

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSCA-NEGRA-DOS-  
CITROS (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) EM  
POMARES DE CITROS EM SISTEMA AGROFLORESTAL  
E MONOCULTURA.**

**Anderson Gonçalves da Silva**

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSCA-NEGRA-DOS-  
CITROS (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) EM POMARES  
DE CITROS EM SISTEMA AGROFLORESTAL  
E MONOCULTURA.**

**Anderson Gonçalves da Silva**

**Orientador: Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior**

**Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Silva Farias**

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

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2010

Silva, Anderson Gonçalves da

S586d

Dinâmica populacional de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) em pomares de citros em sistema agroflorestal e monocultura. / Anderson Gonçalves da Silva. -- Jaboticabal, 2010  
viii, 79 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientador: Arlindo Leal Boiça Junior

Co-Orientador: Paulo Roberto Silva Farias

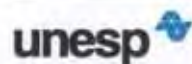
Banca examinadora: José Carlos Barbosa, José Roberto Scarpellini

Bibliografia

1. Aleyrodidae . 2. *Citrus sinensis*. 3. geoestatística. 4. insecta. 5. sistema agroflorestal. 5. *Tectona grandis*. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.783

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) EM POMARES DE CITROS EM SISTEMA AGROFLORESTAL E MONOCULTURA.

**AUTOR:** ANDERSON GONÇALVES DA SILVA

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. JOSE CARLOS BARBOSA

Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. JOSE ROBERTO SCARPELLINI

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Ribeirão Preto/SP

Data da realização: 25 de fevereiro de 2010.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**ANDERSON GONÇALVES DA SILVA** - Natural de Belém, Estado do Pará, nasceu no dia 27 de Julho de 1981. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, no Pará, no ano de 2007, onde exerceu a função de monitor da disciplina Entomologia Geral e Bolsista de Iniciação Científica CNPq. Aprovado no mestrado no curso de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP; cursando de março de 2008 a fevereiro de 2010. Trabalhou nas áreas de Resistência de Plantas a Insetos, Utilização de Produtos Naturais no Controle de Pragas, em Agricultura de Precisão e na organização do III Curso de Inverno em Entomologia Agrícola. Aprovado na seleção para Doutorado na FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal com início em março de 2010.

*“... Toda imagem no espelho refletida  
Tem mil faces que o tempo ali prendeu  
Todos têm qualquer coisa repetida  
Um pedaço de quem nos concebeu  
A missão de meu pai já foi cumprida  
Vou cumprir a missão que Deus me deu  
Se meu pai foi o espelho em minha vida  
Quero ser pro meu filho espelho seu...”*

*Além do Espelho*

*João Nogueira e Paulo César Pinheiro*

*A Deus,*

*pelas bênçãos, oportunidades dadas e por me  
amparar nos momentos difíceis.*

### *Agradeço*

*A minha mãezinha Jaciana Anália Pampolha  
Gonçalves pelo amor e carinho incondicional, ao meu  
pai José da Silva pelo exemplo de homem e pai de  
família. Às minhas irmãs Glayci e Luciana pelo  
carinho. A minha sobrinha-afilhada Jéssica Carolina  
princesinha que traz tantas alegrias as nossas vidas.*

### *Dedico*

*A Alexandra pelos anos de amor, carinho e  
companheirismo e a minha princesinha Alana Bruna que  
chegou pra encher de amor as nossas vidas.*

*Papai te ama!!*

### *Ofereço*

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Paulista - **UNESP**, Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias – FCAV, Campus de Jaboticabal pela oportunidade de estudar nessa tão conceituada instituição.

Ao **CNPq**, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudo concedida para realização do Mestrado.

Ao Prof. Dr. **Arlindo Leal Boiça Junior** Pela orientação segura e amizade, pela oportunidade de aprendizado, crescimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. **Paulo Roberto Silva Farias**, principal responsável por essa conquista. Obrigado pela amizade construída ao longo desses anos e por me incentivar na busca do crescimento profissional.

Ao Prof. Dr. **Antonio Carlos Busoli**, pela atenção e incentivo nesse período do mestrado e pela orientação no estágio de docência.

A Profa. Dra. **Herdjania Veras de Lima** pelos conselhos e incentivo.

A banca examinadora de qualificação, Profs. **Arlindo Leal Boiça Júnior, Antonio Carlos Busoli e José Carlos Barbosa** e banca examinadora de dissertação, Profs. **Arlindo Leal Boiça Júnior, José Roberto Scarpelline e José Carlos Barbosa** por acrescentar experiência e enriquecer o trabalho.

A bibliotecária **Tiêko T. Sugahara** pela correção das referências.

A empresa Cítricos do Pará – CITROPAR, na pessoa do Eng. Agrônomo **Samuel Benigno Queiroz Filgueiros** por disponibilizar os dados meteorológicos.

Aos amigos do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos: **Flávio de Jesus, Norton Chagas Filho, Aniele Campos, Rafael Pitta, Júlio Janini, Daline Bottega, Nara Rodrigues, Bruno Sardinha, Joseane Souza e Janaina Mondego**. Em especial ao Tec. Agrícola **Zulene Antônio Ribeiro** pelo auxílio sempre que preciso.

Aos **Professores** do programa de pós-graduação em Entomologia Agrícola, pelos conhecimentos adquiridos em suas disciplinas.



Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade em especial: **Lúgia Dias Tostes Fiorezzi, Márcia Regina Macri, Lúcia Helena Tarina, Roseli Pessoa, Alex Antonio Ribeiro, Wilson Carlos Pazini e José Altamiro de Souza.**

Aos colegas do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA: **Bruno Monteiro, Bruno Lima, Naira Alencar, Nara Tavares, Juliana Barroso, Rafael Coelho, Ruy Guilherme, Luís Trindade, Tiago Sales, Erica Freires, Camila Filgueiras e Fabio Junior.** Pelo auxílio no presente trabalho e a todos que participaram das avaliações do presente experimento.

Aos **amigos da República Tia Méri: Gustavo** (Mano Quietinho), **Felipe** (Capiau), **Marcos** (Marcão), **Fernando** (Zé), **Rafael** (Corno), **Eduardo** (Dú), **Bruno** (Tchalau), **Pedro** (Cisão), **Luiz** (Taturana), **Rafael** (K-Borja), **André** (Moto Boy), **Gabriel** (Xinxila), **Mateus** (Baguá), **Antônio** (Xupa-Saku), (Tripa-Seca), **Lucas** (Marcola), **Guilherme** (Bolha), **Caio** (A-Renal), **Douglas** (Tripa-Seca), **Juan** (Barruan) e em especial a mamãe **Dona Fátima.**

Aos **amigos da Pós-Graduação** pelo convívio e amizade.

As amigas **Gleina Costa Silva Alves, Marina Funichello, Maira Rejane Costa e Meire de Cássia Alves.**

A todos os amigos da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, em especial a: **Amanda Queiroz, Davi Santos, Douglas Valle, George Oliveira, Fabrício Mendes, Rose Tavares, Danúbia Cristina, Carolina Melo e Augusto Cavalléro.**

Aos familiares e amigos que sempre confiaram, incentivaram e acreditaram nesta grande vitória. Em especial ao amigo e compadre **Herculano Maurício**, a tia **Baíca** pelo incentivo nos estudos e aos tios **Ederval** e **Lourdes Barbosa** por estarem presentes em todos os momentos.

**A todas as pessoas, que direta ou indiretamente, contribuíram para a execução dessa dissertação de Mestrado.**

**Meu muito Obrigado!!!**

## SUMÁRIO

	Páginas
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Importância econômica da citricultura .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Sistemas Agroflorestais (SAF's).....</b>	<b>5</b>
2.2.1. Incidência de pragas no SAF's .....	6
2.2.2. Importância dos sistemas agroflorestais na Amazônia .....	8
<b>2.3. Mosca-negra-dos-citros .....</b>	<b>9</b>
2.3.1. Histórico e Distribuição Geográfica .....	9
2.3.2. Importância Econômica.....	11
2.3.3. Descrição e Bioecologia.....	13
2.3.4. Plantas hospedeiras.....	15
2.3.5. Dispersão de <i>A. woglumi</i> .....	16
2.3.6. Inspeção e monitoramento.....	17
2.3.7. Métodos de controle de mosca-negra-dos-citros .....	18
2.3.7.1. Controle cultural.....	18
2.3.7.2. Controle químico.....	18
2.3.7.3. Controle biológico .....	19
2.3.8. Situação legislativa da mosca-negra-dos-citros no Brasil .....	21
<b>2.4. Teca (<i>Tectona grandis</i> L.) .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5. Geoestatística .....</b>	<b>23</b>
<b>2.6. Sistema de Posicionamento Global (Global Positioning System - GPS).....</b>	<b>25</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Localização da área.....</b>	<b>26</b>

<b>3.2. Descrição das Áreas Experimentais .....</b>	<b>26</b>
3.2.2. Plantio de Citros em Sistema Agroflorestal .....	26
3.2.1. Plantio de Citros em Sistema de Monocultura .....	27
3.2.3. Tratos culturais.....	29
<b>3.3. Levantamento Populacional de Insetos Pragas.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4. Obtenção dos dados climáticos.....</b>	<b>30</b>
<b>3.5. Análise Estatística Descritiva .....</b>	<b>30</b>
<b>3.6. Análise Geoestatística dos Dados .....</b>	<b>31</b>
3.6.1. O Semivariograma Experimental.....	31
3.6.1.1. Modelo Esférico .....	33
3.6.1.2. Modelo Exponencial.....	33
3.6.1.3. Modelo Aleatório (Efeito Pepita Puro).....	34
3.6.2. Krigagem.....	34
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
4.1. Análise estatística básica .....	35
4.2. Dinâmica populacional de mosca-negra-dos-citros ( <i>Aleurocanthus         woglumi</i> Ashby, 1915) em pomares de citros em sistema agroflorestal e monocultura. ....	37
4.3. Análise geoestatística para os sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. ....	44
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>65</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1:</b> (A) Folha infestada e (B) ramo infestado por mosca-negra-dos-citros, <i>A. woglumi</i> .	11
<b>Figura 2:</b> (A) Folha e (B) fruto cobertos por fumagina, <i>C. citri</i> .	12
<b>Figura 3:</b> Adulto de mosca-negra-dos-citros, <i>A. woglumi</i> .	13
<b>Figura 4:</b> (A) Postura, (B) ninfa de 1º instar, (C) ninfa “T” ou “pupa”, (D) emergência do adulto e (E) exúvia de mosca-negra-dos-citros, <i>A. woglumi</i> . Em destaque postura em forma de espiral.	14
<b>Figura 5:</b> (A) Planta e (B) área com plantio de Teca, <i>T. grandis</i> .	22
<b>Figura 6:</b> Visualização do sistema de plantio agroflorestal com laranja ( <i>C. sinensis</i> ) e Teca ( <i>T. grandis</i> ). (A) na entrelinha e (B) na linha de plantio. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/2009.	27
<b>Figura 7:</b> Visualização do sistema em monocultura de laranja ( <i>C. sinensis</i> ), (A) na linha e (B) na entrelinha de plantio. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/2009.	27
<b>Figura 8:</b> Croqui da área experimental. (A) representa a área de plantio no sistema agroflorestal e (B) representa o plantio de citros em sistema de monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço - PA, 2008/2009.	28
<b>Figura 9:</b> Estágios de <i>A. woglumi</i> levados em consideração para a realização das amostragens: (A) ninfas e (B) adulto.	30
<b>Figura 10:</b> Índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros ( <i>A. woglumi</i> ), precipitação pluviométrica acumulada (mm x 10) e temperatura média (°C) nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço - PA, 2008/2009.	39

- Figura 11:** Correlação linear entre o Índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (*A. woglumi*) e temperatura média mensal (°C), em sistemas de plantio em monocultura (A) e agroflorestal (B). Fazenda Santana, Capitão Poço - PA, 2008/2009. .... 43
- Figura 12:** Semivariogramas da distribuição espacial da mosca-negra-dos-citros em pomar de laranjeira no sistema de plantio em monocultura. Fazenda Santana. Capitão Poço – PA. A: Setembro/2008; B: Outubro/2008; C: Novembro/2008; D: Dezembro/2008; E: Janeiro/2009; F: Fevereiro/2009; G: Março/2009; H: Abril/2009; I: Maio/2009; J: Junho/2009; L: Julho/2009; M: Agosto/2009. .... 50
- Figura 13:** Semivariogramas da distribuição espacial da mosca-negra-dos-citros em pomar de laranjeira no sistema de plantio agroflorestal. Fazenda Santana. Capitão Poço – PA, 2008/2009. A: Setembro/2008; B: Outubro/2008; C: Novembro/2008; D: Dezembro/2008; E: Janeiro/2009; F: Fevereiro/2009; G: Março/2009; H: Abril/2009; I: Maio/2009; J: Junho/2009; L: Julho/2009; M: Agosto/2009. .... 51
- Figura 14:** Mapas de krigagem para o índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (*A. woglumi*) nos meses de setembro, outubro e novembro nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/ 2009..... 53
- Figura 15:** Mapas de krigagem para dezembro e janeiro e mapa com os valores observados para o mês de fevereiro para o índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (*A. woglumi*) nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/ 2009. .... 55
- Figura 16:** Mapas de krigagem para o índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (*A. woglumi*) nos meses de março, abril e maio nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/ 2009. .... 57

- Figura 17:** Mapas de krigagem para o índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi* nos meses de junho, julho e agosto nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/ 2009. .... 59
- Figura 18:** Semivariograma da distribuição espacial dos diâmetros (DAP) de plantas de Teca (*T. grandis*) no sistema de plantio agroflorestal. Fazenda Santana. Capitão Poço – PA, 2008/2009..... 60
- Figura 19:** Mapas de krigagem para os diâmetros (DAP) de plantas de Teca (*T. grandis*) em sistema de plantio agroflorestal nos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Fazenda Santana. Capitão-Poço – PA, 2008/ 2009..... 61
- Figura 20:** Mapas de krigagem para os diâmetros (DAP) de plantas de Teca (*T. grandis*) em sistema de plantio agroflorestal nos meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto. Fazenda Santana. Capitão-Poço – PA, 2008/ 2009. .... 62

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1:</b> Estatística descritiva do número de plantas com presença da mosca-negra-dos-citros nos sistemas de plantios agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/2009.....	36
<b>Tabela 2:</b> Análise de variância para o Índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros ( <i>A. woglumi</i> ) nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/2009.....	37
<b>Tabela 3:</b> Parâmetros dos semivariogramas das amostragens do sistema de plantio de citros em monocultura ajustados aos modelos.....	45
<b>Tabela 4:</b> Parâmetros dos semivariogramas das amostragens do sistema de plantio agroflorestal ajustados aos modelos. ....	47

## **DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSCA-NEGRA-DOS-CITROS (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) EM POMARES DE CITROS EM SISTEMA AGROFLORESTAL E MONOCULTURA.**

**RESUMO** - Entre os insetos pragas que mais preocupam os citricultores no estado do Pará, a mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* destaca-se por acarretar danos diretos e indiretos às plantas cítricas, além de constituir praga quarentenária presente ou A2 de alerta máximo, restringindo o comércio com outras regiões. Por ser uma praga exótica, recém introduzida, faltam conhecimentos básicos para a implementação de um manejo adequado na região amazônica. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a dinâmica populacional de mosca-negra-dos-citros em pomares de citros em sistema de plantio agroflorestal e monocultura, utilizando a metodologia geoestatística. A área experimental está localizada no município de Capitão Poço onde foram realizadas 12 amostragens durante o período de setembro de 2008 a outubro de 2009, avaliando a presença ou ausência da praga nas laranjeiras em ambos os sistemas de produção. Os resultados obtidos mostraram que o sistema de plantio agroflorestal apresentou maior incidência de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros comparado ao sistema de plantio de citros em monocultura, houve influência da temperatura na regulação da população da praga e precipitações elevadas reduziram o número de plantas com presença de *A. woglumi*. Observou-se que a distribuição espacial da mosca negra dá-se, predominantemente, em agrupamentos com dependência espacial descrita pelo modelo esférico, formando reboleiras de 8,5 a 34m (alcance do modelo) para ambos os sistemas de plantio adotados.

**Palavras Chave:** Aleyrodidae, *Citrus sinensis*, geoestatística, insecta, sistema agroflorestal, *Tectona grandis*.



**POPULATION DYNAMICS OF CITRUS BLACKFLY (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) IN CITRUS ORCHARDS IN AN AGROFORESTRY SYSTEM AND MONOCULTURE.**

**SUMMARY** - Among the insect pests of most concern to citrus growers in the state of Pará (Brazil), the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* stands to cause direct or indirect damage to citrus plants, besides being a pest is present or A2 of this alert, restricting trade with other regions. Being an exotic pest, recently introduced, it lacks basic knowledge for the implementation of appropriate management in the Amazon region. Thus, the objective of this study was to evaluate the population dynamics of blackfly in a citrus orchards from an agroforestry and monoculture plantations, using geostatistical methodology. The experimental area is located in the municipality of Capitão Poço where 12 samples were taken during the period September 2008 to October 2009, evaluating the presence or absence of the pest in orange in both production systems. The results showed that the system of agroforestry plantation had a higher incidence of plants with the presence of citrus blackfly compared with monoculture planting citrus crop, there was influence of temperature on the regulation of pest population and heavy rain reduced the number of plants with presence of *A. woglumi*. It was observed that the spatial distribution of the blackfly takes place predominantly in clusters with spatial dependence described by the spherical model, forming foci of 8.5 to 34m (range model) for both planting systems adopted.

**Keywords:** Aleyrodidae, *Citrus sinensis*, geostatistical, insecta, agroforestry system, *Tectona grandis*

## 1. INTRODUÇÃO

A mudança de florestas tropicais por áreas de pastagens representa, em sua maioria, em uma prática destrutiva com consequências danosas para a fertilidade do solo poucos anos depois (BUDOWSKI, 1978). A remoção da floresta, a fragilidade dos solos e a propagação da fronteira agrícola sem o devido conhecimento sobre a sustentabilidade, são fatores relevantes a serem estudados na análise sobre a expansão das áreas degradadas da Região Amazônica (TOLEDO & SERRÃO, 1982).

Neste contexto os Sistemas Agroflorestais (SAF's) são vistos como uma forma de diminuir a pressão de desmatamento sobre áreas de floresta primária provocada pelo modelo de agricultura convencional de derrubada e queima, praticadas na Amazônia (SANCHES, 1995; SMITH et al. 1998).

Dentre os principais benefícios da utilização de SAF's pode-se citar: diversificação das fontes de renda e aumento da renda familiar (NAIR, 1990; RÊGO, 2004), adaptação a uma ampla gama de condições ecológicas e sócio-econômicas (NAIR, 1991), otimização do uso da terra, diversificação da alimentação familiar, conservação dos recursos hídricos e biológicos (ALTIERI, 1989; PIMENTEL et al. 1992), menor dependência por insumos externos (KAIMOWITZ, 1996), redução na taxa de erosão e melhor estruturação do solo (SANCHES, 1995), absorção e sequestro de carbono (MYERS, 1992), escalonamento da produção e das necessidades de mão de obra, entre outros.

Por outro lado a produção de citros no Estado do Pará atingiu índices elevados de crescimento nos últimos dez anos, principalmente na microrregião do Guamá, onde se concentram os principais municípios produtores, como Capitão Poço, Irituia e Ourém, os quais se constituem o chamado pólo citrícola do Estado. Com os avanços da citricultura nesse período, o Pará passou a assumir posição de destaque, como maior produtor da região norte, ficando entre os seis maiores produtores de laranja do Brasil (IBGE, 2009).

Esse crescimento deve-se ao fato de que no estado de São Paulo, parte da área reservada aos laranjais foi substituída pela cultura da cana-de-açúcar. A principal forma de expansão canavieira está ocorrendo por meio de arrendamento de terras. O crescimento da área de plantios de cana para indústria no Brasil, em especial em São Paulo, tem avançado sobre áreas de pastagens que ficaram mais eficientes e, assim, utilizam menos terras para o mesmo tamanho de rebanho, desocupando mais áreas úteis. A cultura da cana também avança sobre algumas áreas outrora ocupadas por laranjais que, em alguns casos, ficaram menos rentáveis, bem como sobre o milho e a soja (TORQUATO, 2006).

Neste contexto, há uma grande perspectiva de expansão da citricultura na Amazônia, que associada a espécies florestais buscam diminuir a pressão sobre a floresta. Contudo, ainda são poucos os estudos sobre eficiência de sistemas agroflorestais envolvendo a cultura da laranjeira.

Dentre os problemas fitossanitários que mais preocupam os citricultores no estado do Pará, a mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (1915) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae), encontra-se entre os principais insetos sugadores pragas da região. Além dos danos diretos e indiretos ocasionados pela praga que se não controlada pode levar a uma perda de 80% da produção, assim como, morte da planta em ataques severos (PARKINSON & SEALES, 2000; OLIVEIRA et al. 2001). *A. woglumi* se configura em praga quarentenária presente (A2), de importância econômica potencial, já presentes no país, porém não se encontra amplamente distribuída e possui programa oficial de controle (MAPA, 2009b), o que dificulta a comercialização do produto para áreas livres da presença desse inseto, bem como, aumentando os custos de produção seja pelo seu controle no pomar, como também, para se enquadrar às exigências quarentenárias exigidas para a comercialização do produto.

Quanto a espécies florestais, é notória expansão de plantios de Teca (*Tectona grandis* Linn. F.) em programas de reflorestamento e de SAF's com *Citrus* na região Norte, tem incrementado o mercado de madeira madura, livre de nós e com diâmetro para serraria, chegando a superar os valores comercializados com o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King), cujo metro cúbico serrado é comercializado por valores que chegam a US\$ 3.000,00. A expectativa é de que investimentos em povoamentos de

plantas de Teca no Brasil constituam uma ótima opção econômica para as regiões que atendam às demandas edafoclimáticas da espécie (FIGUEIREDO et al. 2005).

Com relação ao mercado madeireiro mundial, existe uma tendência de consumo muito grande em torno de materiais naturais, fundamentando-se no argumento de que a madeira é o único material capaz de armazenar de forma barata e eficiente o carbono liberado na atmosfera pela queima de combustíveis fósseis, ou seja, o estímulo ao plantio e consumo da madeira deverá ser uma questão estratégica para o futuro da humanidade.

De forma complementar, agrega-se aos sistemas agroflorestais a questão da preservação do ambiente, com o sequestro de carbono, como uma alternativa de diminuição do efeito estufa, contribuindo com o desaquecimento global que se evidencia nas últimas décadas. No entanto não há estudos comparando a dinâmica populacional de *A. woglumi* em sistemas de plantio de citros convencional e agroflorestal envolvendo espécies de citros com plantas de Teca.

Considerando o grande potencial que o estado do Pará apresenta para a produção de citros e a importância de problemas fitossanitários para a cultura, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a dinâmica populacional da mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi* em um pomar de citros com um sistema de plantio agroflorestal com plantas de Teca comparado com um sistema em monocultura, utilizando a metodologia geoestatística.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Importância econômica da citricultura

A produção nacional de laranja, no ano de 2008, atingiu 18.684,985 toneladas. São Paulo é o maior produtor nacional, com 79,7% de participação na produção da fruta no País, onde praticamente toda a matéria-prima é processada e o suco exportado. O estado produziu, em 2008, 14.537,610 toneladas. Com uma área plantada semelhante à área colhida de 592.568 hectares, apresentando um valor de produção de R\$ 3.996,018 mil reais e um rendimento médio de 24,5 ton/ha. Essa produção é representada principalmente por quatro variedades de laranjeira doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]: Pêra-Rio, Natal, Valência e Hamlin (IBGE, 2009).

