

Distribuição espacial de *Aphis craccivora* Koch 1854 (Hemiptera: Aphididae) na cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Spatial distribution of *Aphis craccivora* Koch 1854 (Hemiptera: Aphididae) in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Distribución espacial de *Aphis craccivora* Koch 1854 (Hemiptera: Aphididae) en caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Recebido: 26/11/2020 | Revisado: 03/12/2020 | Aceito: 04/12/2020 | Publicado: 07/12/2020

Kleyton Rezende Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2296-8392>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: kleyton.ferreira@jna.ifmt.edu.br

Lucas Gustavo Yock Durante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5867-7485>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: franklucasnaz@yahoo.com.br

Lourismar Martins Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6922-7308>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

lourismar.araujo@jna.ifmt.edu.br

Luciano Rodrigo Lansanova

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3458-5532>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: luciano.lansanova@jna.ifmt.edu.br

Rodrigo Lemos Gil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1979-810X>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: rodrigo.gil@jna.ifmt.edu.br

Fabricio Ribeiro Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1865-6502>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: fabricio.andrade@jna.ifmt.edu.br

Barbara Olinda Nardis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9828-2741>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: barbaraonardis@gmail.com

Resumo:

Determinar o tipo de distribuição espacial de uma praga agrícola é uma das principais ferramentas para estabelecer uma metodologia de amostragem, portanto o objetivo desse trabalho foi estudar a distribuição espacial de *Aphis craccivora* em feijão-caupi. Os estudos foram desenvolvidos no período de cultivo de feijão-caupi “da seca” na fazenda experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Aquidauana-MS. A área experimental 300 m², foi formada por 40 parcelas de quatro linhas com 5 metros de comprimento, espaçadas a 0,50 metros entre si, considerando-se como área útil as duas linhas centrais. As amostragens foram realizadas semanalmente a partir do aparecimento do primeiro pulgão. Foi determinada a variância média e os índices de agregação. A distribuição de Poisson, distribuição binomial negativa e distribuição binomial positiva foram utilizadas para descrever a distribuição teórica de frequência para as amostras da população: As variâncias das amostragens foram sempre superior à média, o que indica ajuste à distribuição binomial negativa, com a disposição do inseto tendendo à agregação, o que normalmente ocorre no campo para os índices de Razão Variância-Média (I), Índice de Morisita (I_d) e Expoente k da Distribuição Binomial Negativa (k), foi obtido para a distribuição da comunidade de pulgões pretos no feijão caupi, a distribuição no formato agregado. Para os testes de distribuição de frequência o que mais se enquadra para as amostragens foi o da distribuição Binomial Negativa, indicando população de pulgão preto se comporta de forma agregada na cultura do feijão caupi.

Palavras-chave: Manejo integrado de pragas, Distribuição de frequência, Amostragem de insetos.

Abstract

The determination of the type of spatial distribution of the insect-pest is the first step to establish a sampling plan, therefore the objective of this work was to study the spatial distribution of *A. craccivora* in cowpea. The studies were developed during the period of cultivation of cowpea "from the drought" at the experimental farm of the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), in Aquidauana-MS. The 300 m² experimental area

was formed by 40 plots of four lines with 5 meters in length, spaced 0.50 meters apart, considering the two central lines as useful area. Sampling was performed weekly from the appearance of the first aphid. The average variance and the aggregation indexes were determined. The Poisson distribution, negative binomial distribution and positive binomial distribution were used to describe the theoretical frequency distribution for the population samples: The sampling variances were always higher than the average, which indicates adjustment to the negative binomial distribution, with the insect tending to aggregate, which normally occurs in the field for the Indices of Variance-Average Ratio (I), Morisite Index ($I\delta$) and Exponent k of the Negative Binomial Distribution (k), was obtained for the distribution of the population of black aphids in cowpea culture, the distribution in aggregate format. For the frequency distribution tests, the most suitable for the samples was the Negative Binomial distribution, indicating the population of black aphids behave in an aggregate manner in the cowpea culture.

Keywords: Integrated pest management; Frequency distribution; Insect sampling.

