São Luís, MA, que afetam o crescimento do milho (*Zea mays* L.)** 1995, 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1995.

NARDI, C.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, O. D.; BENTO, J. M. S. Flutuação populacional e distribuição vertical de *Scaptocoris carvalhoi* Becker (Hemiptera: Cydnidae) em área de pastagem. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 107–111, jan./fev. 2007.

NGUYEN, R.; HAMON, A. B. Citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae). **DPI Entomology Circular**, Gainesville, n. 360, JULY 1998. Disponível em: <[http://creatures.ifas.ufl.edu/citrus/citrus\\_blackfly.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/citrus/citrus_blackfly.htm)>. Acesso em: 21 out. 2007.

NGUYEN, R.; BRAZZEL, J. R.; POUCHER, C. Population density of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Asbhy (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasites in urban Florida in 1979-1981. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 12, n. 3, p. 878-884, June 1983.

NOWIERSKI, R. M.; GUTIERREZ, A. P. Microhabitat distribution and spatial dispersion pattern of the walnut aphid, *Chromaphis juglandicola* (Homoptera: Aphididae), in California. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 15, p. 555-561, 1986.

OLIVEIRA, M. R. V. de; SILVA, C. C. A. da; NÁVIA, D. **Mosca negra dos citros *Aleurocanthus woglumi*: alerta quarentenário**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2001. 12 p.

PARK, Y.; TOLLEFSON, J. J. Spatial distributions of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs and larvae: implications for sampling. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 79, n. 2, p. 129-135, Apr. 2006.

- ROBERTS, E. A.; RAVLIN, F. W.; FLEISCHER, S. J Spatial data representation for integrated pest management programs. **American Entomology**, v. 39, p. 91-107, 1993.
- ROBERTSON, P. G. Geostatistics in ecology: interpolating with know variance. **Ecology**, v. 68, p. 744-749, 1987.
- SANTOS FILHO, H. P.; ABREU, K. C. L de M.; NASCIMENTO, A. S do; MELO, R. L.; SANCHES, N. F. **Monitoramento de Pragas Regulamentadas e Inimigas Naturais**. Cruz das Almas: ADAB/EMBRAPA, 2002. 54 p.
- SAS System, the. Version 8.2. Cary: SAS Institute, 2001. 6 CD-ROM. Windows 98.
- SCHOTZKO, D. J.; SMITH, C. M. Effects of host plant on the between-plant spatial distribution of the russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 84, p. 1725-1734, 1991.
- SCHOTZKO, D. J.; QUISENBERRY, S. S. Pea leaf weevil (Coleoptera: Curculionidae) spatial distribution in peas. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 28, n. 3, p. 477-484, June 1999.
- SILVA, M. C. **Dinâmica populacional e variabilidade genética da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivos olerícolas em São Luís –MA**. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2006.
- SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; PARANHOS, S. B. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.
- SOTO, A.; OIILENSCIIAEGGER, F.; GARCÍA-MARÍ, F. Distribution and sampling of the whiteflies *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri* and *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae) in citrus in Spain. **Journal of Economic Entomology**. v. 95, n. 1, p. 167-173, Feb. 2002.
- TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 29, p. 321-357, 1984.
- TAYLOR, R. A. J. The behavioral basis of redistribution. **Journal of Animal Ecology**, v. 50, p. 587-604, 1981.
- TRUMBLE, J. T., OATMAN, E. R., VOTH, V. Temporal variation in the spatial dispersion patterns of aphids (Homoptera: Aphididade) infesting strawberries. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 12, p. 595-598, 1983.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Monitoring whitefly populations, 1995. Disponível em: <<http://whiteflies.ifas.ufl.edu/wfly0015.htm>>. Acesso em: 06 nov. 2007.
- [VENDRUSCULO, L. G.](#), [MAGALHAES, P. S. G.](#), [VIEIRA, S. R.](#) Sistema computacional para análise geoestatística. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 100-107, jan./fev. 2004.

VIEIRA, S. R. Uso de geoestatística em estudos de variabilidade espacial de propriedades do solo. In: NOVAIS, R.F. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 1-54.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C. **Manejo integrado de mosca branca *Bemisia argentifolii***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1997. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica 9).

WHITE, G. L.; KAIRO, M. T. K.; LOPEZ, V. Classical biological control of the citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* by *Amitus hesperidum* in Trinidad. **Biocontrol**, v. 50, n. 5, p. 751-759, Oct. 2005.

WRIGHT, R. J., DEVRIES, T. A., YOUNG, L. J., JARVI, K. J., SEYMOUR, R. C. Geostatistical analyses of the small-scale distribution of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 31, p. 160-167, Feb. 2002.

XU, X. M.; RIDOUT, M. S. Effects of prevailing wind direction on spatial statistics of plant disease epidemics. **Journal of Phytopatology**. v. 149, n. 2, p. 155-166, Apr. 2001.

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, mar. 2001.

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