No entanto, nos últimos anos tem-se observado uma redução na área plantada devido, dentre outros fatores, ao fato de que no estado de São Paulo parte da área reservada aos laranjais foi substituída pela cultura da cana-de-açúcar. A principal forma de expansão canavieira está ocorrendo por meio de arrendamento de terras.

O crescimento da área de plantios de cana para indústria no Brasil, em especial em São Paulo, tem avançado sobre áreas de pastagem que ficaram mais eficientes e, assim, utilizam menos terras para o mesmo tamanho de rebanho, desocupando mais áreas úteis. A cultura da cana também avança sobre algumas áreas outrora ocupadas por laranjais que, em alguns casos, ficaram menos rentáveis, bem como sobre o milho e a soja (TORQUATO, 2006).

De modo que para manter a liderança do mercado está ocorrendo à descentralização da produção paulista, com expansão da citricultura entre as safras de 1995/96 e 2005/06 de 15,0; 17,0; 30,0; 36,0 e 152,6% nos estados de Sergipe, Minas Gerais, Bahia, Goiás e Paraná, respectivamente (FRANCO, 2008 citado por ROSSATO, 2007).

No estado do Pará a citricultura exerce importante papel econômico e social, através de divisas para o estado; além da geração de empregos e aquecimento da economia local.

Além de apresentar condições edafoclimáticas favoráveis para o desenvolvimento da citricultura, diferentemente de São Paulo, maior produtor nacional, a citricultura na região norte encontra-se livre de doenças que podem inviabilizar o agronegócio citrícola na região sudeste, tais como: o cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*), a morte súbita dos citros e o greening (*Candidatus liberibacter asiaticus* e *Candidatus liberibacter americanus*).

A produção de citros no estado do Pará está concentrada, principalmente na microrregião do Guamá, apresentando os principais municípios produtores, como Capitão Poço, Irituia e Ourém, os quais se constituem o chamado pólo citrícola do estado. Com os avanços da citricultura nesse período, o Pará passou a assumir posição de destaque, como sexto produtor nacional e maior produtor da região Norte.

No ano agrícola de 2008 o estado apresentou uma área plantada de laranjeiras igual à área colhida da ordem de 12.277 hectares, com uma produção de 204.397 toneladas de frutos, com rendimento médio de 16.648 kg/hectare, correspondendo a um valor de produção em torno de R\$ 30.267 mil reais. Deste montante; o município de Capitão Poço é responsável por 71% da produção citrícola total no estado do Pará. Da produção do estado, 90% é exportada principalmente para o estado de São Paulo (para indústria de suco) e para o Nordeste brasileiro (consumo *in natura*), gerando direta e indiretamente cerca de 10.000 empregos (IBGE, 2009).

## **2.2. Sistemas Agroflorestais (SAF's)**

Os Sistemas Agroflorestais (SAF's) podem ser definidos como técnicas alternativas de uso da terra, que implicam na combinação de espécies florestais com culturas agrícolas, atividades pecuárias ou ambas. Essas combinações podem ser simultâneas ou escalonadas no tempo e espaço e de caráter temporário ou permanente (SMITH et al. 1996).

Estes podem envolver o sistema citros mais espécies florestais nativas (ou introduzidas). Tem-se em mente que os mesmos, dados as suas características de adaptação, equilíbrio, eficiência produtiva e viabilidade econômica; poderiam ser incluído em propostas de políticas públicas que viessem a ajudar na sua consolidação, permitindo especialmente a melhoria de seu desempenho nos indicadores econômicos e apoiando sua ampliação com a agregação de novos produtores (LOPES & ALMEIDA, 2002).

Uma agrofloresta bem manejada assegura o fornecimento contínuo de produtos úteis ao consumo e venda; pode ser ainda, importante instrumento para alcançar objetivos sócio-econômicos como fixar o produtor em sua terra, reduzir a expansão da fronteira agrícola e melhorar a qualidade de vida das populações (ARIMA et al. 1998).

### **2.2.1. Incidência de pragas no SAF's**

RODRIGUES (2005) em trabalho no estado do Acre observou que, de um total de 170 agricultores entrevistados, 17 possuíam mais de 15 espécies introduzidas nos seus SAF's, das quais nenhuma citou a ocorrência de pragas, doenças e desenvolvimento insatisfatório das culturas como sendo problemas enfrentados em seus plantios.

ARIAS (1987) e FAZOLIN & SILVA (1996) citam que o desenvolvimento de pragas agrícolas em sistemas agroflorestais pode ser influenciado pela combinação que é feita no sistema, visto que, há uma tendência de existirem maiores populações de herbívoros quando existe uma combinação entre plantas perenes e anuais comparadas aos sistemas de cultivos mistos compostos somente de plantas perenes. Nos quais, segundo o autor é, em termos de crescimento populacional de pragas, mais importante a disponibilidade de alimentos para elas do que a atuação de seus inimigos naturais ao seu controle. Assim, pode-se esperar que os níveis de infestação das pragas tendam a ser menores em sistemas agroflorestais (SAF's) quando comparadas aos sistemas não diversificados, desde que, neles não se introduzam culturas anuais.

Para RAO et al. (2000) as espécies florestais componentes dos SAF's são atacadas por um largo espectro de insetos em todos os estágios de seu crescimento exatamente como as lavouras anuais e perenes. De acordo com esses autores o manejo de insetos nos SAF's não tem recebido tanta atenção, porém tem se dado ênfase

recentemente na produção de produtos arbóreos de alto valor e no uso de germoplasma melhorado em sistemas tradicionais, pois a ocorrência de sérios problemas em alguns SAF's promissores tem aumentado a consciência nos riscos ofertados pelos insetos.

Esses mesmos autores observaram que os insetos podem atacar uma ou mais espécies dentro de um sistema e através dos sistemas na paisagem, assim que as estratégias de manejo de pragas devem depender da natureza do inseto e do valor da magnitude de seus danos. Embora exista uma grande diversidade de plantas nos SAF's é esperado um aumento de artrópodes benéficos, mas a diversidade por ela mesma pode não reduzir as pragas. A informação sobre a biologia e a ecologia dos insetos herbívoros das espécies florestais é essencial para determinar seu *status* de praga.

Para RATHORE & FELLOW (1995) mudanças no microclima em que árvores e plantios agrícolas são cultivados juntos influenciam a atividade dos insetos dentro do sistema. Uma mudança na configuração de uma área resultante da interação de espécies florestais e plantações agrícolas, ou vice-versa, podem afetar a colonização das plantas pelos insetos pragas.

Os mesmos autores comentam que o efeito mascarado dos odores liberados por diferentes espécies de plantas em sistemas de policultura tais como aqueles dos sistemas agroflorestais, interfere na habilidade de orientação dos insetos. Às espécies florestais colocadas junto com lavouras em campos de SAF's agem como barreiras físicas ao movimento dos insetos, do campo ou dentro dele. Um efeito de barreira pode também resultar da presença de plantas não-hospedeiras entre as plantas hospedeiras.

Em concordância RAO et al. (2000) acrescentam que os componentes do sistema atuam protegendo herbívoros e inimigos naturais. Citam ainda que às práticas agroflorestais auxiliam o estabelecimento de inimigos naturais dos insetos pragas. Estes autores recomendam cuidado ao introduzir plantas exóticas em sistemas agroflorestais. Regular e prolongar o monitoramento das populações de insetos chaves e de seus inimigos naturais sobre diferentes situações de manejo junto com parâmetros sazonais do tempo ajudarão a determinar as circunstâncias que favorecem o aumento das pragas. Essa informação é extremamente útil para fazer exame de medidas preventivas do ataque



de insetos. Ao introduzir uma nova espécie florestal é essencial coletar informações detalhadas sobre as pragas endêmicas e seus inimigos naturais.

Ao levar em consideração fundamentalmente aspectos econômicos, às características e o comportamento das espécies, bem como a conservação do solo e a dinâmica de nutrientes no sistema, não são levados em consideração no momento de planejar e manejar os arranjos agroflorestais, com conseqüente desenvolvimento lento e irregular das espécies e desequilíbrios nas populações de insetos e microorganismos entomopatogênicos.

Há pouca informação disponível sobre insetos pragas em diferentes sistemas agroflorestais. Os efeitos das interações entre os insetos nos componentes do sistema precisam ser estudados.

### **2.2.2. Importância dos sistemas agroflorestais na Amazônia**

Atualmente o mundo se preocupa com a sustentabilidade e preconiza como alternativa viável para atingir o desenvolvimento sustentável, os sistemas agroflorestais. Desta forma os SAF's passaram a fazer parte de diretrizes centrais de desenvolvimento rural sustentável pelo potencial de serem implantados em áreas já degradadas, reincorporando-as ao processo produtivo e minimizando, assim, o desmatamento sobre florestas primárias.

Além de se constituírem em uma opção estratégica para pequenos produtores por causa da baixa demanda de insumos, ao maior rendimento líquido por unidade de área em comparação com sistemas convencionais de produção e por fornecerem inúmeros serviços sócio-ambientais. Esses serviços podem ser valorizados e convertidos em créditos ambientais, propiciando agregação de valor à propriedade agrícola (GANDARA & KAGEYAMA, 2001).

Os sistemas agroflorestais praticados na Amazônia vêm sendo vistos pelos agricultores como uma fonte de renda de médio a longo prazo, dependendo da qualidade da cultura que está sendo empregada. Os SAF's preenchem, portanto, um papel importante na luta contra a pobreza nos meios rurais (SANTOS et al. 2004).

Estima-se que recentemente 62% das áreas desmatadas na Amazônia foram destinadas a empreendimentos agropecuários, onde foram implantados cerca de 25 milhões de hectares de pastagens. Desse total, calcula-se que a metade está degradada ou em processo de degradação (SERRÃO et al. 1993).

Dessa forma, os sistemas agroflorestais oferecem alternativas menos impactantes e podem auxiliar na reversão de processos de degradação, contribuindo para o aumento da diversidade animal e vegetal, além de satisfazer necessidades elementares e melhorar as condições de vida das populações rurais da região (ARIMA & UHL, 1996; RODIGHIERI, 1997).

Pois, de acordo com SANTOS (2000), grande parte da região amazônica não possui características fisiográficas e edafoclimáticas ideais para a prática agrícola convencional. Monoculturas extensivas e grandes projetos pecuários, em geral impactantes ao meio natural amazônico, também não estão ao alcance da unidade familiar típica amazônica. Na tentativa de reverter esse cenário buscam-se alternativas e novas pesquisas que contribuam significativamente para o desenvolvimento sustentável dessa região, com custos sociais, econômicos e ambientais mínimos.

## **2.3. Mosca-negra-dos-citros**

### **2.3.1. Histórico e Distribuição Geográfica**

*Aleurocanthus woglumi*, é nativa da Ásia e foi primeiramente descrita em 1915 (CLAUSEN, 1978). Apresenta-se amplamente distribuída geograficamente só não tendo relatos de sua ocorrência em regiões do continente Europeu e nos pólos (HART et al. 1978; EPPO, 1997), apresentando nomes vulgares como: “mosca-negra-dos-citros” ou somente “mosca negra”, “mosca negra de los cítricos” “mosca prieta”, “citrus blackfly” e “spiny citrus whitefly” (DOWELL & FITZPATRICK, 1978).

É uma das 69 espécies de aleirodídeos do gênero *Aleurocanthus*. Destas 29 são encontradas no Oriente (China, Índia e sudeste Asiático), 23 na África e 17 na Austrália, na região do Pacífico. As únicas espécies largamente disseminadas são *A. woglumi* e *A. spiniferus* (Quaintance), ambas intimamente associadas ao citros (DOWELL et al. 1981).

A mosca negra é uma praga séria dos citros, originária do Sudeste Asiático encontrando-se disseminada em regiões tropicais e subtropicais da África, Índia Ocidental, Américas Central, do Norte, do Sul (HEU & NAGAMINE, 2001) e Oceania (COSAVE, 1999).

Foi primeiramente descrita no hemisfério ocidental na Jamaica em 1913, sendo em seguida relatada em Cuba 1916; Estados Unidos em 1934 (Flórida, Havaí e Texas), no México em 1935; na República Dominicana em 1969, e Guiana Francesa em 1995 (MARTIN, 1999). Atualmente tem sido detectada em todas as zonas citrícolas da Venezuela onde sua primeira ocorrência se deu em 1965 (MARTINEZ, 1982). Na América do Sul a mosca negra é encontrada também na Colômbia, Equador, Guiana, Peru e Suriname (COSAVE, 1999).

Sua primeira ocorrência no Brasil foi relatada no estado do Pará, em 16 de maio de 2001, em jardins da cidade de Belém. A entrada da praga somente neste ano, considerando a presença da mesma na Jamaica desde 1913 e Venezuela 1965, se credita à barreira natural formada pela floresta amazônica que se constitui grande obstáculo à introdução natural de pragas oriundas das Américas Central e do Norte (SILVA, 2005).

O Maranhão foi o segundo estado brasileiro a relatar a presença de mosca-negra-dos-citros, em 15 de setembro de 2003, nos municípios de Imperatriz e Bacabal (LEMOS et al. 2006). Hoje a praga se encontra presente nos estados do Amapá (JORDÃO & SILVA, 2006), Amazonas (PENA & SILVA, 2007), Tocantins e Goiás (MAPA, 2009b).

No estado de São Paulo houve o primeiro relato de sua ocorrência em 10 de março de 2008, no município de Arthur Nogueira, atacando laranjeiras das variedades Westin, Hamlin e Pêra; além de outras espécies frutíferas como abacateiro, goiabeira, bananeira e caqui. Detectou-se também a ocorrência de mosca-negra-dos-citros nos municípios de Cosmópolis, Paulínia, Engenheiro Coelho e Limeira (PENA et al. 2008).

De acordo com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, em virtude de seu caráter quarentenário, no momento o prejuízo econômico maior para os citros neste estado, decorre da legislação federal que impede o comércio de produtos vegetais provenientes dos estados onde já é relatada a ocorrência de mosca-

negra-dos-citros. Deste modo, a Secretaria solicitou ao Ministério da Agricultura a revisão da instrução normativa nº 23, de 29 de abril de 2008. Na justificativa, o argumento dos técnicos paulistas que está sendo feito o manejo adequado, como pulverização de áreas afetadas com produtos certificados, controle no trânsito vegetal e lavagem dos frutos reduzindo o risco de propagação.

### 2.3.2. Importância Econômica

Na cultura dos citros a mosca negra acarreta danos diretos e indiretos prejudicando o desenvolvimento e produção de pomares cítricos, como em outras culturas de expressiva importância econômica. Além de restringir o comércio de locais de sua ocorrência para áreas livres da presença da praga, o *A. woglumi* é considerado praga quarentenária presente (A2) de alerta máximo de acordo com a instrução normativa nº 23, de 29 de abril de 2008; estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os danos diretos ocasionados pela mosca-negra-dos-citros são decorrentes da sua alimentação diretamente no floema da planta (Figura 1) retirando destas nutrientes debilitando-as, além de injetar toxinas presentes em sua saliva.



**Figura 1:** (A) Folha infestada e (B) ramo infestado por mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi*.

De forma indireta, e, mais prejudicial, elimina secreção açucarada que induz ao aparecimento de fungos saprófitos que formam a fumagina (*Campinodium citri* Berk & Desm.) (OLIVEIRA et al. 1999) (Figura 2). Estes, embora não sejam parasitas, pelo seu

crescimento escuro e denso, podem reduzir consideravelmente quantidade de luz que incide sobre os órgãos clorofilados da planta, reduzindo a capacidade de fotossíntese dos mesmos (CUNHA, 2003). A ocorrência na sua face inferior pode também interferir com as trocas gasosas que se dão através dos estômatos. Do ponto de vista econômico, a fumagina pode prejudicar a qualidade dos produtos agrícolas, alterando a sua aparência depreciando o fruto para a comercialização *in natura*.



**Figura 2:** (A) Folha e (B) fruto cobertos por fumagina, *C. citri*.

Em médias e altas infestações, as folhas se tornam negras na face abaxial e adaxial (Figuras 1 e 2), devido às ninfas e a fumagina, respectivamente. Vários produtos orgânicos podem ser removidos pela sucção dos insetos e o teor de nitrogênio (N) é um indicativo disso. Cerca de 5 a 10 ninfas por centímetro quadrado são suficientes para reduzir o nível de nitrogênio abaixo dos 2,2% necessários para boa frutificação em laranja (CUNHA, 2003).

Trabalhos conduzidos no México dão conta de que mais de 90% da redução na produção de frutos ocorre quando as infestações excedem 5 a 7 ninfas/cm<sup>2</sup>/folha. De 50 a 100 ninfas por folha são necessárias para redução dos níveis de N para abaixo de 2,2% (SUMMY et al. 1983).

Em geral, nos países onde ocorre, a mosca negra pode causar de 20 a 80% de perdas na produção, afetando assim a produção agrícola e as exportações, não apenas de citros como a de outras fruteiras (OLIVEIRA et al. 2001). Quando o ataque severo se

dá nas plantas ainda novas ou em fase de mudas, pode levá-las à morte (PARKINSON & SEALES, 2000).

### 2.3.3. Descrição e Bioecologia

A mosca-negra-dos-citros é um inseto picador sugador da Ordem Hemiptera, (COSTA LIMA, 1942). Podendo ser encontrada na literatura apresentando às seguintes sinonímias: *Aleurocanthus punjabensis*, *Aleurocanthus husain* e *Aleurothrixus woglumi*.

O inseto adulto (Figura 3) apresenta asas de cor acinzentada com reflexos metálicos, devido às ceras que as recobrem. O corpo é vermelho-alaranjado apresentando pernas e antenas esbranquiçadas. O sexo é facilmente diferenciado pelo tamanho, pois o macho mede 0,9 mm de comprimento enquanto a fêmea mede 1,3 mm (NGUYEN et al. 2007). Às asas anteriores, além da cor escura predominante, têm pequenas manchas pontuais na região mediana e uma linha transversal na parte final (SILVA, 2005).

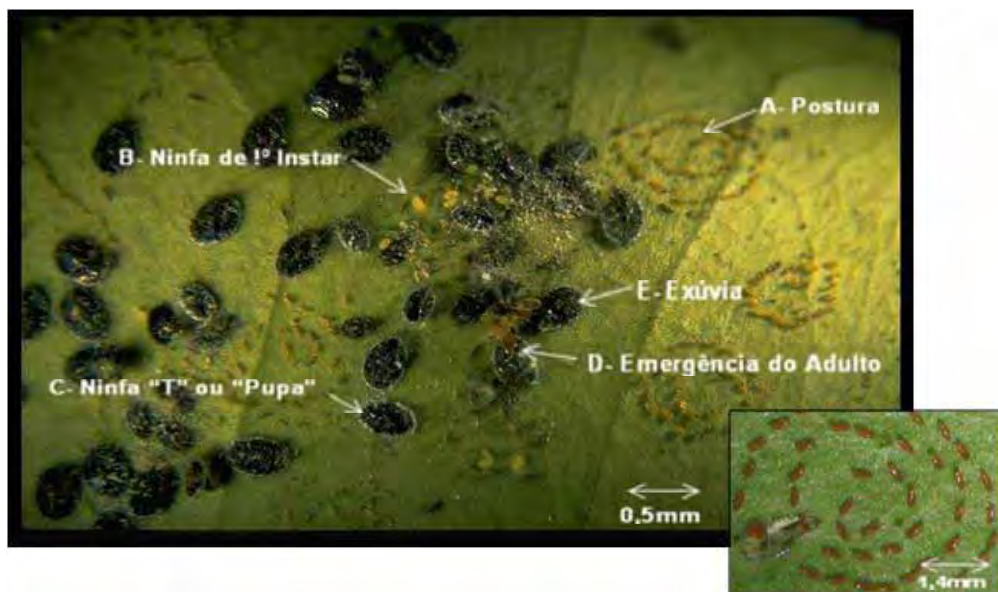


**Figura 3:** Adulto de mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi*.

Os ovos apresentam forma oval, alongado, reniforme e pedicelado; medindo cerca de 0,2mm de comprimento. Logo após a postura apresentam coloração de um amarelo-claro translúcido, tornando-se marrons e negros à medida que o embrião se desenvolve (ROSSATO, 2007). São colocados em forma de espiral na parte abaxial da folha (Figura 4). Cada fêmea coloca dois a três espirais de ovos durante sua vida, que varia de 10 a 14 dias. Sendo que em cada postura são colocados de 35 a 50 ovos (EPPO, 1997).

A reprodução é sexuada com oviparidade, mas pode ocorrer partenogênese. Após a eclosão das ninfas, essas ficam aderidas à face inferior das folhas apresentando desenvolvimento rápido, ocorrendo quatro ecdises caracterizadas por uma fase que não se locomove e nem se alimenta denominada ninfa IV ou “pupário” (Figura 4), antes de emergir o adulto (GALLO et al. 2002).

Segundo estudos de NGUYEN et al. (2007) para aspectos morfológicos da fase imatura de *A. woglumi*, observou-se que os ovos eclodem dentro de 7 a 10 dias, com o primeiro instar apresentando duração de 7 a 16 dias. O segundo instar de coloração marrom escuro, com numerosos espinhos que cobrem o corpo todo, apresenta duração de 7 a 30 dias. O terceiro instar apresenta a coloração negra com espinhos mais resistentes e numerosos e mais brilhantes do que aqueles do segundo instar, apresentando duração de 6 a 20 dias. A ninfa de quarto instar é brilhante, com uma listra marginal de cera branca e o estágio de “pupa” dura 16 a 50 dias (Figura 4).



**Figura 4:** (A) Postura, (B) ninfa de 1º instar, (C) ninfa “T” ou “pupa”, (D) emergência do adulto e (E) exúvia de mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi*. Em destaque postura em forma de espiral.

De acordo FRENCH et al. (2005), o adulto emerge da abertura da pupa em forma de “T”. O tempo para a emergência normal é de 14 a 30 minutos. A completa expansão das asas pode levar de 18 a 30 minutos. Na emergência o inseto possui a cabeça de

coloração amarelo pálido. Os pés são esbranquiçados e os olhos são marrom-avermelhados. Dentro de 24 horas após a emergência, o inseto é coberto com um pó fino da cera que lhe dá uma aparência azulada (NGUYEN et al. 2007). Podem viver em média 14 dias, com praticamente toda oviposição completada nos primeiros 4 dias após a emergência.

Embora a fecundidade máxima seja de 100 ovos, a média é de 65 a 70. Fêmeas não fecundadas podem pôr ovos viáveis que produzem apenas machos através de paternogênese arrenótoca (MEAGHER et al. 1991). A razão sexual é de um macho para uma fêmea (CHERRY & FITZPATRICK, 1979) e em áreas infestadas pode-se encontrar uma média de 772 pupas por folha (OLIVEIRA et al.1999). De acordo com DREES & JACKMAN (1998) o desenvolvimento completo ocorre entre 60 a 120 dias, dependendo da temperatura.

No Estado do Pará a mosca-negra-dos-citros encontra condições ideais de desenvolvimento, ou seja, temperatura entre 28 e 32°C e umidade relativa de 70 a 80% (SILVA, 2005). Estudos efetuados por CUNHA (2003) mostraram que o inseto apresenta ciclo evolutivo bastante rápido no estado do Pará, chegando a apresentar de 5 a 6 gerações anuais, observando-se também o efeito da sobreposição de gerações. Este autor afirma também que o número médio de ovos por postura é de 26 a 58, com amplitude de 7 a 48 dias e que o número de adultos gerado por um casal ao fim de um ano foi de 1845.