Resumen

La determinación del tipo de distribución espacial del insecto-plaga es el primer paso para establecer un plan de muestreo, por lo que el objetivo de este trabajo fue estudiar la distribución espacial de *A craccivora* en caupí. Los estudios se desarrollaron durante el período de cultivo de caupí "de la sequía" en la finca experimental de la Universidad Estatal de Mato Grosso do Sul (UEMS), en Aquidauana-MS. El área experimental de 300 m² estuvo conformada por 40 parcelas de cuatro líneas con 5 metros de longitud, espaciadas 0.50 metros, considerando las dos líneas centrales como área útil. El muestreo se realizó semanalmente desde la aparición del primer pulgón. Se determinaron la varianza promedio y los índices de agregación. La distribución de Poisson, la distribución binomial negativa y la distribución binomial positiva se utilizaron para describir la distribución de frecuencia teórica para las muestras de población: Las varianzas muestrales fueron siempre superiores al promedio, lo que indica ajuste a la distribución binomial negativa, insecto que tiende a agregar, lo cual ocurre normalmente en campo para los Índices de Varianza-Relación Promedio (I), Índice de Morisita ($I\delta$) y Exponente k de la Distribución Binomial Negativa (k), se obtuvo para la distribución de la población de pulgones negros en el cultivo del caupí, la distribución en formato agregado. Para las pruebas de distribución de frecuencias, la más adecuada para las muestras fue la distribución Binomial Negativa, indicando que la población de pulgones negros se comporta de manera agregada en el cultivo de caupí.

Palabras clave: Manejo integrado de plagas; Distribución de frecuencias; Muestreo de insectos.

1. Introdução

Vigna unguiculata (L.) Walp, popularmente conhecido como feijão macassar, feijão-caupi ou feijão-de-corda, tem sua importância socioeconômica voltadas para as famílias das regiões Nordeste e Norte do território brasileiro. Atualmente, encontra-se em franca expansão na região Centro-Oeste (Freire Filho et al., 2008). Constitui-se num dos principais componentes da dieta alimentar, nas zonas rural e urbana, gerando emprego e renda para milhares de pessoas, necessitando, portanto, de uma maior atenção por parte das pesquisas. É uma cultura bastante versátil em termos de mercado, podendo ser comercializada na forma de grãos secos, vagens e grãos verdes ou frescos (feijão-verde), farinha para acarajé, e sementes (Rocha et al., 2006; Rocha, 2009).

O feijão-caupi sofre danos por diversos insetos durante o seu ciclo, afetando a produção e a qualidade dos grãos. Os insetos-praga estão entre os fatores bióticos que mais limitam o rendimento agrônômico da cultura. Entre os mais importantes, pelos seus danos diretos e indiretos, pela regularidade e intensidade de ocorrência, destacam-se: pulgão preto, *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae); cigarrinha-verde, *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae); mosca branca, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae); vaquinha-do-feijoeiro, *Cerotoma arcuatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) e o manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* (Coleoptera: Curculionidae) (Pinheiro et al., 2004; Moraes, 2007; Lima et al., 2009).

Aphis craccivora Koch, 1854, conhecido como pulgão preto tem sua importância voltada a cultura do feijão-caupi por ser uma das principais pragas que afetam o rendimento produtivo (Oliveira Junior et al., 2002). Esse afídeo pode provocar o encarquilhamento e secamento de plantas pela alimentação, succionando a seiva e podendo ainda disseminar viroses. Possui cor marrom escuro com escudo dorsal preto brilhante, ocorre normalmente em legumes, ataca cerca de 50 plantas de 19 famílias e é vetor de cerca de 30 viroses (Blackmann & Eastop, 2007).

As informações dos parâmetros populacionais de insetos-praga, como o seu padrão de dispersão na cultura, permitem o planejamento de estratégias econômicas de controle (Fernandes et al. 2003; Rodrigues et al., 2010). Para o estabelecimento do Manejo Integrado de Pragas (MIP) é essencial ser feita uma amostragem baseada nos princípios da estatística e

no conhecimento da distribuição espacial, do ciclo de vida e comportamento do inseto (Melo et al., 2006; Silveira Neto et al., 1976).

O conhecimento sobre o tipo de distribuição espacial dos organismos prejudiciais as culturas é o primeiro passo para do manejo integrado de pragas, pois o tipo de arranjo espacial está associado com o número e tamanho da amostra (Fernandes et al., 2002). A distribuição espacial de uma população pode ser: agregada (ou contagiosa), aleatória (ou ao acaso) ou uniforme (ou regular). Esses tipos normalmente seguem um modelo matemático, feito com base na relação entre a variância e a média dos dados, que descreve uma distribuição de probabilidade (Maruyama et al., 2006). Tais distribuições de probabilidades são: binomial negativa (agregada), Poisson (aleatória) e binomial positiva (uniforme).

