

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
DOUTORADO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

JOÃO GUTEMBERG LEITE MORAES

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E ESPACIAL DO PULGÃO DO ALGODOEIRO E SUA
RELAÇÃO COM PREDADORES**

**FORTALEZA
2011**

JOÃO GUTEMBERG LEITE MORAES

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E ESPACIAL DO PULGÃO DO ALGODOEIRO E SUA
RELAÇÃO COM PREDADORES

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Agronomia/Fitotecnia.

Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Prof. Dr. Ervino Bleicher

FORTALEZA
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- M827d Moraes, João Gutenberg Leite.
Distribuição vertical e espacial do pulgão do algodoeiro e sua relação com predadores / João Gutenberg Leite Moraes. – 2011.
87 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza, 2011.
Área de Concentração: Fitotecnia.
Orientação: Prof. Dr. Ervino Bleicher.
Coorientação: Prof. Dr. Gleidson Vieira Marques.
1. Pulgão. 2. Algodão. 3. *Gossypium*. I. Título.

JOÃO GUTEMBERG LEITE MORAES

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E ESPACIAL DO PULGÃO DO ALGODOEIRO E SUA
RELAÇÃO COM PREDADORES

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Agronomia/Fitotecnia.

Aprovada em 09 /12 / 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ervino Bleicher (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Gleidson Vieira Marques (Co-orientador)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA

Profª. Dra. Cândida Hermínia Campos de Magalhães Bertini
Universidade Federal do Ceará – UFC

PhD. José Emilson Cardoso
Embrapa Agroindústria Tropical - CNPAT

Pesquisadora Dra. Lúcia Helena Avelino Araújo
Embrapa Algodão – CNPA

Aos meus pais
Francisco Leite e Maria Neli de Moraes Leite
Ao meu orientador
Prof. Dr. Ervino Bleicher

DEDICO

“Tudo posso naquele que me fortalece”
(Filipenses 4:13)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, proteção, sabedoria e determinação para galgar mais uma vitória em minha vida, que é a conclusão deste curso.

À minha mãe, Sra. Maria Neli de Moraes Leite, pelo amor, carinho, compreensão, orações e apoio incondicional, durante todas as etapas de minha vida.

Ao Prof. Dr. Ervino, pela orientação, incentivo, ensinamentos, convivência, paciência e amizade, durante o decorrer do curso.

Ao Prof. Dr. Gleidson Vieira Marques, pela orientação e auxílio nas análises estatísticas dos experimentos realizados.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado no início do curso.

Ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, em especial, aos professores Dr. José Emilson Cardoso, Dr. Márcio Cléber Medeiros Corrêa, Dr. José Tarciso Alves Costa, Dr. João Bosco Pitombeira e Dr. Fanuel Pereira da Silva, pelos ensinamentos agronômicos transmitidos.

Aos membros da banca de defesa, Prof.^a Dra. Cândida Hermínia Campos de Magalhães Bertini e Dra. Lúcia Helena Avelino Araújo, pelas valiosas sugestões e contribuições para o aperfeiçoamento deste documento.

Aos colegas de curso, Fábio Costa Farias, Jefté Ferreira da Silva, Ciro de Miranda Pinto e Brisa do Svadeshi Cabral pela ajuda durante a instalação e condução dos experimentos.

Aos amigos, André Evangelista Moraes, Aníbal Coutinho do Rêgo, Fernando Henrique Teixeira Gomes e José Adalberto de Alencar, pelo apoio e incentivo para a conclusão deste curso.

Ao secretário da pós-graduação, Deocleciano Xavier, pela presteza e cortesia referentes ao atendimento dos assuntos do curso de pós-graduação.

Ao funcionário Carlos José Uchôa da Silva, pela realização das capinas na área experimental do Campus do Pici da UFC, em Fortaleza.

Ao Sr. José Valdir Barros de Sousa, motorista da UFC, por nossa condução aos experimentos na Fazenda Lavoura Seca, em Quixadá-CE, além dos “preciosos” e “salvadores” cafés oferecidos pelo seu sogro, Sr. Raimundo, no distrito de Piranji, em Ibaretama.

A todos os que deram apoio e incentivo, ou contribuíram de alguma forma, para que a mim fosse possível lograr êxito na concretização deste trabalho.

RESUMO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch) produz a fibra têxtil mais consumida no mundo. A sua produção pode ser afetada por diversos fatores, entre eles, os de origem biótica, sendo que destes, os artrópodes-pragas contribuem para perdas significativas na cultura. Atualmente, tem-se proposto o manejo integrado de pragas (MIP) como a melhor opção para um convívio racional com os fitófagos. Dentre estes, o pulgão do algodoeiro, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) é considerado praga-chave para esta malvácea, por sua agressividade resultante dos seus danos diretos e indiretos. O conhecimento dos padrões de distribuição vertical e espacial, tanto de pragas como de seus predadores, fomentam planos de MIP. Nesta perspectiva, conduziu-se a presente pesquisa com os seguintes objetivos: determinar um local de amostragem para o pulgão, considerando o perfil vertical da planta; estudar a possível relação entre o número de colônias de pulgão e o percentual de plantas atacadas; estudar a distribuição espacial do *A. gossypii* e alguns de seus predadores; estabelecer o número de amostras necessárias para aplicação em estratégias para o MIP; estudar a flutuação populacional do pulgão e de alguns dos seus predadores. Para isto, conduziram-se experimentos em condições de campo e sob infestação natural, na Fazenda Lavoura Seca, em Quixadá, e em área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFC, em Fortaleza, durante os anos de 2009 e 2010. Os resultados demonstraram que a primeira folha, completamente expandida do ramo principal, a partir do ápice da planta, pode ser considerada como local de amostragem para o pulgão em algodoeiro. Verificou-se, pela análise de regressão, que houve relação entre o número de colônias do afídeo por planta e o percentual de plantas infestadas em campo, fato este que pode tornar mais ágil a amostragem desta praga. O padrão de distribuição, tanto do pulgão, como dos predadores estudados é do tipo agregado. O número de amostras para aplicação em MIP para o pulgão do algodoeiro é cinquenta. Verificou-se que, a flutuação populacional dos predadores seguiu a flutuação de *A. gossypii* na fase inicial da cultura, e ocorrência de 21% de predadores reduziu a população de *A. gossypii* na área.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*. *Aphis gossypii*. Predador. Amostragem. Índices de dispersão.

ABSTRACT

Cotton plant (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) produces the most consumed textile fiber in the world. Its yield may be affected by many factors, among them, those of biotic origin, form witch, arthropod pest are the main contributor for a significant part of crop loss. Nowadays, integrated pest management (IPM) has been proposed as a best option to get rationally along with phytophagous. Among those, the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), is considered a key-pest for this plant, due to its aggressiveness witch results in direct and indirect damages. Knowing the within-plant and special distribution patterns of pest and its predators aid IPM strategies. Based on this, this research were realized with the following objectives: determine the place of aphid sampling considering within-plant distribution; look for a possible relationship between aphid colonies and percent infested plants; knowing *A. gossypii* and some of its predators spatial distribution; set up de sample number to be used in IPM strategies; study aphid and some predators dynamic. For this propose, a field experiment were done, under natural infestation, at Fazenda Lavoura Seca at Quixadá county, State of Ceará (Brazil) and an area at the Agronomy Department of de Universidade Federal do Ceará at Fortaleza county, Ceará State (Brazil) during the years of 2009 and 2011. Results show that the first completely expanded leaf of the plant top would be the sample unit for aphid on cotton. There was found a correlation between aphid colonies and infested plants on the field. This fact may fasten sampling procedures on this pest. Spatial distribution of aphid as well as the predators follow the negative binomial distribution. Fifty is the sampling number to be used for aphid in a IPM program. Predators fluctuation around aphid density in the beginning of the season and 21% infested plant with predators lead to the aphid population reduction.

Keywords: *Gossypium hirsutum*. *Aphis gossypii*. Predator. Sampling. Dispersion Indexes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Vista geral da área do experimento com algodoeiro, aos 47 dias após o plantio, no Campus do Pici da UFC. Fortaleza-CE, 2010.	37
Figura 2. Detalhe da parcela do experimento com algodoeiro na Fazenda Lavoura Seca da UFC. Quixadá-CE, 2009.	39
Figura 3. Relação entre o número de colônias de <i>Aphis gossypii</i> (eixo X) e a percentagem de plantas de algodão atacadas (eixo Y). Quixadá, CE. 2009.....	43
Figura 4. Detalhe da parcela do experimento da Área I, com planta da cultivar de algodoeiro BRS Aroeira, na Fazenda Lavoura Seca da UFC, em Quixadá, CE, 2009. (Foto: J. G. L. Moraes).....	57
Figura 5. Vista geral da Área II, com algodoeiro herbáceo, cultivar BRS Aroeira, aos 46 dias após o plantio, para o estudo da distribuição espacial do <i>A. gossypii</i> . Fortaleza, 2010 (Foto: J. G. L. Moraes).	58
Figura 6. Vista geral da área do experimento com algodoeiro no Campus do Pici da UFC. Fortaleza-CE, 2010.	79
Figura 7. Flutuação populacional do pulgão do algodoeiro, <i>Aphis gossypii</i> , e de seus predadores ao longo de quatro semanas. Fortaleza-CE, 2010.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância referente às notas atribuídas ao pulgão <i>Aphis gossypii</i> , em três folhas de algodoeiro e em três avaliações aos 39, 46 e 53 DAP. Fortaleza-CE, 2011.....	41
Tabela 2. Distribuição vertical do pulgão, <i>Aphis gossypii</i> , em folhas de algodoeiro herbáceo, segundo escala de notas, para três datas de avaliações. Fortaleza-CE, 2011.	41
Tabela 3. Média, variância, razão variância/média (I), índice de Morisita (I_8), expoente k da binomial negativa (k) e coeficiente de Green (C_x) para distribuição espacial de <i>Aphis gossypii</i> e alguns de seus inimigos naturais (IN), em algodoeiro herbáceo. Fortaleza, 2011.	65
Tabela 4. Teste de qui-quadrado de aderência das frequências observadas e esperadas pelas distribuições de Poisson e Binomial Negativa para o pulgão <i>Aphis gossypii</i> e alguns de seus inimigos naturais (IN), em algodoeiro herbáceo. Fortaleza, 2011.	67
Tabela 5. Número de amostras de <i>Aphis gossypii</i> , sugeridas, obtida pela equação proposta por Kogan e Herzog (1980) com um índice de precisão de 25%. Fortaleza, 2011.	69
Tabela 6. Número de amostras de <i>Aphis gossypii</i> , necessárias para uma variação relativa (VR) menor ou igual a 25%, segundo Southwood e Henderson (2000). Fortaleza, 2011.....	69
Tabela 7. Principais famílias e espécies vegetais encontradas no entorno da área do experimento de distribuição de artrópodes em algodoeiro. Fortaleza, CE, 2010.....	83
Tabela 8. Incidência de pulgão, <i>Aphis gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae) e seus inimigos naturais (Syrphidae, Coccinellidae e Araneae) em algodoeiro. Fortaleza, 2001.....	83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Ecofisiologia e fenologia do algodoeiro.....	16
2.2 Principais pragas do algodoeiro	17
2.3 Pulgão do algodoeiro	18
2.4 Manejo Integrado de Pragas (MIP) do Algodoeiro.....	20
2.5 Amostragem de pragas.....	21
2.6 Distribuição vertical de pragas.....	22
2.7 Distribuição espacial de pragas.....	23
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO II	32
DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE PULGÕES E SUA RELAÇÃO COM O NÚMERO DE PLANTAS DE ALGODOEIRO ATACADAS	32
RESUMO	32
ABSTRACT	33
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 Estudo da unidade amostral para <i>A. gossypii</i> em algodoeiro	37
2.2 Estudo de uma possível relação entre o número de colônias de pulgão por planta e a percentagem de plantas infestadas.....	39
2.2.1 Localização	39
2.2.2 Metodologia de avaliação.....	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.1 Estudo da unidade amostral para <i>A. gossypii</i> em algodoeiro	41
3.2 Estudo de uma possível relação entre o número de colônias e o percentual de plantas atacadas	43
4 CONCLUSÃO	45
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
CAPÍTULO III	51
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PULGÃO <i>APHIS GOSSYPHII</i> GLOVER E ALGUNS PREDADORES EM ALGODOEIRO E CÁLCULO DO NÚMERO DE AMOSTRAS .	51
RESUMO	51
ABSTRACT	52
1 INTRODUÇÃO	53
2 MATERIAL E MÉTODOS	56
2.1 Localização e instalação das áreas	56
2.2 Avaliações	58
2.3 Índices de Agregação.....	59
2.3.1 Razão Variância/Média (I)	59
2.3.2 Índice de Morisita (I_8).....	60
2.3.4 Índice de Green (C_x)	60
2.3.5 Expoente k da Binomial Negativa (Método dos Momentos)	61
2.4 Distribuições teóricas de frequência	62
2.4.1 Distribuição de Poisson	62
2.4.2 Distribuição Binomial Negativa	62
2.5 Testes de ajuste das distribuições teóricas de frequência aos dados observados	63
2.6 Número de amostras (N)	63

2.6.1 Cálculo de N segundo Kogan e Herzog (1980).....	64
2.6.2 Cálculo de N com base na VR de 25% (SHOUTHWOOD; HENDERSON, 2000).....	64
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
3.1 Índices de dispersão.....	65
3.2 Distribuições teóricas de frequências.....	67
3.3 Número de amostras.....	68
5 CONCLUSÃO.....	71
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CAPÍTULO IV.....	76
USO DA FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO PULGÃO E ALGUNS DE SEUS PREDADORES NO ALGODOEIRO NA DECISÃO DE MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS.....	76
RESUMO.....	76
ABSTRACT	77
1 INTRODUÇÃO	78
2. MATERIAL E MÉTODOS	79
2.1 Localização	79
2.2 Condução e avaliação	80
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4. CONCLUSÃO.....	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia e o aumento da produtividade permitiram ao Brasil passar de maior importador mundial de algodão para o terceiro maior exportador de algodão em 12 anos. A produção nacional é, prioritariamente, destinada à indústria têxtil, sendo que, a principal preocupação da cotonicultura é com a qualidade da fibra, para atender às exigências das indústrias nacionais e clientes externos. Técnicas avançadas de plantio, aliadas à utilização de cultivares melhor adaptadas ao tipo de solo e clima das regiões produtoras contribuíram para o avanço da produção (MAPA, 2011).

Com índice de produtividade 60% superior aos Estados Unidos, a cotonicultura brasileira mudou radicalmente, passando, em uma década, de lavoura manual para totalmente mecanizada, no plantio, nos tratamentos culturais e na colheita (MAPA, 2011). As mudanças deste cenário deveram-se à abertura do mercado ao produto importado, às baixas taxas de juros anuais e às adversidades climáticas, coincidindo com problemas fitossanitários (BARROS; SANTOS, 1997; CONAB, 2011). Os estados do Mato Grosso e da Bahia são responsáveis por 82% da produção nacional e se destacam pelo investimento em biotecnologia, gerenciamento do setor e novas técnicas de manejo (MAPA, 2011).

Apesar da expressividade da cotonicultura, o seu grande desafio é manter alto rendimento em produtividade, conciliado com a busca da menor relação custo/benefício e com a sustentabilidade da atividade agrícola (SANTOS, TORRES, BASTOS, 2008).

O Estado do Ceará foi um dos maiores produtores do país, sendo o terceiro maior produtor do Brasil e o maior do Nordeste. Atualmente, sua produção encontra-se mais voltada para a agricultura familiar representando, portanto, importante função social e econômica para os produtores familiares (CONAB, 2011).

O Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, da EMBRAPA, lançou quatro cultivares de algodão colorido, sendo elas: BRS 200 Marrom, BRS Verde, BRS Safira e BRS Rubi, adaptadas às condições da Região Nordeste, tendo como principais produtores os Estados da Paraíba e Ceará (EMBRAPA, 2011). O desenvolvimento dessas novas cultivares possibilitou a criação de um novo nicho de mercado, sobretudo, para pequenos e médios cotonicultores, onde é possível aliar a produção do algodão comum e colorido, aos sistemas agroecológicos, agregando, assim, valor aos seus produtos.

Desta forma, o grande desafio, tanto da cotonicultura, como das demais culturas agrícolas exploradas no Brasil e no mundo, é aumentar os seus níveis de produtividade, sem

com isso, causarem o aumento dos desequilíbrios ambientais, sobretudo aqueles provocados pelo uso abusivo de defensivos agrícolas. Para tanto, uma das principais propostas do MIP é, justamente, a de aliar os conhecimentos gerados dentro das táticas de controle, de forma que seja permitido um convívio menos impactante, nos limites que não ultrapassem as perdas econômicas.

Considerando que o conhecimento das distribuições, tanto vertical como espacial de pragas, são ferramentas importantes para tomadas de decisão, dentro de planos de manejo integrado de pragas, este trabalho teve como objetivos:

1. Identificar, através do estudo da distribuição vertical, a unidade de amostragem para o pulgão do algodoeiro.
2. Relacionar o número de colônias do pulgão do algodoeiro ao percentual de plantas atacadas.
3. Estudar a distribuição espacial do pulgão e alguns de seus inimigos naturais em algodoeiro.
4. Estabelecer o número de amostras para o pulgão do algodoeiro.
5. Estudar a flutuação populacional do pulgão e alguns de seus predadores em algodoeiro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ecofisiologia e fenologia do algodoeiro

A planta de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) é considerada como uma das culturas de maior complexidade dentro dos agroecossistemas produtivos, pois seu hábito de crescimento é indeterminado e, na maior parte do ciclo da cultura, diversos eventos podem ocorrer simultaneamente, como crescimento vegetativo, aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento, crescimento e maturação dos frutos. Cada evento é importante para a produção final, mas é necessário que ocorram de modo balanceado (NEVES; TORRES; SILVA, 2010; ROSOLEM, 2001), de forma que a ocorrência, tanto de pragas especializadas, como de doenças, possam interferir o mínimo possível no produto final.