A mosca negra não sobrevive em temperaturas em torno de 40°C e altitudes acima de 1000m (OLIVEIRA et al. 1999). Chuva, vento e baixa umidade são fatores ambientais importantes para a praga (DOWELL et al. 1981); ventos fortes e chuvas pesadas mostraram-se capazes de desalojar e matar adultos da mosca negra e o calor seco do México afeta negativamente a taxa de sobrevivência desse aleirodídeo (FLANDERS, 1969).

#### **2.3.4. Plantas hospedeiras**

A mosca negra apresenta mais de 300 plantas hospedeiras (OLIVEIRA et al. 1999), dentre elas plantas cultivadas, ornamentais e daninhas; porém ocorre



principalmente em plantas do gênero *Citrus* (DREES & JACKMAN, 1998). Merecendo maior atenção, de acordo com a recente instrução normativa nº 23, de 29 de abril de 2008 às seguintes plantas: Abacate (*Persea americana* Mill.), Álamo (*Populus* spp.), Amora (*Morus* spp.), Ardisia (*Ardisia swartz* Swartz.), Bananeira (*Musa* spp.), Buxinho (*Buxussem pervirens* Sabamiki), Café (*Coffea arábica* L.), Caju (*Anacardium occidentale* L.), Carambola (*Averrhoa carambola* L.), Cherimóia (*Annona cherimola* Mill.), Dama da noite (*Cestrum nocturnum* Linn.), Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), Goiaba (*Psidium guajava* L.), Graviola (*Annona muricata* L.), Grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.), Hibisco (*Hibiscus rosasinensis* L.), Jasmim-manga (*Plumeria rubra* L.), Lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), Louro (*Laurus nobilis* L.), Mamão (*Carica papaya* L.), Manga (*Mangifera indica* L.), Maracujá (*Passiflora edulis* Sims.), Marmelo (*Cydonia oblonga* Mill.), Murta (*Murraya paniculata* (L.) Jack.), Pêra (*Pyrus* spp.), Pinha (*Annonas quamosa* L.), Romã (*Punica granatum* L.), Rosa (*Rosa* spp.), Sapoti (*Manilkara zapota* L.) e Uva (*Vitis vinifera* L.) (MAPA, 2009b).

### 2.3.5. Dispersão de *A. woglumi*

A dispersão de *A. woglumi* se dá verticalmente na planta e horizontalmente entre plantas. Ocorrendo principalmente de forma antrópica através de mudas ou plantas ornamentais infestadas transportadas pelo homem e pode ocorrer naturalmente através de folhas infestadas carregadas pelo vento ou dispersão natural pelo crescimento populacional da praga (SILVA, 2005).

Segundo DOWEL & FITZPATRICK (1978) a mosca negra é capaz de se deslocar cerca de 400 a 600m por geração sem ajuda humana e os insetos individuais podem se distanciar de sua planta de origem até 50 metros por dia. OLIVEIRA et al. (2001) observou que essa dispersão horizontal através do voo pode chegar a 187m em 24h, e segundo estimativas teóricas a disseminação natural da praga se dá a uma velocidade de 200 a 300 km por ano, principalmente ao longo das rodovias (SILVA, 2005).

No entanto há unanimidade entre os autores em definir o transporte de plantas (mudas) como o principal meio de dispersão da praga. Estudos de FRENCH & MEAGHER (1992) relataram a emergência de adultos a partir de ninfas de quarto instar em folhas retiradas da planta há 12 dias e armazenadas em ambiente refrigerado. Este

autor observou também que em condições de “packing house”, todos os adultos eclodiram em folhas de até quatro dias após o corte; e essas folhas quando aspergidas em água e colocadas em um saco plástico, às emergências podem atingir a taxa de 19% em até 13 dias.

A partir de sua primeira ocorrência, no ano de 2001 na cidade de Belém, houve uma rápida dispersão de *A. woglumi* para outros estados e regiões citrícolas do Brasil. Presume-se que o comércio através de transporte marítimo e principalmente o rodoviário, foi o maior facilitador desta rápida disseminação, devido principalmente, ao transporte de frutos de laranja *in natura* de áreas de ocorrência da praga para indústrias de suco concentrado no estado de São Paulo.

### **2.3.6. Inspeção e monitoramento**

Os focos iniciais da mosca-negra-dos-citros costumam ocorrer em áreas urbanas, em pequenos grupos e árvores isoladas. De acordo com DOWELL et al. (1981), as armadilhas amarelas podem indicar a presença onde a inspeção visual não foi suficiente. A literatura aponta três diretrizes gerais para as inspeções de detecção de mosca negra: 1) CHERRY & FITZPATRICK (1979) indicam como áreas preferenciais para a presença de infestações a metade inferior da planta; 2) DOWELL et al. (1981) concluíram que os ovos de *A. woglumi* costumam estar agrupados nas folhas e estas, por sua vez, compõem grupos de folhas infestadas; 3) em níveis de controle, a mosca negra é facilmente percebida por estar sempre associada à presença de fumagina.

Para fazer o monitoramento da mosca-negra-dos-citros é importante observar a presença de fungos, inspecionando também a parte abaxial das folhas para observação de ninfas e pupas. As armadilhas amarelas adesivas podem ser usadas como atrativos aos adultos de *A. woglumi*, dando um indicativo do tamanho da população. A ausência de populações de parasitóides e predadores visíveis, aliado a um aumento da população da praga pode indicar a necessidade de tratamentos com inseticidas no pomar (FRENCH, 2001).

Na região do Texas EUA, o monitoramento da mosca-negra-dos-citros consiste no uso integrado das tecnologias do sistema de posicionamento global (GPS), sistema de

informação geográfica (SIG) e Sensoramento Remoto, este consiste em mapear as áreas com presença do fungo fumagina correlacionando-a com infestações da mosca negra, com posterior controle das infestações da praga (focos) *in loco* (EVERITT et al.1994, FLEATHER et al. 2004).

### **2.3.7. Métodos de controle de mosca-negra-dos-citros**

#### **2.3.7.1. Controle cultural**

Baseia-se em molhar as linhas de plantio, com água ou óleo, a fim de se evitar poeira nas folhas, favorecendo o desenvolvimento dos inimigos naturais da praga; manter as barreiras naturais de vento como proteção; manter o cultivo seguindo os cuidados de fertilização, drenagem e outros tratamentos culturais; comprar somente mudas com garantia dos órgãos competentes, além de podar e queimar ramos e galhos atacados pela praga (FRENCH & MEAGHER, 1992).

#### **2.3.7.2. Controle químico**

Segundo HEU & NAGAMINE (2001), embora as aplicações de inseticidas possam ajudar a reduzir temporariamente as infestações de mosca negra, esta não é recomendada devido os perigos ao meio ambiente, aos animais, aos inimigos naturais e ao próprio homem. A aplicação de óleo comercial fino se constitui como meio de controle menos tóxico aos inimigos naturais. Deve-se notar que mesmo controlando quimicamente ou biologicamente os estágios imaturos do *A. woglumi*, estes continuaram unidos às folhas. Os resultados de um bom controle serão observados com o posterior crescimento da planta. É importante que se mantenham as plantas atacadas saudáveis através do fornecimento adequado de água e adubação para que a planta recupere os nutrientes perdidos pela infestação de mosca negra. É importante ressaltar que o controle químico é raramente utilizado mundialmente (NGUYEN et al. 2007).

Por se tratar de uma praga exótica, recém introduzida no Brasil, até o ano de 2007 não existia produto inseticida para o controle de *A. woglumi* registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Com o primeiro relato de mosca-negra-dos-citros, no principal estado citricultor do Brasil, no início de 2008, esforços foram feitos

para evitar a disseminação da mesma, nos pomares citrícolas do estado de São Paulo e hoje dois produtos apresentam registro para o controle da praga. Kohinor 200 SC e Provado 200 SC, ambos de grupo químico dos neonicotinóides, apresentando o imidacloprid como ingrediente ativo. Formulados como suspensão concentrada (SC), ambos apresentando classificação toxicológica III (mediamente tóxico) e classificação ambiental também III o que os caracterizam como produto perigoso ao meio ambiente. O primeiro é um produto de ação sistêmico de contato e ingestão, enquanto que o segundo apresenta apenas ação sistêmica. Para ambos os produtos recomenda-se a aplicação terrestre e indicação para o uso após o aparecimento do *A. woglumi*. Esses produtos devem ser aplicados na dose de 20 ml, do produto comercial/ 20 litros de água, respeitando a carência de 21 dias (MAPA, 2009a).

É importante ressaltar a carência de mais produtos inseticidas para o controle de *A. woglumi*, principalmente no que diz respeito ao manejo da resistência feito através de rotação de produtos e também da alternância de ingredientes ativos, bem como, grupos químicos de diferentes modos de ação.

### **2.3.7.3. Controle biológico**

A mosca-negra-dos-citros apresenta diversos inimigos naturais, com destaque para os micro-himenópteros *Amitus hesperidum* Silvestri e *Encarsia opulenta* Silvestri, cujo controle biológico é amplamente utilizado mundialmente.

A fêmea do *A. hesperidum* parasita todos os três instares larvais da mosca negra com uma preferência para o primeiro, apresentando desenvolvimento sincronizado com o do seu hospedeiro. Cada parasitóide fêmea pode produzir até 70 proles em quatro a cinco dias com os hospedeiros adequados disponíveis. Entretanto, por ter ciclo de vida curto, apresenta sua eficiência de procura reduzida no parasitismo da mosca negra. Este parasitóide é mais eficaz com populações elevadas, especialmente durante estações de temperatura amena e de umidade elevada (NGUYEN et al. 1983).

*Encarsia opulenta* apresenta taxa mais baixa da reprodução comparada ao *A. hesperidum*, no entanto, apresenta maior mobilidade relacionada à procura pela praga. Às fêmeas desse parasitóide podem sobreviver até seis semanas. Geralmente, o *E. opulenta*

pode manter uma população de mosca negra em um nível mais baixo do que *A. hesperidum*. Às fêmeas de *E. opulenta* colocam um único ovo diplóide em todo o estágio larval do hospedeiro, embora o segundo estágio pareça preferível. No campo, a relação é de um macho para sete fêmeas (NGUYEN et al. 2007).

Segundo FRENCH et al. (2005) o número, a posição e a forma dos furos de saída do “pupario” identificam a espécie que se formou dentro da pupa de *A. woglumi*. Uma maneira simples de verificar se está havendo parasitismo é através da observação das exúvias (pupas) da mosca-negra-dos-citros, com auxílio de lupa de aumento de 10 a 20 vezes. Abertura da pupa se em forma de “T” indica a emergência do *A. woglumi*, abertura única em forma de círculo mostra a emergência de *E. opulenta* e a pupa com duas aberturas circulares significa a emergência da vespinha *A. hesperidum*.

De acordo com MARTÍNEZ et al. (1979) outros organismos também exercem importante papel no controle biológico de *A. woglumi*, como os predadores: *Azya trinitatis* Marshall, *Pentilia castanea* Mulsant, *Azya* sp. *Curinus* sp., *Delphastus* sp. *Diomus* sp. e *Stethorus* sp.; *Mantispilla probablemente viridis* Walker e os crisopídeos *Chrysopa* sp. e *Nodita* sp. Os parasitóides *Cales* sp., *Prospaltella* sp. e *Eretmocerus* sp. O controle microbiano é citado para os fungos entomopatogênicos: *Aegerita webberi* Fawcett e *Aschersonia aleyrodis* Webber.

LUNA – SALAS et al. (2004) relataram um díptero da família Syrphidae como um importante inimigo natural da mosca-negra-dos-citros.

Em Belém verificou-se um bom controle de *A. woglumi* pelo parasitismo de microvespas ainda não identificadas. Com relatos de parasitismo da ordem de 90% (SILVA, 2005).

ROSSATO (2007) estudando a ocorrência de parasitóides de *A. woglumi* nos municípios de Belém, Capitão Poço e Irituia no estado do Pará, observou que os himenópteros *Encarsia* sp. e *Cales noacki* Howard, mostraram-se presentes nos três municípios estudados e que *C. noacki* é um eficiente parasitóide de mosca-negra-dos-citros nesses municípios paraenses.

Entre os predadores, nas condições amazônicas, tem-se destacado o bicho lixeiro (*Ceraeochrysa cubana*, Hagen) que passou a se alimentar intensamente das ninfas de

mosca negra, pois sua carcaça de exúvias, que normalmente era clara, passou a ser negra nos laranjais de Capitão Poço - PA, devido às exúvias negras da praga do qual se alimentou (SILVA, 2005).

Quanto ao controle microbiano BATISTA et al. (2002) identificou em pomares citrícolas no estado do Pará, sobre ninfas de mosca-negra-dos-citros, os fungos entomopatogênicos *A. aleyrodís*; *A. webberi* e *Fusarium* sp. No estado de São Paulo, o Instituto Biológico detectou, no município de Artur Nogueira, a presença do fungo *A. aleyrodes* atacando ninfas de *A. woglumi* em condições favoráveis de epizootia (RAGA & COSTA, 2008).

### **2.3.8. Situação legislativa da mosca-negra-dos-citros no Brasil**

A mosca-negra-dos-citros é considerada uma praga quarentenária presente (A2), de acordo com a instrução normativa nº 23, de 29 de abril de 2008, que substituiu a Instrução Normativa SDA nº 20, de 21 de fevereiro de 2002. Esta se classifica como sendo uma praga de importância econômica potencial, já presente no país, porém não se encontram amplamente distribuída, possuindo programa oficial de controle.

Em resumo, dentre as principais restrições impostas para o transporte e comercialização de produtos oriundos e/ou espécies hospedeiras de Unidades da Federação onde seja constatada, por laudo laboratorial, a presença de *A. woglumi* para Unidades da Federação reconhecida como livre pelo MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009b).

Transporte e comercialização de Mudanças e Borbulhas somente com permissão de trânsito de vegetais (PTV) com declaração adicional “Não se observaram sinais de *A. woglumi* no local de produção durante os últimos seis meses e a partida foi inspecionada, encontrando-se livre da praga”, e a carga deve estar lonada ou transportada em caminhão tipo baú para transitar por área de ocorrência de mosca-negra-dos-citros. Transporte e comercialização de Frutas somente com permissão de trânsito de vegetais (PTV) com declaração adicional “Os frutos foram submetidos a processo de seleção para retirada de folhas e partes de ramos e a partida encontra-se livre de *A. woglumi* (MAPA, 2009b).

Em unidades da federação reconhecidas como livre da mosca negra, deverá ser realizado levantamentos semestrais de detecção e os relatórios decorrentes deverão ser enviados, por correspondência impressa, ao órgão de sanidade vegetal da Superintendência Federal de Agricultura, a fim de comprovar a ausência da praga no Estado. Às suspeitas ou constatações de ocorrência da mosca-negra-dos-citros deverão ser notificadas imediatamente ao órgão de sanidade vegetal da Superintendência Federal de Agricultura na UF correspondente. E o material apreendido pela fiscalização de defesa sanitária vegetal, em desacordo com o previsto nesta Instrução Normativa, será sumariamente destruído, não cabendo ao infrator qualquer tipo de indenização, sem prejuízo das demais sanções estabelecidas pela legislação vigente (MAPA, 2009b).

#### 2.4. Teca (*Tectona grandis* L.)

*Tectona grandis* (Figura 5) é uma espécie nativa das zonas úmidas do subcontinente Índico e do Sudeste Asiático, também conhecida por Teak (Índia, Siam, Birmânia e Indonésia), Teck (França), Ojati (Java), May Sak (Laos) e Tiek (Alemanha). A área de ocorrência natural dessa espécie situa-se entre 10° e 25°N especialmente na Índia, Burma, Tailândia, Laos, Camboja, Vietnã e Java (LAMPRECHT, 1990).



**Figura 5:** (A) Planta e (B) área com plantio de Teca, *T. grandis*.

O principal produto desta espécie é a madeira, muito utilizada na carpintaria, na marcenaria, na produção de peças de usos nobres e de móveis finos e, especialmente, na indústria da construção naval, onde é praticamente insubstituível, pelo fato de resistir ao

sol, ao calor, ao frio e à água de chuvas e do mar (LAMPRECHT, 1990). Além do seu alto valor comercial, a Teca sobressai de outras espécies tropicais pela sua rusticidade e rápido crescimento inicial (FERRAZ et al. 1998).

Segundo dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS, 2006), dos 851 milhões de hectares de área total absoluta do território brasileiro, 0,7% são ocupados com florestas plantadas e 56,1% com florestas naturais. De um total de 5,56 milhões de hectares de áreas reflorestadas somente 50 mil é ocupado pela Teca, principalmente nos estados do Mato Grosso e Pará. Sendo que, esta tem uma produtividade média anual de 15 a 20 m<sup>3</sup>/ha.

Quanto ao ataque de pragas, diversos são os relatos, principalmente em flores e frutos de plantas de Teca e no início de estabelecimento da cultura como cupins e formigas cortadeiras (CHOLDUMRONGKUL & HUTACHAROEN, 1986; SINGH & MISRA, 1990). No entanto ainda não se tem relatos no Brasil, de pragas causando danos econômicos e essa espécie florestal.

Apesar da potencialidade de mercado para a Teca, no Brasil ainda são escassos os trabalhos que avaliam o potencial econômico desta espécie considerando as várias formas de manejo. Dessa maneira, estudos desta natureza contribuirão para o planejamento e administração dos atuais e futuros plantios de Teca (FIGUEIREDO et al. 2005).

## **2.5. Geoestatística**

É um ramo da estatística aplicada que se concentra na descrição dos padrões espaciais e estimar valores em locais não amostrados. Quando uma determinada propriedade varia de um local para outro com algum grau de organização ou continuidade, expresso através da dependência espacial, a estatística clássica deve ser abandonada e dar lugar a uma estatística relativamente nova: a Geoestatística (VIEIRA, 2000).

A origem da Geoestatística se deu com os trabalhos de SICHEL (1949) e KRIGE (1951) motivados por estudos referentes à exploração de minas de ouro na África do Sul. Porém, a formalização da teoria surgiu na França, sendo atribuída a Matheron através de



suas publicações na década de 60 que se fundamentam na Teoria das Variáveis Regionalizadas (MATHERON, 1963).

A variável regionalizada é uma variável distribuída no espaço (ou tempo). A teoria diz que alguma medida pode ser vista como uma realização de uma função aleatória (ou processo aleatório, ou processo estocástico). Esta teoria consolida o alicerce da geoestatística. Atualmente, geoestatística é justamente um nome associado com uma classe de técnicas usada para analisar e inferir valores de uma variável distribuída no espaço e/ou no tempo.

O semivariograma, em termos práticos, é uma ferramenta matemática que nos permite estudar a dispersão natural das variáveis regionalizadas. Ele indica o grau de continuidade espacial e nos dá um mínimo necessário de informação sobre o fenômeno a ser estudado (VALENTE, 1988), relacionando a distância entre pares de amostras com a semivariância estatística (variação entre os pares), para todos os pares possíveis a cada distância sugerida (ELLSBEURY et al. 1998).

A Geoestatística utiliza um método de interpolação chamado Krigagem, o qual usa a dependência espacial entre amostras vizinhas, expressa no semivariograma, para estimar valores em qualquer posição dentro do campo, sem tendência e com variância mínima. Essas duas características fazem da Krigagem um interpolador ótimo (BURGESS & WEBSTER, 1980).

A Krigagem, nome dado em homenagem ao matemático sul africano Daniel G. Krige (MATHERON, 1963), é uma técnica de interpolação para estimativa de valores de uma propriedade em locais não amostrados, a partir de valores vizinhos resultantes da amostragem realizada (BURROUGH & McDONNELL, 1997). Utilizando-se de um interpolador linear não tendencioso e de variância mínima que assegura a melhor estimativa. Este estimador tem como base os dados amostrais da variável regionalizada e as propriedades estruturais do semivariograma obtido a partir destes dados (ISAAKS & SRIVASTAVA, 1989).

OLIVER & WEBSTER (1990) relataram o uso da Krigagem em Sistema de Informações Geográficas (SIG's), chamando a atenção ao fato de que, ao contrário de métodos matemáticos, a Krigagem permite estimativas dos erros de predição. Este se

apresenta como o sistema de interpolação que tem produzido os melhores resultados para o uso de mapas de características de áreas agrícolas, e uma importante ferramenta para estudos de dispersão de insetos (MORGAN & ESS, 1997).

## **2.6. Sistema de Posicionamento Global (Global Positioning System - GPS)**

Nos últimos anos foi colocado em prática um novo método de obtenção das coordenadas geográficas, o denominado GPS (“Global Positioning System”) que é formado por um conjunto de satélites em órbita em torno da terra que emitem ondas de radio e, por outro, um receptor terrestre que ao captar tais ondas pode, mediante cálculos matemáticos de triangulação de distâncias, determinarem sua posição geográfica com alta precisão.

O sistema GPS (NAVSTAR - Navigation Satellite Time And Ranging) foi criado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos, na década de 70, e se tornou inteiramente operacional em 1993. De acordo com DANNA (1994), este sistema apresenta 24 satélites específicos para o sistema GPS estando dispostos de tal maneira que, a qualquer hora e em qualquer lugar do mundo, pelo menos quatro satélites estarão disponíveis para utilização. Para isso foram criadas 6 órbitas, espaçadas de 60° cada uma, onde os satélites estão posicionados a 20.200 km de altitude.

ROCHA & LAMPARELLI (1998) citam que, neste sistema, o cálculo da posição é realizado em função da distância do receptor ao satélite, calculado através do tempo que o sinal de rádio leva para percorrer a distância do satélite ao receptor e a velocidade desta onda (igual à velocidade da luz).

A determinação do tempo que o sinal leva desde que sai do satélite até que seja captado pelo aparelho receptor é feito gerando-se no aparelho receptor o mesmo tipo de sinal emitido pelo satélite. A diferença de sincronismo entre os dois sinais oferece a medida do tempo que o sinal levou para se deslocar do satélite até o receptor. O sinal que é emitido em cada satélite é codificado de tal forma que o aparelho receptor consegue identificar os sinais dos diferentes satélites, indicando com precisão sua localização (DIAS, 1998).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização da área**

A área experimental está localizada no município de Capitão Poço, mesorregião do Nordeste Paraense, microrregião do Guamá, distante 200 km de Belém, PA.

A Fazenda Santana está compreendida nas coordenadas geográficas: 01° 45' 15" de latitude Sul, 47° 07' 30" de longitude Oeste de Greenwich (sede da fazenda), apresentando solo do tipo Latossolo Amarelo Álico, textura média, clima tipo Ami, segundo a classificação de Köppen, apresentando os maiores índices de pluviosidade de janeiro a maio e os menores de agosto a novembro.

#### **3.2. Descrição das Áreas Experimentais**

##### **3.2.2. Plantio de Citros em Sistema Agroflorestal**

A área experimental constituída pelo sistema agroflorestal (SAF's) (Figura 6) é constituída por um pomar de laranjeiras da variedade "Pêra Rio" (*C. sinensis*), enxertadas em limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck), plantadas em espaçamento de 5 x 7m, apresentando sete anos de idade; distribuídas em 32 fileiras, com 52 plantas de citros por linha de plantio. Possuindo 1.664 plantas, totalizando 58.240m<sup>2</sup>, o que corresponde a 89,9% da área total do sistema agroflorestal (Figura 8). Para ambos os sistemas de plantio, agroflorestal e monocultura, a densidade de plantio é de 285 laranjeiras por hectare.