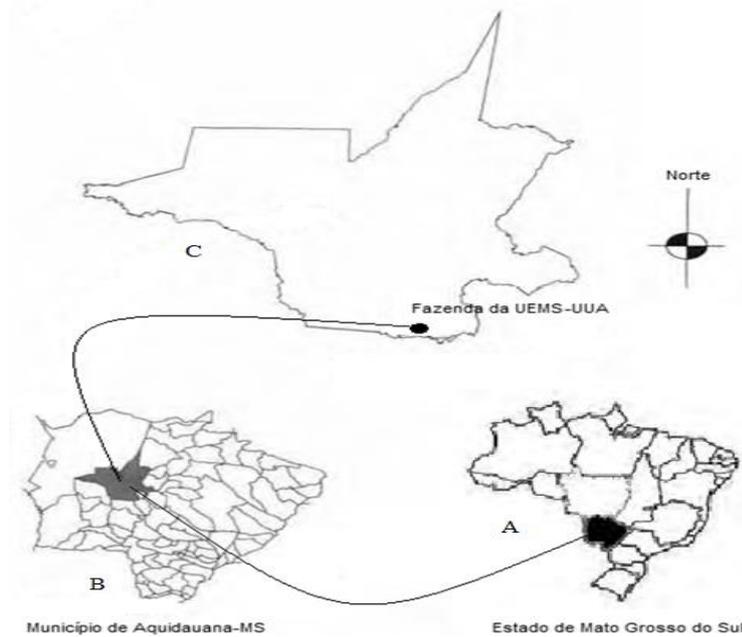
Esse trabalho tem como objetivo estudar a distribuição espacial de *A. craccivora* em feijão-caupi, através da determinação dos índices de agregação e dos testes de qui-quadrado de união para os mais importantes tipos de distribuições teóricas de frequência.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

Os estudos foram desenvolvidos no período de cultivo de feijão-caupi “da seca” na fazenda experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Aquidauana-MS (20° 28’S; 55° 48’W) (Figura 1). O clima da região caracteriza-se por invernos secos e verões chuvosos, subtipo Aw da classificação de Köppen (1948), que é característica de zona tropical onde a estação chuvosa ocorre de outubro a março com temperatura média de 28°C e seca de abril a setembro com temperatura média de 22 °C, e a precipitação média anual é de 1400 mm. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo – Distroférrico (EMBRAPA, 2006), com textura arenosa, moderadamente profundo, bem drenado e de média a alta fertilidade.

Figura 1. Localização do Estado de Mato Grosso do Sul (A), município de Aquidauana (B) e Fazenda da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana (C).



Fonte: Autores.

2.2 Implantação da Cultura e tratos culturais

O preparo da área constou de uma gradagem pesada, seguida de uma gradagem niveladora. Os sulcos foram abertos mecanicamente com 5 a 10 cm de profundidade. A semeadura foi realizada no dia 09 de maio de 2013, manualmente, empregando a densidade de 16 sementes por metro. Uma semana após a emergência foi realizado o desbaste manual deixando oito plântulas por metro, obtendo-se uma população estimada de 160.000 plantas por hectare. Não foi realizada adubação na semeadura e em cobertura haja vista a rusticidade natural da cultura, o razoável nível de fertilidade do solo (Tabela 1). As parcelas foram mantidas no limpo até o fechamento nas entrelinhas por meio de cultivos manuais realizados semanalmente. A área experimental 300 m², foi formada por 40 parcelas de quatro linhas com 5 metros de comprimento, espaçadas a 0,50 metros entre si, considerando-se como área útil as duas linhas centrais. Durante o experimento coletar-se-á informações da temperatura e precipitação no INMET, para região de Aquidauana-MS.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo.

prof. (cm)	Ph (H ₂ O)	M.O. (%)	P* mgdm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	Al + H
0-20	6,1	1,4	44,4	0,25	2,0	0,3	0,1	2,7

(*) = extrator Mehlich 1. Fonte: Autores.