Por ser uma cultura complexa, do ponto de vista fenológico, é importante que se tenha o conhecimento geral da sua morfologia, fisiologia, bem como de suas necessidades nutricionais. Sabe-se que na planta de algodoeiro, as folhas da haste principal, também chamadas de folhas vegetativas, são maiores que as folhas dos ramos reprodutivos e vivem mais (WULLSCHLEGER; OOSTERHUIS, 1990; JACOME *et al.*, 2001). De acordo com Beltrão e Souza (2001), essas folhas são responsáveis pela maior parte da retenção e da nutrição dos ramos e dos frutos localizados nas primeiras e segundas posições frutíferas, principalmente nos nós abaixo do nono ramo frutífero, que correspondem a aproximadamente 70% da produção do algodão. Através do processo fotossintético, as plantas fixam carbono nas folhas, o qual é distribuído para as demais partes dos órgãos não fotossintetizantes.

O ciclo do algodoeiro pode ser dividido em cinco estádios fenológicos, podendo, chegar a mais, dependendo da literatura consultada. Didaticamente, pode-se considerar o primeiro estágio como sendo aquele que vai da sementeira à emergência; o segundo, da emergência ao aparecimento do primeiro botão floral; o terceiro, do aparecimento do primeiro botão floral ao aparecimento da primeira flor; o quarto, do aparecimento da primeira flor ao primeiro capulho; e, por último, da abertura do primeiro capulho à colheita (ROSOLEM, 2001). No entanto, considerando o manejo de pragas, principalmente, de órgãos reprodutivos, torna-se necessária a subdivisão de alguns eventos fenológicos. Bleicher (1990) descreve os seguintes eventos a considerar: o aparecimento do primeiro botão floral com diâmetro de seis milímetros (preferido pelo bicudo do algodoeiro); aparecimento da primeira maçã firme (preferida pela lagarta-rosada), no caso, a mais alta.

O conhecimento das variações nos padrões do crescimento e desenvolvimento, de cada um dos estádios fenológicos do algodoeiro, é de suma importância para a formulação e/ou orientação das decisões sobre o manejo cultural nesta espécie (VIEIRA *et al.*, 1998), além da adoção de medidas que visam o controle integrado, já que estas devem ser associadas às fases de desenvolvimento da planta e aparecimento dos artrópodos pragas.

2.2 Principais pragas do algodoeiro

No Brasil, Calcagnolo (1965) relatou para o algodoeiro, pragas tanto primárias como secundárias. Como primárias, naquela época, o autor considera apenas 11 espécies. Entre as secundárias, estão citadas cerca de 20 espécies.

Baseado nisso, Sterling, Bleicher e Silva (1983) propuseram um plano de manejo para as pragas-chaves da cultura algodoeira, no Nordeste brasileiro. Todavia, esses autores já alertavam que, em determinadas situações, as pragas secundárias teriam o potencial de se tornarem primárias.

Outros fitófagos antes considerados secundários, ou mesmo, de ocorrência ainda não constatada no Brasil por Calcagnolo (1965) e Sterling, Bleicher e Silva (1983) não são mencionados. Notadamente, o coleóptero, *Anthonomus grandis*, e o hemíptero, *Bemisia tabaci* bitótipo B, já que foram introduzidos no Brasil no início das décadas de 1980 e 1990, respectivamente, causando sérias perdas.

Em outras partes do mundo, a presença de espécies similares de artrópodos pragas, nos sistemas de produção do algodoeiro, causam prejuízos consideráveis aos agricultores (LUTTRELL *et al.*, 1994), quando medidas de controle integrado não são devidamente adotadas.

A elevação de pragas secundárias ao *status* de primária, ou mesmo a ocorrência de pragas antes não reportadas à cultura, chamadas migrantes, deveu-se a adoção, quase que exclusiva, do controle químico, em detrimento de outras táticas ecologicamente orientadas, o que desfavoreceu o controle biológico natural, além, do estabelecimento de cultivos próximos a outras espécies, principalmente, a soja, conforme é citado por Santos (2007).

Na planta de algodoeiro, todos os órgãos (raízes, folhas, caule, botões florais, flores, maçãs e capulhos) estão sujeitos ao ataque das pragas, as quais representam um risco permanente durante o ciclo da cultura (SANTOS, 2007).

Apesar do amplo espectro de pragas, atualmente, são consideradas como mais significativas, treze espécies de artrópodos pragas (DEGRANDE, 2008), sendo que as perdas

que resultam desse ataque podem ser tanto quantitativas (queda na produção) quanto qualitativas (depreciação de fibras e sementes) (SANTOS, 2007).

2.3 Pulgão do algodoeiro

O pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) é uma espécie polífaga, além de ser considerada cosmopolita (PEÑA-MARTINEZ, 1992). No algodoeiro, o pulgão provoca danos diretos pela sucção de seiva e paralisação de crescimento das plantas, provocando também danos indiretos, pela transmissão de viroses. Devido a uma dieta rica em líquidos, os pulgões possuem no seu aparelho digestivo uma estrutura, chamada “câmara filtro”, que permite absorver rapidamente a água e os açúcares, que posteriormente serão expelidos deixando que os aminoácidos e outros nutrientes essenciais sejam digeridos. Em decorrência desse hábito alimentar, ocorre outro problema indireto que é a mela, a qual serve de substrato para o desenvolvimento do fungo *Capnodium*, que compromete os processos respiratórios e fotossintéticos da planta. Quando o aparecimento dos pulgões coincide com o aparecimento dos capulhos, a qualidade da fibra é comprometida, já que o contato da mela com as fibras, afeta o processo de utilização industrial (GALLO *et al.*, 2002; KRISTOFFERSEN, 2003; PAPA, 2001).

Diversas espécies de variadas famílias botânicas podem hospedar o afídeo, entre estas, culturas de grande valor econômico, sendo capaz de transmitir de forma não-persistente mais de 50 tipos de vírus de plantas (GALLO *et al.*, 2002; PEÑA-MARTINEZ, 1992; SOGLIA *et al.*, 2003). Algumas plantas daninhas também foram consideradas como hospedeiros em potencial para *A. gossypii* (MICHELOTTO; BUSOLI, 2003; SANTOS, 1999).

Fatores extrínsecos e intrínsecos associados à resistência das plantas podem afetar a densidade populacional das pragas, com efeitos sobre seu controle (LARA, 1991). Em relação aos fatores intrínsecos, algumas características do algodoeiro podem conferir resistência às pragas, destacando-se as brácteas frego, folhas “okra”, caráter glabro e o hirsuto (PESSOA *et al.*, 2004; VIDAL NETO *et al.*, 2005). Para o pulgão do algodoeiro, verificou-se que há influência de tricomas sobre a resistência da malvácea à referida praga (SANTOS; BOIÇA JR; SOARES, 2003). Por outro lado, Sujii *et al.* (2008) avaliando o impacto do algodoeiro Bt sobre o pulgão *A. gossypii*, em casa de vegetação, verificaram que a toxina expressa pela planta (Cry1Ac), não afetou a dinâmica populacional da praga nas condições estudadas. Com relação aos fatores extrínsecos, Lara (1991) cita, ainda, que a planta pode se

beneficiar dos inimigos naturais, influenciando-os de maneira indireta. Em relação aos fatores abióticos, quando a pluviosidade se torna baixa, a população tende a aumentar, consideravelmente, sendo também afetada pela temperatura, o que pode condicionar o tamanho da população, bem como seu comportamento individual (ARAÚJO, 2009). Além disso, o nível de nitrogênio pode afetar a biologia do inseto, bem como a qualidade da planta hospedeira e a resistência natural da planta (BARROS *et al.*, 2007; NEVO; COLL, 2011), portanto, devendo-se atentar para um manejo de adubação de forma equilibrada. A irrigação, também, é uma prática que pode limitar a eficiência do controle químico, pois o grau de estresse hídrico, em que se encontra a planta, é importante para a escolha do inseticida e da modalidade de aplicação mais adequados ao controle das pragas (TORRES; SILVA-TORRES, 2008).

O ataque de pragas é um dos principais entraves para a produtividade do algodoeiro, o qual exige numerosas aplicações de inseticidas durante o desenvolvimento da cultura, o que aumenta os custos de produção, prejudica o meio ambiente e a saúde dos trabalhadores que aplicam os produtos (NUNES, 2010).

Dessa maneira, devem ser adotadas medidas de controle, quando necessárias, baseadas em critérios científicos, impedindo não apenas que as perdas econômicas tornem-se inaceitáveis, mas também que os impactos aos agroecossistemas sejam minimizados.

2.4 Manejo Integrado de Pragas (MIP) do Algodoeiro

Segundo Crocomo (1990), para a implantação de um sistema de manejo é extremamente importante planejar o agroecossistema. Os problemas entomológicos devem ser previamente estudados visando à escolha das variedades e adoção de práticas culturais com o objetivo de tornar a cultura menos suscetível ao ataque de pragas. Em manejo de pragas não existe pacote pronto, cada caso deve ser analisado através de um programa de monitoramento, isto é, amostragens periódicas visando:

1. Reconhecer as espécies com potencial para causar dano (pragas-chave);
2. Reconhecer os inimigos naturais que mantêm o equilíbrio das pragas-chave de maneira mais efetiva;
3. Acompanhar a flutuação populacional das espécies de inseto, mais diretamente relacionados com a cultura, e dos seus inimigos naturais;
4. Acompanhar o desenvolvimento fenológico da planta e sua susceptibilidade, nos diferentes estádios, ao ataque de fitófagos;
5. Verificar os efeitos do clima sobre a cultura e sobre a ocorrência dos insetos e seus inimigos naturais;
6. Acompanhar e verificar os efeitos do método de redução populacional empregado, sobre os fitófagos visados e sobre as espécies não-alvo.

O MIP pode ser definido como um sistema de manejo que, associado ao ambiente e às dinâmicas populacionais, utiliza-se de todas as técnicas e métodos compatíveis de maneira a possibilitar a manutenção das pragas a um nível populacional abaixo do que causaria danos econômicos (KOGAN, 1998). Como o MIP envolve o manejo da população dos artrópodos que se inter-relacionam no agroecossistema, a amostragem rápida e eficiente das pragas e seus inimigos naturais torna-se fundamental (FERNANDES, BUSOLI, BARBOSA, 2003a).

O agroecossistema ocupado pelo algodoeiro possui muitas características que o torna relativamente complexo quanto ao manejo de pragas. Por décadas o manejo integrado de pragas do algodoeiro tem buscado sedimentar ou desenvolver práticas como sistema de amostragem, nível de controle e táticas melhor adaptadas ao controle das pragas. Em menor escala, tem-se verificado iniciativas na tentativa de inserir níveis de não ação no processo de tomada de decisão, bem como adoção de controle biológico por incremento, ou mesmo, por conservação de inimigos naturais que ocorram naturalmente. Essa situação pode ser atribuída

menos à falta de dedicação e avidez da pesquisa e extensão, e mais ao grande número de pragas que ocorrem infestando a cultura, suas particularidades quanto à colonização da lavoura e diferenças quanto aos tipos de injúrias ocasionadas, além da fragilidade associada ao cultivo em larga escala, devido às tecnologias e aos investimentos aportados (BASTOS, TORRES, 2006).

O MIP dá ênfase ao uso de produtos químicos de síntese seletivos, para que os inimigos naturais sejam conservados no agroecossistema. Esta integração de técnicas de controle foi expandida nos últimos anos, ao incluir outras técnicas, como a resistência da planta hospedeira, porém, a conservação dos inimigos naturais sempre foi um axioma do manejo integrado de pragas (PEDIGO; RICE, 2009).

2.5 Amostragem de pragas

A eficiência ou a precisão de uma amostragem é o resultado do produto dos componentes pessoais, estatísticos, mecânicos e econômicos. O componente pessoal diz respeito ao amostrador, pessoa que irá efetuar um levantamento, e ao conhecimento que este deve ter acerca do inseto a ser amostrado. Neste caso, entram os fatores relacionados ao ciclo biológico da praga, assim como hábitos e comportamentos dos insetos. Em relação ao componente estatístico é imprescindível que se tenha uma precisão suficiente, bem como um tamanho e número de amostras suficientes para efeito de levantamento. Quando se tratam dos componentes mecânicos, consideram-se os métodos e aparelhos utilizados, além da praticabilidade de cada um. Finalmente, os componentes econômicos referem-se ao trabalho envolvido e gasto no levantamento, que podem ser medidos em função do tempo requerido para selecionar e executar o levantamento e contagem dos insetos, a movimentação no campo para que se possa aplicá-lo (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976).

Para se conhecer o nível populacional da praga, a fim de orientar o seu controle, é necessária a execução de levantamentos populacionais na cultura, através de amostragens que podem medir a população absoluta, relativa ou índices populacionais, sendo que são de interesse prático as duas últimas medidas (GRAZIANO NETO, 1982), entretanto, das diversas metodologias de amostragem disponíveis, a melhor opção será aquela que possibilite a obtenção de dados facilmente correlacionáveis com o prejuízo econômico causado pelos fitófagos (CROCOMO, 1990).

É através das amostragens periódicas que se detectará a presença do fitófago e a tendência de seu crescimento populacional, a ocorrência do parasitismo e da mortalidade provocada por outros fatores do ambiente (CROCOMO, 1990).

Para a cultura do algodoeiro, diversos autores têm recomendado técnicas das mais variadas, para aplicação ao MIP do algodoeiro (BLEICHER, 1990; BLEICHER, JESUS, GILES, 1982; SPRENKEL, 2008; STERLING, BLEICHER, JESUS, 1983). Especificamente para esta malvacea, são conhecidos dois tipos de amostragem; a comum, que permite definir o momento ideal para o controle, baseando-se em um número fixo de amostras a serem colhidas por unidade de área; e a sequencial, na qual o número de amostras é variável, baseando-se numa hipótese determinada sobre certos parâmetros, sem ser necessário estimá-los (FERNANDES; BARBOSA; BUSOLI, 2003b).

Sterling, Bleicher e Jesus (1982) propuseram um programa de MIP para as principais pragas do algodoeiro no Nordeste do Brasil, utilizando a amostragem sequencial. A técnica foi desenvolvida no intuito de auxiliar na tomada de decisões, com uma margem de erro de até 20%, baseado no critério da presença ou ausência dos artrópodos-alvo das amostragens, inclusive, seus inimigos naturais (predadores).

De acordo com Pedigo e Buntin (1994), para um plano de amostragem ser confiável é necessário que sejam adequados o tempo de amostragem, a unidade amostral, o padrão de determinação da amostragem e o tamanho da amostra.

Estudos ecológicos, ou mesmo, para fins experimentais, necessitam normalmente de maior nível de precisão durante os levantamentos, quando comparados aos estudos para fins de MIP (PEDIGO; RICE, 2009). Portanto, a praticidade e o tempo são fatores preponderantes, já que o critério da economicidade deve ser levado em consideração nos programas de manejo.

2.6 Distribuição vertical de pragas

A distribuição vertical, tanto de fitófagos, como de entomófagos tem sido estudada por diversos pesquisadores, para as mais variadas espécies de hospedeiros (AZEVEDO, BLEICHER, 2003; BLEICHER *et al.*, 1983; FERNANDES *et al.*, 2001; GONZAGA, RAMALHO, SANTOS, 1991; WILSON *et al.*, 1983; WILSON, GUTIERREZ; LEIGH, 1980). Tais estudos servem como ponto de partida para programas de manejo, pois, uma amostragem criteriosa depende de informações sobre o local de ataque do fitófago, associado ao estágio fenológico da cultura.

O entendimento desta interação tritrófica determina quais métodos de amostragem melhor se aplicam a cada agroecossistema, na medida em que se tem a segurança de onde há uma maior probabilidade de se encontrar a espécie-alvo das amostragens.

O conhecimento da distribuição vertical de pragas em plantas hospedeiras é, portanto, fundamental para o desenvolvimento de programas de MIP (CIVIDANES; SANTOS, 2003), pois determina a unidade amostral para fins de monitoramento populacional. Estas informações permitem reduzir o tempo e os custos necessários para o monitoramento da praga (TRICHILO, WILSON, MACK, 1993; SILVA, FERNANDES, DEGRANDE, 2005).

2.7 Distribuição espacial de pragas

Existem três tipos de distribuição espacial de pragas nas lavouras: reboleira (agregada ou contagiosa), regular (uniforme) e ao acaso (aleatória). Tais distribuições são denominadas Binomial Negativa, Binomial Positiva e Poisson, respectivamente (PERECIN; BARBOSA, 1992). Essa classificação é feita com base na relação entre a variância e a média dos dados (ELLIOTT, 1979). A distribuição Binomial Negativa indica uma agregação ou contágio, onde a variância é maior que a média ($\sigma^2 > \mu$). Já a distribuição Binomial Positiva representa uma disposição regular ou uniforme e caracteriza-se por ter a variância menor do que a média ($\sigma^2 < \mu$). A distribuição de Poisson caracteriza-se por ter a variância igual à média ($\sigma^2 = \mu$), sendo um modelo de distribuição aleatória (TAYLOR, 1984).

O conhecimento da distribuição espacial de populações de insetos é fundamental para o desenvolvimento de planos de amostragens (GILES *et al.* 2000), com a finalidade de aplicação em manejo integrado de pragas (BARBOSA, 1982). Tais investigações podem implicar na determinação adequada de padrões de amostragens, e servir como subsídio para estudos aplicados da interação dos agentes de controle biológico dos fitófagos (GOUVEA; BERTOLDO; ALVES, 2007; GUERREIRO *et al.*, 2005; RAHMANI, FATHIPOUR, KAMALI, 2010).

Difícilmente, os insetos estão arrançados uniformemente na área, sendo mais comum a formação de agregações em determinados pontos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976), entretanto, como exemplo de algumas exceções, pode-se citar o caso da aleatoriedade da distribuição de saueiros em reflorestamentos, que é descrito por um modelo aleatório (CALDEIRA *et al.*, 2005), e da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho (MELO *et al.*, 2006). Sabe-se, também, que a disposição dos organismos no espaço é uma

característica ecológica da espécie, resultante do nascimento, morte e migração de indivíduos (TOLEDO, BARBOSA, YAMAMOTO, 2006).