Na área, a distribuição das plantas de Teca se dá a cada três linhas de plantio de citros totalizando 11 linhas com plantas de Teca. Essas estão distribuídas na linha de plantio a cada três plantas de citros, totalizando 187 plantas de Teca correspondendo a 10,1% da área total do sistema agroflorestal (Figura 8).



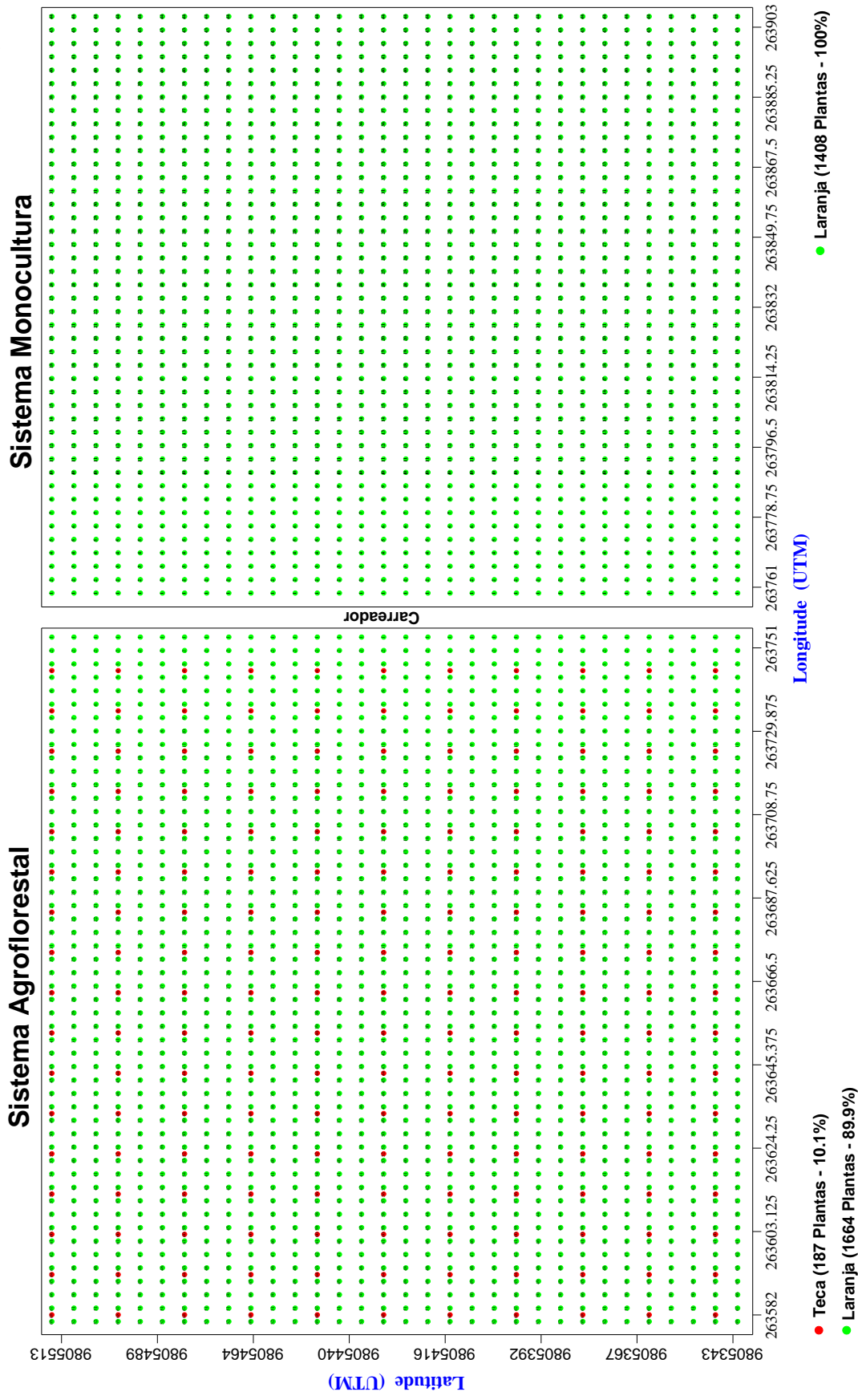
**Figura 6:** Visualização do sistema de plantio agroflorestal com laranja (*C. sinensis*) e Teca (*T. grandis*). (A) na entrelinha e (B) na linha de plantio. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/2009.

### 3.2.1. Plantio de Citros em Sistema de Monocultura

A área experimental de sistema de plantio em monocultura (Figura 7) é constituída por um pomar de laranjeiras de mesma variedade, porta-enxerto, idade e espaçamento das laranjeiras do sistema agroflorestal, também distribuídas em 32 fileiras, porém com 44 plantas de citros por linha de plantio, totalizando 1.408 plantas em uma área de 49.280m<sup>2</sup> (Figura 8).



**Figura 7:** Visualização do sistema em monocultura de laranja (*C. sinensis*), (A) na linha e (B) na entrelinha de plantio. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/2009.



**Figura 8:** Croqui da área experimental. (A) representa a área de plantio no sistema agroflorestal e (B) representa o plantio de citros em sistema de monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço - PA, 2008/2009.

A digitalização das plantas das áreas experimentais foi feita no software SUFER 8.0, o qual permitiu que fosse construída uma base da imagem. Essa base toma como referência os pontos coletados pelo GPS nos extremos das quadras (Figura 8). Para coleta dos pontos utilizou-se um receptor GPS V Plus, fabricado pela Garmin.

Para construção da base de imagem foram utilizadas as coordenadas (latitude e longitude) dos talhões, nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. As coordenadas (ponto) utilizadas no trabalho foram transformadas para o sistema UTM (Universal Transversa de Mercator), seguindo o sistema das coordenadas retangulares, seguindo a metodologia de FARIAS et al. (2003).

As áreas experimentais foram georreferenciadas. Cada planta, de citros e Teca, tiveram sua localização espacial conhecida (utilizando-se o espaçamento da cultura) e conseqüentemente todas as informações das amostragens com precisão e confiabilidade (Figura 8).

### **3.2.3. Tratos culturais**

As áreas utilizadas no experimento (agroflorestal e monocultura) receberam adubação de acordo com análise de solos, considerando as exigências nutricionais da cultura dos citros de acordo com MURAYAMA (1987). Quanto ao controle de plantas daninhas, esse foi feito através de roçadeira mecânica nas ruas do pomar e com uso de herbicida nas linhas de plantio. Nas áreas experimentais não se utilizou inseticida no período das avaliações de *A. woglumi*.

### **3.3. Levantamento Populacional de Insetos Pragas**

O levantamento populacional de mosca-negra-dos-citros foi realizado em 100% das laranjeiras nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura (avaliação em varredura), avaliando-se a presença ou ausência de ninfas e/ou adultos vivos de *A. woglumi* (Figura 9). Todas as plantas foram vistoriadas, observando principalmente brotações novas (onde geralmente são encontrados os adultos) e também a parte abaxial das folhas onde se encontram todas as fases imaturas da praga, anotando-se presença da praga com o

número um (1) ou ausência da mesma com o número zero (0), em ambos os sistemas de produção agroflorestal e monocultura.



**Figura 9:** Estágios de *A. woglumi* levados em consideração para a realização das amostragens: (A) ninfas e (B) adulto.

Realizou-se 12 amostragens durante o período de setembro de 2008 a outubro de 2009, essas nas seguintes datas: 18/09/08; 20/10/08; 17/11/08; 13/12/08; 17/01/09; 06/02/09; 25/03/09; 22/04/09; 19/05/09; 26/06/09; 24/07/09 e 16/08/09.

### 3.4. Obtenção dos dados climáticos

Os dados climáticos médios mensais como precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C) para o município de Capitão Poço - PA, foram obtidos junto à estação meteorológica da empresa Cítricos do Pará – CITROPAR (Estação meteorológica situada próximo ao local do presente experimento).

Fatores abióticos importantes, às variáveis: Umidade Relativa (UR%) e velocidade do vento na área experimental não foram estudadas por falta de dados da região do presente estudo.

### 3.5. Análise Estatística Descritiva

Para os dados do número de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros calcularam-se os parâmetros estatísticos básicos: média ( $\hat{m}$ ), variância ( $s^2$ ), proporção de

plantas com presença da praga (P), índice de plantas com presença de *A. woglumi* (%) e coeficiente de variação (CV%).

Para a comparação entre os sistemas de plantio, agroflorestal e monocultura, fez-se análise de variância (ANAVA), utilizando-se o delineamento experimental em Blocos Casualizados (DBC), com dois tratamentos (sistemas de plantio) e doze blocos (meses de amostragem). Estes foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e quando significativo as médias foram comparadas pelo Teste TUKEY a 1 e 5% de probabilidade.

Fez-se correlações para analisar o índice de plantas com presença de mosca negra com as variáveis precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ). Para todas as análises utilizou-se o programa computacional STATISTICA 7.0<sup>®</sup> (STATSOFT, 2004).

### **3.6. Análise Geoestatística dos Dados**

Os procedimentos a serem descritos seguem a metodologia de VIEIRA et al. (1983) e utilizam-se da informação da posição da amostra e o valor que a variável (índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros e diâmetro (DAP) das plantas de Teca) assumiu em cada ponto (planta). Desta forma, de cada ponto de amostragem tem-se o valor da variável e as coordenadas (latitude, longitude e altitude) do ponto onde foi realizada a amostragem.

#### **3.6.1. O Semivariograma Experimental**

A obtenção do semivariograma é descrita como o primeiro e mais importante passo no procedimento de uma análise Geoestatística, a vista, que o modelo escolhido será utilizado no processo da krigagem (Mapas de Contornos) e influenciará todos os resultados interpolados e as conclusões.

Quando se calcula o semivariograma, obtêm-se pares de valores de semivariâncias [ $\gamma^*(h)$ ] e distâncias ( $h$ ), os quais deverão ser dispostos em um gráfico de dispersão, tendo como valores de y, as semivariâncias, e de x, as distâncias. A esses pontos, deverá ser ajustado um modelo. Para propriedades espacialmente dependentes, espera-se que a diferença entre valores [ $Z(x_i)-Z(x_i+h)$ ], em média, seja crescente com a distância até um



determinado ponto, a partir do qual se estabiliza num valor, denominado patamar ( $C_1$ ) e aproximadamente igual à variância dos dados. Esta distância recebe o nome de alcance ( $a$ ) e representa o raio de um círculo, dentro do qual os valores são tão parecidos uns com os outros que são correlacionados. O valor da semivariância na interseção do eixo y tem o nome de efeito pepita ( $C_0$ ) e representa a variabilidade da propriedade em estudo em espaçamentos menores do que o amostrado. Assim, quanto maior o efeito pepita, mais fraca é a dependência espacial de um atributo (VIEIRA et al. 1983). O semivariograma é estimado por:

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

onde  $N(h)$  é o número de pares experimentais de valores medidos  $Z(x_i)$ ,  $Z(x_i+h)$ , separados por um vetor  $h$ . O gráfico de  $\gamma^*(h)$  “versus” os valores correspondentes de  $h$ , chamado semivariograma, é uma função do vetor  $h$  e, portanto, depende da magnitude e direção de  $h$ .

Para melhor definição dos parâmetros variográficos, foram feitas várias tentativas com ajuste aos modelos esférico e exponencial, utilizando distância (alcance) padrão de 60m para modelar os semivariogramas de ambos os sistemas de plantio adotados.

Em todos os ajustes para estimar a dependência espacial das variáveis utilizou-se número de pares sempre maior que 30. O número de pares e as distâncias utilizadas no presente trabalho estão de acordo com GUERRA (1988) que cita que o número de pares com que foi calculado o semivariograma experimental desempenha um papel importante, sendo necessária, pelos menos 30 pares. Quanto à distância máxima, o mesmo autor cita que na prática a área de estudo variográfico, raramente ultrapassa a metade do campo total amostrado. Para o presente estudo, como já mencionado, utilizou-se a distancia padrão de 60m para ambos os sistemas de plantio.

### 3.6.1.1. Modelo Esférico

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

$$\gamma(h) = C_0 + C_1, \quad h \geq a$$

O modelo esférico é um dos modelos mais utilizados, é obtido selecionando-se os valores do efeito pepita,  $C_0$ , e do patamar,  $C_1$ , depois passando-se uma reta que intercepte o eixo y em  $C_1$  e seja tangente aos primeiros pontos próximos de  $h=0$ . Essa tangente cruzará o patamar à distância,  $a'=2/3 a$ . Assim, o alcance,  $a$ , será  $a=3a'/2$ . O modelo esférico é linear até aproximadamente  $1/3 a$ .

### 3.6.1.2. Modelo Exponencial

Outro modelo bastante utilizado:

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

onde  $d$  é a máxima distância na qual o semivariograma é definido. Uma diferença fundamental entre o modelo exponencial e o esférico é que o exponencial atinge o patamar apenas assintoticamente, enquanto que o modelo esférico o atinge no valor do alcance. O parâmetro  $a$  é determinado visualmente como a distância após a qual o semivariograma se estabiliza. Os parâmetros  $C_0$  e  $C_1$  para o modelo exponencial são determinados da mesma maneira que para o esférico (FARIAS et al. 2002a, 2002b).

### 3.6.1.3. Modelo Aleatório (Efeito Pepita Puro)

$$\gamma(h) = C, \quad \text{para qualquer } h \quad (4)$$

À medida que aumenta a descontinuidade na origem do semivariograma, mais aleatório é o fenômeno que originou a variável em análise. Esta característica decorre de uma provável regionalização, inferior à escala de trabalho da malha de amostragem e/ou às variações espúrias associadas com a coleta e medição das amostras (FARIAS et al. 2002a, 2002b).

Como exemplo desse fenômeno tem-se uma população de insetos hipotético agregados em folhas, mas as amostras são distribuídas por uma área muito maior (por exemplo, um campo), então esta dependência espacial não será detectada e, ao contrário, deve contribuir para o efeito pepita (LIEBHOLD et al. 1993).

### 3.6.2. Krigagem

Muitas vezes o interesse da análise não se esgota em modelar a estrutura de variabilidade. Em diversas situações o interesse está na estimação de valores em pontos não amostrados, seja por um interesse local ou pela intenção de obter um detalhamento da área que vai além do permitido pela amostra. Nestes casos é preciso lançar mão de algum interpolador (preditor) dentre os existentes na literatura (FARIAS et al. 2002b).

Dentre esses, a Krigagem é considerado um estimador ótimo por não ser tendencioso e apresentar variância mínima. Os valores estimados por krigagem foram utilizados no programa SURFER 8.0 para confecção dos mapas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise estatística básica

Na Tabela 1 estão contidos os valores da estatística descritiva para o índice de plantas com presença da mosca-negra-dos-citros para os sistemas de plantio estudados, agroflorestal e monocultura como: proporção de plantas infestadas (P), índice de plantas com presença da praga (%), média ( $\hat{m}$ ), variância ( $s^2$ ) e coeficiente de variação (CV%).

A proporção de plantas infestadas ocorreu nos intervalos de 0,02 a 0,50 no sistema de plantio de citros em monocultura e 0,06 a 0,53 no agroflorestal. Para a discussão dos gráficos, figuras e tabelas; bem como, para a redação do texto utilizou-se a percentagem de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros, denominando-a de índice de plantas com presença de *A. woglumi* (%).

Observa-se que os valores das variâncias são sempre iguais ou inferiores à média nos dois sistemas de plantio adotados (Tabela 1) fato esperado devido à metodologia de avaliação adotada para coleta dos dados onde se utilizou avaliação presença/ausência. O coeficiente de variação (CV%) reduzido; 18,66% também é em virtude da metodologia de amostragem utilizado (Tabela 1).

É importante salientar que o objetivo desse estudo é a aplicação de técnicas geoestatísticas para verificar a dinâmica populacional de mosca-negra-dos-citros, *A. woglumi*. Mesmo assim, é razoável considerar que os recursos estatísticos são sempre ferramentas complementares às observações de campo, e neste caso específico, auxiliares para compreensão das distribuições espaciais de agentes biológicos em uma área.

**Tabela 1:** Estatística descritiva do número de plantas com presença da mosca-negrados-citros nos sistemas de plantios agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/2009.

<b>Estatística Descritiva de <i>A. woglumi</i> (sistema monocultura)*</b>					
<b>Data de amostragem</b>	<b>P</b>	<b>Plantas com <i>A. woglumi</i> (%)</b>	<b><math>\hat{m}</math></b>	<b>S<sup>2</sup></b>	<b>CV%</b>
Setembro/2008	0,07	7	98	92	9,71
Outubro/2008	0,40	40	605	354	3,07
Novembro/2008	0,47	47	662	351	2,83
Dezembro/2008	0,29	29	408	290	4,17
Janeiro/2009	0,31	31	436	301	3,98
Fevereiro/2009	0,02	2	28	28	18,66
Março/2009	0,03	3	42	41	15,15
Abril/2009	0,43	43	704	352	2,67
Mai/2009	0,50	50	704	352	2,67
Junho/2009	0,14	14	197	169	6,61
Julho/2009	0,11	11	155	138	7,58
Agosto/2009	0,21	21	296	234	5,17
<b>Estatística Descritiva de <i>A. woglumi</i> (sistema agroflorestal)*</b>					
<b>Data de amostragem</b>	<b>P</b>	<b>Plantas com <i>A. woglumi</i> (%)</b>	<b><math>\hat{m}</math></b>	<b>S<sup>2</sup></b>	<b>CV%</b>
Setembro/2008	0,37	37	611	387	3,22
Outubro/2008	0,51	51	850	416	2,40
Novembro/2008	0,53	53	889	414	2,29
Dezembro/2008	0,25	25	413	310	4,27
Janeiro/2009	0,50	50	836	416	2,44
Fevereiro/2009	0,06	6	103	97	9,54
Março/2009	0,12	12	195	172	6,73
Abril/2009	0,39	39	771	414	2,64
Mai/2009	0,46	46	766	413	2,65
Junho/2009	0,25	25	421	314	4,21
Julho/2009	0,13	13	214	186	6,38
Agosto/2009	0,27	27	446	326	4,05

\* Proporção (P), Índice de Plantas com *A. woglumi* (P x 100), média ( $\hat{m}$ ), variância (s<sup>2</sup>), coeficiente de variação (CV%).

**4.2. Dinâmica populacional de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) em pomares de citros em sistema agroflorestal e monocultura.**

Pelos resultados apresentados na Tabela 2 observa-se que houve diferença quanto ao sistema de plantio adotado para o índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros.

**Tabela 2:** Análise de variância para o índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (*A. woglumi*) nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/2009.

<b>Mês de avaliação</b>	<b>(%) Plantas com <i>A. woglumi</i></b>
Setembro/2008	22,00 abcd
Outubro/2008	45,50 ab
Novembro/2008	50,00 a
Dezembro/2008	27,00 abcd
Janeiro/2009	40,50 abc
Fevereiro/2009	4,00 d
Março/2009	7,50 d
Abril/2009	41,00 ab
Mai/2009	48,00 ab
Junho/2009	19,50 bcd
Julho/2009	12,00 cd
Agosto/2009	24,00 abcd
<b>Sistema de Plantio</b>	
Convencional	24,83 b
Agrofloresta	32,00 a
F (Mês)	10,43* *
F (Sistema)	6,12 *
D.M.S (Mês)	26,64
D.M.S (Sistema)	6,37
CV %	24,97

\*Média seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a 1% de probabilidade para mês de avaliação e 5% de probabilidade para sistema de plantio.

Os resultados obtidos na análise de variância (Tabela 2) mostram um coeficiente de variação (CV%) de 26,64%, valores considerados baixos para experimentos de campo, estando de acordo com PIMENTEL GOMES (1973) que recomenda que na estatística clássica, em condições de campo experimental o limite máximo razoável para o coeficiente de variação deve ser de 30% e inferiores ao citado por BARBOSA (2007), que comenta que para ensaios entomológicos de levantamentos de pragas, normalmente os coeficientes de variação são maiores que 30%.

O sistema de plantio agroflorestral apresentou índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros maior com média de 32% enquanto que o sistema de plantio de citros em monocultura apresentou índice de 24,83% de plantas com presença da praga de acordo com o Teste Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 2).

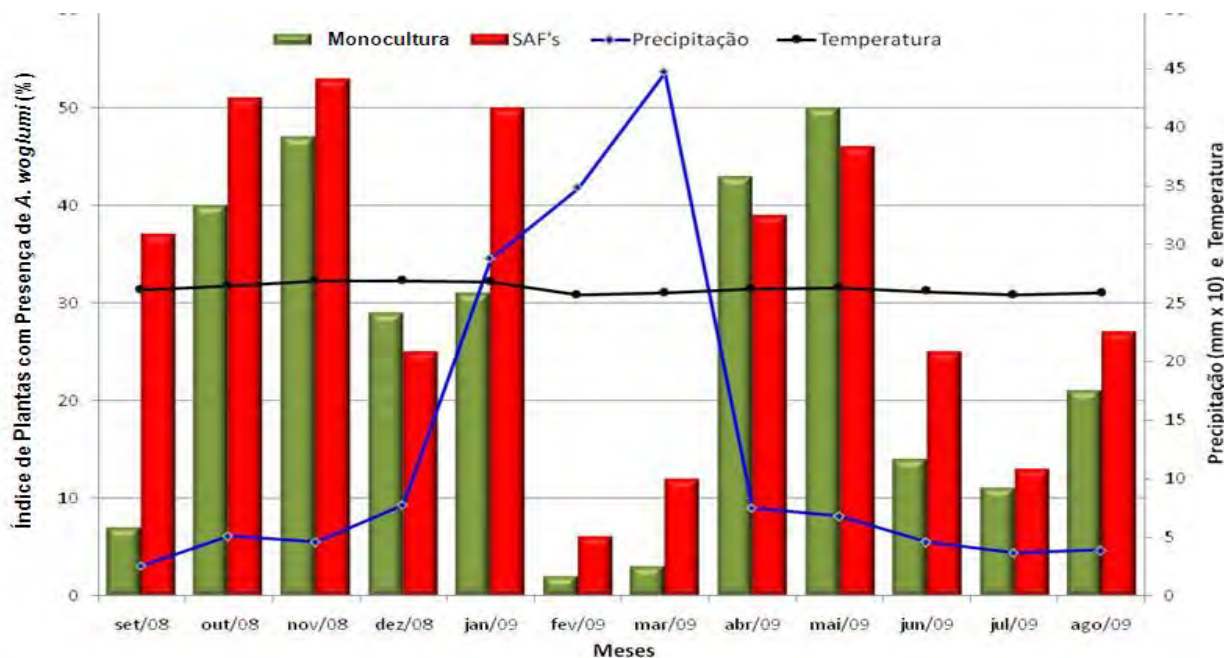
Houve diferença quando avaliado o mês de amostragem com novembro se destacando apresentando índice de 50% de plantas com presença de mosca negra e os meses de janeiro e fevereiro apresentando índices inferiores com 4 e 7,5% de plantas com presença de *A. woglumi* respectivamente de acordo com Teste Tukey a 1% de probabilidade (Tabela 2).

Resultados considerados como uma Interação negativa entre os sistemas de plantio adotados, que ocorre quando a população da praga é aumentada quando introduzido um sistema de plantio agroflorestral quando comparado ao plantio em monocultura (RATHORE & FELLOW, 1995).