2.3 Avaliações e análise estatística

As amostragens foram realizadas semanalmente a partir do aparecimento do primeiro pulgão. Foi contado o número de pulgões presentes no primeiro trifólio apical completamente expandido em 8 plantas escolhidas ao acaso dentro de cada parcela, as amostragens foram realizadas nos dias: 17 de maio de 2013, 24 de maio de 2013, 31 de maio de 2013, 17 de junho de 2013, 13 de junho de 2013 e 21 de junho de 2013.

Os registros coletados em cada uma das amostras foram utilizados para a descrever os dados da dispersão espacial da populacional dos indivíduos de pulgões. Foi feita a verificação da média variância e dos índices de agregação. As distribuições teóricas de frequências foram empregadas como exemplo para amostras das populações: distribuição de Poisson, distribuição binomial negativa e distribuição binomial positiva. Depois, da realização dos testes de ajustes da análise de qui-quadrado dos dados obtidos no campo às distribuições teóricas de frequência. Os índices de agregação realizados para se verificar o grau de agregação dos pulgões foram:

Razão variância/média: Foram realizadas medidas do desvio de um arranjo das condições de aleatorização (Rabinovich, 1980). Amostragens semelhante à unidade demonstra arranjo espacial ao acaso, resultados menores que a unidade indicam disposição espacial regular ou uniforme, e dados estatisticamente maiores que a unidade indica arranjo agregado. As limitações desse índice, segundo Southwood (1971), assim influenciam no tamanho da unidade de amostra sobre a abundância de indivíduos observados, sendo muito afetado nas acondicionamentos de contágio. Esse índice foi estimado neste trabalho através de:

$$I = \frac{s^2}{\bar{m}}$$

onde: S_2 = variância da amostra e m = média amostral. A confiabilidade da diferença da unidade (teste de afastamento da aleatoriedade) teve seu teste aferido através da influência do valor da estatística do qui-quadrado pela expressão:

$$X^2 = I (N-1)$$

onde: I = valor da razão variância-média e N = tamanho da amostra. Com $N-1$ graus de liberdade, comparou-se o valor do quiquadrado calculado (X^2) com o qui-quadrado tabelado (χ^2), obtido através da tabela de χ^2 e não rejeitou-se a aleatoriedade ($I = 1$) quando:

$$\chi^2_{(N-1 \text{ gl}; \alpha = 0,025)} > X^2 > \chi^2_{(N-1 \text{ gl}; \alpha = 0,975)}$$

Assim, quando a aleatorização for rejeitada, o valor de X^2 não se estabelece entre os valores de χ^2 determinados acima, podem ocorrer dois casos diferentes. O primeiro é quando o valor do X^2 é maior que o χ^2 ($N - 1$ gl; $\alpha = 0,025$). Portanto, o índice I tem significância maior que a unidade, e uma distribuição contagiosa é um modelo que pode se acordar aos dados. Depois os segundo caso é quando o índice do X^2 é menor que o χ^2 ($N - 1$ gl; $\alpha = 0,975$), portanto, uma distribuição regular é mais apropriada.

Índice de Morisita (I_δ). É um parâmetro de dispersão sem depender da média amostral e do número total de amostragens (Morisita, 1959; 1962). Números próximos à unidade recomenda-se arranjo ao acaso, valores maiores que a unidade recomenda-se disposição agregada, e valores inferiores à unidade indicam arranjo regular ou uniforme (Nascimento, 1995). A fragilidade do índice de Morisita subsidia no fato de que este é exorbitantemente influenciado pelo número de dados (N), sendo necessário, a sua utilização segura, que o quantidade de unidades de amostras seja o mesmo em todos os campos que estejam sendo comparados (Mesina, 1986). Foi dado por:

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

A fórmula indica que: N = tamanho da amostragem e x_i = quantidade de insetos na i -ésima unidade amostral. O teste da aleatoriedade foi verificado por:

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

Sendo que: I_{δ} = valor do índice de Morisita; x = número de insetos na i -ésima unidade amostral e N = tamanho da amostra.

A aleatoriedade da distribuição foi rejeitada quando:

$$X_{\delta}^2 > \chi^2_{(N-1)gl, \alpha=0,05}$$

Índice K. esse índice é uma representação inversa do nível de agregação (Elliot, 1979). O expoente k é um bom apontador de dispersão quando o tamanho e os números de unidades amostrais por quantidade amostrais são os mesmos, pois esse índice é frequentemente modificado pela quantidade das unidades amostrais. Número positivos aproximados de 0 supões disposição agregada e valores maiores que oito demonstra disposição ao acaso (Elliot, 1979). A estimativa de k pelo método dos momentos é dada por:

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

onde: \hat{m} = média amostral e s^2 = variância amostral.

