

## Distribuição espacial do pulgão em algodoeiro e cálculo do número de amostras

João Gutemberg Leite Moraes<sup>1</sup>, Jefté Ferreira da Silva<sup>2</sup>, Gleidson Vieira Marques<sup>3</sup>, Ervino Bleicher<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Desenvolvimento Rural - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - Redenção, CE

<sup>2</sup>Instituto Federal do Ceará - Campus Crateús, CE

<sup>3</sup>Universidade Federal do Sul da Bahia - Porto Seguro, BA

<sup>4</sup>Ervino Bleicher - Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, CE

Email autor correspondente: [gutemberg.moraes@unilab.edu.br](mailto:gutemberg.moraes@unilab.edu.br)

Artigo enviado em 23/01/2017, aceito em 30/09/2017.

**Resumo:** Realizou-se a presente pesquisa com o objetivo de estudar a distribuição espacial do pulgão e estabelecer o número de amostras necessárias para aplicação em MIP. Utilizou-se 20 parcelas de 2m x 2m, contendo até 16 plantas da cultivar BRS Aroeira, onde avaliou-se o número de colônias de pulgões, semanalmente. Os índices de agregação (IA) utilizados foram: razão/variância média ( $I$ ), Morisita ( $I_\delta$ ), Green ( $Cx$ ) e expoente  $k$  da Binomial Negativa. Verificou-se pelos IA, que o *A. gossypii* possui distribuição agregada. O modelo matemático que melhor explicou a dispersão do pulgão foi o da binomial negativa. O número de amostras de *A. gossypii* sugeridas para o MIP do algodoeiro é cinquenta, tomando-se como unidade amostral a primeira folha expandida do ápice.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*; Distribuição de insetos; Amostragem.

Spatial distribution of aphid on cotton and sample size

**Abstract** - This research was performed 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. 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 meters long. In this study evaluation was done using a score scale on the upper tree completely expanded leaves. The following dispersion indexes were used: variance/mean ratio ( $I$ ), Morisita Index ( $I_\delta$ ), Green Coefficient ( $Cx$ ) and  $k$  exponent of the negative binomial distribution. Based on these indexes it was observed that aphid followed the aggregation distribution patterns. The mathematical model that best describe this distribution, for aphid 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.

**Key words:** *Gossypium hirsutum*; Insect distribution; Sampling.

### Introdução

O pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) é uma espécie polífaga, além de ser considerada cosmopolita (CARLETTO et al., 2009). 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 (CHEN et al., 2013; LI et al., 2013; MICHELOTTO; BUSOLI, 2007; OLIVEIRA; DE BORTOLI, 2008; TORRES et al., 2007). 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 (MICHELOTTO et al., 2004). Se for considerada a depreciação das fibras provocada pela mela ("stickiness"), estas estimativas certamente serão superiores pelos impactos causados no processo de beneficiamento.

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) (FERNANDES et al., 2011; MADALI; DASHTI; ENKEGAARD, 2011; MARTINS et al., 2010) sendo assim, é possível direcionar as amostragens, otimizando o processo, e obter um valor aproximado da densidade populacional, de forma que sejam adotadas medidas de ação ou não ação (GUERREIRO et al., 2005; SILVA, et al., 2014).

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 et al., 2009; RODRIGUES; FERNANDES; SANTOS, 2010; SILVA et al. 2007), sem, contudo, determinar um número de amostras baseados em níveis de precisão aplicáveis ao MIP.

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. Já para Southwood (1966), o número total de amostras depende do grau de precisão requerido. 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).

Objetivou-se com esta pesquisa estudar a dinâmica da distribuição espacial do pulgão, *A. gossypii*, em cultivo de algodoeiro herbáceo, bem como estabelecer o número de amostras para fins de MIP.

### Material e Métodos

O ensaio foi conduzido na Fazenda Lavoura Seca, localizada no município de Quixadá-CE, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), no ano de 2009. A área encontra-se localizada a 04° 59' de latitude sul e 39° 01' de longitude oeste, possuindo a classificação, segundo Köppen, tipo Bsh (semi-árido). As temperaturas e precipitações médias durante a pesquisa foram 27°C e 818 mm, respectivamente.

A área experimental foi constituída de 20 parcelas com dimensões de 2m x 2m distanciadas uma das outras por 3 m com uma área total de 374 m<sup>2</sup>. Cada parcela possuía 16 plantas da cultivar

BRS Aroeira espaçadas em 0,5m x 0,5 m. Durante o experimento, realizaram-se os tratamentos culturais recomendados para a cultura, como adubação e controle de plantas daninhas, porém, não foi empregado nenhum controle químico para as pragas nas parcelas avaliadas.