O sistema agroflorestral mostrou incidência maior de mosca negra, comparado ao monocultivo, em nove dos doze meses avaliados. Outubro, novembro e janeiro foram os meses que apresentaram maior índice de plantas com presença da praga com respectivamente 51; 53 e 50%. Fevereiro, março e julho foram os meses que apresentaram resultados inferiores com respectivos 6; 12 e 13% (Figura 10).

Dezembro, abril e maio foram os meses em que o sistema de plantio de citros em monocultura mostrou índices de infestação superiores ao agroflorestral com 29, 43 e 50% de plantas com presença da mosca-negra-dos-citros respectivamente. O menor índice de plantas com presença de mosca negra no sistema de plantio convencional foi observado

nos meses de fevereiro e março apresentando respectivamente 2 e 3% de plantas com presença da praga (Figura 10).



**Figura 10:** Índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (*A. woglumi*), precipitação pluviométrica acumulada (mm x 10) e temperatura média (°C) nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço - PA, 2008/2009.

MAIA (2008) em estudos em plantio de citros em monocultivo, na mesma região do presente trabalho, observou que a densidade populacional de *A. woglumi* foi maior nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e outubro com média de 90% da área experimental infestada, apresentando-se menor nos meses de abril, maio, junho e julho com média de 25% de infestação para os referidos meses citados.

Outros trabalhos também relatam a alta incidência de mosca negra em sistemas agroflorestais, como os de POLTRONIERI & VERZIGNASSI (2007) que observaram que em diversos sistemas agroflorestais no estado do Pará, sistemas onde continha o componente citros eram intensamente infestados por mosca negra.

É de se esperar que com o aumento da diversidade de plantas, ocorra uma diminuição da herbívoros por parte de pragas, devido a uma maior estabilidade



proporcionada pelos sistemas mais complexos como os agroflorestais quando comparados com os de monocultivo (MURDOCH et al. 1972; BACH et al. 1982), fato não ocorrido no presente trabalho. Mesmo resultado foi encontrado por SCHROTH et al. (2000) estudando a ocorrência de pragas em sistemas agroflorestais no trópico úmido, os autores concluíram que a redução de pragas não é automaticamente alcançada através da simples introdução de espécies florestais.

Interação negativa também foi observada por FAZOLIN & ESTRELA (1999) em estudos na Amazônia Ocidental, onde observaram que vários insetos-praga de milho (*Zea mays* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) ocorreram em maiores populações em sistemas agroflorestais comparadas a essas culturas conduzidas de forma convencional.

Desse modo, o maior índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros no sistema agroflorestal em relação ao sistema de monocultura pode estar relacionada a mudanças microclimáticas sob sua copa, dentre elas a redução das temperaturas do solo e do ar, além de mudanças na irradiação e velocidade do vento. O micro-clima propiciado pelo sombreamento das plantas de Teca nos períodos mais quentes e de pouca precipitação, como também a proteção mecânica ao impacto das gotas de chuva no período de precipitação elevada, compreendidos no presente trabalho pelos meses de janeiro, fevereiro, março (Figura 10). Fato corroborado por RATHORE & FELLOW (1995) que relataram que quando cultivados juntos, espécies florestais e plantios agrícolas, ocorrem mudanças no microclima influenciando na atividade dos insetos dentro do sistema.

Esses mesmos autores afirmaram que plantas utilizadas no sistema agroflorestal podem atuar como barreiras físicas ao movimento dos insetos dentro do sistema. Um efeito de barreira pode também resultar da presença de plantas não-hospedeiras entre as plantas hospedeiras, fato corroborado por RAO et al. (2000). Estes autores afirmaram que as espécies florestais afetam também infestações justamente por agirem como uma barreira ao movimento dos insetos.

Esse efeito de barreira pode ser, provavelmente, um fator importante para explicar o maior índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros no sistema

de plantio agroflorestal comparado ao plantio de citros em monocultivo. A diminuição da circulação de vento dentro do sistema agroflorestal pode ter influenciado na menor disseminação da praga dentro da área, principalmente na linha de plantio onde as plantas de Teca estavam presentes, favorecendo uma maior agregação; refletindo em um maior número de plantas com presença da praga, principalmente onde as plantas de Teca apresentavam-se mais desenvolvidas, propiciando dessa forma condições adequadas para manutenção da praga na cultura dos citros sob sombreamento, principalmente nas laranjeiras próximas às plantas de Teca.

Neste contexto, o crescimento populacional da mosca-negra-dos-citros neste sistema deu-se principalmente a partir dos focos de infestação, provavelmente, pela menor circulação de vento proporcionado pelas plantas de Teca diminuindo a sua dispersão no pomar, favorecendo um crescimento localizado da praga. O conhecimento dessa característica apresentada pode ser uma importante ferramenta para o manejo da mosca negra, principalmente no que diz respeito ao seu controle, sendo este recomendado *in loco* nas áreas infestadas.

Esse efeito de barreira também foi citado por DECANTE et al. (2009) avaliando a distribuição espacial de ninfas e adultos de *Empoasca vitis* (Göthe) durante três anos dentro de duas parcelas de videira levando em consideração a variabilidade existente dentro da parcela, a cobertura natural do solo e diversidade da vegetação circundante sem a utilização de inseticidas. O estudo mostrou que apesar das migrações dos indivíduos adultos, a distribuição espacial durante o verão se deu de forma agregada tanto para adultos como para as ninfas, este fato é explicado pelas preferências que as cigarrinhas possuem pelas plantas de videira com maior vigor e concentração de clorofila assim como a presença da vegetação circundante constitui uma barreira física para o movimento dos insetos.

RAO et al. (2000), em estudo envolvendo sistemas agroflorestais observaram que o sombreamento proporcionado pela cultura de sub-bosque (no presente estudo o plantio de Teca), favorece a redução da temperatura do ar e do solo e a manutenção ou aumento do teor de umidade, como também a diminuição da velocidade do vento, sendo que estas alterações podem trazer impactos positivos ou negativos sobre a atividade dos insetos e seus inimigos naturais como parasitas, predadores e microorganismos

entomopatogênicos, mas é de se esperar que a atividade dos insetos sejam maiores em ambientes sombreados.

Para o presente trabalho, as mudanças proporcionadas pela introdução das plantas de Teca no sistema de plantio agroflorestal, mostraram-se favoráveis ao desenvolvimento da praga como já discutido anteriormente. Dentre os fatores já abordados é importante acrescentar que a mosca-negra-dos-citros é uma praga exótica recentemente introduzida no Brasil (SILVA, 2005), portanto ainda sem relatos de predadores e parasitóides eficientes para seu controle em condições amazônicas. Com relação ao seu controle microbiano, diversos trabalhos citam o fungo *A. aleyrodis* como um importante inimigo natural (BATISTA et al. 2002), no entanto, às expedições de campo para a realização das avaliações mostraram que a ocorrência deste fungo é intensificada na região no período chuvoso, porém presentes principalmente, em exúvias de mosca negra; de modo que são necessários estudos sobre a real eficiência deste agente de controle biológico para os estágios de ninfa e adulto do *A. woglumi*.

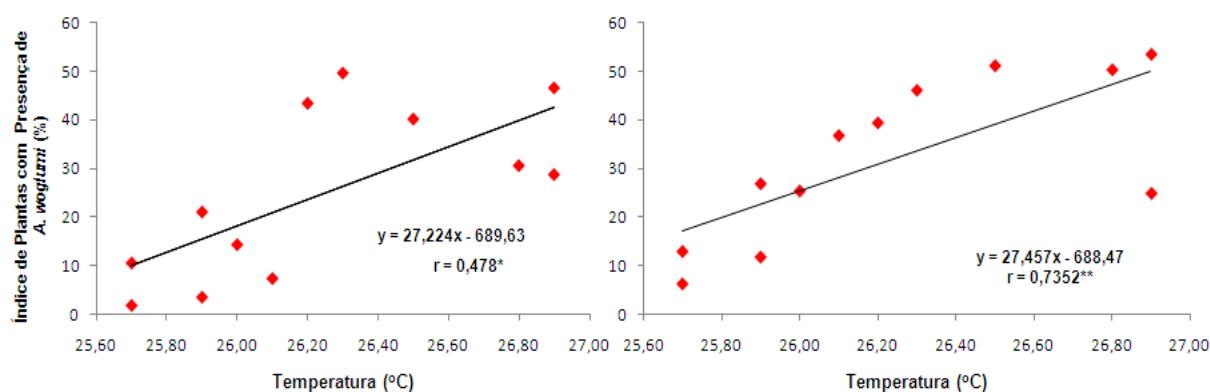
Fator abiótico importante a precipitação pluviométrica, apesar de não apresentar correlações significativas,  $r = -0,4833^{ns}$  para o sistema de plantio de citros em monocultivo e  $r = -0,4804^{ns}$  para o agroflorestal, influenciou na dinâmica populacional da mosca negra (Figura 10). Os meses que apresentaram maior precipitação foram os meses de janeiro, fevereiro, março com precipitação de 228, 348, 447mm respectivamente. Os meses de menor precipitação foram respectivamente os meses de setembro julho e agosto com 26, 37 e 39 mm (Figura 10).

A influência da precipitação no número de plantas com presença de *A. woglumi* foi bem nítida nos meses mais chuvosos, principalmente fevereiro e março, com redução drástica da praga em ambos os sistemas adotados (agroflorestal e monocultura). Essa redução foi acentuada no sistema de plantio em monocultura que apresentou menor índice de plantas com presença da praga nos meses de maior precipitação com apenas 2 e 3% de plantas com presença da praga nos referidos meses. Os mesmos meses também se destacaram no sistema agroflorestal, apresentado menor índice de mosca-negra-dos-citros, porém índice de plantas com a presença da praga um pouco maior que o monocultivo com 6 e 12% para os meses citados (Figura 10).

FLANDERS (1969) em trabalho no México observou que ventos fortes e chuvas pesadas mostraram-se capazes de desalojar e matar adultos da mosca-negra-dos-citros. MAIA (2008) estudando a distribuição da mosca-negra-dos-citros a fim de determinar um plano de amostragem seqüencial observou que a diminuição da população pode está no fato de que chuvas intensas pode ser fator importante de mortalidade de adultos, além da alta proliferação de microorganismos que favorece o controle microbiano desse inseto.

Diversos trabalhos corroboram que as condições climáticas, dentre elas a precipitação e temperatura podem influenciar na dinâmica populacional de insetos fitófagos (TRNKAA et al, 2007; BATALDEN, et al., 2007). Para o presente trabalho a temperatura mostrou-se homogeneamente elevada durante todas as avaliações apresentando pouca variação entre ás médias mensais; que apresentaram amplitude de 25,7 a 26,9 com média anual de 26,2; “apenas” 1,2 ° graus de variação (Figura 10).

A Figura 11 mostra correlação positiva entre temperatura e índice de plantas infestadas para ambos os sistemas de plantio adotados. O sistema de plantio em monocultura apresentou correlação com valor de  $r = 0,6767^*$  significativo a 5% de probabilidade e  $r = 0,7352^{**}$  foi o obtido para o sistema agroflorestal, valor esse significativo a 1% de probabilidade.



**Figura 11:** Correlação linear entre o Índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (*A. woglumi*) e temperatura média mensal (°C), em sistemas de plantio em monocultura (A) e agroflorestal (B). Fazenda Santana, Capitão Poço - PA, 2008/2009.

A temperatura mostrou-se elevada durante todo o período do ano, condições essas características da Região Amazônica e tidas como ideais para o desenvolvimento da mosca-negra-dos-citros (SILVA, 2005), nessas condições a mosca negra apresenta ciclo evolutivo bastante rápido, chegando a apresentar de 5 a 6 gerações anuais (CUNHA, 2003); apresentando sobreposição de gerações, ou seja, em todas as avaliações eram observados os estágios de ovo, ninfa e adulto de *A. woglumi* (SILVA, 2005).

Para os insetos em geral a temperatura é muito importante para o seu desenvolvimento quando o fator alimento não é limitante. No presente trabalho, por se mostrar homogênea na área, a relação entre temperatura e precipitação mostrou-se como principal fator responsável na dinâmica populacional da mosca-negra-dos-citros, o que pode ser bem visualizado através da Figura 10, principalmente para os meses de fevereiro e março onde houve menor infestação de mosca negra para ambos os sistemas de plantio adotados.

#### **4.3. Análise geoestatística para os sistemas de plantio agroflorestal e monocultura.**

De acordo com a Tabela 3 observa-se para o sistema de plantio de laranjeiras em monocultura que a distribuição espacial da mosca-negra-dos-citros deu-se em agrupamentos com dependência espacial descrita por um modelo esférico em oito das doze avaliações; com alcances que variam de 8,5m no mês de setembro à 30m no mês de abril. Os meses de maio, julho e agosto apresentaram dependência espacial descritas por um modelo exponencial com alcances de 14, 10 e 20m respectivamente. Para o mês de fevereiro, não foi possível detectar dependência espacial, devido à reduzida população da praga na área experimental, representada pelo modelo aleatório (efeito pepita puro).

Na mesma tabela pode-se observar que dos oito modelos que mostraram agregação para o sistema de plantio em monocultura, setembro apresentou menor alcance com 8,5m; apresentando média de seis plantas com presença da praga com uma área de infestação de 227m<sup>2</sup>. O maior alcance foi observado para o mês de abril com

30m de raio, ocupando uma área de 2826m<sup>2</sup> compreendendo 81 plantas por reboleira. SILVA et al. (2007) em estudo de distribuição espacial da mosca negra, em sistema de plantio em monocultura de citros, observaram que a distribuição da praga também se deu em agrupamentos descritos por um modelo esférico, formando reboleiras de 16 a 35m.

**Tabela 3:** Parâmetros dos semivariogramas das amostragens do sistema de plantio de citros em monocultura ajustados aos modelos.

Data de amostragem	Parâmetros*			Modelo	Área (m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup> da reboleira	Número de Plantas (m <sup>2</sup> ) <sup>b</sup> na reboleira	K <sup>c</sup>
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	a (m)				
Setembro/2008	0,039	0,021	8,50	Esférico	227	6	0,65
Outubro/2008	0,145	0,099	13,0	Esférico	531	15	0,59
Novembro/2008	0,160	0,086	12,8	Esférico	514	15	0,16
Dezembro/2008	0,124	0,076	15,0	Esférico	706	20	0,08
Janeiro/2009	0,100	0,111	12,8	Esférico	514	15	0,47
Fevereiro/2009	—	—	—	Aleatório	—	—	—
Março/2009	0,028	0,008	26,0	Esférico	2123	61	0,78
Abril/2009	0,177	0,069	30,0	Esférico	2826	81	0,72
Mai/2009	0,130	0,117	14,0	Exponencial	601	17	0,53
Junho/2009	0,083	0,035	21,0	Esférico	1385	40	0,70
Julho/2009	0,066	0,019	10,0	Exponencial	314	9	0,78
Agosto/2009	0,078	0,110	20,0	Exponencial	1256	36	0,41

\* Efeito pepita (C<sub>0</sub>), variância espacial ou contribuição (C<sub>1</sub>), alcance (a), <sup>a</sup> área calculada por  $\pi r^2$ , onde  $\pi = 3.14$  e  $r = a$ , <sup>b</sup> Espaçamento da variedade 5 x 7 m = 35 m<sup>2</sup> e <sup>c</sup> razão de  $C_0 / (C_0 + C_1)$

Para os meses que apresentaram distribuição espacial, cujo melhor ajuste foi o modelo exponencial, julho apresentou menor área de agregação com 314m<sup>2</sup>, apresentando nove plantas com presença da praga, com um alcance de 10m. Agosto com 20m foi o que apresentou maior alcance, compreendendo agregações de 1256m<sup>2</sup> totalizando 36 plantas por reboleira no sistema de plantio em monocultura (Tabela 3).

Nota-se, que com exceção do mês de maio (Figura 10) onde a mosca negra apresentava-se em altas infestações, em julho e agosto já temos uma infestação reduzida. Este fato pode está associado há busca por proteção nos meses em que as condições apresentam-se desfavoráveis, garantindo assim maior sucesso reprodutivo quando às condições novamente apresentarem-se propicias ao bom desenvolvimento da praga. Para tal, distribui-se de forma exponencial no pomar, em condições adversas, parece ser a melhor forma de garantir o exposto anteriormente.

Já para o sistema de plantio agroflorestal, com exceção do mês de fevereiro que também apresentou distribuição com dependência espacial descrita por um modelo aleatória (efeito pepita puro), todos os outros meses avaliados apresentaram dependência espacial descrita pelo modelo esférico, demonstrando que a mosca-negra-dos-citros apresenta-se de forma agregada no campo, formando reboleiras na área experimental (Tabela 4). Este modelo de distribuição apresentado pode está associado a uma autonomia de vôo reduzido propiciado principalmente pela presença de plantas de Teca na área, a mosca-negra-dos-citros apresenta um voo curto (DOWEL & FITZPATRICK (1978), facilitado principalmente pelo vento que atua auxiliando sua dispersão no pomar. Com a redução deste fator na área de sistema de plantio agroflorestal a praga disseminou-se de planta para planta principalmente na linha de plantio, como fica bem evidenciado nos mapas de Krigagem.

O exposto acima também foi observado por PASEK (1988) que menciona que ambos os movimentos horizontais e verticais dos insetos são afetados pela introdução de espécies florestais em sistemas agroflorestais. ROOT (1973) acrescenta que essas plantas introduzidas atuam fisicamente como barreira mecânica para a dispersão do inseto-praga, fato já verificado para pulgões, tripes, moscas e besouros pequenos, e podem também atuar repelindo as pragas devido a presença de características morfológicas desagradáveis como por exemplo folhas peludas (LEVIN, 1973).

Para o referido sistema, os meses que apresentaram menor alcance foram os de novembro e julho com 15,5m de alcance, o que corresponde a uma área de agregação de  $754\text{m}^2$ , compreendendo em torno de 21 plantas. Os maiores alcances foram observados nos meses de abril e agosto com respectivos alcances de 28 e 34m,

formando áreas de agregação de 2462 e 3630m<sup>2</sup>, compreendendo 70 e 104 plantas respectivamente, para os referidos meses (Tabela 4).

**Tabela 4:** Parâmetros dos semivariogramas das amostragens do sistema de plantio agroflorestal ajustados aos modelos.

Data de Amostragem	Parâmetros*			Modelo	Área (m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup> da reboleira	Número de Plantas (m <sup>2</sup> ) <sup>b</sup> na reboleira	k <sup>c</sup>
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	a (m)				
<b>Setembro/2008</b>	0,174	0,062	19,5	Esférico	1194	34	0,74
<b>Outubro/2008</b>	0,175	0,070	20,0	Esférico	1256	36	0,71
<b>Novembro/2008</b>	0,150	0,092	15,5	Esférico	754	21	0,62
<b>Dezembro/2008</b>	0,119	0,059	20,0	Esférico	1256	36	0,67
<b>Janeiro/2009</b>	0,150	0,090	17,6	Esférico	973	28	0,62
<b>Fevereiro/2009</b>	—	—	—	Aleatório	—	—	—
<b>Março/2009</b>	0,056	0,050	21,5	Esférico	1654	47	0,53
<b>Abril/2009</b>	0,172	0,069	28,0	Esférico	2462	70	0,71
<b>Mai/2009</b>	0,170	0,075	23,5	Esférico	1734	49	0,69
<b>Junho/2009</b>	0,080	0,107	20,7	Esférico	1345	38	0,43
<b>Julho/2009</b>	0,083	0,027	15,5	Esférico	754	21	0,75
<b>Agosto/2009</b>	0,141	0,007	34,0	Esférico	3630	104	0,95

\* Efeito pepita (C<sub>0</sub>), variância espacial ou contribuição (C<sub>1</sub>), alcance (a), <sup>a</sup> área calculada por  $\pi r^2$ , onde  $\pi = 3.14$  e  $r = a$ , <sup>b</sup> Espaçamento da variedade 5 x 7 m = 35 m<sup>2</sup> e <sup>c</sup> razão de  $C_0 / (C_0 + C_1)$

A distribuição agregada foi a que melhor representou o comportamento da mosca-negra-dos-citros nas áreas experimentais, independente do sistema de plantio adotado, agroflorestal e monocultura. MAIA (2008) em estudos na mesma região do presente experimento observou distribuição agregada da mosca negra em todas as avaliações.

Este tipo de distribuição também foi encontrado em estudos de SOTO et al. (2002), para a distribuição e a amostragem dos aleirodídeos *Aleurothrixus floccosus* (Maskell), *Dialeurodes citri* (Ashmead) e *Parabemisia myricae* (Kuwana) em citros na Espanha, com



*A. floccosus* apresentando maior agregação que as outras duas espécies. ARGOV et al. (1999) estudando a dispersão de *D. citri* em pomares cítricos em Israel, observaram que a distribuição da praga se deu de forma agregada em todas as suas fases de desenvolvimento.

A relação  $k$  [Fração  $C0 / (C0+C1)$ ] fornece uma medida para estimar quanto de aleatoriedade existem nos levantamentos, observou-se nas datas de amostragem que os valores variaram de 0,08 a 0,78 no sistema de plantio de citros em monocultura (Tabela 3) e 0,43 a 0,75 no sistema de plantio agroflorestal (Tabela 4), indicando que houve uma variação máxima de 78% nos levantamentos da mosca negra, considerando os dois sistemas de plantio. Esses resultados estão dentro do recomendado por JOURNEL & HUIJBREGTS (1978), que citam que valores maiores que 0,80 indicam que o fenômeno estudado está tendendo para a aleatoriedade e que não existe nenhuma dependência entre as amostras. Estudos de MAIA (2008) também apresentaram valores da relação  $k$  semelhantes para mosca-negra-dos-citros.

Valores da relação  $k$  acima dos padrões propostos foram verificados para o mês de fevereiro em ambos os sistemas de plantio (agroflorestal e monocultura) e para o mês de agosto no sistema agroflorestal, cujo parâmetro  $k$  apresentou valor de 0,95.

O mês de fevereiro, em ambos os sistemas de plantio agroflorestal e monocultura, apresentaram efeito pepita puro mostrando que a praga estava distribuída aleatoriamente no experimento. O efeito pepita apresentado no sistema convencional corresponde ao mês de fevereiro em que apenas 2% da área experimental apresentava-se infestada por mosca-negra-dos-citros o que corresponde a 28 plantas com presença da praga de um universo de 1408, demonstrando que a população da praga estava bastante reduzida impossibilitando a detecção de dependência espacial. O mesmo raciocínio pode ser empregado para o mês de fevereiro, no sistema de plantio agroflorestal, onde apenas 6% das plantas ou em torno de 100 plantas de um total de 1664 apresentavam a presença da praga; de modo que o modelo que melhor representou a distribuição da mosca negra foi aleatório (efeito pepita puro).