No manejo integrado de pragas (MIP) é desejável manter um baixo número de unidades amostrais, dentro de certas margens de erro (MARUYAMA, BARBOSA, TOSCANO, 2006). Southwood e Henderson (2000) fazem referência a vinte e cinco por cento como uma margem aceitável dentro de programas de MIP, porém, para condições experimentais, há uma diminuição na margem de aceitação.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, L. H. A. **Novos sistemas de tomada de decisão a serem usados no manejo do pulgão *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Hemiptera: Aphididae) na cultura do algodoeiro.** 2009. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2009.
- AZEVEDO, F. R.; BLEICHER, E. Distribuição vertical e setorial das ninfas de mosca-branca nas folhas do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 464-467, jul./set. 2003.
- BARBOSA, J. C; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para a distribuição de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) na cultura do milho. **Científica**, v. 10, p. 181-191. 1982.
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. Aspectos econômicos e sociais da produção de algodão arbóreo no Nordeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 1., 1997. Fortaleza, 1997. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA/CNPA. p.82-84.
- BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; FERNANDES, M. G.; NOGUEIRA, R. F. Efeitos da Adubação Nitrogenada em Algodoeiro sobre a Biologia de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 752-758, set./out. 2007.
- BASTOS, C. S; TORRES, J.B. **Controle biológico de pragas do algodoeiro.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Circular Técnica, 72).
- BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 54-75.
- BLEICHER, E. Manejo integrado das pragas do algodoeiro. In: CROCOMO, W. B. (Org.). **Manejo integrado de pragas.** Botucatu: CETESB, 1990. p. 271-29.
- BLEICHER, E.; JESUS, F. M. M.; GILES, J. A. **Amostragem de pragas do algodoeiro com auxílio da ficha pictográfica.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 1982. (Circular Técnica, 06).
- BLEICHER, E.; MELO, A. B. P.; JESUS, F. M. M.; FERRAZ, C. T. Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodoeiro herbáceo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 1, p. 116-121. 1983.

CALCAGNOLO, G. Principais pragas do algodoeiro. In: **Cultura e Adubação do Algodoeiro**. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1965. p.319-415.

CALDEIRA, M. A.; ZANETTI, R.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C. Distribuição espacial de saúveiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 34-39, jan./mar. 2005.

CIVIDANES, F. J.; SANTOS, D. M. M. Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em couve. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p.61-67. 2003.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 22 abr. 2011.

CROCOMO, W. B. O que é manejo de pragas. In: CROCOMO, W. B. (Ed.). **Manejo de pragas**. Botucatu: FEPAF, 1984. p. 09-34.

DEGRANDE, P. E. Foco na entressafra. **Revista Cultivar**, n.112, p.34-37. 2008.

ELLIOT, J. M. 1979. **Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates**. Ambleside, Freshwater Biological Association Science, 148p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Algodão**. 2011. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/index.html>>. Acesso em: 30 abr. 2011.

FERNANDES, A. M. V.; FARIAS, A. M. I.; SOARES, M. M. M.; VASCONCELOS, S. D. Desenvolvimento de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em três cultivares do algodão herbáceo *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.3, p.467-470. 2001.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição Espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em Algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 107-115. 2003a.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Amostragem sequencial de *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera:Noctuidae) em algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 117-122. 2003b.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J.

D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, vol. 10, FEALQ, Piracicaba, 2002. 920 p.

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

GONZAGA, J. V; RAMALHO, F. S.; SANTOS, W. J. Distribuição do *Aphis gossypii* no algodoeiro nos sistemas de plantio solteiro e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 1839-1844. 1991.

GOUVEA, A.; BERTOLDO, A.; ALVES, L. F. A. Plano de amostragem presença-ausência para *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) na cultura da erva-mate. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 583-586. 2007.

GRAZIANO NETO, F. Amostragem de insetos e nível de danos de pragas. In: _____. **Uso de agrotóxicos e receituário agrônomo**. Org. São Paulo: Agroedições, 1982. cap. 5, p. 75-94.

GUERREIRO, J. C.; VERONEZZI, F. R.; ANDRADE, L. L.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C.; BERTI FILHO, E. Distribuição espacial do predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) na cultura do milho. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n. 7. 2005.

JACOME, A. G; SOARES, J. J; OLIVEIRA, R. H; SOBRINHO, F. P. C. Efeito da remoção de folhas no desenvolvimento vegetativo e na produção do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 5. 2001.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-70. 1998.

KRISTOFFERSEN, L. **The chemical ecology of Homoptera: from host plants to conspecific interactions**. Suécia: Department of Ecology Lund University. 2003. 39 p. (Introductory paper n. 147).

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas aos insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LUTTRELL, R. G; FITT, G. P.; RAMALHO, F. S.; SUGONYAEV, E. S. Cotton pest management: part 1. A worldwide perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 517-526. 1994.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>>. Acesso em: 17 mai. 2011.

MARUYAMA, W. I.; BARBOSA, J. C., TOSCANO, L. C. Distribuição espacial de *Oncometopia facialis* (Signoret) (Hemiptera: Cicadellidae) em pomar cítrico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 93-100. 2006.

MELO, E. P.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E.; CESSA, R. M. A.; SALOMÃO, J. L.; NOGUEIRA, R. F. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 689-697, set./out. 2006.

MICHELOTTO, M. D.; BUSOLI, A. C. Aspectos biológicos de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em três cultivares de algodoeiro e em três espécies de plantas daninhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, nov-dez. 2003.

NEVES, R. C. S.; TORRES, J. B.; SILVA, M. N. B. Época apropriada para a poda apical do algodoeiro para o controle de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1342-1350. 2010.

NEVO, E.; COLL, M. Effect of nitrogen fertilization on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae): variation in size, color, and reproduction. **Journal of Economic Entomology**, n. 94, v. 1, p. 27-32. 2001.

NUNES, D. H. **Efeitos do algodoeiro geneticamente modificado (Bollgard®) em organismos não-alvo**. 2010. 110 p. il. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PAPA, G. Situação atual e perspectivas futuras no manejo de resistência de pragas do algodoeiro a inseticidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., Campo Grande, MS, p.46-50. 2001. **Anais...** CD-ROM.

PEDIGO, L. P.; BUNTIN, G. D. 1994. **Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture**. CRC Press, Florida, 714p.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. (Ed.) New Jersey: Upper Saddle River, 2009. 784 p.

PEÑA-MARTINEZ, R. Identificación de afidos de importância agrícola. In: URIAS-M, C.; RODRÍGUEZ-M, R.; ALEJANDRE-A, T. **Afidos como vectores de virus em México**. México: Centro de Fitopatologia, Montecillo, 1992. v. 2, cap.1. p. 1-135.

PERECIN, D., BARBOSA, J. C. Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio. **Revista de Matemática e Estatística**, v. 10, p. 207-216. 1992.

PESSOA, L. G.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F.; SILVA, M. G. Aspectos da biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em quatro cultivares de algodoeiro em laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 06, p. 1235-1239. 2004.

RAHMANI, H.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K. Spatial Distribution and seasonal activity of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) and its predator *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) in apple orchards of zanzjan, Iran. **Journal of Agricultural of Science and Technology**, v. 12, p. 155-165. 2010.

ROSOLEM, A. C. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. **Informações Agronômicas**, n.95, p. 1-9. 2001.

SANTOS, R. L.; TORRES, J. B.; BASTOS, C. S. Desenvolvimento e crescimento populacional de *Alabama argillacea* em algodoeiro de fibra branca e colorida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 457-463, abr. 2008.

SANTOS, T. M.; BOIÇA JR., A. L.; SOARES, J. J. Influência de tricomas do algodoeiro sobre os aspectos biológicos e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com *Aphis gossypii* Glover. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.243-254. 2003.

SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 2007. p. 403-478.

SANTOS, W. J. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro, In: CIA, E; FREIRE, E. C; SANTOS, W. J. (Eds.). **Cultura do algodoeiro**, Piracicaba: Potafós, v. 9, 1999.142-147p.

SILVA, A. M.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E. Distribuição vertical de pulgões *Aphis gossypii* (Glover, 1877) em plantas de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 5., Salvador-BA, 2005. **Anais...** CD-ROM.

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

SOGLIA, M. C. M; BUENO, V. H. P; RODRIGUES, S. M. M; SAMPAIO, M. V. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n.1, p. 49-54. 2003.

SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. **Ecological methods**. Third Edition. Blackwell Sciences, Oxford, 2000. 592p.

SPRENKEL, R. K. **Cotton Pest Monitoring Manual for Florida**. University of Florida, IFAS Extension. ENY-830. 2008. 24p.

STERLING, W. L.; BLEICHER, E.; JESUS, F. M. M. Um programa de manejo integrado para insetos do algodoeiro no Nordeste do Brasil utilizando amostragem sequencial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 1, p. 84 – 98. 1983.

SUJII, E. R.; TOGNI, P. R. B.; NAKASU, E. Y. T.; PIRES, C. S. S.; PAULA, D. P.; FONTES, E. M. G. Impacto do algodoeiro Bt na dinâmica populacional do pulgão-do-algodoeiro em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.10, p. 1251-1256, out. 2008.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.29, p. 321-357. 1984.

TOLEDO, F. R.; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T. Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 194-198, ago. 2006.

TORRES, J. B.; SILVA-TORRES, C. S. A. Interação entre inseticidas e umidade do solo no controle do pulgão e da mosca-branca em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.949-956, ago. 2008.

TRICHILO, P. J.; WILSON, L. T.; MACK, T. P. Spatial and temporal dynamics of the threecornered alfalfa hopper (Homoptera: Membracidae) on soybeans. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 22, p. 802-809. 1993.

VIDAL NETO, F. C.; SILVA, F. P.; BLEICHER, E.; MELO, F. I. O. Mutantes morfológicos de algodoeiro herbáceo como fonte de resistência ao bicudo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p.123-128, fev. 2005.

VIEIRA, R. M.; LANDIVAR, J.; BELTRÃO, N. E. M.; MEDEIROS, A. A. Mapeamento fenológico do algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 123-132, mai/ago. 1998.

WILSON, L. T.; GONZALEZ, D.; LEIGH, T. F.; MAGGI, V.; FORISTIERI, C.; GODDELL, P. Within-plant distribution of spider mites (Acari: Tetranychidae) on cotton: a developing implementable monitoring program. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 12, n. 1, p. 128-134. 1983.

WILSON, L. T.; GUTIERREZ, A. P.; LEIGH, T. F. Within-plant distribution of the immatures of *Heliothis zea* (Boddie) on cotton. **Hilgardia**, v. 48, p. 12-23. 1980.

WULLSCHLEGER, S. D.; OOSTERHUIS, D. M. Photosynthetic carbon production and use by developing cotton leaves and boll. **Crop Science**, Madison, v. 30, p. 1259-1264. 1990.

CAPÍTULO II

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE PULGÕES E SUA RELAÇÃO COM O NÚMERO DE PLANTAS DE ALGODOEIRO ATACADAS

RESUMO

O pulgão do algodoeiro, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), pode provocar perdas de produção na cultura do algodoeiro em várias regiões do mundo. Para que uma medida de controle seja, eficazmente, adotada para a praga são necessárias informações a respeito da sua forma correta de amostragem. Nesta perspectiva, conduziu-se a presente pesquisa com o objetivo de se determinar um local de amostragem para o afídeo, considerando o perfil vertical da planta do algodoeiro, bem como estudar a possível relação entre o número de colônias e o percentual de plantas atacadas. Para isto, realizaram-se experimentos em condições de campo, sob infestação natural, no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, e na Fazenda Experimental Lavoura Seca, em Quixadá, CE. Para o estudo da distribuição vertical do pulgão adotou-se uma metodologia de escala de notas, que variava de 0 a 3, para as três folhas totalmente expandidas do ápice em cada planta. Neste estudo avaliavam-se dez plantas por parcela, em um total de vinte e uma parcelas. Para o estudo da relação entre o número de colônias e a percentagem de plantas atacadas, procedeu-se a contagem do número de colônias por planta, em até dezesseis plantas por parcela, em vinte e cinco parcelas. Considerou-se cada colônia como sendo representada por uma fêmea adulta rodeada de suas ninfas. Observou-se, que a primeira folha completamente expandida, partindo-se do ápice para a base, pode ser adotada como unidade amostral para o pulgão em algodoeiro. A relação entre o número de colônias de pulgão e a percentagem de plantas atacadas, demonstrou que houve um ajuste ao modelo de regressão linear.

Palavras chave: *Insecta. Aphis gossypii*. Algodão. Unidade Amostral. MIP.

WITHIN-PLANT DISTRIBUTION OF APHID AND ITS RELATION TO THE NUMBER OF COTTON PLANT ATTACKED

ABSTRACT

The cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) may inflict damage on cotton crop around the world. To a control measure be efficient to deal with this pest adequate sampling procedure are needed. So, the present study was conducted with the aim to determine sample unit, based on within-plant distribution, as well as the relationship between colonies number on the plant and the actual percentage of infested plants. Field experiments were done, under natural infestation, at Fazenda Lavoura Seca at Quixadá county, State of Ceará (Brazil) and an area at the Agronomy Department of de Universidade Federal do Ceará at Fortaleza county, Ceará State (Brazil) during the years of 2009 and 2011. For within-plant distribution a score scale from 0 to 3 was adopted, sampling the upper completely expanded tree leaves. In this study 10 plants per plot, of a total of 21, was sampled. To stud the relationship between number of insect colonies per plant and percentage infested plants all colonies of the plant were counted on up to 16 plants per plot in a total of 25 plots. A colony was characterized by an adult female and its surrounding offspring's. It was observed that the first upper leaf could be used as sampling unit for aphid on cotton. Linear regression model represent the relationship between colonies numbers per plant and actual percentage of cotton plant infested by aphid.

Keywords: *Insecta. Aphis gossypii*. Sampling unit. IPM.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os fitófagos-praga do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.), destaca-se o pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). Este afídeo provoca danos diretos e indiretos à planta em decorrência do seu hábito alimentar, podendo o seu ataque iniciar-se nas plântulas e estender-se até a fase reprodutiva da planta. Diretamente, depaupera o algodoeiro tornando-o, inclusive, mais suscetível ao ataque de outras pragas, além de provocar o encarquilhamento ou deformação do limbo foliar. Em altas infestações, pode provocar a morte das plantas. De forma indireta, prejudica a atividade fotossintética de seu hospedeiro, pela excreção de um líquido rico em carboidratos, comumente chamado de mela, sobre o qual se desenvolve um fungo do gênero *Capnodium*, de coloração escura, conhecido como fumagina. Também, é importante vetor de viroses no algodoeiro (doença azul e vermelhão) e em diversas outras espécies de importância agrônômica (ALCÂNTARA; MORAES; ANTONIO, 2010; FERNANDES *et al.*, 2001; FURTADO *et al.*, 2009; MICHELOTTO *et al.*, 2004; SUASSUNA; COUTINHO, 2007; TAKIMOTO *et al.*, 2009).

De acordo com Gallo *et al.* (2002) o pulgão é tido como praga inicial em algodoeiro, sendo o seu período crítico até os 60 dias da emergência. Isto, levando em conta a susceptibilidade das cultivares às viroses transmitidas pelo afídeo (SANTOS; NEVES; SANTOS, 2004; SANTOS, 1999). Caso o manejo da praga não ocorra de forma adequada, no estágio inicial, o período crítico se estenderá à fase de aparecimento dos capulhos (BLEICHER, 1990; MIRANDA, 2006). No Brasil, Santos (1999) considera dois períodos críticos para o pulgão, sendo o primeiro dos 20 aos 70 dias, e o segundo dos 110 aos 130 dias de idade, sendo que, o nível de controle considerado seria de vinte pulgões por folha, ou 50% de plantas atacadas. Já para outros autores esse nível chega a 70% (GALLO *et al.*, 2002; MIRANDA, 2006). Por outro lado, na Austrália, adota-se um nível de controle variável, em função do seu início no campo, no primeiro período, que compreende a emergência até o aparecimento do primeiro capulho. No segundo período, da abertura do primeiro capulho até a colheita, o nível de controle é de 10% de sinais de mela, ou, 50% de plantas infestadas (CPMG, 2011). Cabe destacar que, geralmente, o número de indivíduos na colônia situa-se entre 15 a 20 (SILVA *et al.*, 2007; SPRENKEL, 2008).

Com relação ao controle do *A. gossypii* em algodoeiro, tem-se observado, frequentemente, que o uso dos agroquímicos como única ferramenta de controle está dificultando o manejo da praga, por selecionar indivíduos com resistência a esses produtos,

provocar a sua ressurgência e favorecer o escape dos afídeos aos seus agentes de controle natural, pela morte dos mesmos em decorrência da utilização massiva de inseticidas sintéticos, em sua maioria, não seletivos (PESSOA *et al.*, 2004).

Conforme Bleicher *et al.* (1983) e Silva, Fernandes e Degrande (2005), as informações como o conhecimento do artrópode-praga, o nível de controle e uma correta amostragem são aspectos básicos para o Manejo Integrado de Pragas (MIP) desta malvacea.

Para uma correta amostragem é importante definir a unidade amostral, obtida a partir do conhecimento da distribuição vertical da praga na planta. De acordo com a literatura pesquisada, um dos primeiros trabalhos relacionados à distribuição vertical de afídeos, em algodoeiro, foi realizado por Khalifa e El-din (1964 *apud* GONZAGA; RAMALHO; SANTOS, 1991). Segundo os autores, o inseto coloniza preferencialmente as folhas das regiões mediana e inferior da planta, nesta ordem. Posteriormente, Vendramim e Nakano (1981) concluíram que a praga hospeda-se, preferencialmente, nos terços superior e médio da planta. Já, Sterling, Bleicher e Jesus (1983) arbitraram, para fins de manejo, a observação desse hemíptero na região do ponteiro, que foi definido como um conjunto de folhas, caule e brotações que se encontram acima do nó referente ao primeiro botão floral. Gonzaga, Ramalho e Santos (1991) verificaram que a distribuição do pulgão ocorreu em todo o perfil da planta, mas a idade da cultura determina a localização do inseto. Ramalho (1994) recomenda a planta inteira como unidade amostral. De acordo com Fernandes *et al.* (2001), não houve diferença na distribuição vertical do afídeo em três genótipos de algodoeiro avaliados até os 30 dias após a infestação, em condições de laboratório. Para Gallo *et al.* (2002), a unidade de amostragem que deve ser adotada no período crítico desta praga é a região do ponteiro. Santos (2007) arbitra que as amostragens devem ser feitas na folha expandida mais alta da planta. Apesar da fácil localização em campo, a logística da amostragem pode ser comprometida, já que irá demandar muito tempo, uma vez que o autor recomenda a contagem dos pulgões. Araujo (2009) considera que o dossel apical é o melhor local para a amostragem. Por outro lado, Fernandes *et al.* (2011) afirmam que o padrão de distribuição vertical de *A. gossypii* no algodoeiro varia de acordo com a cultivar, idade e região da planta, terços superior, médio e inferior.