Para avaliação da distribuição espacial de *A. craccivora*, as distribuições teóricas de frequências utilizadas são apresentadas em seguida:

Distribuição de Poisson. é a própria distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual à média ($\sigma^2 = \mu$), é a melhor que descreve a dispersão aleatória ou ao acaso (Green, 1966). As fórmulas recorrentes para cálculo da série de probabilidades foram dadas por:

$$P(0) = e^{-\hat{m}} e$$
$$P(x) = \frac{\hat{m}}{x} \cdot P(x-1)$$

onde: $x = \text{classes} = 1,2,3,\dots$; $e = \text{base do logaritmo neperiano } (e = 2,718282\dots)$; $P(x) = \text{probabilidade de encontrar } x \text{ indivíduos na amostra e } \hat{m} = \text{média amostral.}$

Distribuição Binomial Positiva – melhor representação da distribuição regular ou uniforme (Rabinovich, 1980). Descreve a distribuição uniforme e caracteriza-se por apresentar variância menor que a média ($\sigma^2 < \mu$). Sua função probabilística é:

$$P(0) = q^k e$$

$$P(x) = \frac{p}{q} \cdot \frac{(k-x+1)}{x} \cdot P(x-1)$$

para $x = 1,2,3,\dots,k$; onde:

$$p = \frac{m}{k}$$
$$q = 1-p$$

Distribuição Binomial Negativa. demonstra melhor a distribuição agregada dos indivíduos (Taylor, 1984). Caracteriza-se por apresentar variância maior que a média indicando, assim, distribuição agregada. Possui dois parâmetros: a média (μ) e o expoente k ($k > 0$), e as probabilidades foram calculadas pelas fórmulas recorrentes dadas por:

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

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

para $x = 1,2,3,\dots$. O valor de k foi estimado por:

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

A análise de ajuste das observações à teoria da distribuição de frequências foi analisada pelo teste qui-quadrado de aderência, e incidiu em comparar as frequências analisadas na área amostral com as frequências anunciadas que são definidas, segundo Young & Young (1998), pelo produto das possibilidades de cada classe pelo número total de unidades amostrais empregadas. Os dados estatísticos do qui-quadrado avaliados foram verificados por:

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

onde: n_c = quantidade de classes da distribuição de frequências; FO_i = frequências analisada na i -ésima classe; FE_i = frequência esperada na i -ésima classe.

Para a concretização deste teste, o número fixo da frequência esperada mínima igual a 1. A quantidade de graus de liberdade associado à estatística X^2 foi determinado por:

$$GL = n_c - n_p - 1$$

onde: GL = dados de graus de liberdade; n_c = quantidade de classes da distribuição de frequências; n_p = número de parâmetros estimados na amostra.

O discernimento do teste foi o de rejeitar o ajuste da classificação estudada a 5% de significância, se:

$$X^2 \geq \chi^2_{(n_c - n_p - 1 \text{ gl}, \alpha = 0,05)}$$

onde: χ^2 = qui-quadrado tabelado.

3. Resultados e discussão

3.1 Frequências observadas nas diferentes classes.

As maiores somas de contagem de pulgão preto foram observadas nas classes 0 a classe 4, com 28 amostras com zero pulgão (classe 0) em 13 de junho. Foi observado valor máximo de 102 pulgões na amostragem do dia 31 de maio devido as condições favoráveis do período da seca, onde as precipitações são escassas e isoladas. A precipitação de 30 mm após a contagem do dia 31 de maio, ocasionou menores contagens, pois a chuva diminui a quantidade de pulgões (Tabela 2). Fatores abióticos que podem afetar as populações de pulgões: a temperatura do ar, umidade relativa do ar, as chuvas e os ventos. As chuvas podem afetar as populações de pulgões, pois o impacto das gotas pode derrubar os pulgões das plantas e matá-los (Farias et al., 2011).

3.2 Índices de dispersão e distribuição de frequências

Relacionando as seis amostragens realizadas nesse trabalho, calcularam-se os valores dos índices razão variância/média (I), índice Morisita ($I\delta$), índice K, média, variância para cada amostragem e teste de ajuste às distribuições de Poisson e binomial negativa através de teste qui-quadrado (X^2) calculados (Tabela 3).

