

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EUSCHISTUS HEROS EM ALGODÃO DE SEGUNDA SAFRA

Andressa Tailine Ferreira de Freitas^{1*}; Evandro Pereira Prado²; Pedro José Ferreira-Filho³;
Amanda Mariano da Silva¹; Greissi Tente Giraldi¹; João Paulo Francisco¹ e Júlio César
Guerreiro¹

¹ Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Ciências Agrônomicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca S/N^o, Bairro São Cristóvão, Umuarama-PR, CEP: 87500-000. E-mail: tailineagronomia@gmail.com, ra113588@uem.br, tente.agronomia@gmail.com, jpfrancisco2@uem.br, jcguerreiro@uem.br

² Universidade Estadual Paulista-UNESP, Campus de Dracena, Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros, Km 651, Bairro das Antas, Dracena-SP, 17915-899. E-mail: evandro.prado@unesp.br

³ Universidade Federal de São Carlos-UFSCAR, Campus Sorocaba, Rodovia João Leme dos Santos (SP-264) Km 110, Itinga, Sorocaba-SP, 18052-780. E-mail: pedroferreira.ufscar@gmail.com

*autor correspondente: jcguerreiro@uem.br

RESUMO: A cultura do algodão tem grande papel na produção agrícola do Brasil, porém os danos ocasionados pelo percevejo *Euschistus hero*, este inseto está atingindo status de importante praga para a cultura do algodão. O objetivo do estudo foi avaliar a flutuação populacional e distribuição espacial de populações migrantes de *E. heros* em lavouras de algodão, na região englobada pela Formação Arenito Caiuá, Paraná. A semeadura da cultura do algodão foi realizada em 2020, com a variedade FM 985 GLTP. Foram demarcados 100 pontos espaçados 10 x 10 m para avaliação da presença dos insetos. A flutuação populacional do inseto foi comparada pela análise de variância (Teste F), e as médias comparadas pelo teste de Tukey. As populações migrantes de percevejos chegaram consecutivamente no período de março de 2021, após este período ocorreu a queda no número de insetos. Os índices de agregação e o teste de qui-quadrado, com o ajuste dos valores encontrados e esperados para as distribuições teóricas de frequências, mostraram que os percevejos *E. heros* distribuem-se, após a chegada e implantação da população, de acordo com o modelo de distribuição agregada.

PALAVRAS-CHAVE: Distribuição agregada, Percevejo-marrom, Insetos sugados, Pragas.

POPULATION FLUCTUATION AND SPATIAL DISTRIBUTION OF EUSCHISTUS HEROS IN SECOND CROP COTTON

ABSTRACT: The cotton crop plays a major role in agricultural production in Brazil, especially the damage caused by the bed bug *Euschistus hero*, which is reaching the status of an important pest for the cotton crop. The objective of the study was to evaluate the population fluctuation and spatial distribution of migrant populations of *E. hero* in cotton crops, in the region encompassed by the Caiuá Sandstone Formation, Paraná. The cotton crop was sown on 2020, with the variety FM 985 GLTP. We demarcated 100 points spaced 10 x 10 m for evaluation of the presence of insects. The population fluctuation of the insect was compared by variance analysis (F test), and the means were compared by the Tukey. The migrating populations of bed bugs arrived consecutively in the period from March of 2021, after this period the drop in the number of insects occurred. The aggregation indices and the chi-square test, with the adjustment of the found and expected values to the theoretical frequency distributions, showed that the *E.*

heros bedbugs distribute, after the arrival and deployment of the population, according to the aggregate distribution model.

KEY WORDS: Aggregate distribution, Brown bug, Insects sucked, Pests.

INTRODUÇÃO

O algodão pertencente à Família Malvaceae, cujo gênero *Gossypium* abrange cerca de 50 espécies, sendo que das malváceas cultivadas, apenas quatro têm importância econômica, destacando-se a espécie *Gossypium hirsutum* L, cujo cultivo resulta em 90% da produção mundial de fibras, sendo esta predominante no sistema de cultivo brasileiro (Galbieri *et al.*, 2009).

A produção de algodão no Brasil está distribuída em quase toda região Centro-Oeste e Nordeste (Conab, 2020), apresentando pouca representatividade no Sudeste e Sul do país. Na Região Sul, o Paraná tem sido o único estado produtor, no entanto sua produção não é suficiente para o seu próprio consumo, cenário completamente diferente do que era presenciado no passado, em que o Paraná foi considerado como região pioneira na cotonicultura nacional, obtendo grande destaque até o início da década de 90 como a maior produtora (Lima *et al.*, 2014). No entanto, devido a alguns entraves como o aumento de preços, perda de produtividade, falta de mão de obra e surgimento de novas pragas, ocorreu um desestímulo do cultivo do algodão no estado (Lima *et al.*, 2014).