A evolução das pesquisas, sobre distribuição vertical de pulgão em algodoeiro, tem demonstrado que, ocorreram poucos avanços, em termos de fundamentos do MIP, ou seja, precisão, rapidez e praticidade. Conforme Silva, Fernandes e Degrande (2005), as informações encontradas na literatura científica são contraditórias, pois, são evidenciados diferentes locais onde a praga coloniza. Tal fato poderá levar a erros na definição da unidade

amostral, já que esta deve estar sempre associada à fenologia da cultura (GONZAGA; RAMALHO; SANTOS, 1991).

Além disto, a maioria dos trabalhos citados condiciona a avaliação da intensidade de ataque à contagem dos indivíduos. Este fato torna o processo lento, por se tratarem de indivíduos pequenos e numerosos, o que pode comprometer a rapidez na decisão de efetuar ou não o controle da praga.

Para diversos fitófagos, sobretudo para aqueles de tamanho diminuto, pesquisas têm apontado que o método da análise binomial, ou método presença-ausência, torna o processo mais rápido, já que leva em conta se o indivíduo está presente ou não, independentemente, do seu número (GOUVEA; BERTOLDO; ALVES, 2007; JONES, 1990; JONES; PARRELLA, 1984; PERRUSO; CASSINO, 1997; WILSON; ROOM, 1983). Uma opção viável seria verificar se há relação entre o número de indivíduos por planta/estrutura e o percentual de plantas/estruturas infestadas. Esta relação já foi estudada para algumas pragas e culturas, como ácaro em mandioca (BONATO; BAUMGÄRTNER; GUTIERREZ, 1995), mosca-branca, ácaros e predadores em algodão (DIEHL; ELLSWORTH, 1995; WILSON *et al.*, 1983; WILSON; GUTIERREZ, 1980), ácaro em limão (JONES; PARRELLA, 1984), traças em couve (SMITH; SHEPARD, 2004) e tripes em ornamentais (WORNER; CHAPMAN, 2000), mas em relação ao pulgão em algodoeiro, não foram encontradas informações.

Diante do exposto, teve-se com o trabalho os seguintes objetivos:

1) Estabelecer uma unidade amostral baseada na distribuição vertical do pulgão *A. gossypii*, no intuito de fornecer subsídios para a elaboração de um plano de amostragem para o manejo do afídeo;

2) Determinar a relação entre o número de colônias do pulgão do algodoeiro e a percentagem de plantas infestadas pela praga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Estudo da unidade amostral para *A. gossypii* em algodoeiro

2.1.1 Localização

Conduziu-se o estudo em área experimental do Departamento de Fitotecnia, Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, Ceará, localizada a 3° 44' de latitude sul e 38° 34' de longitude oeste (Figura 1).



Figura 1. Vista geral da área do experimento com algodoeiro, aos 47 dias após o plantio, no Campus do Pici da UFC. Fortaleza-CE, 2010.

A semeadura ocorreu no dia 30 de março de 2010, utilizando a cultivar de algodoeiro BRS Aroeira. A referida cultivar possui resistência às viroses (EMBRAPA, 2011). A área destinada às avaliações correspondeu a quinze linhas de trinta e quatro metros de comprimento, com um metro entre linhas e vinte centímetros entre plantas, sendo as linhas divididas em seis seguimentos de cinco metros lineares e, apenas um, com quatro metros

lineares, correspondendo a uma área total de 476 m². As parcelas eram delimitadas por fitas náilon e piquetes.

2.1.2 Metodologia de avaliação

As avaliações ocorreram semanalmente, durante o período de 08/05/2010 a 31/05/2010, totalizando quatro avaliações, dos 39 aos 60 dias após o plantio (DAP). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos, representados pelas folhas e 21 repetições. Eram avaliadas as três primeiras folhas totalmente expandidas (ápice para a base), do ramo principal, em dez plantas, ao acaso, nas três fileiras centrais de cada parcela (área útil), o que correspondia a 630 observações.

Para a avaliação, elaborou-se a seguinte escala de notas, que variava de 0 a 3, onde os valores da escala obedeceram a critérios de incremento da densidade populacional, discriminadas a seguir:

Nota “0” – ausência de pulgão;

Nota “1” – a partir de um pulgão áptero ou alado;

Nota “2” – até duas colônias formadas;

Nota “3” – mais de duas colônias formadas.

As notas obtidas pela escala foram transformadas para $\sqrt{x + 0,5}$ e, posteriormente, foram submetidas à análise de variância. Aplicou-se o teste de Tukey para a comparação das médias.

O manejo da área restringiu-se às capinas normais e à adubação conforme a recomendação para a cultura, sem aplicação de inseticida.

2.2 Estudo da relação entre o número de colônias de pulgão por planta e a percentagem de plantas infestadas

2.2.1 Localização

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Lavoura Seca da UFC, em Quixadá-CE, localizada a 4° 59' de latitude sul e 39° 01' de longitude oeste. Procedeu-se a sementeira da cultivar BRS Aroeira no dia 05 de março de 2009, no espaçamento de 0,5 m x 0,5 m (Figura 2). A área foi composta por vinte e cinco parcelas ilhadas ou quadrantes de quatro metros quadrados, compreendendo uma área total de 484 m². O experimento foi conduzido em condições de sequeiro, sob infestação natural.



Figura 2. Detalhe da parcela do experimento com algodoeiro na Fazenda Lavoura Seca da UFC. Quixadá-CE, 2009.

2.2.2 Metodologia de avaliação

As avaliações ocorreram no período de 25/03/2009 a 29/04/2009 (dos 20 aos 55 DAP), com uma frequência semanal. Procederam-se as inspeções, em até 16 plantas de algodoeiro por parcela, onde eram contadas as colônias do *A. gossypii* por planta. Pela literatura, uma colônia de pulgões corresponde a um conjunto que varia de quinze a vinte indivíduos (SILVA *et al.*, 2007; SPRENKEL, 2008). Entretanto, para efeito de contagens, considerou-se a presença de uma fêmea adulta áptera, rodeada de suas ninfas, como representativa de cada colônia.

Embora existam vários modelos matemáticos para relacionar a proporção de plantas/regiões atacadas e o número de indivíduos nesses hospedeiros, como o proposto por Wilson e Room (1983), optou-se pela análise de regressão, a exemplo de Jones e Parrela (1984) e Smith e Shepard (2004), a fim de verificar uma possível relação entre o número de colônias do afídeo por planta e o percentual de plantas infestadas.

Neste estudo utilizou-se, para a análise de regressão, o programa eletrônico Microsoft Office Excel 2010[®].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estudo da unidade amostral para *A. gossypii* em algodoeiro

Em virtude da baixa incidência da praga, observada aos 60 DAP, devido à ação de predadores, optou-se por considerar apenas as análises aos 39, 46 e 53 DAP. Os resultados da análise de variância referente às notas atribuídas ao ataque do *A. gossypii*, nas três primeiras folhas da planta e em três datas de avaliação. Conforme pode ser constatado, o teste F foi significativo ($p < 0,05$) para a variável analisada, demonstrando que houve diferença em todos os períodos estudados. Isto indica que houve distribuição diferencial da praga nas folhas avaliadas.

Tabela 1. Análise de variância referente às notas atribuídas ao pulgão *Aphis gossypii*, em três folhas de algodoeiro e em três avaliações aos 39, 46 e 53 DAP. Fortaleza-CE, 2011.

Causas da variação	GL	Q.M		
		39	46	53
Folha	2	6,1590**	3,2694*	2,8249**
Resíduo	60	0,5369	0,9863	0,3861
Total	62	-	-	-
CV (%)		30,96	40,56	28,64

* Significativa a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). ** Significativa a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), no teste F.

Diante da confirmação da existência de diferença entre folhas para a densidade de pulgões, procedeu-se o teste de médias para discriminá-las (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios da distribuição vertical do pulgão, *Aphis gossypii*, em folhas de algodoeiro herbáceo, segundo escala de notas, para três datas de avaliações. Fortaleza-CE, 2011.

Ordem das folhas no eixo principal	Data de avaliação		
	39	46	53
Primeira	2,94 a ²	2,82 a	2,53 a
Segunda	2,29 b	2,49 ab	2,18 ab
Terceira	1,87 b	2,04 b	1,80 b
Média Geral	2,37	2,45	2,17

1. Para fins de análise, os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

2. As médias na coluna não seguidas da mesma letra diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Levando-se em conta as três datas de avaliação, a primeira folha totalmente expandida do ápice da planta, sempre apresentou a maior densidade de insetos, às vezes, acompanhada das outras.

A definição, arbitrária ou pela pesquisa, de uma unidade amostral para quantificar a densidade de uma população, mediante contagem de indivíduos ou escala de notas tem sido relatada com diferentes propósitos.

Calcagnolo e Sauer (1954) realizaram avaliações de pulgão em algodoeiro através da contagem do número de insetos, com auxílio de lupa, numa área de 5 cm² na quarta folha da planta. O método certamente era bastante demorado, quando comparado ao utilizado por Gonzaga, Ramalho e Santos (1991), que foi por escala de notas. Entretanto, Araujo (2009) considera a contagem como método viável para compor um plano de amostragem dessa praga em algodoeiro. Cabe ressaltar que a amostragem para fins de manejo necessita de rapidez, dentro de limites de precisão aceitáveis, podendo o processo implicar diretamente no aumento de custos para o produtor (PEDIGO; RICE, 2009).

A preferência de localização do *A. gossypii* nas regiões apicais do algodoeiro pode ser explicada pela distribuição diferencial de fotoassimilados na planta, onde a cada estágio fenológico ocorrem alocações direcionadas às regiões de maior demanda (FURTADO; SILVA; BLEICHER, 2007; MULLINS; BURMESTER, 2010), associado, possivelmente, à facilidade encontrada pelos afídeos em inserir seus estiletos para reconhecer e iniciar o processo de alimentação em seu hospedeiro (FERNANDES *et al.*, 2001).

A influência da planta hospedeira no sucesso da colonização de uma espécie de inseto fitófago pode ser medida sob três aspectos gerais: os estímulos que levam o inseto a localizar e escolher a planta, as condições da planta que levam o inseto a iniciar e manter a alimentação, e por último, as características da planta (especialmente do ponto de vista nutricional) que garantem o desenvolvimento do inseto e sua progênie. Por exemplo, a planta pode ou não oferecer os estímulos físicos, morfológicos e químicos necessários à colonização do inseto (POWELL; TOSH; HARDIE, 2006). Entretanto, numa mesma espécie de planta hospedeira, os teores de aminoácidos podem variar de acordo com a região da planta, seu estágio fenológico ou variedade agrônômica (FERNANDES *et al.*, 2001), bem como de fatores abióticos. Estes dois fatores, escolha do hospedeiro (POWELL; TOSH; HARDIE, 2006) e sua aceitação (MULLINS; BURMESTER, 2010) podem ser uma explicação plausível para que, nesta pesquisa, a primeira folha tenha apresentado maior densidade de insetos.

Por outro lado, considerar a divisão do algodoeiro em estratos (*e. g.*, superior, mediano e inferior) para fins de manejo, conforme visto em algumas pesquisas

(FERNANDES *et al.*, 2011; SILVA; FERNANDES; DEGRANDE, 2005), pode causar confusão entre avaliadores, e nem sempre ser praticável para todos os estádios de desenvolvimento da cultura. Dessa forma, a proposta de se tomar a primeira folha completamente expandida, como unidade amostral, possui uma maior viabilidade de utilização, já que é de fácil visualização e acesso às plantas em campo.

3.2 Estudo de uma possível relação entre o número de colônias e o percentual de plantas atacadas

Nesta pesquisa, os resultados oriundos das avaliações, do número de colônias de pulgões em relação ao percentual de plantas infestadas, estão expressos na figura 3.

Observa-se que o ajuste ao modelo linear, avaliado pela análise da regressão entre a proporção de plantas infestadas estimadas e observadas foi significativo ($p < 0,01$), e explica em quase 97% a variação do modelo indicando que, a proporção de plantas infestadas estimadas pode ser usada como indicador do número de colônias de pulgão por planta.

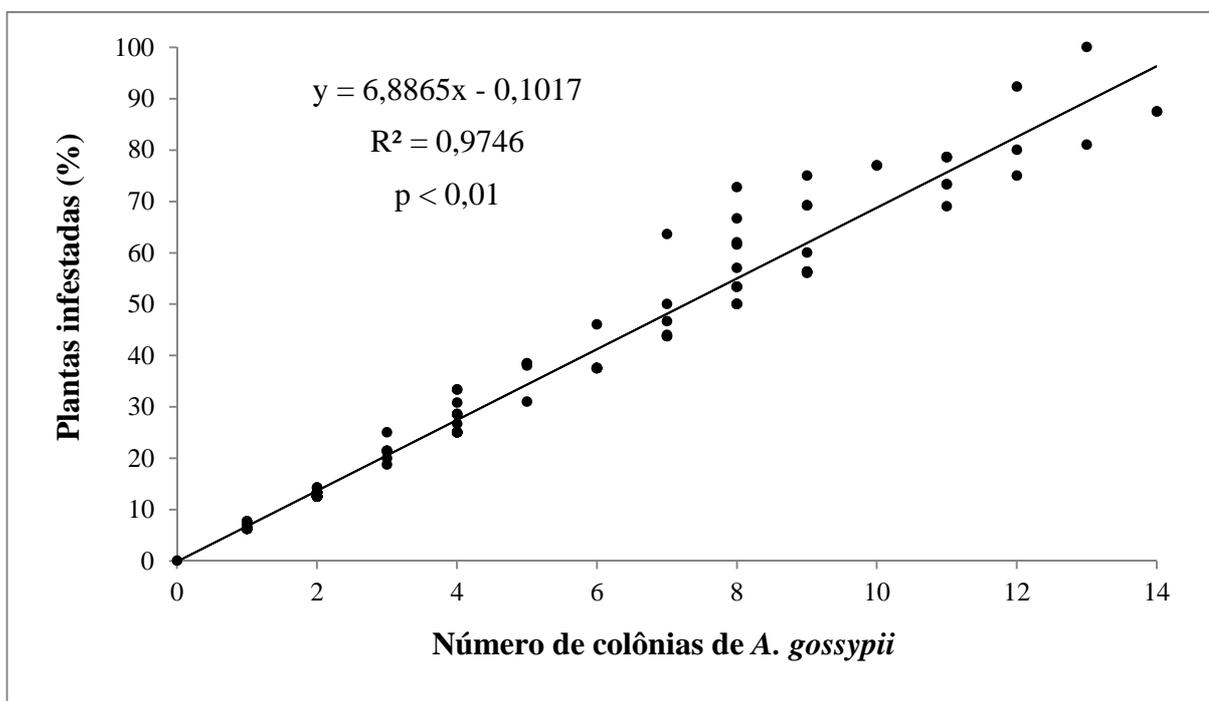


Figura 3. Relação entre o número de colônias de *Aphis gossypii* (eixo X) e a porcentagem de plantas de algodão atacadas (eixo Y). Quixadá, CE. 2009.

Para a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em algodoeiro, no Arizona-EUA, o índice de infestação considerado para efeito de controle, através do método binomial (presença/ausência) foi de cinco adultos por folha, o que correspondeu a cerca de 60% de

folhas infestadas, com 96% de chance de acerto quanto ao método adotado (DIEHL; ELLSWORTH, 1995). Para o ácaro *Oligonychus yortesi*, em erva-mate, foram requeridas vinte amostras quando a densidade média da praga atingiu 25 indivíduos por folha, considerando um nível de 10% de precisão (GOUVEA; BERTOLDO; ALVES, 2007). Os autores avaliaram como sendo de grande potencial para aplicação no manejo do acarino.

No manejo de *A. gossypii*, para cultivares resistentes, são considerados níveis de controle 30 a 70% de plantas infestadas (ALMEIDA; SILVA, 1999; DEGRANDE, 1998; SANTOS, 1999; SANTOS, 2007), o que corresponderia a 4,3 e 10,2 colônias de *A. gossypii*, por planta. Por outro lado, foi verificado por Calcagnolo e Sauer (1954) que uma densidade média de 10,72 afídeos/cm² de folha, ou um total de 75,07 afídeos/cm², durante 49 dias, reduziram a produção em 44,1%. Da mesma forma, estes autores verificaram que, em média 4,4 pulgões/cm², ou o acumulado de 30,81 afídeos/cm², no mesmo período, causaram um decréscimo de 16,5% na produção.

O modelo obtido, pelo presente estudo, pode direcionar a tomada de decisão para efeitos de adoção de medidas de controle do pulgão do algodoeiro, inclusive podendo ser associado ao processo de amostragem sequencial da praga nesta cultura.

Considerando-se os resultados aqui relatados, pode-se orientar melhor os avaliadores, definindo-se a primeira folha totalmente expandida do ápice, como unidade amostral. O tempo gasto na amostragem pode ser diminuído utilizando-se escala de notas, em vez de contagem de indivíduos, que são muitos e diminutos. E, por fim, utilizar a relação existente entre o número de colônias e o percentual de plantas atacadas favoreceria uma maior agilidade às decisões de manejo desta praga.

4 CONCLUSÃO

1. A unidade amostral para o pulgão do algodoeiro *A. gossypii* é a primeira folha totalmente expandida, a partir do ápice.
2. A relação entre o número de colônias e o percentual de plantas atacadas é dada pelo modelo linear.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, E.; MORAES, J. C.; ANTONIO, A. Efeito de indutores da resistência e cultivares de algodão no comportamento de *Aphis gossypii*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 619-624, out-dez. 2010.

ALMEIDA, R. P.; SILVA, C. A. D. Manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. v.1. Brasília: Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 315-360.

ARAUJO, L. H. A. **Novos sistemas de tomada de decisão a serem usados no manejo do pulgão *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Hemiptera: Aphididae) na cultura do algodoeiro**. 2009. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2009.

BLEICHER, E. Manejo integrado das pragas do algodoeiro. In: CROCOMO, W.B. (Org.). **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: CETESB, 1990. p. 271-29.

BLEICHER, E.; MELO, A. B. P.; JESUS, F. M. M.; FERRAZ, C. T. Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodoeiro herbáceo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 1, p. 116-121. 1983.