As avaliações iniciaram aos 20 dias após o plantio (DAP) e, 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.

Os índices de agregação utilizados para se verificar o grau de aleatoriedade da ocorrência de *A. gossypii*, no algodoeiro, foram Razão Variância/Média ( $I$ ) (RABINOVICH, 1980), Índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ) (KIANPOUR et al., 2010), Índice de Green ( $C_x$ ) (RHAMANI et al., 2010), Expoente  $k$  da Binomial Negativa ou Método dos Momentos (GUERREIRO et al., 2005; ELLIOTT, 1977).

Para o cálculo das distribuições teóricas de frequência utilizou-se o

método de Poisson (JOHNSON; KOTZ, 1969) e da Binomial Negativa (JOHNSON; KOTZ, 1969; TOLEDO; BARBOSA; YAMAMOTO, 2006).

Já o ajuste das distribuições de frequência foi verificado através do teste Qui-quadrado de aderência ( $\chi^2$ ), que consiste em comparar as frequências observadas com as frequências esperadas pela distribuição.

Para o cálculo do número de amostras foram adotadas duas metodologias. Através da binomial negativa, sugerida por Kogan e Herzog (1980), e, através da Variação Relativa (VR) (PEDIGO; RICE, 2009; SOUTHWOOD; HENDERSON, 2000).

Todas essas análises foram realizadas utilizando o programa para computador Microsoft Office Excel® 2010.

### Resultados e Discussão

Na tabela 1 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 ( $p < 0,01$ ).

**Tabela 1.** Média, variância, razão variância/média ( $I$ ), índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ), expoente  $k$  da binomial negativa ( $k$ ) e coeficiente de Green ( $C_x$ ) para distribuição espacial de *Aphis gossypii*, em algodoeiro herbáceo

DAP <sup>1</sup>	Média	Variância	$I$	$I_{\delta}$	$k$	$C_x$
20	0,223	0,43	1,929 **	5,24 **	0,240 AAG	0,0194 **
27	0,291	1,61	5,547 **	16,81 **	0,064 AAG	0,0722 **
34	0,945	25,59	27,062 **	28,57 **	0,036 AAG	0,1259 **
41	3,755	90,67	24,149 **	7,15 **	0,162 AAG	0,0281 **
48	10,068	203,55	20,217 **	2,90 **	0,524 AAG	0,0087 **
55	3,773	41,64	11,037 **	3,65 **	0,376 AAG	0,0121 **

1. Dias após o plantio. \*\*: Teste de qui-quadrado significativo a 1% de probabilidade. AAG: altamente agregado

Para todas as amostragens realizadas, 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 à 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.

O resumo dos testes de ajustes das distribuições teóricas de frequências, dos dados observados em campo, encontra-se na tabela 2.

**Tabela 2.** Teste de qui-quadrado de aderência das frequências observadas e esperadas pelas distribuições de Poisson e Binomial Negativa para o pulgão *Aphis gossypii*, em algodoeiro herbáceo

DAP <sup>1</sup>	Poisson		Binomial negativa	
	$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.
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

<sup>1</sup>Dias após o plantio.  $\chi^2$ : valor do qui-quadrado calculado. G.L.: Grau de liberdade.

\*\* Rejeita-se a aleatoriedade. <sup>ns</sup> Aceita-se a contagiosidade

O estudo do ajuste dos dados aos modelos de distribuições teóricas de frequência demonstrou que, os pulgões 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 o pulgão *A. gossypii* não apresentou um ajuste adequado a esse tipo de distribuição. Isto se confirmou pelos resultados obtidos através da binomial negativa, onde os valores encontrados não diferiram significativamente dos valores esperados por esta distribuição de frequência.

Diante destes dados, a tendência de distribuição espacial agregada

apontada pelos índices foi comprovada pelo modelo teórico da distribuição de frequência.

Para efeito de cálculo do número de amostras, utilizaram-se duas avaliações (48 e 55 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 3 para o número de amostras.

**Tabela 3.** Número de amostras de *Aphis gossypii*, sugeridas, obtida pela equação proposta por Kogan e Herzog (1980) com um índice de precisão de 25%.

DAP <sup>1</sup>	Número de amostras
48	163
55	320

1. Dias após o plantio

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 (Tabela 1), provavelmente, influenciaram no número de amostras calculadas.

Um aspecto a ser observado quanto ao número de amostras é que a perda de parte da precisão, em favor da rapidez da avaliação é aceita por alguns autores, que propõem outra forma de calculá-la, mediante o uso da equação da

VR, mencionada anteriormente (HILLHOUSE; PITRE; 1974; SOUTHWOOD; HENDERSON, 2000). 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 4 o número de amostras necessárias para uma precisão relativa de, no máximo, 25% em diferentes idades da cultura e locais.