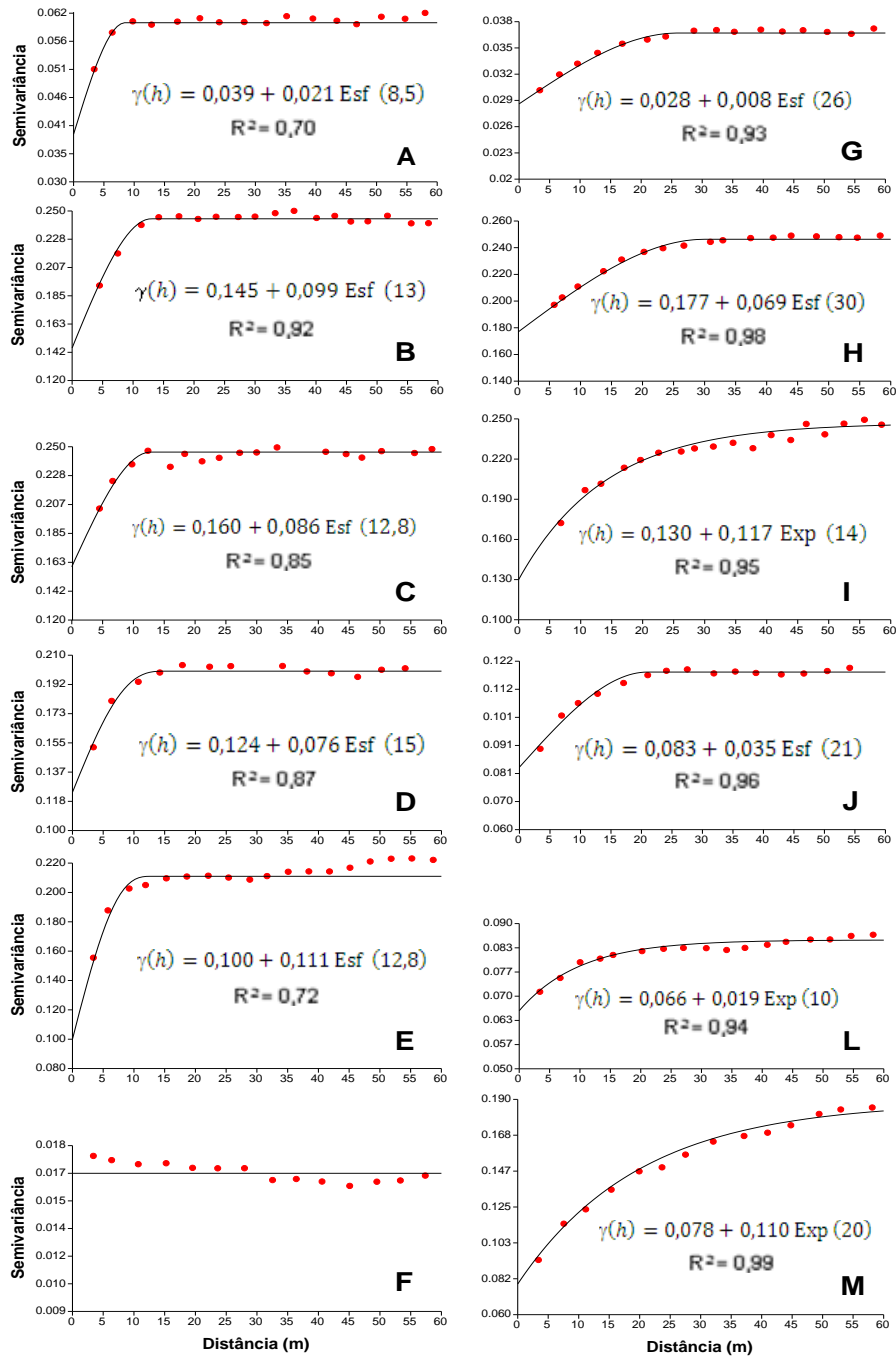
DINARDO-MIRANDA et al. (2007) objetivando analisar a distribuição espacial de cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stål) também observaram efeito pepita puro

nas primeiras avaliações devido a baixa população da praga, não permitindo assim verificar a dependência espacial. No entanto a partir da segunda geração com o aumento populacional da cigarrinha na área, verificou-se que esta se distribuiu de forma agregada na cultura da cana-de-açúcar e que esse padrão não se alterou ao longo do tempo, nem foi influenciado pelo nível de infestação.

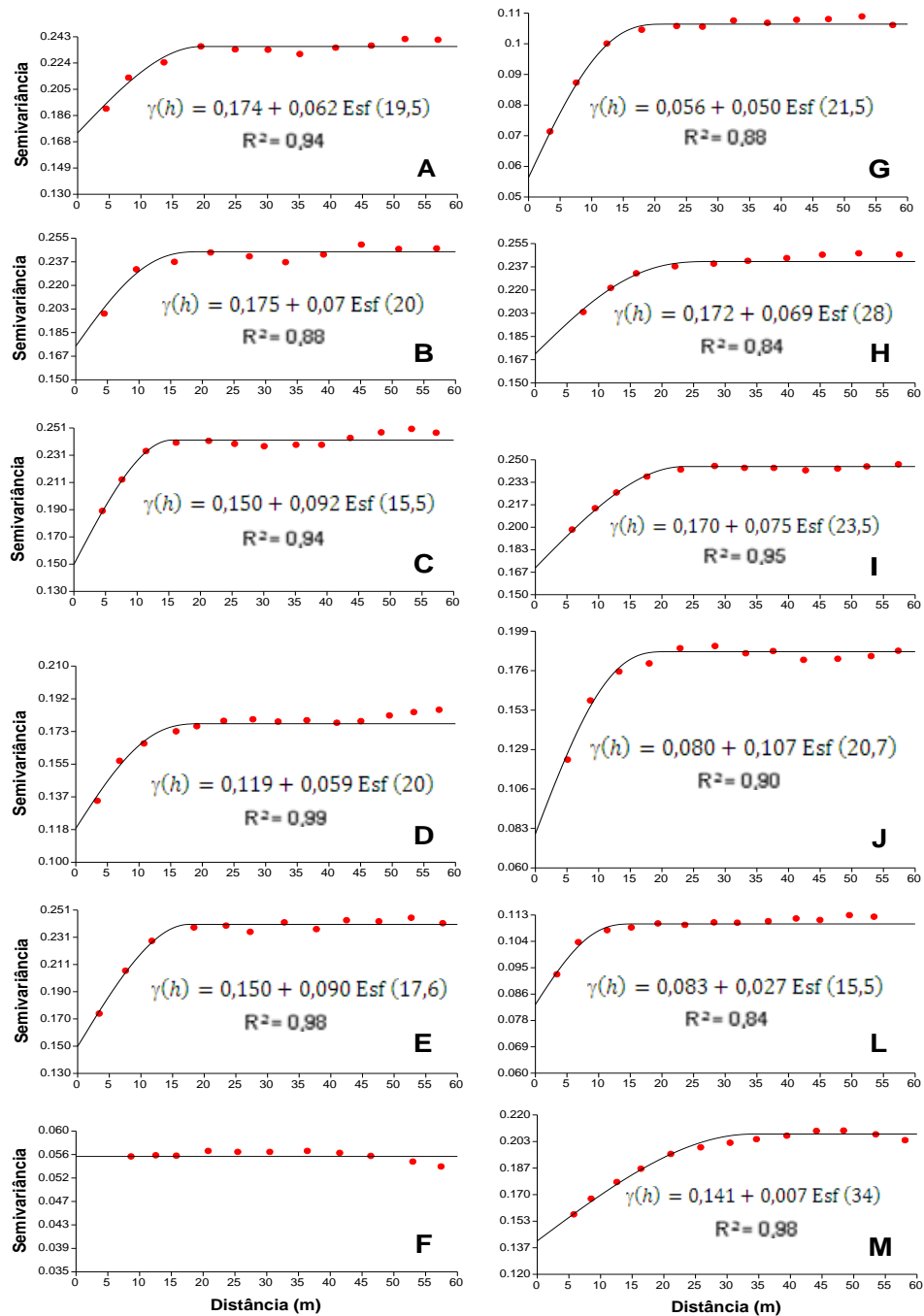
Para as avaliações do mês de agosto no sistema de plantio agroflorestal, o modelo que melhor representou a distribuição de mosca-negra-dos-citros na área experimental foi o modelo esférico (Tabela 4). No entanto a relação  $k$  apresentou valor elevado de 0,95 indicando elevada tendência para a aleatoriedade, isso pode ser explicado visualizando o mapa de krigagem do referido mês (Figura 17), esse mês apresentou índice de 27% de plantas com presença de mosca negra, o que representa 449 plantas de um total de 1664, algumas destas plantas infestadas em reboleira o que explica o modelo esférico e o alto valor da relação  $k$  está relacionado à grande parte das plantas infestadas apresentarem-se individualizadas (uma única planta infestada) dispostas na área experimental de forma aleatória.

Observa-se que para oito avaliações no sistema monocultivo e onze no sistema de plantio agroflorestal (Tabela 3 e 4), apresentaram como melhor modelo ajustado o esférico, segundo MAIA (2008) isso é um forte indicativo de que a infestação da mosca negra se dá através de plantas vizinhas e vai crescendo até ocupar todo o pomar tendendo para aleatoriedade em altas infestações. Esse modelo, o esférico, indica uma distribuição agregada da praga estudada sendo este modelo e esta distribuição a mais comum em estudos de insetos (BOARETTO & BRANDÃO, 2000; FARIAS et al. 2004) e se caracteriza por formar no campo “focos” ou “reboleiras” onde os mesmos se agrupam.

Às Figuras 12 e 13 apresentam os semivariogramas das distribuições espaciais da mosca-negra-dos-citros nos sistemas de plantio de citros em monocultura e agroflorestal, respectivamente.



**Figura 12:** Semivariogramas da distribuição espacial da mosca-negra-dos-citros em pomar de laranjeira no sistema de plantio em monocultura. Fazenda Santana. Capitão Poço – PA. **A:** Setembro/2008; **B:** Outubro/2008; **C:** Novembro/2008; **D:** Dezembro/2008; **E:** Janeiro/2009; **F:** Fevereiro/2009; **G:** Março/2009; **H:** Abril/2009; **I:** Maio/2009; **J:** Junho/2009; **L:** Julho/2009; **M:** Agosto/2009.



**Figura 13:** Semivariogramas da distribuição espacial da mosca-negra-dos-citros em pomar de laranjeira no sistema de plantio agroflorestal. Fazenda Santana. Capitão Poço – PA, 2008/2009. **A:** Setembro/2008; **B:** Outubro/2008; **C:** Novembro/2008; **D:** Dezembro/2008; **E:** Janeiro/2009; **F:** Fevereiro/2009; **G:** Março/2009; **H:** Abril/2009; **I:** Maio/2009; **J:** Junho/2009; **L:** Julho/2009; **M:** Agosto/2009.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica a qualidade do ajuste do modelo de semivariograma teórico ao experimental. Valores próximos de 1 indicam bom ajuste, o que pode ser observado para o presente trabalho onde esse parâmetro apresentou amplitude de 0,70 a 0,99 para ambos os sistemas de plantio adotados (Figuras 12 e 13).

Através dos parâmetros dos modelos do semivariograma, foram interpolados os levantamentos através da krigagem que nos forneceu mapas da distribuição espacial mostrando as áreas de maior e menor índice de plantas com presença da mosca-negra-dos-citros nas áreas de sistema de plantio agroflorestal e monocultura (Figuras 14, 15, 16 e 17).

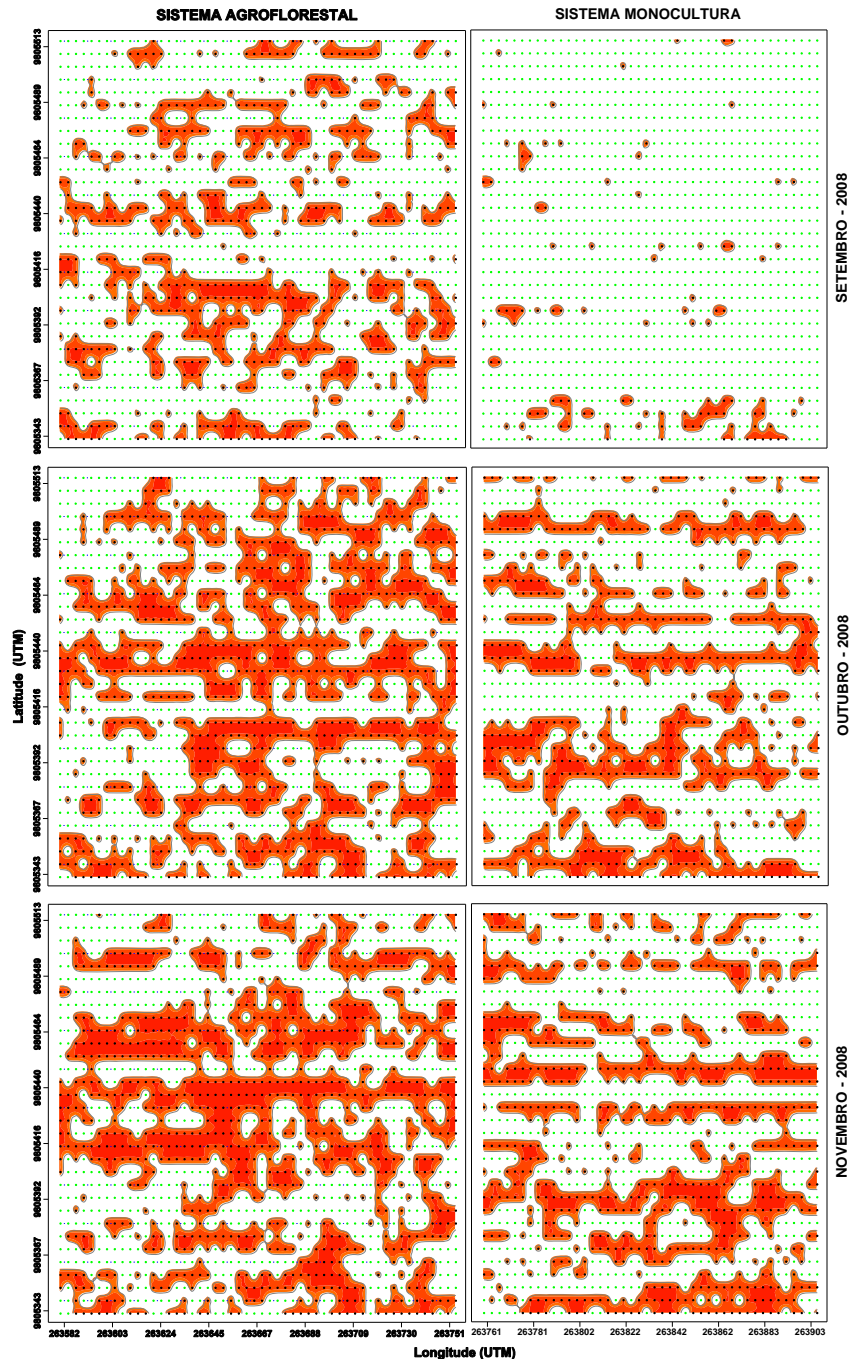
Em setembro, mês em que foi realizada a primeira avaliação (Figura 14), observou-se uma maior infestação no sistema de plantio agroflorestal com 37% de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros, comparado ao sistema de monocultivo que apresentou índice de apenas 7% (Figura 10) de plantas infestadas, sendo possível observar pequenas reboleiras através do mapa de krigagem (Figura 14).

Infestações crescentes foram observadas em ambos os sistemas de plantio nos meses de outubro e novembro, com pico de plantas infestadas no sistema agroflorestal para o mês de novembro com 53%. O sistema de monocultura apresentou infestação um pouco menor com 43% (Figura 10) de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (Figura 14).

Observou-se nos três meses avaliados; setembro, outubro e novembro, um crescimento gradativo da praga em estudo, como o mostrado nos mapas de krigagem (Figura 14); este aumento na incidência da mosca negra deve-se, provavelmente, ao baixo índice pluviométrico nessa época do ano, apenas 26, 51 e 46 mm de precipitação para os respectivos meses citados (Figura 10), aliados ao fato de que não foi efetuado qualquer controle químico na área. Este mesmo padrão de crescimento da infestação aliado a baixa precipitação pluviométrica foi observado por MAIA (2008) estudando a distribuição de mosca-negra-dos-citros também sem a utilização de controle químico.

O modelo esférico foi o que melhor representou o crescimento do número de plantas infestadas por mosca negra nos meses de setembro outubro e novembro para ambos os sistemas de plantio adotados (agroflorestal e monocultura), indicando que a

praga apresenta forte tendência para se disseminar entre plantas vizinhas formando agregações ou reboleiras (Tabelas 3 e 4). Fato corroborado por MAIA (2008).



**Figura 14:** Mapas de krigagem para o índice de plantas com presença de mosca-negros-citros (*A. woglumi*) nos meses de setembro, outubro e novembro nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/ 2009.

O mês de dezembro, ao contrario dos meses anteriores, apresentou redução do índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros para ambos os sistemas de plantio adotados, apresentando índice de 25% de plantas com presença da praga no sistema de plantio agroflorestal e 29% no sistema de plantio de citros em monocultura (Figura 10). Este mês juntamente com abril e maio foram os meses em que o sistema de plantio em monocultivo apresentou maior índice de plantas com presença de *A. woglumi* comparado ao agroflorestal.

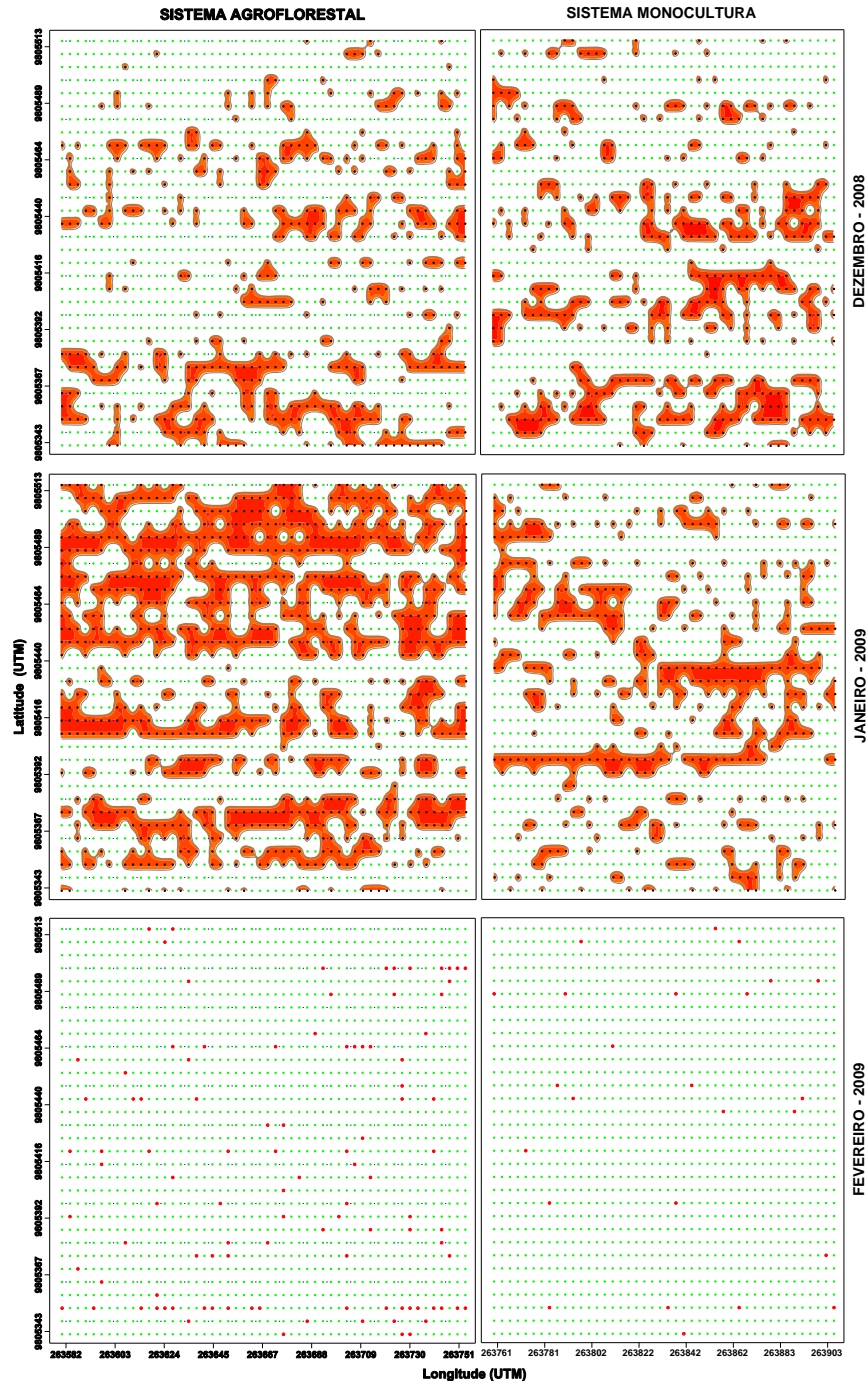
O mapa de krigagem para o mês de dezembro (Figura 15) mostra claramente as reboleiras formadas, justificando o modelo esférico apresentado para a distribuição de mosca-negra-dos-citros para o referido mês em ambos os sistemas de plantio.

O mês de Janeiro já apresenta um novo aumento da praga nas áreas experimentais para ambos os sistemas de produção, com crescimento considerável principalmente na área de sistema de agroflorestal que apresentou índice de 50% das plantas com presença de mosca-negra-dos-citros; um aumento de 25% de plantas com presença da praga comparada ao mês anterior (dezembro, 25% de plantas com presença de *A. woglumi*). Já para o sistema de plantio de citros em monocultura o crescimento foi de apenas 3% (dezembro 29% de plantas com presença da praga) (Figura 10).

Os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro correspondem a meses secos, de pouca precipitação e de temperaturas elevadas na Região Amazônica, condições em que as plantas de Teca apresentam murcha e intensa senescência foliar, fato que pode está associado á elevada infestação de mosca negra nas plantas de citros no sistema de plantio agroflorestal nesse período.

O mapa de krigagem para o referido mês (Figura 15) mostra que o crescimento do número de plantas com presença da mosca-negra-dos-citros para o sistema de plantio de citros em monocultura se deu principalmente na linha de plantio, enquanto que para o agroflorestal o crescimento se deu principalmente a partir da 25ª linha de plantio de citros (Figura 8), local onde estão presentes ás plantas de Teca com maior valor de DAP (diâmetro altura do peito), logo, apresentando uma maior projeção de copa, aumentando o sombreamento e reduzindo a circulação de vento, o que pode está favorecendo uma

maior agregação da praga facilitando manutenção e aumento da mosca-negra-dos-citros nessa área do experimento.



**Figura 15:** Mapas de krigagem para dezembro e janeiro e mapa com os valores observados para o mês de fevereiro para o índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros (*A. woglumi*) nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/ 2009.