BONATO, O.; BAUMGÄRTNER, J.; GUTIERREZ, J. Sampling plans for *Mononychellus progresivus* and *Oligonychus gossypii* (Acari: Tetranychidae) on cassava in Africa. **Journal of Economic Entomology**, v. 88, n.5, p. 1296-1300. 1995.

CALCAGNOLO, G.; SAUER, H. F. G. A influência do ataque dos pulgões na produção do algodão (*Aphis gossypii*, Glover 1876, Hom. Aphididae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 21, p. 85-89. 1954.

CPMG. **Cotton pest management guide 2011/2012**. Disponível em: http://www.crdc.com.au/emags/PMG10_11/>. Acesso em: 25 out. 2011.

DEGRANDE, P. E. **Guia prático de controle das pragas do algodoeiro**. Dourados: UFMS, 1998. 60 p.

DIEHL, J.; ELLSWORTH, P. **Whiteflies in Arizona: evaluation of sampling plans**. Series n. 3. (Revised). Cooperative Extension, University of Arizona, Maricopa. 1995.

EMBRAPA. **Cultivar BRS Aroeira**. Disponível em:

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/428052/1/FolderBRSAroeira2ed.pdf>>.

Acesso em: 18 out. 2011.

FERNANDES, A. M. V.; FARIAS, A. M. I.; SOARES, M. M. M.; VASCONCELOS, S. D. Desenvolvimento do pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em três cultivares de algodão herbáceo *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p. 467-470. 2001.

FERNANDES, F. S.; RAMALHO, F. S.; NASCIMENTO JUNIOR, J. L.; MALAQUIAS, J. B.; NASCIMENTO, A. R. B., SILVA, C. A. D; ZANUNCIO, J. C. Within-plant distribution of cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), in Bt and non-Bt cotton fields. **Bulletin of Entomological Research**, v. 102, p. 1-9. 2011.

FURTADO, R. F.; SILVA, F. P., LAVOR, M. T. F. C.; BLEICHER, E. Susceptibilidade de cultivares de *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch a *Aphis gossypii* Glover. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 03, p. 461-464. 2009.

FURTADO, R. F.; SILVA, F. P.; BLEICHER, E. Flutuação populacional de pulgão e cochonilha em cultivares diferentes de algodoeiro herbáceo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.3, p. 264-269, jul./set. 2007.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, vol. 10, FEALQ, Piracicaba, 2002. 920 p.

GONZAGA, J. V; RAMALHO, F. S.; SANTOS, W. J. Distribuição do *Aphis gossypii* no algodoeiro nos sistemas de plantio solteiro e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 1839-1844. 1991.

GOUVEA, A.; BERTOLDO, A.; ALVES, L. F. A. Plano de amostragem presença-ausência para *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) na cultura da erva-mate. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 583-586. 2007.

JONES, V. P. Sampling and dispersion of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and the western orchard predatory mite (Acari: Phytoseiidae) on tart cherry. **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 4, p. 1376-1380. 1980.

JONES, V. P; PARRELLA, M. P. Presence-absence sampling of citrus red mite on lemons in southern California. **California Agriculture**, v. 38, n. 9, p. 30-32. 1984.

MICHELOTTO, M. D.; SILVA, R. A.; CHAGAS FILHO, N. R.; BUSOLI, A. C. Impacto de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) NA CULTURA DO algodoeiro. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 6, dez. 2004.

MIRANDA, J. E. **Manejo Integrado de Pragas do algodoeiro no Cerrado Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Circular Técnica, 98).

MULLINS, G. L.; BURMESTER, C. H. Relation of growth and development to mineral nutrition. In: STEWART, J. MsD.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. (Ed.). **Physiology of cotton**. New York, Elsevier, 2010. 563p.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. (Ed.) New Jersey: Upper Saddle River, 2009. 784 p.

PERRUSO, J. C.; CASSINO, P. C. R. Plano de amostragem presença-ausência para *Selenaspilus articulatus* (Morg.) (Homoptera: Diaspididae) na cultura da laranja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 321-326. 1997.

PESSOA, L. G.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F.; SILVA, M. G. Aspectos da biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em quatro cultivares de algodoeiro em laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 06, p. 1235-1239. 2004.

POWELL, G.; TOSH, C. R.; HARDIE, J. Host plant selection by aphids: behavioral, evolutionary, and applied perspectives. **Annual review of entomology**, v. 51, p. 309-330. 2006.

RAMALHO, F. S. Cotton pest management: part 4. A Brazilian Perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 563-678. 1994.

SANTOS, K. B; NEVES, P. M. J.; SANTOS, W. J. Resistência de cultivares de algodoeiro ao vírus do mosaico das nervuras transmitido pelo pulgão *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 481-486. 2004.

SANTOS, W. J. 1999. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro, In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. (Eds.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1999. p. 134-179.

SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 2007. p. 403-478.

SILVA, A. M.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E. Distribuição vertical de pulgões *Aphis gossypii* (Glover, 1877) em plantas de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 5., Salvador-BA, 2005. **Anais...** CD-ROM.

SILVA, A. M.; SALOMÃO, J. L.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E. Distribuição espacial de pulgões *Aphis gossypii* (Glover, 1877) em plantas de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., Uberlândia-MG, 2007. **Anais...** CD-ROM.

SMITH, J. P.; SHEPARD, B. M. A binomial sequential sampling plan using a composite threshold for caterpillar management in fresh market collard. **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, v. 21, n. 3, p. 171-184. 2004.

SPRENKEL, R. K. **Cotton Pest Monitoring Manual for Florida**. University of Florida, IFAS Extension. ENY-830. 2008. 24p.

STERLING, W. L.; BLEICHER, E.; JESUS, F. M. M. Um programa de manejo integrado para insetos do algodoeiro no Nordeste do Brasil utilizando amostragem sequencial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 1, p. 84-98. 1983.

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Manejo das principais doenças do algodoeiro no cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 2007. p. 479-521.

TAKIMOTO, J. K.; QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; SOUZA-DIAS, J. A. C.; CIA, E. Alterações anatômicas em algodoeiro infectado pelo vírus da doença azul. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.109-116. 2009.

VENDRAMIM, J. D.; NAKANO, O. Distribuição de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera: Aphididae) em plantas de algodão. **Poliagro**, Bandeirantes, v. 3, p. 1-7. 1981.

WILSON, L. T.; GONZALEZ, D.; LEIGH, T. F.; MAGGI, V.; FORISTIERI, C.; GODDELL, P. Within-plant distribution of spider mites (Acari: Tetranychidae) on cotton: a developing implementable monitoring program. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 12, n. 1, p. 128-134. 1983.

WILSON, L. T.; GUTIERREZ, A. P. Within-plant distribution of predators on cotton: comments on sampling and predator efficiencies. **Hilgardia**, v. 48, n. 2, feb. 1980.

WILSON, L. T.; ROOM, P. M. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton, with implications for binomial sampling. **Environmental Entomology**, v. 12, p. 50-54. 1983.

WORNER, S. P.; CHAPMAN, R. B. Analysis of binomial sampling data for estimating thrips densities on ornamental plants. **New Zealand Plant Protection**, v. 53, p. 190-193. 2000.

CAPÍTULO III

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PULGÃO *Aphis gossypii* GLOVER E ALGUNS PREDADORES EM ALGODOEIRO E CÁLCULO DO NÚMERO DE AMOSTRAS

RESUMO

O conhecimento da distribuição espacial de pragas, em algodoeiro pode levar a informações importantes, para a elaboração de planos de amostragens, com foco no Manejo Integrado de Pragas (MIP). Com o objetivo de estudar a distribuição espacial do pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), bem como estabelecer o número de amostras necessárias para aplicação em MIP, realizou-se o presente estudo em duas áreas (Área I e Área II) durante os anos de 2009 e 2010, nos Municípios de Quixadá-CE e Fortaleza-CE, respectivamente. Na primeira área utilizou-se 20 parcelas ilhadas de 2m x 2m, contendo até 16 plantas da cultivar BRS Aroeira. Nestas parcelas avaliou-se o número de colônias de pulgões em 11 plantas disponíveis, semanalmente. Na segunda área utilizou-se a mesma cultivar em uma área contendo 21 parcelas contíguas de cinco linhas, com cinco metros de comprimento, tendo as três últimas quatro metros. Para este estudo, a avaliação foi realizada por meio de escala de notas, e a unidade amostral compreendeu as três primeiras folhas do ápice, completamente expandidas, avaliando-se a partir do ápice. Os inimigos naturais foram avaliados na planta toda. Os índices de agregação utilizados foram: razão variância média (I), índice de Morisita (I_{δ}), coeficiente de Green (Cx) e expoente k da distribuição Binomial Negativa. A partir dos dados obtidos pelos índices de agregação, verificou-se que o *A. gossypii* e os inimigos naturais avaliados possuem distribuição agregada. O modelo matemático que melhor explicou a dispersão, tanto do pulgão quanto dos predadores, foi o da binomial negativa. O número de amostras de *A. gossypii* sugeridas para o MIP do algodoeiro foi cinquenta, tomando-se como unidade amostral a primeira folha expandida, a partir do ápice.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*. Pulgão do algodoeiro. Distribuição de insetos. Amostragem.

**SPATIAL DISTRIBUTION OF *Aphis gossypii* GLOVER AND SOME PREDATORS
ON COTTON AND SAMPLE SIZE**

ABSTRACT

Knowledge on cotton pest spatial distribution may lead to important facts to design sampling plans focused on integrated pest management (IPM). With the aim to study aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) spatial distribution as well as establish the sampling number to be used on IPM program, this work was performed on two experimental areas (I and II) during the years of 2009 and 2010 at Quixadá and Fortaleza counties, respectively. On the first area the BRS Aroeira cultivar was planted in 20 isolated, 2 x 2m, plots containing up to 16 plants. On these plots the number of aphid colonies was counted on eleven whole plants, at a weekly basis. On the second area the same cotton cultivar was used on 21 contiguous plots of five rows of 5m with the exception of the tree last ones of four metres long. In this study evaluation was done using a score scale on the upper tree completely expanded leaves. Natural enemy, in this area, was counted on the whole plant. The following dispersion indexes were used: variance/mean ratio (I), Morisita Index (I_{δ}), Green Coefficient (Cx) and k exponent of the negative binomial distribution. Based on these indexes it was observed that aphid and its natural enemies followed the aggregation distribution patterns. The mathematical model that best describe this distribution, for aphid and its predators, was the negative binomial. The sample number suggested to be used in IPM was fifty using as a sampling unit the upper first completely expanded leaf.

Keywords: *Gossypium hirsutum*. Cotton aphids. Insect distribution. Sampling.

1 INTRODUÇÃO

O agroecossistema algodoeiro inclui ampla variedade de artrópodes, e os levantamentos dessa fauna na cultura, realizados mundialmente, indicam que o número de espécies encontradas pode variar desde algumas poucas centenas a mais de mil (HEARN; FITT, 1992; LUTTRELL *et al.*, 1994). Entretanto, deste universo, podem ocorrer pragas, primárias ou chaves, secundárias e ocasionais, além de inimigos naturais que podem ser especializados ou não. Na maioria dos cultivos de algodoeiro no Brasil, podem ser encontradas cerca de uma dezena de artrópodes-pragas causando prejuízos significativos à cultura (BLEICHER, 1990; DEGRANDE, 1998).

Dentre as pragas primárias desta malvácea, o pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), notadamente, merece destaque por seus danos diretos e indiretos à planta. Diretamente, pela sucção contínua da seiva e injeção de toxinas. Indiretamente, por causar a formação da mela, a qual interfere na fotossíntese e nas trocas gasosas da planta, em decorrência do desenvolvimento de fungos (*Capnodium* spp.), comumente conhecidos por fumagina. Quando a ocorrência da praga chega à fase de abertura dos capulhos, os prejuízos decorrem da perda de qualidade das fibras, pela formação do chamado “algodão caramelizado” (MIRANDA, 2006). O afídeo é vetor de dois agentes etiológicos que causam viroses no algodoeiro, o vermelhão e o mosaico das nervuras ou “doença azul” (MICHELOTTO; BUSOLI, 2007; MIRANDA; SUASSUNA, 2004). Segundo Calcagnolo e Sauer (1954), a não adoção de medidas de controle da praga conduz a perdas de 44% na produção. Estima-se que, quando o ataque ocorre até os 60 dias após o plantio, há uma perda de 24% de peso do algodão em caroço, além de atraso no desenvolvimento da cultura (VENDRAMIM; NAKANO, 1981). Se for considerada a depreciação das fibras provocada pela mela, estas estimativas certamente serão superiores.

É apenas através de um planejamento racional para o controle de pragas, baseado em amostragens periódicas, que se pode evitar o aumento do custo de produção devido às excessivas aplicações de inseticidas. Portanto, o conhecimento da distribuição da praga é ferramenta importante para definir um plano de amostragem aplicável ao Manejo Integrado de Pragas (MIP) (BARBOSA; PERECIN, 1982; KOGAN; HERZOG, 1980; LIU *et al.*, 2002; MARTINS *et al.*, 2010). Assim, é possível direcionar as amostragens, otimizando o processo (KUNO, 1991), e obter um valor aproximado da densidade populacional, de forma que sejam adotadas medidas de ação ou não ação, inclusive, considerando a presença de inimigos naturais, conforme mencionam Guerreiro *et al.* (2005).

Segundo Elliot (1977), em uma população, os indivíduos podem estar espacialmente distribuídos de três formas, de acordo com a relação entre dois parâmetros, a variância (σ^2) e a média aritmética (μ). De acordo com a classificação do autor, uma distribuição é aleatória ou ao acaso, quando a variância se iguala a média; regular ou uniforme, quando a variância é menor do que a média; e, contagiosa ou agregada quando a variância é maior que a média.

Apesar da importância do entendimento do aspecto matemático das distribuições de insetos, a biologia, a ecologia e o comportamento, bem como, as interações tritróficas nos agroecossistemas avaliados, devem ser levadas em consideração na interpretação dos modelos. Isto porque, de acordo com Naseri, Fathipour e Talebi (2009), o padrão de distribuição espacial é uma característica intrínseca da espécie, e os resultados da interação entre os insetos e o seu hábitat podem, conseqüentemente, refletir nas características comportamentais destes.

Diversos estudos sobre distribuição espacial de fitófagos têm sido constatados na literatura para várias culturas (FARIAS; BARBOSA; BUSOLI, 2001; MARTINS *et al.*, 2010; MARUYAMA; BARBOSA; TOSCANO, 2006; NASERI; FATHIPOUR; TALEBI, 2009; PEREIRA; BOIÇA JR.; BARBOSA, 2004; TOLEDO; BARBOSA; YAMAMOTO, 2006), entretanto, em uma proporção superior àqueles relacionados aos seus inimigos naturais (GUERREIRO *et al.*, 2005; MGOCKEKI; ADDISON, 2010; RHAMANI; FATHIPOUR; KAMALI, 2010). Segundo Ferguson *et al.* (2003), de posse das informações sobre o arranjo espacial, tanto de pragas, como de seus agentes naturais de controle, é possível minimizar o uso de inseticidas, ou mesmo, direcionar e planejar as aplicações desses produtos para o alvo biológico, preservando a fauna benéfica e minimizando custos de produção.

Com relação à cultura do algodoeiro, alguns autores têm conduzido estudos relativos à distribuição espacial de algumas pragas, inclusive, o pulgão *A. gossypii*, demonstrando que o padrão de distribuição é agregada ou contagiosa (AFSHARI; SOLEIMAN-NEGADIAN; SHISHEBOR, 2009; RODRIGUES; FERNANDES; SANTOS, 2010; SILVA *et al.* 2007). Entretanto, estes estudos não estão associados aos inimigos naturais. Outro fator importante, e que depende da distribuição espacial do inseto, é o número de amostras para avaliar a densidade populacional.

Para Southwood (1966), o número total de amostras depende do grau de precisão requerida. Relativamente, ao número de amostras para o MIP, os aspectos fundamentais a serem considerados dizem respeito ao custo e à precisão da amostragem (PEDIGO; RICE, 2009; SOUTHWOOD; HENDERSON, 2000). Para a cultura da soja, existem estudos

relacionando o custo à precisão da amostragem (MARSTON *et al.*, 1976; PEDIGO *et al.*, 1972), no entanto, para a cultura do algodoeiro e, especificamente, para o *A. gossypii*, são escassas as informações relacionadas ao assunto.

Considerando a importância do aprimoramento do conhecimento sobre a distribuição espacial de pragas, objetivou-se com esta pesquisa estudar a dinâmica da distribuição do pulgão, *A. gossypii*, e alguns inimigos naturais associados, em cultivo de algodoeiro herbáceo, sob duas disposições de parcelas e duas metodologias de amostragem, bem como estabelecer o número de amostras para fins de MIP.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e instalação das áreas

O trabalho constou de dois experimentos, conduzidos nos anos de 2009 e 2010. O primeiro trabalho (Área I) foi conduzido na Fazenda Lavoura Seca, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Quixadá-CE. A área encontra-se localizada a 04° 59' de latitude sul e 39° 01' de longitude oeste. O segundo estudo (Área II) foi realizado no setor experimental do Departamento de Fitotecnia, no Campus do Pici da UFC, em Fortaleza-CE, localizado a 03° 44' de latitude sul e 38° 34' de longitude oeste. As áreas I e II possuem a classificação, segundo Köppen, tipo BsH (semi-árido) e tipo Aw' (clima tropical chuvoso), respectivamente. As temperaturas e precipitações médias anuais estão em torno de 27°C e 818 mm, para Quixadá, e 26°C e 1600 mm, para Fortaleza.

A Área I foi instalada no dia 05 de março de 2009, utilizando-se a cultivar BRS Aroeira, onde as plantas eram dispostas num espaçamento de 0,5 m x 0,5 m, correspondendo a 25 parcelas ilhadas de dimensões de 2 m x 2 m, das quais foram utilizadas 20 (Figura 4). Nas cinco parcelas não avaliadas houve uma interferência. Cada parcela distava entre si de 3 m com produtos químicos, que poderia interferir nos resultados. No total, a área do experimento possuía 484 m².



Figura 4. Detalhe da parcela do experimento da Área I, com planta da cultivar de algodoeiro BRS Aroeira, na Fazenda Lavoura Seca da UFC, em Quixadá, CE, 2009. (Foto: J. G. L. Moraes).