**Tabela 4.** Número de amostras de *Aphis gossypii*, necessárias para uma variação relativa (VR) menor ou igual a 25%, segundo Southwood e Henderson (2000).

DAP <sup>1</sup>	Número de amostras	VR (%)
48	50	17,71
55	40	19,25

1. Dias após o plantio

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 (SOUTHWOOD; HENDERSON, 2000; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2014b) a rapidez de uma avaliação tem implicações econômicas importantes. Desta forma, sacrificando-se a precisão a níveis aceitáveis para o MIP (AFSHARI et al., 2009; PEDIGO; RICE; 2009) já mencionados anteriormente, e, considerando a VR, cinquenta amostras seriam suficientes para a tomada de decisão.

Assim, os valores aqui obtidos assemelham-se aos recomendados por Sprengel (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.

### Conclusões

1. O pulgão do algodoeiro *A. gossypii* apresenta distribuição agregada.
2. O número de amostras a serem utilizadas na estimativa da ocorrência de *A. gossypii* em algodoeiro é cinquenta.

### Agradecimentos

À CAPES pelo financiamento da presente pesquisa.

### Referências

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, n. 1, p. 27-38, 2009.

- CARLETTO, J.; LOMBAERT, E.; CHAVIGNY, P.; BRÉVAULT, T.; LAPCHIN, L.; VANLERBERGHE-MASUTTI, F. Ecological specialization of the aphid *Aphis gossypii* Glover on cultivated host plants. **Molecular Ecology**, v. 18, n. 10, p. 2198–2212, 2009.
- CHEN, Y.; VANLERBERGHE-MASUTTI, F.; WILSON, L. J.; BARCHIA, I.; MCLOON, M. O.; SMITH, T.; HERRON, G. A. Evidence of superclones in Australian cotton aphid *Aphis gossypii* Glover (Aphididae:Hemiptera). **Pest Management Science**, v. 69, n. 8, p. 938-948, 2013.
- ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates**. 2.ed. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1977. 159p.
- FERNANDES, M. G.; SPESSOTO, R. R.; DEGRANDE, P. E.; TR RODRIGUES, T. R. Sequential sampling of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and *Frankliniella schultzei* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) on cotton crop. **Neotropical Entomology**, v. 40 n. 2, p. 258-263, 2011.
- 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.
- JOHNSON, R. A; KOTZ, S. **Discrete distributions**. Boston: Houghton Mifflin Co., 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**. New York: Springer Verlag, 1980. 587p.
- LI, Z. Q.; ZHANG, S; LUO J. Y.; WANG, C.Y.; LV L. M.; DONG, S. L.; CUI, J. J. 2013. Ecological adaption analysis of the cotton aphid (*Aphis gossypii*) in different phenotypes by transcriptome comparison. *Plos One*, 8(12).
- MADALI, H; DASHTI, F; ENKEGAARD, A. Spatial distribution of Thrips tabaci and development of a fixed-precision sampling plan for greenhouse cucumber. **Journal of Entomology**, v. 8, n. 3, p. 280-287, 2011.
- 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**, v. 39, n. 5, p. 703-708, 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**, v. 66, n. 3, p.441-447, 2007.
- 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**, v. 3, n. 6, p. 1-3, 2004.

OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S. A. Efeito das cultivares e idades de plantas de algodoeiro na capacidade predatória de *Orius insidiosus* predando *Aphis gossypii*. **Científica**, v. 36, n 1, p. 10-16, 2008.

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

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

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 Zanjan, 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.

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.

SILVA, J.F.; BLEICHER, E.; MARQUES, G. V.; SILVA, V. Distribuição espacial do pulgão preto em feijão de corda e cálculo do número de amostras. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 537-542, 2014.

SILVA, V.; MARQUES, G. V.; SILVA, J. F.; BLEICHER, E. Distribuição espacial da cigarrinha *Empoasca kraemeri* Ross & Moore (Hemiptera: Cicadellidae) no feijão-de-corda e cálculo do número de amostras. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.4, p. 335-341, 2014.

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

SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. **Ecological methods**. 3. ed. Oxford: Blackwell Sciences, 2000. 592p.

SPRENKEL, R. K. **Cotton Pest Monitoring Manual for Florida**. Florida: University of Florida, IFAS Extension, 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**, v. 28, n. 2, p. 194-198, 2006.

TORRES, L. C.; SOUZA, B.; AMARAL, B. B.; TANQUE, R. L. 2007. Biologia e não-preferência para oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivares de algodoeiro. **Neotropical Entomology**, 36(3): 445-453.