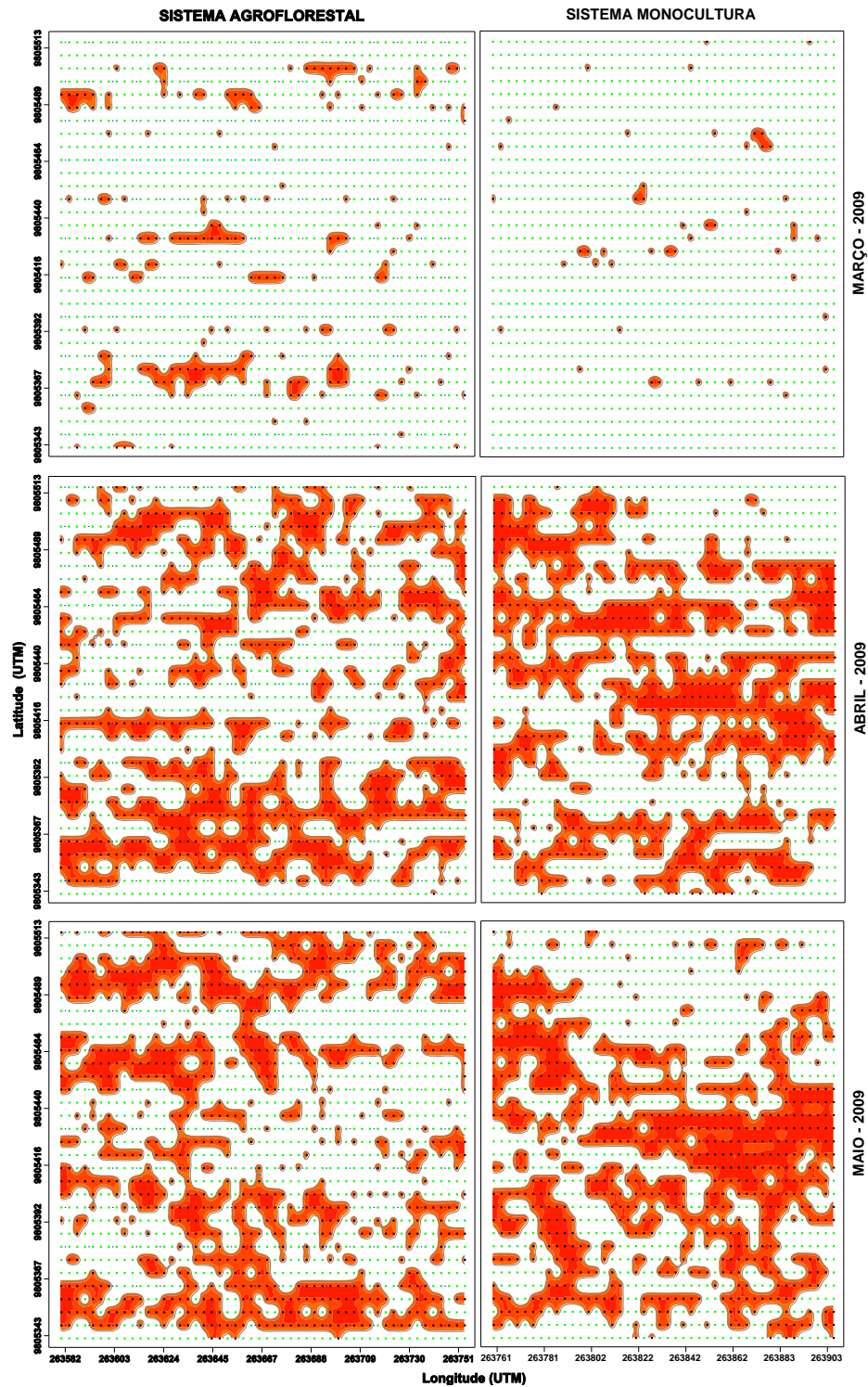


Redução drástica foi observada no mês de fevereiro, onde o número de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros foi de apenas 2% para o sistema de plantio convencional e 6% para o agroflorestal (Figura 10). Este número reduzido de mosca negra impossibilitou a detecção de dependência espacial no referido mês, ocorrendo desta forma o fenômeno denominado de efeito pepita puro (Figura 15), ou seja, a praga estava distribuída de forma aleatória em ambos os sistemas de plantio adotados (agroflorestal e monocultura) (Tabelas 3 e 4).

A visualização da distribuição espacial de mosca negra, no mês de fevereiro, é melhor observada através da Figura 15, onde os pontos vermelhos representam os locais (plantas) infestados pela praga. Apenas 2%, o equivalente a 28 plantas com presença da praga no sistema de plantio de citros em monocultivo e 6%, o equivalente a 100 plantas com presença de mosca negra no sistema de plantio agroflorestal. Esta redução do índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros pode estar associada à elevada precipitação pluviométrica dos meses de janeiro e fevereiro que foram respectivamente de 228 e 348 mm (Figura 10). FLANDERS (1969) observou que ventos fortes e chuvas pesadas mostraram-se capazes de desalojar e matar adultos da praga, e MAIA (2008) relatou que a população de *A. woglumi* é bastante reduzida devido a maior precipitação pluviométrica.

Devido à falta de dependência espacial para o mês de fevereiro em ambos os sistemas de plantio adotados, caracterizada nas análises variográficas, não foi realizada a krigagem para o índice de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros, pois não se detectou uma continuidade espacial que justificasse a aplicação da Geoestatística para a referida estimação.

O mês de março, apesar de ser o mês de maior precipitação com 447mm (Figura 10), já apresenta um índice maior de plantas com presença de mosca negra em relação ao mês anterior (fevereiro), infestação essa de 12% no agroflorestal e 3% no monocultivo (Figura 10). Esse aumento possibilitou detectar a dependência espacial para ambos os sistemas de plantio cujo melhor modelo foi o esférico (Tabelas 3 e 4) e a presença de pequenas agregações como observado no mapa de krigagem (Figura 16). Estudos de MAIA (2008) mostraram que nos meses de alta intensidade de chuvas a distribuição tendeu a ficar mais agregada formando reboleiras isoladas no pomar.



**Figura 16:** Mapas de krigagem para o índice de plantas com presença de mosca-negrados-citros (*A. woglumi*) nos meses de março, abril e maio nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço – PA, 2008/ 2009.

Os meses de fevereiro e março apresentaram menor índice de plantas com presença da mosca negra em relação às doze avaliações feitas, para ambos os sistemas de plantio adotados (Figura 10). Nas avaliações desse período foi possível observar reduzido número de ninfas, sendo a presença dos adultos o principal fator responsável pelas observações de presença de mosca-negra-dos-citros.

Os meses de abril e maio caracterizam-se por apresentar índice elevado de plantas com presença de mosca negra, logo após um período intenso de chuvas (janeiro, fevereiro e março) (Figura 10), esse aumento de plantas com presença da praga está relacionado a um maior crescimento vegetativo das plantas de citros que se dá nesse período de maior precipitação na Região Norte do país. Dessa forma o modelo esférico para os referidos meses justifica-se, dentre outros fatores, a esse período de intenso crescimento vegetativo, em que a praga concentra suas atividades em manchas (reboleiras) de árvores cítricas que oferecem as melhores condições nutricionais para, dentre outros fatores, alimentação, reprodução e oviposição.

Para os meses de junho e julho, já há uma redução da mosca negra nas áreas experimentais, sempre com o sistema agroflorestal apresentando infestação maior que o plantio de citros em monocultura (Figura 17). Nesse referido mês o sistema de plantio de citros em monocultura apresentou como modelo de distribuição espacial o exponencial, devido principalmente à baixa população da praga nesse sistema e à forma de disseminação da mosca negra que se deu, principalmente, nas primeiras linhas de plantio.

Os mapas de krigagem para o mês de agosto (Figura 17) já apresentam um novo aumento de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros para os dois sistemas de plantios adotados, com sistema agroflorestal apresentando índice de 27% de plantas com presença da praga e o plantio em monocultura com índice de 21% (Figura 10), podendo-se inferir que a população da praga encontrou novamente condições favoráveis de desenvolvimento.

No presente estudo, com auxílio dos mapas de krigagem, observou-se que a praga apresenta forte tendência para infestar a planta vizinha, formando agregações ou reboleiras cujo crescimento destas se dá principalmente na linha de plantio.

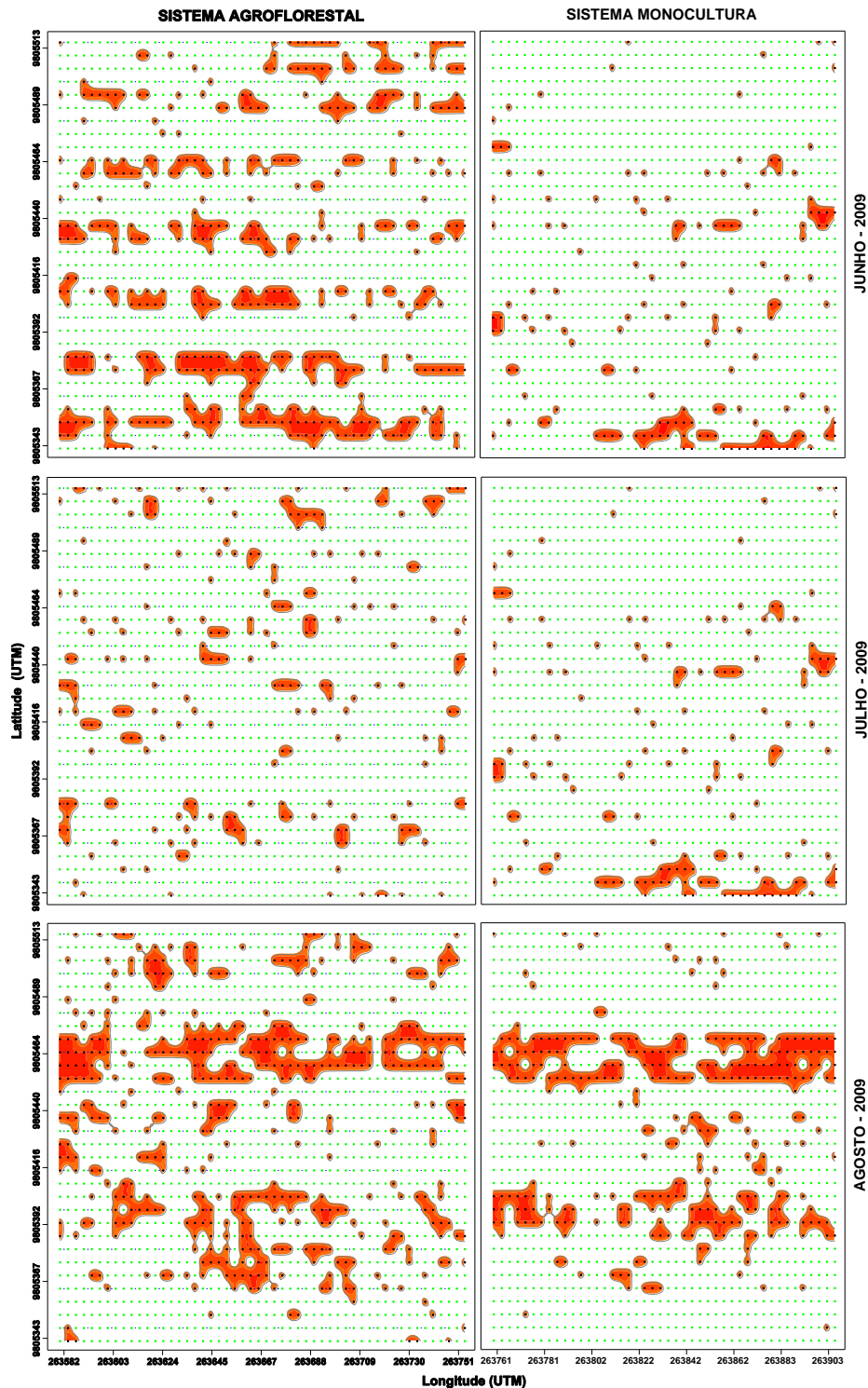
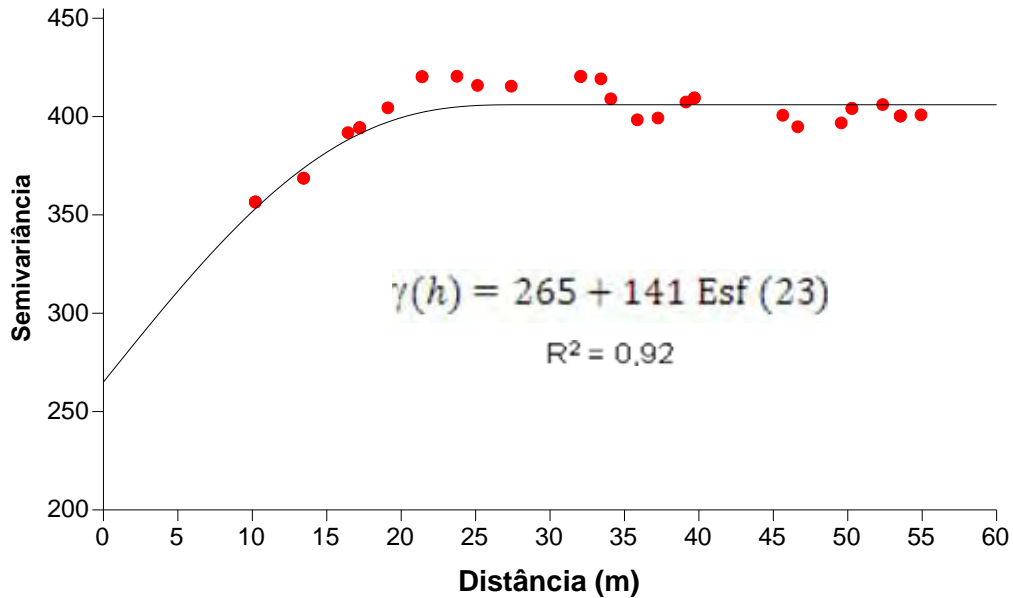


Figura 17: Mapas de krigagem para o índice de plantas com presença de mosca-negrados-citros, *A. woglumi* nos meses de junho, julho e agosto nos sistemas de plantio agroflorestal e monocultura. Fazenda Santana, Capitão Poço - PA, 2008/ 2009.

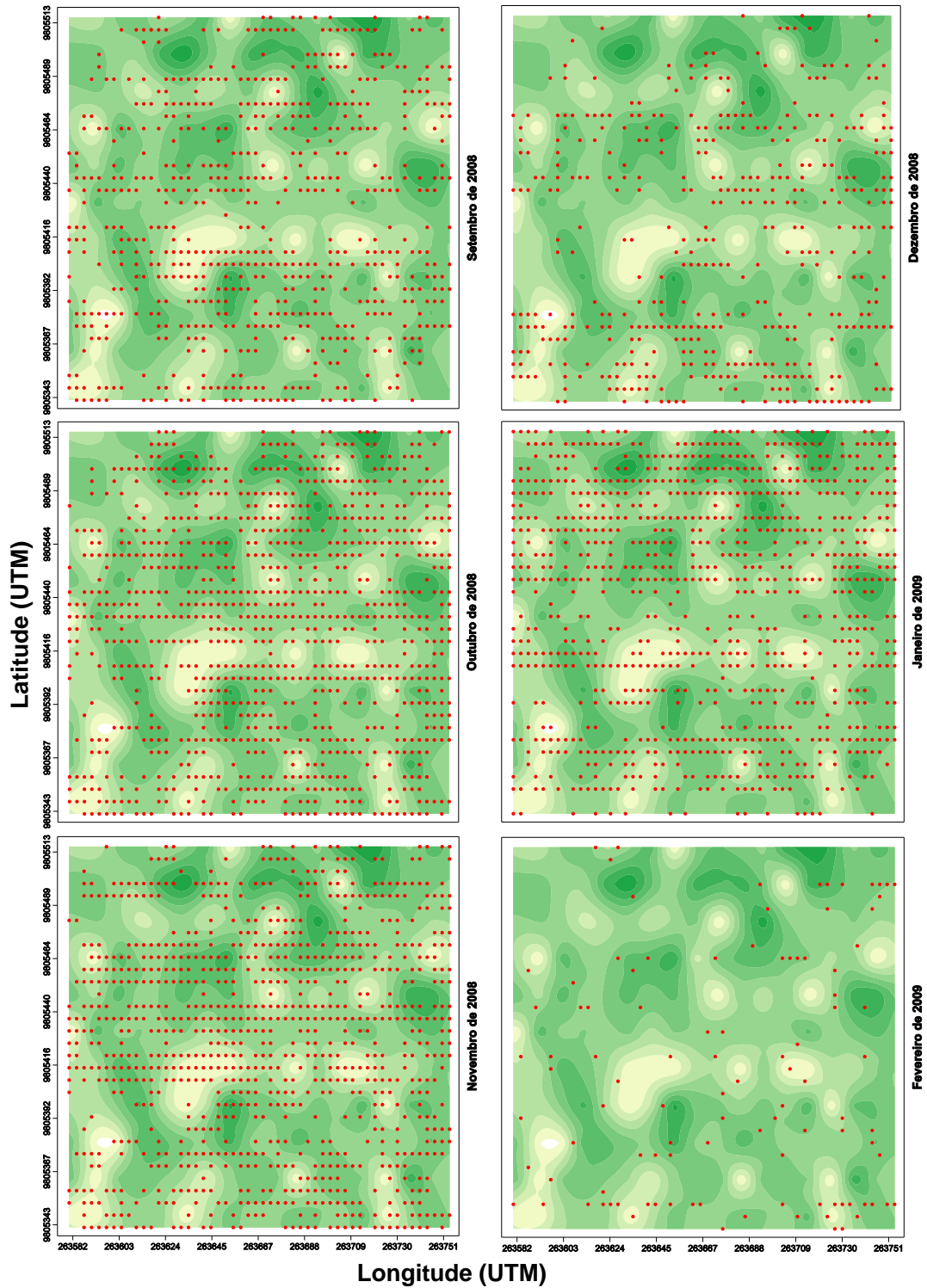
A Figura 18 apresenta o semivariograma das distribuições espaciais dos diâmetros (DAP) de plantas de Teca no sistema de plantio agroflorestal.



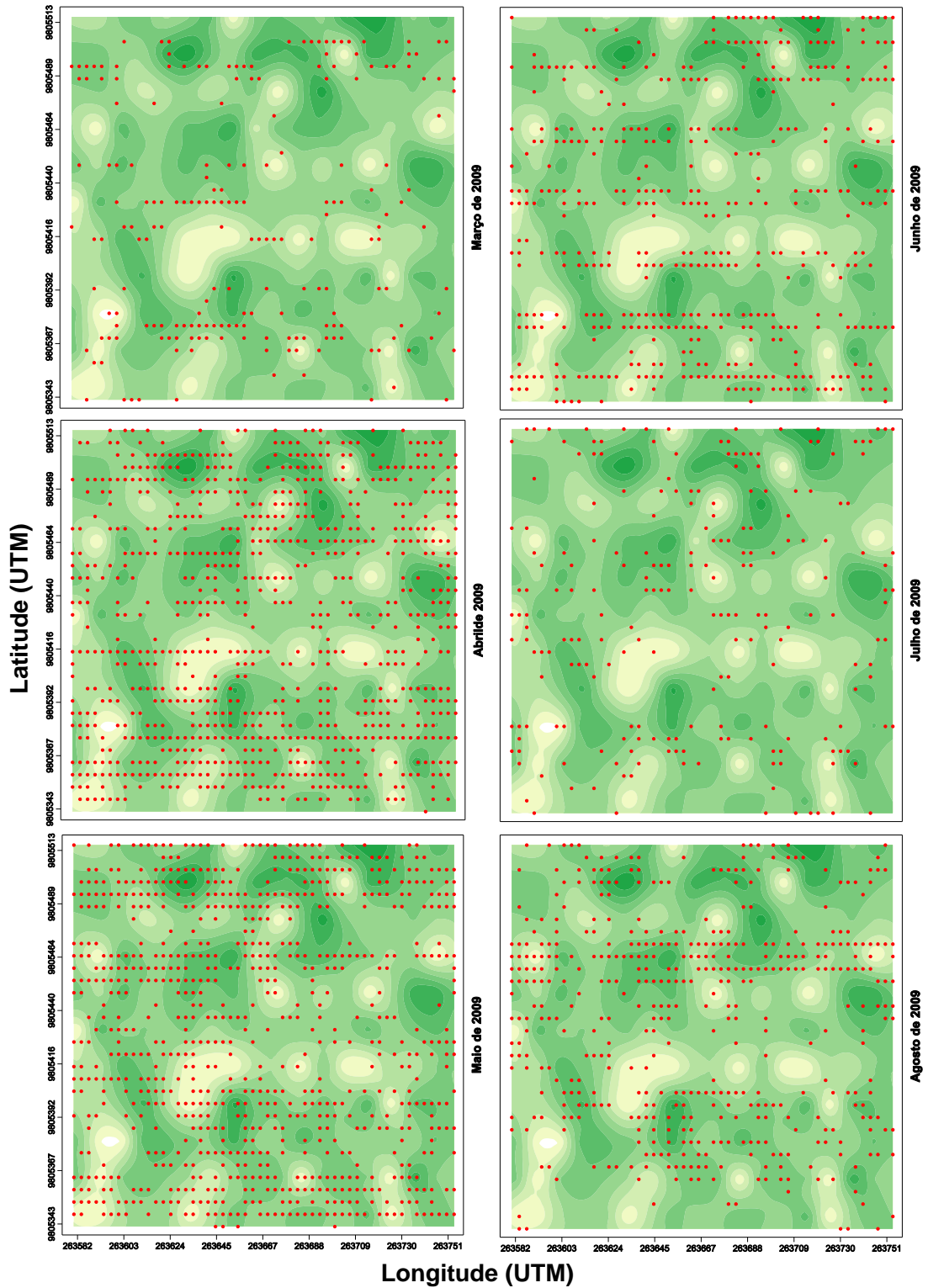
**Figura 18:** Semivariograma da distribuição espacial dos diâmetros (DAP) de plantas de Teca (*T. grandis*) no sistema de plantio agroflorestal. Fazenda Santana. Capitão Poço – PA, 2008/2009.

Observa-se através do semivariograma da distribuição espacial dos diâmetros (DAP) de plantas de Teca, que o melhor modelo que representou sua distribuição na área experimental foi o esférico indicando agregação das plantas com diâmetros semelhantes, e que essas agregações apresentam 23m de alcance (raio), compreendendo 1661m<sup>2</sup>. Essa grande variação de diâmetro é explicada devido à grande variabilidade genética das plantas de Teca e o fato de não ter-se um plantio homogêneo na área. O modelo esférico pode está associado também a manchas de fertilidade presentes na área o que possibilitou um maior desenvolvimento das plantas de Teca nessas manchas em relação às demais na área do experimento.

Através dos parâmetros do modelo do semivariograma, foram interpolados os levantamentos através da krigagem que nos forneceu mapas da distribuição espacial mostrando às áreas de maior e menor diâmetro de plantas de Teca no sistema de plantio agroflorestal (Figuras 19 e 20).



**Figura 19:** Mapas de krigagem para os diâmetros (DAP) de plantas de Teca (*T. grandis*) em sistema de plantio agroflorestal nos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Fazenda Santana. Capitão-Poço – PA, 2008/ 2009.



**Figura 20:** Mapas de krigagem para os diâmetros (DAP) de plantas de Teca (*T. grandis*) em sistema de plantio agroflorestal nos meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto. Fazenda Santana. Capitão-Poço – PA, 2008/ 2009.

O diâmetro altura do peito (DAP) das plantas de Teca componentes do sistema do plantio agroflorestal está diretamente ligado com o tamanho da copa. Portanto espera-se que quanto maior o DAP maior a copa das plantas de Teca, logo um maior sombreamento proporcionado. Neste sentido às Figuras 19 e 20 representam, através de mapas de krigagem, a distribuição dos diâmetros de plantas de Teca na área experimental constituída pelo sistema agroflorestal. Tons de verde mais escuro representam plantas com maiores diâmetros, tons claros diâmetros menores e em vermelho temos a localização das plantas de citros que apresentavam presença da mosca-negra-dos-citros nos respectivos meses amostrados.

Observou-se na área que em períodos de alta infestação não é possível estabelecer um padrão ou preferência de sombreamento para infestação de mosca-negra-dos-citros. Este pode ser visto nos meses de setembro, outubro, novembro, janeiro, abril e maio; onde o índice de plantas com presença da mosca-negra-dos-citros apresentava-se em torno de 50%.