Para os dois experimentos, realizaram-se os tratamentos culturais recomendados para a cultura, como adubação e capinas, porém, não foi empregado nenhum controle químico para as pragas nas parcelas avaliadas.

A Área II foi instalada em 30 de março de 2010, sendo composta de 15 linhas contínuas de algodoeiro com 34 m de comprimento, com o espaçamento de 1 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, totalizando uma área de 476 m². Cada parcela continha 5 linhas, sendo seis seguimentos de cinco metros lineares e um de quatro metros lineares (Figura 5). Utilizou-se a mesma cultivar do experimento anterior.



Figura 5. Vista geral da Área II, com algodoeiro herbáceo, cultivar BRS Aroeira, aos 46 dias após o plantio, para o estudo da distribuição espacial do *A. gossypii*. Fortaleza, 2010 (Foto: J. G. L. Moraes).

2.2 Avaliações

Na Área I, no dia 25/03/2009, foram iniciadas as avaliações. A partir desta data, semanalmente, em cada parcela, avaliava-se em 11 plantas, o número de colônias do pulgão, na planta inteira. Eram consideradas como colônias as fêmeas adultas rodeadas de suas ninfas. No total, foram realizadas seis avaliações (20 DAP, 27 DAP, 34 DAP, 41 DAP, 48 DAP, 55 DAP), cada uma totalizando 220 plantas amostradas nas vinte parcelas.

Para a Área II, no dia 08/05/2010, iniciaram-se as avaliações semanais que, ao todo perfizeram quatro (39 DAP, 46 DAP, 53 DAP, 60 DAP). Foram realizadas as inspeções, em 10 plantas por parcela, escolhidas aleatoriamente, totalizando 210 plantas amostradas. Em cada planta, observavam-se as três primeiras folhas, a partir do ápice, completamente expandida, atribuindo uma nota, em uma escala que variava de 0 a 3. A escala obedecia a seguinte graduação para densidade de indivíduos: 0 – ausência do pulgão; 1 – a partir de um indivíduo (áptero ou alado); 2 – até duas colônias formadas; e 3 – mais de duas colônias formadas. Para fins de análise, os escores de cada folha na planta foram somados.

Em seguida foi avaliada a presença e a quantidade de inimigos naturais, em toda a planta de algodoeiro, e anotado o somatório para cada tipo de indivíduo presente. Foram avaliados larvas e adultos de Coccinellidae, larvas de Syrphidae e Araneae.

2.3 Índices de Agregação

Os índices de agregação utilizados para se verificar o grau de aleatoriedade da ocorrência de *A. gossypii* em algodoeiro e seus inimigos naturais, foram:

2.3.1 Razão Variância/Média (*I*)

É o índice mais comum, também chamado de índice de dispersão (MARTINS *et al.*, 2010). O teste é baseado na relação entre a variância e a média em uma distribuição de Poisson (ELLIOTT, 1977), pois quanto mais esse índice se aproxima da unidade, mais ele se ajusta a essa distribuição. De acordo com Rabinovich (1980), valores iguais à unidade indicam uma disposição espacial ao acaso ou aleatoriedade, menores que a unidade indicam uma disposição espacial regular, ou, uniforme e, quando significativamente maiores, indicam uma disposição agregada ou contagiosa.

$$I = \frac{S^2}{m}$$

Onde, s^2 = variância amostral e m = média amostral.

O teste de afastamento da aleatoriedade será obtido por rejeitar a aleatoriedade se:

$$\chi^2 = I \cdot (N - 1) \geq \chi^2_{(N-1, \alpha)}$$

Ou se,

$$|d| = \left| \sqrt{2x^2} - \sqrt{2v - 1} \right| \geq Z_\alpha$$

Onde, I = valor do índice de dispersão; N = número total de unidades; $g.l$ = graus de liberdade; $v = N - 1$ graus de liberdade; χ^2 = valor da estatística do qui-quadrado calculado;

$Z\alpha$ = valor da normal padrão ao nível α de probabilidade; $\chi^2 (N - 1 \text{ gl}, \alpha)$ = qui-quadrado tabelado.

2.3.2 Índice de Morisita (I_δ)

Índice proposto por Morisita (1962), sendo independente da média amostral e do total de indivíduos da amostra, mas é rigorosamente afetado pelo tamanho da amostra para máxima regularidade e máxima contagiosidade (RODRIGUES; FERNANDES; SANTOS, 2010). É bastante utilizado em estudos entomológicos (KIANPOUR *et al.*, 2010). O índice de Morisita (I_δ) igual a unidade indica uma distribuição aleatória, maior que a unidade, uma distribuição contagiosa e, é regular, para valores menores que 1.

$$I_\delta = \frac{N \left(\sum_{i=1}^N x_i^2 - \sum_{i=1}^N x_i \right)}{\left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2 - \sum_{i=1}^N x_i}$$

Onde: N = tamanho da amostra, x_i = número de insetos na unidade i -ésima unidade amostral. O teste de aleatoriedade é dado por:

$$\chi_\delta^2 > \chi_{(N-1 \text{ gl}, \alpha)}^2$$

Se $\chi_\delta^2 \geq \chi_{(N-1 \text{ gl}, 0,05)}^2$, rejeita-se a hipótese de aleatoriedade da distribuição.

Onde: g.l. = graus de liberdade.

2.3.4 Índice de Green (C_x)

O índice de GREEN (1966) baseia-se na relação variância/média, sendo independente de n , m e $\sum X_i$ (RHAMANI; FATHIPOUR; KAMALI, 2010). Este índice é, portanto, aceitável para comparações contagiosas, e varia de 0 para distribuições aleatórias até 1 para máximo contato.

$$C_x = \frac{\left(\frac{s^2}{m}\right) - 1}{\sum X - 1}$$

Onde, s^2 = variância amostral e m = média amostral.

O afastamento da aleatoriedade foi testado pela expressão:

$$C_{x,(1-\alpha)} = \frac{\left(\frac{\chi^2_{(1-\alpha)}}{(N-1)} \right) - 1}{N \times m - 1}$$

Onde: $\chi^2_{(1-\alpha)}$ = valor do qui-quadrado com N-1 graus de liberdade e um nível α de significância; N = número total de unidades amostrais; m = média amostral.

Quando C_x é superior ao valor de $C_{x,(1-\alpha)}$, rejeita-se a aleatoriedade.

A classificação do tipo de agregação é a seguinte: $C_x = 0$ – distribuição aleatória ou ao acaso; $C_x > 0$ – distribuição agregada e $C_x < 0$ – distribuição regular ou uniforme.

2.3.5 Expoente k da Binomial Negativa (Método dos Momentos)

A estimativa de k pelo método dos momentos (ANSCOMBE, 1950), é obtida, igualando os dois primeiros momentos da distribuição às suas estimativas amostrais (GUERREIRO *et al.*, 2005).

A distribuição espacial para este índice segundo Elliott (1977) é dada por: $k < 0$ – distribuição regular ou uniforme; $0 \leq k \leq 2$ – distribuição altamente agregada; $2 < k \leq 8$ – distribuição moderadamente agregada e $k > 8$ – distribuição aleatória ou ao acaso.

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

Onde, s^2 = variância amostral e m = média amostral.

Estes índices de agregação sugerem uma tendência do tipo de dispersão. Devido a este fato, são usados vários índices. A confirmação do tipo de distribuição ocorre apenas com o conhecimento das distribuições teóricas de frequência dos números de indivíduos (BARBOSA, 1992). A seguir, será informado o modelo matemático das distribuições teóricas de frequência usadas para a validação do estudo.

2.4 Distribuições teóricas de frequência

2.4.1 Distribuição de Poisson

A distribuição de Poisson, também conhecida como distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual a média ($\sigma^2 = \mu$), sendo estimada por s^2 e m . É um teste aceitável para verificar a aleatoriedade da população.

As fórmulas recorrentes, para o cálculo da série de probabilidades, são dadas por Johnson e Kotz (1969):

$$P_{(0)} = e^{-m}$$

$$P_{(X)} = \frac{m}{X} \cdot P_{(X-1)}, \text{ para } X = 1, 2, 3, \dots;$$

Onde:

$P(x)$ = probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade amostral;

e = base do logaritmo neperiano (2, 718282...); m = média amostral, $X = 1, 2, 3, \dots$

2.4.2 Distribuição Binomial Negativa

Essa distribuição se caracteriza por apresentar a variância maior do que a média ($s^2 > m$) e possuem dois parâmetros, a média amostral (m) e o parâmetro k ($k > 0$) (FARIAS; BARBOSA; BUSOLI, 2001; TOLEDO *et al.*, 2006). As probabilidades serão calculadas pelas fórmulas recorrentes dadas por Johnson e Kotz (1969):

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

$$P(X) = \frac{k + X - 1}{X} \cdot \left(\frac{m}{m + k}\right) \cdot P(X - 1)$$

2.5 Testes de ajuste das distribuições teóricas de frequência aos dados observados

O ajuste das distribuições de frequência será verificado através do teste Qui-quadrado de aderência (χ^2), que consiste em comparar as frequências observadas com as frequências esperadas pela distribuição. O valor da estatística do teste é dado por:

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

Onde:

N_c = número de classes da distribuição de frequências; FO_i = frequência observada na i -ésima classe; FE_i = frequência esperada na i -ésima classe.

Fixou-se, para a realização deste teste, uma frequência esperada mínima igual a 1. O número de graus de liberdade associado à estatística χ^2 foram determinados por:

$$GL = N_c - N_p - 1$$

Onde:

GL = número de graus de liberdade, N_c = número de classes da distribuição de frequências e N_p = número de parâmetros estimados na amostra para o cálculo da distribuição.

O valor de χ^2 foi comparado com o valor de $\chi^2_{(n-1 \text{ g.l.}, \alpha=0,05)}$, rejeitando-se o ajuste à distribuição estudada, se $\chi^2 \geq \chi^2_{(n-1 \text{ g.l.}, \alpha)}$.

2.6 Número de amostras (N)

A recomendação do número de amostras para o pulgão *A. gossypii* em algodoeiro, com o nível de até 25% de precisão (D) para aplicação no MIP, foi baseada em duas metodologias. Através da binomial negativa, sugerida por Kogan e Herzog (1980), e, através da Variação Relativa (VR), recomendada por Pedigo e Rice (2009).

2.6.1 Cálculo de N segundo Kogan e Herzog (1980)

Levando-se em consideração a distribuição agregada dos insetos, tem-se que:

$$N = \left[\frac{1}{x} + \left(\frac{1}{k} \right)^2 \right] \times \frac{t^2}{D^2}$$

Onde:

k = expoente da binomial negativa; x = número de indivíduos das amostras;

D = nível de precisão considerado (0,25); t = valor do teste t para $P = \alpha$, que neste caso foi 5%.

2.6.2 Cálculo de N com base na VR de 25% (SHOUTHWOOD; HENDERSON, 2000)

Para a obtenção do número de amostras, adotou-se a seguinte fórmula:

$$VR = \frac{s_x}{m} \times 100$$

Onde:

VR = variação relativa; s_x = erro padrão da média e m – média amostral.

Através desta metodologia, foram realizados os cálculos de s_x e m , com base em incrementos crescentes de 5% de VR , até que fosse atingido um valor igual ou inferior a 25%.

Todos os cálculos foram realizados através do programa eletrônico Microsoft Office Excel 2010[®].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índices de dispersão

Na tabela 3 encontram-se os resultados referentes à aplicação dos índices de dispersão. Tais resultados foram confirmados através do teste de afastamento da aleatoriedade, sendo os mesmos altamente significativos ($p < 0,01$) em sua maioria.

As avaliações realizadas tanto em Quixadá, como em Fortaleza, utilizando-se, respectivamente, a metodologia da contagem direta dos pulgões e a escala de notas, foram capazes de chegar às mesmas informações sobre a tendência do padrão de distribuição do *A. gossypii*.

Tabela 3. Média, variância, razão variância/média (I), índice de Morisita (I_{δ}), expoente k da binomial negativa (k) e coeficiente de Green (C_x) para distribuição espacial de *Aphis gossypii* e alguns de seus inimigos naturais (IN), em algodoeiro herbáceo. Fortaleza, 2011.

Local/Alvo	DAP ¹	Média	Variância	I	I_{δ}	k	C_x	
Quixadá ²	Pulgão Soma	20	0,223	0,43	1,9289 **	5,24 **	0,240 ^{AAG}	0,01935 **
		27	0,291	1,61	5,5468 **	16,81 **	0,064 ^{AAG}	0,07217 **
		34	0,945	25,59	27,0622 **	28,57 **	0,036 ^{AAG}	0,12590 **
		41	3,755	90,67	24,1494 **	7,15 **	0,162 ^{AAG}	0,02806 **
		48	10,068	203,55	20,2174 **	2,90 **	0,524 ^{AAG}	0,00868 **
		55	3,773	41,64	11,0365 **	3,65 **	0,376 ^{AAG}	0,01211 **
Fortaleza ³	Pulgão Notas	39	1,752	3,02	1,7232 **	1,41 **	2,42 ^{AGM}	0,00197 **
		46	1,933	3,89	2,0122 **	1,52 **	1,91 ^{AAG}	0,00250 **
		53	1,400	1,73	1,2386 **	1,17 **	5,87 ^{AGM}	0,00081 *
		60	0,100	0,90	0,9043 ns	0 ns	-1,05 ^{UN}	-0,00478 ns
	IN Soma	39	0,224	0,20	0,9082 ns	0,58 ns	-2,437 ^{UN}	-0,00200 ns
		46	0,429	0,76	1,7799 **	2,83 **	0,550 ^{AAG}	0,00876 **
		53	1,462	4,79	3,2736 **	2,55 **	0,643 ^{AAG}	0,00743 **
		60	0,405	0,62	1,5201 **	2,29 **	0,778 ^{AAG}	0,00619 **

1. Dias após o plantio. 2. Fazenda Experimental Lavoura Seca-UFC. 3. Campo Experimental do Campus do Pici-UFC. * - Teste de qui-quadrado significativo a 1% de probabilidade. **: Teste de qui-quadrado significativo a 1% de probabilidade. ns. Não significativo. ^{AG}: Agregado. ^{AGM}: Agregado Moderado. ^{AAG}: altamente agregado.

Para todas as amostragens realizadas em Quixadá, os pulgões distribuíram-se de maneira altamente agregada no campo, ou seja, houve afastamento da aleatoriedade. Observa-se que, tanto a razão variância/média, quanto o índice de Morisita foram, significativamente, superiores a unidade. Já em relação ao expoente k da binomial negativa todos os valores foram superiores a zero e inferiores a oito, indicando alta agregação. Os resultados para o coeficiente de Green indicam comportamento agregado, já que foram superiores a zero.

Das quatro avaliações realizadas em Fortaleza, três seguiram uma distribuição agregada, tanto em relação ao afídeo como aos predadores avaliados. O resultado apresentado pelos índices de agregação calculados (aleatoriedade e uniformidade) para o pulgão aos 60

DAP, não pode ser elucidada mediante os modelos de distribuições teóricas de frequências, devido à falta de graus de liberdade suficientes para a realização dos cálculos.

Já para a avaliação dos predadores, houve duplicidade nos resultados obtidos pelos índices (aleatoriedade e uniformidade) na primeira avaliação (39 DAP). A confirmação do comportamento pode ser definida através do modelo de distribuições teóricas de frequência (Tabela 4), indicando a existência da aleatoriedade.

Observa-se que, nas amostragens que ocorreram aos 46 e 53 DAP, o padrão de agregação, tanto dos pulgões, quanto dos inimigos naturais foi semelhante, indicando a relação entre predadores e presas. Guerreiro *et al.* (2005), estudaram o comportamento de *Doru luteipes*, um inseto predador de lepidópteros na cultura do milho, como os do gênero *Spodoptera*, e segundo estes autores, o padrão de distribuição da presa e de seu predador foram semelhantes. Estudos dessa natureza, geralmente, procuram explicar, por modelos matemáticos, a probabilidade de distribuição desses artrópodes (MARUYAMA; BARBOSA; TOSCANO, 2006). Pela localização desse experimento (figura 5), observa-se que as plantas de algodoeiro estão praticamente isoladas de outros cultivos, favorecendo o controle biológico mais eficiente. Pois, segundo Altieri, Silva e Nicholls (2003), a diversidade formada pelo conjunto de espécies que presta serviços ecológicos, tais como, a regulação de pragas, é determinante no equilíbrio das populações, e, deve ser considerada no manejo das culturas, em detrimento de avaliações com toda a biodiversidade existente na área.

Outro fato a ser relatado é que no caso do pulgão, independentemente, do sistema de avaliação (escala de notas ou contagem de colônias) ou da disposição das parcelas (ilhadas ou contíguas), a população tendeu a uma mesma distribuição espacial.

3.2 Distribuições teóricas de frequências

O resumo dos testes de ajustes das classes de frequências observadas em campo às frequências calculadas, tanto para os pulgões, como para os seus inimigos naturais (predadores), encontram-se na tabela 4.

Tabela 4. Teste de qui-quadrado de aderência das frequências observadas e esperadas pelas distribuições de Poisson e Binomial Negativa para o pulgão *Aphis gossypii* e alguns de seus inimigos naturais (IN), em algodoeiro herbáceo. Fortaleza, 2011.

Local/Alvo	DAP ¹	Poisson		Binomial negativa		
		χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	
Quixadá ²	Pulgão Soma	20	16,60 **	3	4,65 ns	2
		27	42,71 **	10	3,95 ns	9
		34	205,70 **	65	14,69 ns	64
		41	3290,95 **	79	12,77 ns	78
		48	270,60 **	74	35,21 ns	73
		55	1577,45 **	40	12,15 ns	39
Fortaleza ³	Pulgão Notas	39	44,64 **	7	6,45 ns	6
		46	72,40 **	7	13,21 ns	6
		53	5,52 **	7	2,92 ns	6
		60	-	-	-	-
	IN Soma	39	0,68 ns	1	-	-
		46	16,07 **	5	5,69 ns	4
		53	74,27 **	14	5,19 ns	13
		60	16,29 **	4	0,53 ns	3

1. Dias após o plantio. 2. Fazenda Experimental Lavoura Seca-UFC. 3. Campo Experimental do Campus do Pici-UFC. χ^2 : valor do qui-quadrado calculado. G.L.: Grau de liberdade. ** Rejeita-se a aleatoriedade. ns. Aceita-se a contagiosidade

O estudo do ajuste dos dados aos modelos de distribuições teóricas de frequência demonstrou que, tanto os pulgões como os seus inimigos naturais presentes na unidade amostral, seguiram o modelo de distribuição binomial negativo, independentemente, da fase em que se encontrava a cultura.