As variâncias das amostragens foram sempre superior à média (Tabela 2), o que indica ajuste à distribuição binomial negativa, com a disposição do inseto tendendo à agregação, o que normalmente ocorre no campo (Taylor, 1984). Outras distribuições poderiam ser observadas como a distribuição de Poisson, também conhecida como distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual a média (Fernandes et al., 2003). E a distribuição binomial positiva é o modelo matemático que melhor representa a distribuição regular ou uniforme, onde a variância é menor que a média (Rabinovich, 1980).

Tabela 2. Frequências observadas nas diferentes classes (número de insetos), para *Aphis craccivora* diferentes datas de amostragem em feijão caupi nos trifólios do ápice, com respectivas médias, e variâncias. Aquidauana, MS, 2013.

Classes	Frequências observadas					
	17/mai	24/mai	31/mai	07/jun	13/jun	21/jun
0	17	23	1	23	28	4
1	11	4	0	4	8	6
2	8	2	0	3	1	8
3	0	0	0	3	0	6
4	3	1	0	3	1	4
5	0	0	0	1	0	0
6	0	1	1	3	0	5
7	0	0	0	0	2	3
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1
10	0	0	2	0	0	1
11	0	1	0	0	0	2
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	1	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0

17	0	1	1	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0	0
20	0	1	2	0	0	0
21	0	3	1	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	1	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
27	0	1	2	0	0	0
28	0	0	3	0	0	0
29	0	0	2	0	0	0
30	0	0	1	0	0	0
33	0	0	1	0	0	0
34	0	0	1	0	0	0
38	0	0	2	0	0	0
40	0	0	1	0	0	0
42	0	0	1	0	0	0
44	0	0	1	0	0	0
45	0	0	1	0	0	0
46	0	0	2	0	0	0
49	0	0	1	0	0	0
51	0	0	1	0	0	0
52	0	0	1	0	0	0
54	0	0	1	0	0	0
55	0	0	1	0	0	0
71	0	0	2	0	0	0
72	0	0	1	0	0	0
78	0	0	1	0	0	0
89	0	0	1	0	0	0
102	0	0	1	0	0	0

*As classes representam o número de insetos contados por amostra de oito plantas, alguns intervalos com valores zero foram retirados. Fonte: Autores.

3.3 Índices de dispersão

Para os índices de Razão Variância-Média (I), Índice de Morisita (I δ) e Expoente k da Distribuição Binomial Negativa (k), foram obtidos para a distribuição da população de

pulgões pretos na cultura do feijão caupi, a distribuição no formato agregado. Rejeitando a uniformidade e a aleatoriedade da distribuição da população, com esses índices (Tabela 3).

Os índices de dispersão razão variância/média (I) e Morisita ($I\delta$) apresentaram valores maiores que a unidade em todas as seis amostragens os valores foram superiores a unidade, e o índice k da binomial negativa em quatro amostras indicou alta agregação da população de pulgão ($0 < k \leq 2$) e as restantes observou agregação ($2 < k \leq 8$). Silva et al. (2014), amostrando pulgões em dois campos de feijão caupi em Fortaleza-CE, também relataram em seus resultados que os índices de dispersão indicaram que a população apresenta o modelo de distribuição agregada. No entanto Pereira et al. (2004), obtiveram em todas as suas amostras valores razão variância/média (s^2/\hat{m}) menores que a unidade, mostrando que as ninfas de mosca-branca distribuem-se de maneira uniforme no cultivo de feijão comum.

Tabela 3. Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial de lagartas *Aphis craccivora* em feijão caupi, número de amostras (N), razão variância/média (I), índice de Morisita ($I\delta$), índice de dispersão k , média, variância para cada amostragem e teste de ajuste às distribuições de Poisson e binomial negativa através de teste qui-quadrado (X^2) calculados, Aquidauana, MS, 2013.