Já para os meses de menor índice de plantas com presença da praga, com destaque para os meses de fevereiro e março, período em que o índice de plantas com presença de *A. woglumi* encontrava-se bastante reduzido nas áreas experimentais; observa-se que praticamente não há presença da praga nas áreas (manchas) de verde mais intenso onde se encontram as plantas de Teca que apresentam os maiores diâmetros (DAP), conseqüentemente maiores projeções de copa o que propiciou um maior sombreamento.

O mesmo padrão é visto também nas áreas de cores mais claras que representam um diâmetro (DAP) reduzido, e até mesmo ausência de plantas de Teca aja visto que foram observadas algumas falhas de plantio e mesmo plantas de Teca mortas na área, justificando uma ausência de sombreamento nessas referidas áreas.

Desse modo pode-se inferir através da visualização dos mapas que às infestações da mosca-negra-dos-citros apresentam preferência por intensidade moderada de sombreamento nos períodos de menor infestação da praga no sistema de plantio agroflorestal.



Comportamento semelhante foi observado por DOUBE (1983) que constatou que a maioria dos insetos diurnos apresenta preferência para alimentação em áreas sombreadas, evitando a exposição direta ao sol e que em condições normais de sombreamento sua atividade alimentar pode ser aumentada, aumentando também o seu potencial de dano, fato também relatado para a maioria das espécies de afídeos, que preferem condições de sombreamento, de acordo com estudos de RATHORE & FELLOW (1995) e WILLEY (1975) em estudos com a broca-do-café (*Hypothenemus hampei* Ferr.).

## 5. CONCLUSÕES

O sistema de plantio agroflorestal mostrou maior incidência de plantas com presença de mosca-negra-dos-citros comparado ao sistema de plantio de citros em monocultura.

A temperatura influenciou na regulação da população de mosca-negra-dos-citros.

O número de plantas com presença de mosca negra foi reduzido devido a altas precipitações pluviométricas

A distribuição espacial da mosca negra dá-se, predominantemente, em agrupamentos com dependência espacial descrita pelo modelo esférico, formando reboleiras de 8,5 a 34m (alcance do modelo) para ambos os sistemas de plantio adotados.

## 6. REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: ás bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: AS - PTA, 1989. 235 p.

ARGOV, Y.; ROSSLER, Y.; VOET, D. The Biology and phonology of the citrus whitefly *Dialeuredes citri*, on citrus in the coastal plain of Israel. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Oxford, v. 93, p. 21 - 27, 1999.

ARIAS, H. A. Influencia de la diversidad de especies de plantas em la incidencia de plagas de cultivos en sistemas agroflorestales. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 4, p. 57 - 62, 1987.

ARIMA, E.; UHL, C. **Pecuária na Amazônia Oriental: desempenho atual e pespectivas futuras**. Belém: IMAZON, 1996. p. 1 - 44. (Série Amazônia).

ARIMA, E.; MACIEL, N.; UHL, C. **Oportunidades para o desenvolvimento do estuário amazônico**. Belém: IMAZON, 1998. 37 p. (Série Amazônia, 15).

BACH, C. E.; VANDERMEER, J. H.; BOUCHER, K. H.; DE STEVEN, D. Variation in insect community structure in a tropical secondary habitat. **Brenesia**, San José, n. 19/20, p. 171 - 179, 1982.

BARBOSA, J. C. **Métodos estatísticos aplicados à entomologia**: apostila, Jaboticabal: FUNEP, 1999. 250 p.

BATALDEN, R. V.; OBERHAUSER, K.; PETERSON, A. T. Ecological niches in sequential generations of eastern North American Monarch Butterflies (Lepidoptera: Danaidae): The Ecology of Migration and Likely Climate Change Implications. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 36, n. 6, p. 1365 - 1373, 2007.

BATISTA, T. F. C.; REIS, J. S.; OHASHI, O. S.; LIMA, W. G.; RODRIGUES, R. C.; SANTOS, M. M. L. S.; SOARES, A. C. S.; OLIVEIRA, F. C. Identificação de fungo entomopatogênicos para o controle da mosca negra dos citrus *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae). Praga quarentenária no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Anais...** p. 78 - 78.

BOARETTO, M. A. C.; BRANDÃO, A. L. S. **Amostragem de insetos**. Universidade Estadual do Sudoeste Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia área de Entomologia, Vitória da Conquista, BA, Maio, 2000. Disponível em: <<http://www.uesb.br/entomologia/amostrag.html>>. Acesso em: 07 jan. 2010.

BUDOWSKI, G. Food from the forest. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 8., 1978, Djakarta, Indonesia.

BURGESS, T. M.; WEBSTER, R. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties. The semivariogram and punctual kriging. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 31, n. 3, p. 315 - 331, 1980.

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1997. 333 p.

CHERRY R.; FITZPATRICK, G. Intra-tree dispersion of citrus blackfly. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 8, n. 6, p. 997 - 999, 1979.

CHOLDUMRONGKUL, S.; HUTACHAROEN, C. The relationship between the flower development of teak and its associated. **National Research Council of Thailand**, Bangkok, v. 18, n. 2, p. 45 - 51, 1986.

CLAUSEN, C. P. Biological control of citrus insects. In: REUTHER, W.; CALAVAN, E.C.; CARMAN, G. E. **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1978. v. 4, p. 276 - 320.

COSAVE. :Comite de sanidad vegetal del cone sur. **Plagas cuarentenarias *Aleurocanthus woglumi***: hojas de datos sobre organismos cuarentenarios para los

países miembros del COSAVE. 1999. Disponível em: < <http://www.cosave.org.py>>  
Acesso em: 20 jan. 2006.

COSTA LIMA, A. M. Homópteros. In: COSTA LIMA, A. M. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro: E. N. A., 1942. v. 3, Cap. 23, p. 176 - 191.

CUNHA, M. L. A. **Distribuição, hospedeiros, densidade populacional, aspectos biológicos e controle químico da mosca negra dos citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) nas condições do Estado do Pará**. 2003. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2003.

DANNA, P. **Global positioning system overview**. The Geographers Craft Project, Department of Geography, University of Texas at Austin, 1994. Disponível em: <[www.utexas.edu/depts/grg/gccraft/notes/gps/gps.html](http://www.utexas.edu/depts/grg/gccraft/notes/gps/gps.html)>. Acesso em: 18 out. 2009.

DECANTE, D.; LEEUWEN, C. van; MAARTEN, H. van. Influence of plot characteristics and surrounding vegetation on the intra-plot spatial distribution of *Empoasca vitis*. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 11, n. 4, p. 377 - 388, 2009.

DIAS, G. P. Automação e instrumentação para agricultura de precisão. In: **Mecanização e agricultura de precisão**. Lavras - MG: UFLA/SBEA, 1998, p. 71 - 156.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; VIEIRA, S. R.; FRACASSO, J. V.; GREGO, C. R. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 449 - 455, 2007.

DOUBE B. M. The habitat preference of some bovine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in Hluhluwe Game Reserve, South Africa. **Bulletin of Entomological Research**, Oxon, v. 73, n. 3, p. 357 - 371, 1983.

DOWELL, R.; FITZPATRICK, G. E. Effect of temperature on the growth and survival of the citrus blackfly. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 110, n. 7, p.1347 - 1350, 1978.

DOWELL, R.; CHERRY, V.; FITZPATRICK, C.; REINERT, J.; KNAPP, J. **Biology plant insect relations and control of the citrus blackfly**. Gainesville: Agricultural Experimental Station, 1981. 49 p. (Technical Bulletin, 818).

DREES, B. M; JACKMAN, J. A. **A field guide to common Texas insects**. Houston: Gulf Publishers, 1998. 359 p.

DUARTE, V. Disponível em: <[www.ufrgs.br/.../tipos.asp?id\\_nome=3&Pagina=4](http://www.ufrgs.br/.../tipos.asp?id_nome=3&Pagina=4)>. Acesso em: 27 jul. 2009.

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

EPPO. European and mediterranean plant protection organization. *Aleurocanthus woglumi*. In: \_\_\_\_\_. **Quarantine Pests for Europe**, 2. ed, Wallingford: CAB International, 1997. p. 25 - 29.

EVERITT, J. H.; ESCOBAR, D. E.; SUMMY, K. R.; DAVIS, M. R. Using airborne vídeo, global positioning system, and geographical information system technologies for detecting and mapping citrus blackfly infestations. **Southwestern Entomology**. Dallas, v.19, n. 2, p. 129 - 138, 1994.

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

FARIAS, P. R. S.; SÁNCHEZ - VILA, X.; BARBOSA, J. C.; VIEIRA, S. R.; FERRAZ, L. C. C. B.; SOLIS - DELFIN, J. Using geostatistical analysis to evaluate the presence of *Rotylenchulus reniformis* in cotton crops in Brazil: economic implications. **Journal of Nematology**, Orlando. v. 34, n. 3, p. 232 - 238, 2002b.

FARIAS, P. R. S.; NOCITI, L. A. S.; BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares de cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 235-241, 2003.

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**, Vacaria, v. 33, n. 1, p. 13 - 20, 2004.

FAZOLIN, M.; SILVA, W. S. **Comportamento de pragas de importância econômica em culturas anuais, componentes de sistemas agroflorestais**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CAPAF-AC, 1996. 26 p. (Boletim de Pesquisa, 14).

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. Population and levels of damages of the main pests of bean, corn and rice in an agroforestry system in the Amazon region. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MULTI-STRATA AGROFORESTRY SYSTEMS WITH PERENNIAL CROPS, 1999, Turrialba. **Abstracts...** p. 107 - 111.

FERRAZ, A. C. O.; FABBRO, I. M. L.; SILVA, J. M.; AMARAL, R.; RODRIGUES, A. L. G.; PENTEADO, S. R. Projeto e desenvolvimento de um sistema processador para quebra de frutos de teca com liberação de sementes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.1, p. 52 - 58, 1998.

FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S. Análise econômica de povoamentos não desbastados de *Tectona grandis* L.F., na microrregião do baixo Rio Acre. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 342 - 353, 2005.

FLANDERS, S.E. Observations on citrus blackfly parasites in Índia and México and correlated circumstances. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 101, n. 5, p. 467 - 480. 1969.

FLETHER, R. S.; EVERITT, J. H.; DAVIS, M. R.; ESCOBAR, D. E. Integrating airborne imagery and GIS technology to map and compare citrus blackfly infestations occurring in different years. **Horttechnology**, Stanford, v. 14, n. 3, p. 398 - 401, 2004.

FRENCH, J. V.; MEAGHER, R. L. Citrus blackfly: chemical control on nursery trees. **Subtropical Plant Science**, Weslaco, v. 45, p. 7 -10, 1992.

FRENCH, J. V. **Texas Center pest control guide**. Texas A & M Citrus Center - Weslaco. 2001.

FRENCH, J. V.; MORENO, D. S.; SUMMY, K. R.; SPARKS, A. N. J. R.; LUMMUS, P. F. Citrus Center. Texas A & M University - Kingsville Citrus Center. 2005. Disponível em: <<http://primera.tamu.edu/kcchome/webpages/cblkfly.htm>>. Acesso em: 21 nov. 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. P. R.; ZUCCHI, R. A.; ALVES S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, Fealq, 2002. v. 10, p. 49 - 52.

GANDARA, F. B.; KAGEYAMA, P. Y. Biodiversidade e dinâmica em sistemas agrofloretais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2000, Manaus. **Palestra...** p. 25 - 32.

GUERRA, P. A. G. **Geoestatística operacional**: Brasília: Ministério das Minas e Energia, 1988. 145 p.

HART, W. G.; SELHIME, A.; HARLAN, D. P.; INGLE, S. I.; SANCHES, R. M.; RHODE, R. H.; GARCIA, C. A.; CABALLERO, J.; GARCIA, R. L. The Introduction and Establishment of Parasites of Citrus Blackfly, *Aleurocanthus woglumi* in Florida. (Hem.: Aleyrodidae). **Entomophaga**, Paris, v. 23, n. 4, p. 361 - 366, 1978.

HEU, R. A.; NAGAMINE, W. T. Citrus Blackfly *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae). **New Pest Advisory**, Hawaii, v. 99, p.1 - 3, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estados, lavoura permanente**. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pa&tema=lavourapermanente> 2008>. Acesso em: 17 out. 2009.



ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989. 560 p.

JORDÃO, A. L.; SILVA, R. A.; **Guia de pragas agrícolas para o manejo integrado no Estado do Amapá**. Ribeirão Preto: Holos. 2006. 182 p.

JOURNEL, A. G.; HUIJBREBTS, C. J. **Mining geostatistics**. London: Academic Press, 1978. 600 p.

KAIMOWITZ, D. El avance de la agricultura sostenible en América Latina. **Agroecología y desarrollo**. Santiago, n. 10, p. 2 - 09, 1996.

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

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas- possibilidades e métodos de povoamento sustentado. Eschborn: Instituto de Silvicultura da Universidade de Göttingen, 1990. p. 310 - 313.

LEMOS, 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**, Vacaria, v. 35, n. 4, p. 558 - 559, 2006.

LEVIN D. A. The role of trichomes in plant defense. **Quarterly Review of Biology**, Chicago, v. 48, n. 3, p. 15 - 21, 1973.

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

LOPES, S. B.; ALMEIDA, J. Arranjos institucionais e a sustentabilidade de sistemas agroflorestais: a importância das formas de organização. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 377 - 406, 2002.

LOTZ, J. W. Division of plant industry archive. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. United States, 2004. Disponível em: <[www.cals.ncsu.edu/.../ent425/text18/exotics.html](http://www.cals.ncsu.edu/.../ent425/text18/exotics.html)>. Acesso em: 13 mar. 2010.

LUNA-SALAS, J. F.; MYARTESEVA, S. N.; RUIZ-CANCINO, E.; VARELA-FUENTES, S. E.; CORONADO-BLANCO, J. M. Population dynamics of the citrus blackfly parasitoids on Valencia oranges in Central Tamulipas, Mexico. In: ANNUAL MEETING OF THE ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 2004, Salt Lake City. **Abstracts...**

MAIA, P. S. P. **Caracterização da distribuição espacial da mosca negra dos citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) em pomar georreferenciado para determinar um plano de amostragem seqüencial.** 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado); Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 16 dez. 2009a.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lista de pragas quarentenárias presentes - (A2).** Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14644>>. Acesso em: 23 dez. 2009b.

MARTIN, U. Citrus blackfly control in Dominica. **Tropical Fruits Newsletter**, Port of Spain, n. 32, p. 3 - 6, 1999.

MARTÍNEZ, N. B.; TERÁN J. B.; GERAUD, F. Enemigos Naturales de la Mosca Prieta de Los Cítricos *Aleurocanthus woglumi* ASHBY (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) en Venezuela. **Agronomía Tropical**, Caracas, v. 29, n. 5, p. 453 - 458, 1979.

MARTÍNEZ, N. B. Biología de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) em el campo. **Agronomia Tropical**, Caracas, v.31, n. 1 - 6, p. 211 - 218, 1982.

MATHERON, G. Principles of geostatistics. **Economic Geology**, Littleton, v. 58, n. 8; p. 1246 - 1266, 1963.

MEAGHER, R. L.; FRENCH, J. V.; ESAU K. L. Monitoring and biological control of citrus blackfly. **Subtropical Plant Science**, Weslaco, v. 44, p.19 - 24, 1991.

MORGAN, M.; ESS, D. **The precision-farming guide for agriculturists**. Moline: John Deere Publishing, 1997. 117 p.

MURAYAMA, S. J. **Cultura de citrus**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 32 p.

MURDOCH, W. W.; EVANS, F. C.; PETERSON, C. H. Diversity and pattern in plants and insects. **Ecology**, Durham, v. 53, n. 5, p. 819 - 829, 1972.

MYERS, N. **Tropical forests: the policy challenge**. Spring: The environmentalist, 1992.

NAIR, P. K. **The prospects for agroforestry in the tropics**. Washington, 1990. p. 77. (Technical Paper, 131).

NAIR, P. K. State-of-the-art of agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 23, n. 45, p. 5 - 29, 1991.

NGUYEN, R.; BRAZZEL J. R.; POUCHER C. Population density of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae), and its parasites in urban Florida in 1979-81. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 12, n. 3, p. 878 - 884, 1983.

NGUYEN, R.; HAMON, A. B.; FASULO, T. R. **Citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae)**. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. p. 1 - 5. 2007. Disponível em:<<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 16 out. 2009.

OLIVEIRA, M. R. V.; SILVA, C. C. A.; NAVIA, D. **Praga Quarentenária A1: a mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae).** EMBRAPA, 1999. 7 p. (Comunicado Técnico, 40).

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

OLIVER, M. A.; WEBSTER, R. Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. **International Journal of Geographical Information Systems**, Heidelberg, v. 4, n. 3, p. 313 - 32, 1990.

PARKINSON, K.; SEALES, J. **Citrus blackfly, its presence and management in Trinidad and Tobago.** Procaribe News, Network, 2000, 11p.

PASEK J. E. Influence of wind and windbreaks on local dispersal of insects. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam v. 22, n. 23, p. 539 - 554, 1988.

PENA, M. R.; SILVA, N. M. Sugadora negra. **Revista Cultivar: hortaliças e Frutas.** Pelotas, v. 41, n. 7, p. 16 -18, 2007.

PENA, M. R.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, N. M.; YAMAMOTO P. T.; GONÇALVES, M. S. Ocorrência da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 83, n. 2, p. 61 - 65, 2008.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 5. ed. Piracicaba: Nobel, 1973. 430 p.

PIMENTEL, D. U.; STACHOW, D. A.; TAKACS, H. W.; BRUBAKER, A. R.; DUMAS, J. J.; MEANEY, J. A. S.; O' NEIL, D. E.; CORZILIUS, D. B. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. **Bioscience**, Washington, v. 42, n. 5, p. 354 - 362, 1992.

POLTRONIERI, L. S.; VERZIGNASSI, J. R. **Fitossanidade na Amazônia: inovações tecnológicas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 203.

RAGA, A.; COSTA, V. A. **Mosca negra dos citros**. Instituto Biológico - APTA. Documento Técnico – 1. Abril de 2008. 9 p. Disponível em: <<http://www.biological.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 out. 2009.

RAO, M.; SINGH, M.; DAY, R. **Insect pest problems in tropical agroforestry systems: Contributory factors and strategies for management**. Springer, Dordrecht, v. 50, n. 3, p. 243 - 277, 2000.

RATHORE, M. P.; FELLOW, S. V. **Insect pests in agroforestry**. (Working Paper, 70). GTZ, 1995.

RÊGO, J. F. **Análise econômica dos sistemas de produção familiar rural da região do vale do Acre**. 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado): Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2004.

ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. Geoprocessamento. In: \_\_\_\_\_. **Mecanização e agricultura de precisão**, Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.1-30.

RODIGHERI, H. R. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas de feijão, milho, soja e trigo**. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 1997. 35 p. (Circular Técnica, 26).

RODRIGUES, F. Q. **Composição florística, estrutura e manejo de sistemas agroflorestais no Vale do Rio do Acre**. 2005. 81f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2005.

ROOT R. B. Organization of a plant–arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, Wafrinton v. 43, p. 95 - 124, 1973.

ROSSATO, V. **Ocorrência de Parasitóides de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1903 (Hemiptera: Aleyrodidae) e seu Parasitismo por *Cales noacki* Howard, 1907 (Hymenoptera: Aphelinidae) nos Municípios de Belém, Capitão Poço e Irituia no Estado do Pará.** 2007. 39 f. Dissertação (Mestrado): Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

SANCHES, P. Science in agroforestry. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 30, p. 05 - 55, 1995.

SANTOS, M. J. C. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental.** 2000. 75. Dissertação (Mestrado): Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M. Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 251 - 263, 2004.

SBS. Sociedade Brasileira de silvicultura. **Fatos e números do Brasil florestal.** 2006.

SCHROTH, G.; KRAUSS, U.; GASPAROTTO, L.; AGUILAR, A. J. D. VOHLAND, K. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 50, n. 3, p. 199 - 241, 2000.

SERRÃO, E. A. S.; UHL, C.; NEPSTAD, D. C. Deforestation for pasture in the humid tropics: is it economically and enviromentally sound in the long term? In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. **Proceedings...** p. 2215-2221.

SICHEL, H. S. **Mine valuation and maximum likelihood.** 1949. Thesis (Master), University of the Witwatersrand, Johannesburg, 1949.

SILVA, A. B. Mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, praga potencial para a citricultura brasileira. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.; SANTOS, I. P.;

**Pragas e doenças de cultivos amazônicos.** Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005, p. 147 - 156.

SILVA, A. G.; SILVA, C. M., CAVALLÉRO, A. R. A.; FARIAS, P. R. S. Caracterização da mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) em um pomar de citros georreferenciado com sistema de posicionamento global (GPS) no município de Capitão Poço, PA. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIÊNTIFICA, 14., 2007, Belém, **Anais...**

SINGH, P.; MISRA, R. M. External morphology, binomics and natural enemy complex of *Pagyda salvalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) the inflorescence feeder and fruit borer of teak. **Indian Forest**, New Delhi, v. 116, n. 9, p. 742 - 747, 1990.

SMITH, N. J. H.; FALES, I. C.; ALVIN, P. T. Agroforestry trajectories among smallholders in the Brazilian amazon: innovation and resiliency in Pioneer and older settled areas. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 18, n.1, p. 15 - 27, 1996.

SMITH, N.; DUBOIS, J.; CURRENT, E.; LUTZ, E.; CLEMENT, C. **Experiências agroflorestais na Amazônia Brasileira:** restrições e oportunidades. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Brasília, 1998. 146 p.

SOTO, A.; OHLENSCHLÄEGER, 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**. Lanham, v. 95, n. 1, p. 167 - 173, 2002.

STATSOFT. **Statistica:** data analysis software system. Version 7.0. (2004) Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>. Acesso em: 18 jul. 2009.

SUMMY, K. R.; GILSTRAP, F. E.; HART, W. G.; CABALLERO, J. M.; SAENZ L. Biological control of citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae) in Texas. **Environmental Entomology**, Lanham, v.12, n. 3, p. 782 - 786. 1983.

SURFER, version 8.0. Apostila do curso básico de Surfer - versão 8.0. Surface Mapping System Copyright<sup>©</sup>, Golden Software. Disponível em: <<http://www.goldensoftware.com>>. Acesso em 08 nov. 2009.

TOLEDO, J. M.; SERRÃO, E. A. S. Pasture and animal production in Amazonia. In: S. B. HECHT (comp.) **Amazonia: land use and agricultural research**. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali: CIAT, 1982. p. 281 - 309.

TORQUATO, S. A. Cana-de-açúcar para indústria: o quanto vai precisar crescer. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 10, 2006.

TRNKA, M.; MUSKAB, F.; SEMERÁDOVÁ, D.; DUBROVSKÝ, C. M.; E. KOČMÁNKOVÁ, E.; ALUD, Z. European corn borer life stage model: Regional estimates of pest development and spatial distribution under present and future climate. **Ecological Modelling**. Amsterdam, v. 207, n. 2/4, p. 61 - 84, 2007.

VALENTE, J. M. G. P. **Geomatemática: lições de geoestatística**. 2. ed. Ouro Preto: Fundação Gorceix, 1988. v. 8.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAES, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em ciências do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 2 - 54.

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

WILLEY, R. W. The use of shade in coffee, cocoa and tea. **Horticultural Abst**, Oxon, v. 45, n. 12, p. 791 - 798, 1975.