Observa-se, pela análise das distribuições (Poisson), que nas seis amostragens, em Quixadá, o pulgão *A. gossypii* não apresentou um ajuste adequado a esse tipo de distribuição. Isto se confirmou pelos resultados obtidos através da Binomial Negativa. Apenas na última avaliação realizada em Fortaleza (60 DAP) não houve graus de liberdade suficientes para calcular a distribuição de Poisson e Binomial Negativa para a praga.

Com relação aos predadores (Fortaleza), apenas aos 39 DAP houve ajuste à aleatoriedade por Poisson. Tal fato pode ser justificado, pelo início do aparecimento desses predadores nas plantas, em busca de seu alimento. Guerreiro *et al.* (2005) observaram que, para o predador *D. luteipes* na cultura do milho, houve uma tendência à distribuição aleatória, no decorrer do desenvolvimento da cultura. Os autores argumentam que nem sempre os

modelos matemáticos explicam a distribuição das populações, porém tentam aproximar à realidade dos agroecossistemas, já que existem fatores que afetam a sobrevivência dos organismos, como a proteção contra predadores, abundância de alimento e proteção à prole.

De acordo com Naranjo e Ellsworth (2009), os sistemas de controle integrado são baseados em uma harmonia entre produtos químicos (seletivos) e controle biológico promovido pela conservação de inimigos naturais. Segundo esses autores, a capacidade das forças exercidas pelos inimigos naturais é limitada, sendo necessários, em determinados momentos, o uso de outros métodos para suprimir o aumento populacional das pragas.

Diante destes dados, a tendência de distribuição espacial apontada pelos índices foi comprovada pelo modelo teórico da distribuição de frequência.

3.3 Número de amostras

Para efeito de cálculo do número de amostras, utilizaram-se duas datas para o experimento em Quixadá (48 e 55 DAP) e três datas para o estudo realizado em Fortaleza (39, 46 e 53 DAP). Para as demais avaliações verificou-se uma redução do número de indivíduos na área, refletida pelo elevado número de zeros contabilizados. Assim sendo, optou-se por descartar estas avaliações.

Aplicando-se a equação sugerida por Kogan e Herzog (1980) no caso de distribuições agregadas, ao nível de precisão de 25%, foram obtidos os valores contidos na tabela 5 para o número de amostras.

Tabela 5. Número de amostras de *Aphis gossypii*, sugeridas, obtida pela equação proposta por Kogan e Herzog (1980) com um índice de precisão de 25%. Fortaleza, 2011.

Local	DAP ¹	Número de amostras
Quixadá²	48	163
	55	320
Fortaleza³	39	32
	46	30
	53	32

1. Dias após o plantio. 2. Fazenda Experimental Lavoura Seca-UFC. 3. Campo Experimental do Campus do Pici-UFC.

A estimativa do número de amostras pelo modelo proposto por Kogan e Herzog (1980), baseado na binomial negativa, apresentou elevada amplitude no número de amostras (30 a 320). Os elevados valores de variância verificados aos 48 e 55 DAP, em Quixadá (Tabela 4), provavelmente, influenciaram no número de amostras calculadas. Por outro lado, estas duas áreas podem ser um exemplo de situações a serem encontradas no cotidiano do profissional de MIP, e que por certo levariam a um dilema: que informação utilizar?

No entanto, a perda de parte da precisão, em favor da rapidez da avaliação é aceita por alguns autores (HILLHOUSE; PITRE; 1974; SOUTHWOOD, 1966; SOUTHWOOD; HENDERSON, 2000), que propõem outra forma de calcular o número de amostras, mediante o uso da equação da VR, mencionada anteriormente. Para estes autores, uma VR de até 25% de precisão poderia ser usada para decisão de MIP. No entanto, para estudos mais intensivos, onde a precisão é maior, a VR deveria situar-se abaixo de 10%. Como a intenção desta pesquisa é fornecer subsídios ao MIP, são apresentados na tabela 6 o número de amostras necessárias para uma precisão relativa de, no máximo, 25% em diferentes idades da cultura e locais.

Tabela 6. Número de amostras de *Aphis gossypii*, necessárias para uma variação relativa (VR) menor ou igual a 25%, segundo Southwood e Henderson (2000). Fortaleza, 2011.

Local	DAP ¹	Número de amostras	VR (%)
Quixadá²	48	50	17,71
	55	40	19,25
Fortaleza³	39	20	23,38
	46	20	20,88
	53	15	16,28

1. Dias após o plantio. 2. Fazenda Experimental Lavoura Seca-UFC. 3. Campo Experimental do Campus do Pici-UFC.

Baseando-se apenas na precisão em função da distribuição espacial e ainda sendo conservador, seriam necessárias 320 amostras para quantificar a densidade do pulgão. No entanto, segundo vários autores (HILLHOUSE; PITRE; 1974; SOUTHWOOD, 1966; SOUTHWOOD; HENDERSON, 2000) a rapidez de uma avaliação tem implicações econômicas importantes. Desta forma, sacrificando-se a precisão a níveis aceitáveis para o MIP (AFSHARI; SOLEIMAN-NEGADIAN; SHISHEBOR, 2009; PEDIGO; RICE; 2009) já mencionados anteriormente, e considerando a VR, cinquenta amostras seriam suficientes para a tomada de decisão. E, assim, seria possível contornar o dilema anteriormente colocado.

Rodrigues, Fernandes e Santos (2010) argumentam que o número preciso do número de unidades amostrais para o processo de amostragem desse afídeo é extremamente importante, uma vez que é uma espécie causadora de consideráveis danos diretos e indiretos à cultura.

Assim, os valores aqui obtidos assemelham-se aos recomendados por Sprenkel (2008) para o *A. gossypii* em algodoeiro. Portanto, conforme esses resultados, podem-se sugerir cinquenta amostras para o pulgão do algodoeiro, no período crítico da cultura, tomando-se como unidade amostral a primeira folha expandida, do ápice, em cada planta.

Observou-se, nesta pesquisa, que diferentes formas de avaliação, escala de notas ou soma de colônias, e o tipo de parcela, ilhada ou contígua, parecem não afetar os resultados.

5 CONCLUSÃO

1. O pulgão do algodoeiro *A. gossypii* apresenta distribuição agregada no campo.
2. Os inimigos naturais (Syrphidae, Coccinellidae e Araneae) do *A. gossypii* seguem o padrão de distribuição da presa.
3. O número de amostras a serem utilizadas na estimativa da ocorrência de *A. gossypii* é cinquenta.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFSHARI, A.; SOLEIMAN-NEGADIAN, E.; SHISHEBOR, P. Population density and spatial distribution of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton in Gorgan, Iran. **Journal of Agriculture, Science and Technology**, v. 11, p. 27-38. 2009.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O Papel da Biodiversidade no Manejo de Pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.

ANSCOMBE, F. J. Sampling theory of the negative binomial and logarithmic series distributions. **Biometrika**, v. 37, p. 358-382. 1950.

BARBOSA, J. C.. A amostragem sequencial, p. 205-211. In FERNANDES, O. A., CORREIA, A. C. B; & DE BERTOLI S. A. (Eds.), **Manejo integrado de pragas e nematóides**. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 253p.

BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para a distribuição da lagarta de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) na cultura do milho. **Científica**, v.10, p. 181-191. 1982.

BLEICHER, E. Manejo integrado das pragas do algodoeiro. In: CROCOMO, W.B. (Org.). **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: CETESB, 1990. p. 271-29.

CALCAGNOLO, G.; SAUER, H. F. G. A influência do ataque dos pulgões na produção do algodão (*Aphis gossypii*, Glover 1876, Hom. Aphididae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 21, p. 85-89. 1954.

DEGRANDE, P. E. **Guia prático de controle das pragas do algodoeiro**. Dourados: UFMS, 1998. 60 p.

ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates**. 2.ed. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1977. 159p.

FARIAS, P. R. S., BARBOSA, J. C., BUSOLI, A. C. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 681-689. 2001.

FERGUSON, A. W.; KLUKOWSKI, Z.; WALCZAK, B.; CLARK, S. J.; MUGGLESTONE, M. A.; PERRY, J. N.; WILLIAMS, I. H. Spatial distribution of pest insects in oilseed rape: implications for integrated pest management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 95, p. 509-521. 2003.

GREEN, R. H. Measurement of non-randomness in spatial distributions. **Researches on Population Ecology**, Kyoto, v. 8, n. 1, p. 1-7. 1966.

GUERREIRO, J. C.; VERONEZZI, F. R.; ANDRADE, L. L.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C.; BERTI FILHO, E. Distribuição espacial do predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) na cultura do milho. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 7. 2005.

HEARN, A. B; FITT, G. P. Cotton cropping systems, In: PEARSON, C. J. (Ed.). **Field crop ecosystems of the world**, Amsterdam: Elsevier, v. 5, 1992. p. 85-142.

HILLHOUSE, T. L.; PITRE, H. N. Comparison of sampling techniques to obtain measurements of insect populations on soybeans. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, n. 3. 1974.

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

KIANPOUR, R.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K.; NASERI, B. Bionomics of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) and its predators *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) in natural conditions. **Journal of Agriculture, Science and Technology**, v. 12, p. 1-11. 2010.

KOGAN, M.; HERZOG, D. C. **Sampling methods in soybean entomology**. Springer Verlag, New York, 1980. 587p.

KUNO, E. Sampling and analysis of insect populations. **Annual Reviews Entomology**, v. 36, p. 285-304. 1991.

LIU, C.; WANG, G.; WANG, W.; ZHOU, S. Spatial pattern of *Tetranychus urticae* population apple tree garden. **Journal Applied Ecology**, v. 13, p. 993-996. 2002.

LUTTRELL, R. G; FITT, G. P.; RAMALHO, F. S.; SUGONYAEV, E. S. Cotton pest management: part 1. A worldwide perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 517-526. 1994.

MARSTON, N. L.; MORGAN, C. E.; THOMAS, G. D.; IGNOFFO, C. M. Evaluation of techniques for sampling soybean insects. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 49, n. 3. 1976.

MARTINS, G. L. M.; VIEIRA, M. R.; BARBOSA, J. C.; DINI, T. A.; MANZANO, A. M.; ALVES, B. M. S.; SILVA, R. M. Distribuição Espacial de *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari:

Tenuipalpidae) na Cultura da Seringueira. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 703-708. 2010.

MARUYAMA, W. I.; BARBOSA, J. C., TOSCANO, L. C. Distribuição espacial de *Oncometopia facialis* (Signoret) (Hemiptera: Cicadellidae) em pomar cítrico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 93-100. 2006.

MGOICHEKI, N.; ADDISON, P. Spatial distribution of ants (Hymenoptera: Formicidae), vine mealybugs and mealybug parasitoids in vineyards. **Journal of Applied Entomology**, v. 134, p. 285-295. 2010.

MICHELOTTO, M. D.; BUSOLI, A. C. Caracterização da transmissão do vírus do mosaico-das-nervuras do algodoeiro pelo pulgão *Aphis gossypii* com relação à persistência e ao tempo necessário para inoculação. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.3, p.441-447. 2007.

MIRANDA, J. E. **Manejo Integrado de Pragas do algodoeiro no Cerrado Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Circular Técnica, 98).

MIRANDA, J. E.; SUASSUNA, N. D. **Guia de identificação e controle das principais pragas e doenças do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 47 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 76).

MORISITA, M. I_{δ} -Index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, v. 4, p. 1-7. 1962.

NARANJO, S. E.; ELLSWORTH, P. C. The contribution of conservation biological control to integrated control of *Bemisia tabaci* in cotton. **Biological Control**, v. 51, p. 458-470. 2009.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A. Population density and spatial distribution pattern of *Empoasca decipiens* (Hemiptera: cicadellidae) on different bean species. **Journal of Agriculture, Science and Technology**, v. 11, p. 239-248. 2009.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. 6.ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2009. 784 p.

PEDIGO, L. P.; LENTZ, G. L.; STONE, J. D.; COX, D. F. Green cloverworm populations in Iowa soybean with special reference to sampling procedure. **Journal of Economic Entomology**, v. 65, n. 2, p. 414-421. 1972.

PEREIRA, M. F. A.; BOIÇA JR., A. L.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 493-498. 2004.

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

RHAMANI, H.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K. Spatial distribution and seasonal activity of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) and its predator *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae) in apple orchards of Zanzan, Iran. **Journal of Agriculture, Science and Technology**, v. 12, p. 155-165. 2010.

RODRIGUES, T. R.; FERNANDES, M. G.; SANTOS, H. R. Distribuição espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera, Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae) em algodoeiro *Bt* e não-*Bt*. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p. 136-143. 2010.

SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 2007. p. 403-478.

SILVA, A. M.; SALOMÃO, J. L.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E. Distribuição espacial de pulgões *Aphis gossypii* (Glover, 1877) em plantas de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., Uberlândia-MG, 2007. **Anais...** CD-ROM.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**: with particular reference to the study of insect populations. Methuen & Co LTD. London, 1966. 391p.

SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. **Ecological methods**. Third Edition. Blackwell Sciences, Oxford, 2000. 592p.

SPRENKEL, R. K. **Cotton Pest Monitoring Manual for Florida**. University of Florida, IFAS Extension. ENY-830. 2008. 24p.

TOLEDO, F. R.; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T. Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 194-198, ago. 2006.

VENDRAMIM, J. D.; NAKANO, O. Distribuição de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera: Aphididae) em plantas de algodão. **Poliagro**, Bandeirantes, v. 3, p. 1-7. 1981.

CAPÍTULO IV

USO DA FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO PULGÃO E ALGUNS DE SEUS PREDADORES NO ALGODOEIRO NA DECISÃO DE MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

RESUMO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch) é considerado uma das culturas mais importantes do Brasil, devido a grande utilidade de sua fibra, além de seus subprodutos. Dentre as pragas sugadoras, destaca-se o pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), por causar perdas em produtividade e qualidade da fibra. Esse afídeo pode ser predado por diversos inimigos naturais, entre eles os predadores Coccinellidae, Syrphidae, e Araneae. Com o objetivo de estudar a flutuação populacional desses artrópodes, realizou-se um estudo em condições de campo, com infestação natural e sem a aplicação de inseticidas, em área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, no ano de 2010. Verificou-se que, a flutuação populacional dos predadores seguiu a flutuação de *A. gossypii* na fase inicial da cultura, e a ocorrência de 21% de predadores reduziu a população de *A. gossypii* na área.

Palavras-chave: *Insecta*. *Aphis gossypii*. *Gossypium hirsutum*. Predadores. Controle biológico. Manejo integrado de pragas.

**POPULATION FLUCTUATION OF APHID AND SOME PREDATORS AND ITS
USE FOR MANAGEMENT ON COTTON.**

ABSTRACT

Cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) is considered one of the most important crop of Brazil due to its fiber utility, besides sub products. Among the sucking pests, the aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), could be pointed out by causing productivity and quality losses. This aphid may be predated by several natural enemies, among them the predators of families Coccinelidae, Syrphidae and Araneae. With the objective of study the population fluctuation of this arthropods in field conditions under natural infestation and no insecticide use, an experimental area was conducted at the Agronomy Department of the Universidade Federal do Ceará at Fortaleza county, Ceará State (Brazil) at the 2010 season. It was verified that predators followed the aphid population fluctuation at the beginning of the cropping season and that 21 percent plant infestation with predator reduced *A. gossypii* population in the area.

Keywords: *Insecta*. *Aphis gossypii*. *Gossypium hirsutum*. Predators. Biological control. Integrated pest management.

1 INTRODUÇÃO

No sistema de produção do algodão podem ocorrer cerca de dez pragas-chaves (DEGRANDE, 1998) e, dentre elas, está o pulgão, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), que se destaca entre as pragas sugadoras (ZANGH *et al.*, 2004), pois, devido ao seu hábito alimentar, o inseto provoca danos diretos (sucção da seiva e injeção de toxinas) e indiretos (mela, fumagina e viroses) à planta (GALLO *et al.*, 2002; KRISTOFFERSEN, 2003; MICHELOTTO; BUSOLI, 2007; MIRANDA; SUASSUNA, 2004; PAPA, 2001), e, caso o ataque se prolongue, ou haja ressurgência na fase de abertura dos capulhos, a mela resultante de seu ataque irá depreciar a qualidade das fibras (BLEICHER, 1990; SLOSSER *et al.*, 2002).

Uma das práticas preconizadas pelo manejo integrado de pragas (MIP) é a amostragem, para efeito de acompanhamento da flutuação populacional, tanto das pragas como de seus inimigos naturais (CROCOMO, 1990), além do entendimento das relações entre a planta, o ambiente e o complexo de artrópodes (KOGAN, 1998). Hoje, sabe-se que a flutuação populacional dos insetos pode variar consideravelmente de um lugar a outro, assim como, o mesmo pode ocorrer de um ano para outro considerando um mesmo local e cultivar. Isso ocorre porque vários fatores ambientais podem influenciar o ciclo de vida dos insetos. Esse fato é decorrente de características atrativas e repelentes das plantas adjacentes em relação aos insetos-praga e seus predadores naturais (FURTADO; SILVA; BLEICHER, 2007).

A preservação dos agentes naturais de controle, na cultura algodoeira, deve ser considerada ao se estabelecer um programa de MIP. Isso dependerá da compatibilidade com os outros métodos de controle, especialmente, aqueles relacionados ao uso de inseticidas. A utilização de produtos seletivos é uma ferramenta útil na preservação de populações de inimigos naturais (CARVALHO *et al.*, 2003).

Para Altieri, Silva e Nicholls (2003), um dos fatores relacionados ao grau de biodiversidade dos agroecossistemas, que atuam diretamente sobre os herbívoros, é a diversidade de espécies vegetais que ocorrem, tanto dentro como no entorno de uma área cultivada. Isto favorece, além de uma maior oferta alimentar para os inimigos naturais das pragas (pólen, néctar floral e extrafloral), abrigo e/ou proteção para esses artrópodes.