Índice	Datas de amostragem					
	17/mai	24/mai	31/mai	07/jun	13/jun	21/jun
N	40	40	40	40	40	40
I	5,06*	14,24*	13,70*	2,87*	3,90*	2,48*
$I\delta$	3,93*	3,69*	1,32*	2,38*	5,19*	1,39*
K	0,34 ^{AG}	0,36 ^{AG}	3,02 ^{AG}	0,72 ^{AG}	0,24 ^{AG}	2,49 ^{AG}
Média	1,38	4,83	38,30	1,35	0,70	3,70
Variância	6,96	68,71	524,73	3,87	2,73	9,19
Testes de ajuste às distribuições						
Poisson						
X^2	11,82*	429,32*	139,60*	40,86*	10,87*	20,76*
G.L.	3	8	19	3	2	6
Binomial Positiva						
X^2	18,65*	417,63*	-40,00 ^{ns}	60,40*	13,71*	57,45*
G.L.	2	3	6	2	1	3
Binomial Negativa						
X^2	17,29*	10,67 ^{ns}	1,30 ^{ns}	8,06 ^{ns}	4,42 ^{ns}	9,69 ^{ns}
G.L.	3	6	-1	3	2	7

ns – não significativo, * significativo ao nível de 5% de probabilidade, ^{AG} distribuição agregada. As amostragens foram de oito planta por amostra. Fonte: Autores.

3.4 Distribuição de frequências

Os testes de distribuições de frequência teórica não se ajustaram para a primeira contagem, 17 de maio, para nenhum dos modelos, Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa. O modelo de distribuição Binomial Negativa se ajustou nas cinco amostras restantes. O modelo de Binomial Positiva apenas para a amostragem do dia 24 de maio.

Para os testes de distribuição de frequência o que mais se enquadra para as amostragens foi o da distribuição Binomial Negativa, indicando que a população de pulgão preto se comporta de forma agregada na cultura do feijão caupi (Tabela 3). O arranjo agregado parece ser comum em populações de afídeos, amostragens de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) em citros, também apresentaram ajuste a Binomial Negativa (Toledo et al., 2006).

A distribuição de Poisson para a população de pulgão preto não indicou um bom ajuste, demonstrando que os insetos não estão distribuídos aleatoriamente. Farias et al. (2001) verificaram que a distribuição da população de lagartas do cartucho no milho também não é aleatória, pois apenas uma das quatorze amostragens apresentou ajuste à distribuição de Poisson.

A distribuição Binomial Positiva indicou ajuste em apenas uma das seis amostragens, portanto o tipo de distribuição da população de pulgões não é uniforme. A distribuição Binomial Positiva também não se ajustou para a maioria das amostragens da população de pulgões pretos em feijão caupi no município de Fortaleza-CE (Silva et al., 2014), mas se ajustou para população de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura do feijão comum, mostrando que imaturos de mosca-branca distribuem-se uniformemente (Perreira et al., 2004).

4. Considerações finais

1. A população de pulgão preto do feijoeiro (*A. craccivora*) apresenta o modelo de distribuição agregada;

2. A distribuição Binomial Negativa é o modelo mais adequado para representar a distribuição do *A. craccivora* em áreas de produção de *V. unguiculata*.

Referências

- Blackmann, R. L., Eastop, V. F. (2007). Taxonomic issues. In: Emden, H. F., Harrington, R. *Aphids as crop pests*. Cabi, London, U.K. Nosworthy Way, Wallingford, Oxfordshire, OX 10 8DE.
- Elliot, J. M. (1984). Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates. *Sci. Publ. Freshw. Biol. Assoc*, 29, 231-57.
- Farias, P. R. S., Barbosa, J. C., Busoli, A. C. (2001). Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae), na cultura do milho. *Neotropical Entomology*, 30(4), 681-689.
- Fernandes, M. G., Busoli, A. C., Barbosa, J. C. (2003). Distribuição espacial de *Alabama argilacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. *Neotropical Entomology*, 32, 107-115.
- Fernandes, M. G., Busoli, A. C., Barbosa, J. C. (2002). Dsitribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepdoptera, Noctuidae) em algodoeio. *Revista Brasileira de Agrociência*, 8(3), 203-211.
- Freire Filho, F. R., Lima, J. A. A., Ribeiro, V. Q. (2008). *Melhoramento genético*. In: Freire Filho, F. R., Lima, J. A. A., Ribeiro, V. Q. (2008). *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 28-92.
- Green, R. H. (1966). Measurement of non-randomness in spatial distributions. *Res. Pop. Ecol.*, 8(1), 1-7.
- Lima, A. C. S., Alves, J. M. A., Carvalho, R. O., Maciel, F. C. S., Pinho, A. G. S. (2009). Preferência para alimentação e oviposição do manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler (Coleoptera: Curculionidae), em genótipos de feijão-caupi. *Revista Agro@mbiente On-line*, 3(2), 99-105.

Maruyama, W. I., Barbosa, J. C., Toscano, L. C. (2006). Distribuição espacial de *Oncometopia facialis* (Signoret) (Hemiptera: Cicadellidae) em pomar cítrico. *Neotropical Entomology*, 35(1), 93-100.

Melo, E. P., Degrande, P. E., Junior Lima, I. S., Suekane R., Kodama, C., Fernandes, M. G. (2014). Disposição espacial e injúrias da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. Ver. *Ceres*, 61, 343-349.

Melo, E. P., Fernandes, M. G., Degrande, P. E., Cessa, R. M. A., Salomão, J. L. E., Rodrigo, E., Nogueira, F. (2006). Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. *Neotropical Entomology*, 35(5), 689-697.

Mesina, R. R. V. (1986). *Disposição espacial de Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acarina: Tetranychidae) e determinação do número de amostras na macieira. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Paraná, 88p, Curitiba, PR.

Moraes, J. G. L., Bleicher, E. (2007). Preferência do pulgão-preto, *Aphis craccivora* Koch, a diferentes genótipos de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Ciência Rural*, 37(6), 1554- 1557.

Morisita, M. (1962). Is index, a measure of dispersion of individuals. *Res. Pop. Ecol.*, 4(1), 1-7.

Morisita, M. (1959). Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci.*, 2, 215-35.

Nascimento, J. E. (1995). *Distribuição espacial e plano de amostragem seqüencial para o percevejo pequeno Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Heteroptera: Pentatomidae), na cultura da soja. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Estadual Paulista, 137 p, Jaboticabal, SP.

Oliveira Junior, J. O., Medeiros, R. D., Silva, P. R. V. P., Smiderle, O. J., Mourão Junior, M. (2002). *Técnicas de manejo para o cultivo do caupi em Roraima*. Boa Vista: Embrapa Roraima, 18 p. (Circular Técnica, n. 3).

Pereira, M. F. A., Boiça, J. R. A. L., Barbosa, J. C. (2004). Distribuição espacial de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Neotropical Entomology*, 33(4).

Pinheiro, J. N. et al. (2004). Nível adequado para controle do manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936 (Coleoptera: Curculionidae) na cultura do caupi. *Revista Ciência Agronômica*, 35, 206-213.

Rabinovich, J. E. (1980). *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. México, Continental, 313 p.

Rocha, M. M., Freire Filho, F. R., Ramos, S. R. R., Ribeiro, V. Q., Andrade, F. N., Gomes, R. L. F. (2006). *Avaliação agronômica de genótipos de feijão caupi para produção de grãos verdes*. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 16 p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67).

Rocha, M. M. (2015). *O feijão-caupi para consumo na forma de grãos frescos*. 2009. Agrosoft Brasil. Recuperado de <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/212374.htm>>.

Rodrigues, T. R., Fernandes, M. G., Santos, H. R. (2010). 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*, 54(1), 136-143.

Silva, J. F., Bleicher, E., Marques, G. V., Silva, V. (2014). Distribuição espacial do pulgão preto em feijão de corda e cálculo do número de amostras. *Revista Ciência Agronômica*, 45(3), 537-542.

Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D., Villa Nova, N. A. (1976). *Manual de ecologia de insetos*. São Paulo: Agronomica Ceres, 419 p.

Southwood, T. R. E. (1978). *Ecological methods*. (2a ed.), New York, John Wiley & Sons, 525p.

Taylor, L.R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. *Ann. Rev. Entomol*, 29, 231-57.

Toledo, F., R., Barbos A, J., C., Yamamoto, P. T. (2006). Distribuição espacial de Toxoptera citricida (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(2), 194- 198.

Young, L. J. J. H., (1998). *Statistical ecology: A population perspective*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 565 p.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Kleyton Rezende Ferreira - 20 %

Lucas Gustavo Yock Durante - 20%

Lourismar Martins Araújo - 15%

Luciano Rodrigo Lansanova - 15%

Rodrigo Lemos Gil - 10%

Fabricio Ribeiro Andrade - 10%

Barbara Olinda Nardis - 10%