Objetivou-se, com a presente pesquisa, avaliar a flutuação populacional do pulgão e alguns de seus predadores no algodoeiro e sua influência na tomada de decisão no manejo integrado da praga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização

Conduziu-se o estudo em área experimental do Departamento de Fitotecnia, Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, Ceará, localizada a 3° 44' de latitude sul e 38° 34' de longitude oeste. A área destinada às avaliações correspondeu a quinze linhas de trinta e quatro metros de comprimento, com um metro entre linhas e vinte centímetros entre plantas, sendo as linhas divididas em seis seguimentos de cinco metros lineares e, apenas um, com quatro metros lineares, correspondendo a uma área total de 476 m². As parcelas eram delimitadas por fitas de náilon e piquetes (Figura 6).



Figura 6. Vista geral da área do experimento com algodoeiro no Campus do Pici da UFC. Fortaleza-CE, 2010.

2.2 Condução e avaliação

A semeadura ocorreu no dia 30 de março de 2010, utilizando-se a cultivar BRS Aroeira. A partir dos 39 dias após o plantio (DAP), realizaram-se quatro observações, em intervalo semanal, para se verificar a incidência dos pulgões e de seus inimigos naturais (Syrphidae, Coccinellidae e Araneae) em algodoeiro, considerando dez plantas por parcela, dentro da área útil.

Para a avaliação do pulgão, observaram-se as três primeiras folhas, completamente expandidas, do ápice. Para tanto, elaborou-se a seguinte escala de notas, que variava de 0 a 3, onde os valores da escala obedeceram a critérios de incremento da densidade populacional, discriminadas a seguir:

Nota “0” – ausência de pulgão;

Nota “1” – a partir de um pulgão áptero ou alado;

Nota “2” – até duas colônias formadas;

Nota “3” – mais de duas colônias formadas.

Vale salientar que, geralmente, o número de indivíduos em uma colônia situa-se entre 15 a 20 (SILVA *et al.*, 2007; SPRENKEL, 2008).

Para a obtenção dos valores referentes à flutuação populacional, em cada semana de amostragem, calculou-se a média de notas do pulgão, nas três folhas amostradas, em dez plantas, nas 21 parcelas, totalizando 630 observações. No caso dos inimigos naturais, calculou-se a média de indivíduos presentes, na planta inteira, em dez amostras, nas 21 parcelas, totalizando 210 observações. Foram calculados os percentuais de infestação da praga e ocorrência dos inimigos naturais em cada data de amostragem.

Além disso, foi realizado um levantamento das plantas que ocorriam no entorno da área da pesquisa. Não foram aplicados inseticidas neste experimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 7 pode ser observada a flutuação populacional do pulgão, *A. gossypii*, e dos seus inimigos naturais (Syrphidae, Coccinellidae e Araneae) em algodoeiro.

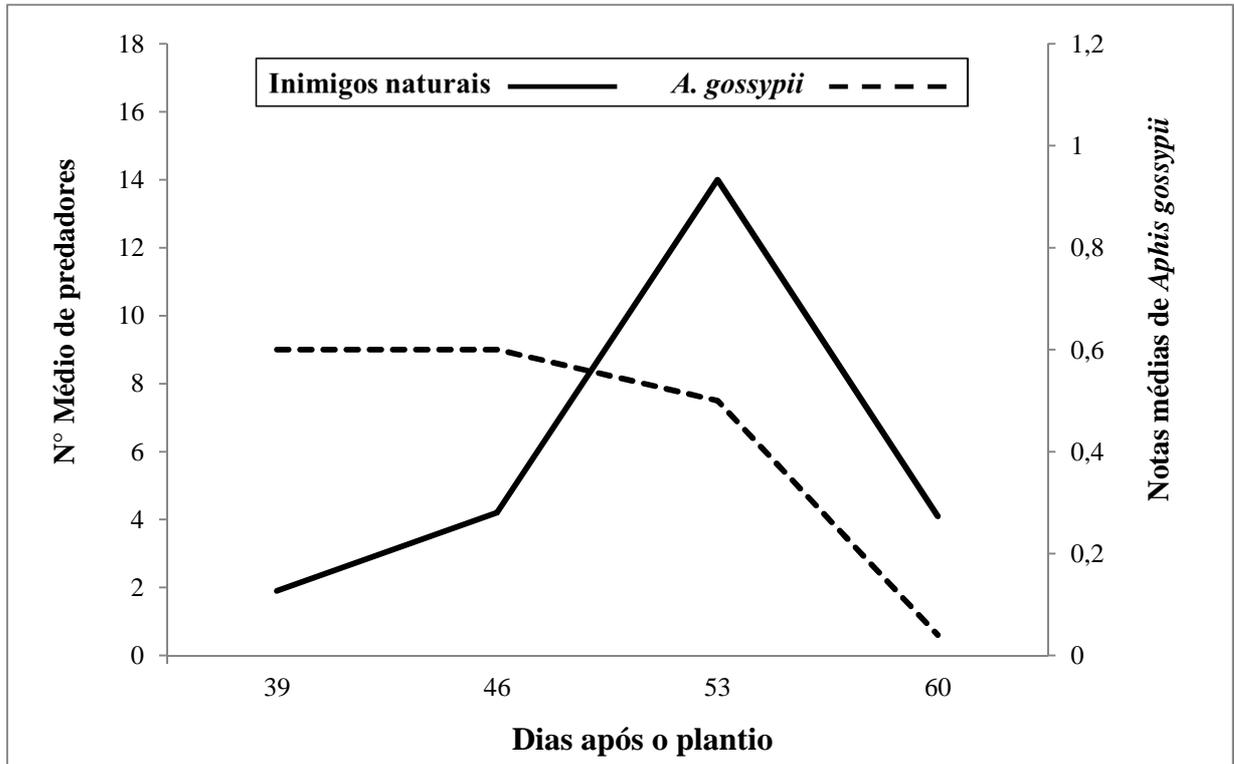


Figura 7. Flutuação populacional do pulgão do algodoeiro, *Aphis gossypii*, e de seus predadores ao longo de quatro semanas. Fortaleza-CE, 2010.

Analisando-se o comportamento de infestação da praga e seus predadores ao longo das semanas, percebe-se que a ocorrência dos inimigos naturais na área foi suficiente para suprimir o ataque do afídeo, praticamente, eliminando sua população aos 60 DAP. Este resultado corrobora com o encontrado por Veloso *et al.* (2005).

Verifica-se que as maiores médias de infestação do pulgão, nas três folhas avaliadas, ocorreram dos 39 aos 46 DAP. Posteriormente, na terceira semana (53 DAP), ocorreu um decréscimo da população do afídeo, enquanto houve um pico de aparecimento de inimigos naturais nas plantas. Aos 60 DAP a população de predadores decresceu, em consequência da drástica diminuição na população do afídeo.

Em um estudo conduzido por Barros *et al.* (2006), os autores observaram comportamentos de flutuação, do *A. gossypii* e de predadores (Coccinellidae), semelhantes ao obtido nesta pesquisa. Em outra avaliação da flutuação desta praga, Furtado, Silva e Bleicher (2007) identificaram comportamento semelhante ao obtido neste estudo, onde foi constatada

uma queda da densidade após os 41 DAP. Segundo Pedigo e Rice (2009), o mecanismo que controla a ação dos inimigos naturais em uma área, está baseado na capacidade reprodutiva e na fonte de alimento para os entomófagos. Isto, provavelmente, explica a migração desses indivíduos observada na última avaliação. Nesses dois trabalhos, bem como, nesta pesquisa, não foi adotado controle químico na área, o que pode ter contribuído para o aumento do controle biológico natural da praga. Os pesquisadores também relacionaram essa redução ao aparecimento de outros fitófagos no algodoeiro. Vale ressaltar que, quando ocorre uma redução da população de pulgões nesse estágio fenológico, normalmente, ocorre o aparecimento de outras pragas das partes reprodutivas (botões florais, flores, frutos e sementes), como lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*), lagarta-das-maçãs (*Heliothis virescens* e *Helicoverpa zea*) e bicudo (*Anthonomus grandis*). Isto, porque, com o advento da formação das estruturas reprodutivas, ocorre maior demanda de assimilados para essas regiões da planta (MULLINS; BURMESTER, 2010), atraindo tais pragas. Além disso, fatores como a disponibilidade de água e nutrientes, podem interferir direta e indiretamente nas defesas da planta, influenciando tanto a herbivoria, quanto a atração de membros do terceiro nível trófico (OLSON *et al.*, 2009).

Quanto a provável fonte de inimigos naturais, foram observadas e identificadas (Tabela 7), as principais famílias botânicas e espécies vegetais no entorno da área experimental. Cabe destacar, que outras espécies de plantas, provavelmente, faziam parte da população florística do local, sendo que para fins de levantamento, só foram listadas cerca de vinte espécies. A ocorrência e a ação da entomofauna benéfica no campo, neste experimento, podem ter sido favorecidas por três fatores principais. A ausência de controle químico, o tamanho da área e a diversidade de espécies vegetais no seu entorno. Portanto, em sistemas de cultivo do algodoeiro, onde seja viável a preservação da diversidade de espécies vegetais, devem-se sempre buscar alternativas como: o aumento da diversidade de plantas através da rotação de culturas ou policultivos; manejo da vegetação no entorno dos campos para atender às necessidades de organismos benéficos; estabelecimento de “corredores biológicos”, que atraiam organismos benéficos, de matas próximas ou da vegetação natural, para as lavouras (ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003). Essas alternativas fazem parte do objetivo do controle biológico pela modificação do ambiente (NARANJO; ELLSWORTH, 2009).

Tabela 7. Principais famílias e espécies vegetais encontradas no entorno da área do experimento de distribuição de artrópodes em algodoeiro. Fortaleza, CE, 2010.

Família	Espécie	Nome comum ¹
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coqueiro
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	Erva-de-touro
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mangueira
Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i>	Jetirana-cabeluda
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> ²	Melão-de-são-caetano
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca
Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Mamona
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i>	Erva-de-santa-luzia
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Malícia
Fabaceae	<i>Indigofera hirsuta</i>	Anileira
Fabaceae	<i>Pithecelobium dulce</i> ²	Mata-fome
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> ²	Leucena
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Acerola
Musaceae	<i>Musa</i> sp.	Bananeira
Poaceae	<i>Brachiaria</i> sp.	Capim-braquiária
Poaceae	<i>Cenchrus equinatus</i>	Carrapicho
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Quebra-pedra
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i>	Chanana
Verbenaceae	<i>Priva bahiensis</i>	Carrapicho-de-baiano

1. No caso de plantas daninhas, pode variar de acordo com a região do Brasil (LORENZI, 2000). 2. Presença de nectários extraflorais (KEELER, 2008).

A relação entre as pragas e seus inimigos naturais é de fundamental importância no MIP. Na tabela 8 encontram-se os valores referentes ao percentual de plantas atacadas pelos pulgões bem como de inimigos naturais em quatro datas de amostragens.

Tabela 8. Incidência de pulgão, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) e seus inimigos naturais (Syrphidae, Coccinellidae e Araneae) em algodoeiro. Fortaleza, 2010.

Ocorrência ¹ (%)	Dias após o plantio			
	39	46	53	60
Pulgões ²	71,0	69,5	66,7	10,0
Inimigos naturais ³	21,0	26,7	55,7	27,1

1. Obtida a partir das 210 plantas amostradas. 2. Percentagem de infestação nas três primeiras folhas expandidas do ápice. 3. Somatório dos indivíduos presentes na planta.

Mediante a observação destes dados, verifica-se logo na primeira avaliação que a população do pulgão atingiu uma infestação de 71%. No entanto, a população de inimigos naturais correspondeu a 21%. A literatura recomenda o controle dessa praga com um nível de ação de 70% (MIRANDA, 2006). Por outro lado, Sterling, Bleicher e Jesus (1983) arbitraram o nível de não ação de 20% para os predadores deste afídeo. O nível de não ação, baseado em inimigos naturais da praga, também é citado para a lagarta *Heliothis* sp. em algodoeiro. (STERLING, 1976). Esse autor afirma que a tomada de decisão de controle da praga pode incorrer em dois tipos de erro, I e II. O erro tipo I consiste em uma tomada de decisão de

controlar a praga, quando na verdade não há necessidade. O erro tipo II é aquele onde a decisão de controlar a praga não foi tomada, mas havia realmente essa necessidade.

Tomando-se por base a primeira avaliação da infestação de pulgões e o nível de controle já mencionado, seria indicado o controle desta praga. No entanto, nesta data, a ocorrência de inimigos naturais ultrapassou o nível de não ação, que foi arbitrado em 20%. Desta forma, se fosse realizado o controle, o profissional estaria incorrendo no erro tipo I. Este tipo de erro pode ser comprovado nas avaliações posteriores, pois a incidência da praga foi reduzida até, praticamente, extinguir-se.

Atualmente, tem-se o registro de trinta princípios ativos para o controle do pulgão em algodoeiro (AGROFIT, 2011). Contudo, ao se lançar mão desses produtos, deve-se atentar para a sua seletividade, pois, a utilização de agroquímicos de amplo espectro, normalmente, tende a provocar a drástica redução dos agentes de controle natural (CARVALHO *et al.*, 2003). Isto poderá provocar consequências indesejáveis como a ressurgência da praga, tornando-se sério problema durante a fase de aparecimento dos capulhos (SLOSSER *et al.*, 2002).

4. CONCLUSÃO

1. A flutuação populacional dos predadores segue a flutuação de *A. gossypii* na fase inicial da cultura.
2. A ocorrência de 21% de predadores do pulgão (Syrphidae, Coccinellidae e Araneae) reduz a população de *A. gossypii*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 2 nov. 2011.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O Papel da Biodiversidade no Manejo de Pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.
- BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; RIBEIRO, J. F.; RODRIGUES, A. L. L.; NOGUEIRA, R. F.; FERNANDES, M. G. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 57-64, jan./mar. 2006.
- BLEICHER, E. Manejo integrado das pragas do algodoeiro. In: CROCOMO, W. B. (Org.). **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: CETESB, 1990. p. 271-29.
- CARVALHO, G. A.; BEZERRA, D.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Efeitos de inseticidas usados na cultura do algodoeiro sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 699-706. 2003.
- CROCOMO, W. B. O que é manejo de pragas. In: CROCOMO, W. B. (Ed.). **Manejo de pragas**. Botucatu: FEPAF, 1984. p. 09-34.
- DEGRANDE, P. E. **Guia prático de controle das pragas do algodoeiro**. Dourados: UFMS, 1998. 60 p.
- FURTADO, R. F.; SILVA, F. P.; BLEICHER, E. Flutuação populacional de pulgão e cochonilha em cultivares diferentes de algodoeiro herbáceo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.3, p. 264-269, jul./set. 2007.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, vol. 10, FEALQ, Piracicaba, 2002. 920 p.
- KEELER, K. H., 2008. **World list of angiosperms with extrafloral nectaries**. Disponível em: <http://www.biosci.unl.edu/emmeriti/keeler/extrafloral/Cover.htm>. Acesso em: 02 nov. 2011.
- KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270. 1998.

KRISTOFFERSEN, L. **The chemical ecology of Homoptera: from host plants to conspecific interactions**. Suécia: Department of Ecology Lund University. 2003. 39 p. (Introductory paper n. 147).

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.

MICHELOTTO, M. D.; BUSOLI, A. C. Caracterização da transmissão do vírus do mosaico-das-nervuras do algodoeiro pelo pulgão *Aphis gossypii* com relação à persistência e ao tempo necessário para inoculação. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.3, p.441-447. 2007.

MIRANDA, J. E. **Manejo Integrado de Pragas do algodoeiro no Cerrado Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Circular Técnica, 98).

MIRANDA, J. E.; SUASSUNA, N. D. **Guia de identificação e controle das principais pragas e doenças do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 47 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 76).

MULLINS, G. L.; BURMESTER, C. H. Relation of growth and development to mineral nutrition. In: STEWART, J. MsD.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. (Ed.). **Physiology of cotton**. New York, Elsevier, 2010. 563p.

NARANJO, S. E.; ELLSWORTH, P. C. The contribution of conservation biological control to integrated control of *Bemisia tabaci* in cotton. **Biological Control**, n. 51 p. 458-470. 2009.

OLSON, D. M.; CORTESERO, A. M.; RAINS, G. C.; POTTER, T.; JOE LEWIS, W. Nitrogen and water affect direct and indirect plant systemic induced defense in cotton. **Biological Control**, v. 49, p. 239-244. 2009.

PAPA, G. Situação atual e perspectivas futuras no manejo de resistência de pragas do algodoeiro a inseticidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., Campo Grande, MS, p.46-50. 2001. **Anais...** CD-ROM.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. (Ed.) New Jersey: Upper Saddle River, 2009. 784 p.

SILVA, A. M.; SALOMÃO, J. L.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E. Distribuição espacial de pulgões *Aphis gossypii* (Glover, 1877) em plantas de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., Uberlândia-MG, 2007. **Anais...** CD-ROM.

SLOSSER, J. E.; PARAJULEE, M. N., HENDRIX, D. L., HENNEBERRY, T. J., RUMMEL, D. R. Relationship between *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) and sticky lint in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 2, p. 299-306. 2002.

SPRENKEL, R. K. **Cotton Pest Monitoring Manual for Florida**. University of Florida, IFAS Extension. ENY-830. 2008. 24p.

STERLING, W. L. Sequential decision plans for the management of cotton arthropods in Southeast Queensland. **Australian Journal of Ecology**, v. 1, p. 265-274. 1976.

STERLING, W. L.; BLEICHER, E.; JESUS, F. M. M. Um programa de manejo integrado para insetos do algodoeiro no Nordeste do Brasil utilizando amostragem sequencial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 1, p. 84-98. 1983.

VELOSO, E. S.; MARUYAMA, L. C. T.; BELLIZZI, N. C.; MARTINS, G. L. M.; GONZAGA, R.L.G.; VILLA, G.A. Levantamento populacional de *Aphis gossypii* Glover, 1877 e *Chrysoperla externa* (Hafen, 1861) em três cultivares de algodão no município de Cassilândia-MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 5., Salvador-BA, 2005. **Anais... CD-ROM**.

ZANGH, R.; REN, L.; WANG, C.; LIN, R.; TIAN, C. Cotton aphid predators on alfalfa and their impact on cotton aphid abundance. **Applied Entomology and Zoology**, v. 39, n. 2, p. 235-241. 2004.