O acompanhamento técnico das lavouras de algodão tem sido essencial para a implantação das novas cultivares. Dentro do melhoramento destas, busca-se características que as tornem mais adaptadas ao clima e ao solo de uma região específica, proporcionando um ciclo da cultura mais definido, e que apresentem alta produtividade, elevado rendimento de pluma, resistência ao ataque de pragas, tolerância a herbicidas e as principais doenças (Galbieri *et al.*, 2018).

Nos últimos anos, tem sido observado que a cultura está sendo alvo de insetos-praga que antes não eram comuns para o algodoeiro, como o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1979) (Hemiptera: Pentatomidae), praga importante da cultura da soja que ocorre praticamente em todo período reprodutivo. O ataque dessa praga no algodoeiro ocorre em razão da sucessão de plantio em áreas de soja e ao emprego deficiente do vazio sanitário o qual favorecem o deslocamento dessa praga de uma cultura para outra, condição essa que atua como

fenômeno conhecido de ponte verde (Pitta *et al.*, 2018). Destaca-se também o uso desenfreado de inseticidas que são utilizados para seu controle e a consequente resistência desenvolvida por populações dessa praga (Silva *et al.*, 2013; Lopes, 2015; Lelis Filho *et al.*, 2018).

Os insetos pertencentes à família Pentatomidae são conhecidos popularmente por fedefedes, percevejo-do-mato e maria-fedida. São percevejos que possuem, geralmente, as antenas divididas em cinco segmentos, corpo variando de oval a elíptico, escutelo desenvolvido ultrapassando metade do abdome e formato triangular, nas pernas se encontram tarsos com dois segmentos, além da presença de glândulas de cheiro no abdome (Grazia e Schwertner, 2011). Os insetos da espécie *Euschistus heros* são popularmente conhecidos como percevejo marrom, encontrado no Brasil na década de 1970, tem aumentado sua importância como agente causador de danos no país (Panizzi, 2015).

Conhecer o comportamento de distribuição espacial de insetos, como o percevejo-marrom, na cultura do algodoeiro se faz necessário para que os métodos de amostragem utilizados para monitorar a praga sejam mais assertivos no momento correto para o controle da praga (Fernandes *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2010).

O modelo de distribuição espacial de populações de insetos obedece a alguns padrões que podem dar-se de três modos sendo eles: regular, aleatório ou agregado. Esses padrões de distribuição são mensurados por meio de índices de agregação, os quais permitem inferir por meio da utilização de modelos matemáticos o tipo de distribuição ocorrente na área (Farias *et al.*, 2001; Ricklefs, 2003).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a flutuação populacional e determinar a distribuição espacial de populações migrantes de *E. heros* em lavouras de algodão de segunda safra nas condições do Arenito Caiuá – PR.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama - PR, nas coordenadas de latitude 23°47'25"Sul e longitude 53°15'31" Oeste, em altitude média de 412 m (Figura 1). A região está delimitada na formação Arenito Caiuá, que tem a unidade pedológica determinada como Latossolo Vermelho escuro distrófico (Mozzilli *et al.*, 1990; Embrapa, 2013), o clima predominante na região é do tipo Cfa (subtropical úmido mesotérmico), segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual da região é de

aproximadamente 1.500 mm e a temperatura média é de 22°C (Mozzilli *et al.*, 1990; Embrapa, 2013).

A semeadura da cultura do algodão foi realizada em 18 de dezembro de 2020 com a variedade FM 985 GLTP, com espaçamento entrelinhas de 0,90 m e população final de 90.000 plantas ha⁻¹, com 10 sementes por metro. Todos os tratos culturais foram realizados conforme as recomendações técnicas para cultura do algodão (Silva *et al.*, 1995).

Layout do Grid de avaliação

Para a amostragem dos insetos em campo foram demarcados 100 pontos de avaliação com um espaçamento, aproximado, de 10 × 10 m entre pontos, numa área total de 10.000 m² localizado ao longo da trajetória de pontos espaciais delimitados pelo software Google Earth® e Quantum GIS 2.8.3®, utilizando o Datum SIRGAS 2000 em sistema de projeção UTM, zona 22 S (Figura 1). Um receptor GPS foi utilizado para encontrar e demarcar os primeiros pontos de acordo com a caracterização das redes amostrais, e os demais obtidos com o auxílio de trenas.



Figura 1 - Área experimental da Fazenda Experimental da UEM – Campus Umuarama, com plantio de algodão e representação dos pontos georreferenciados. Umuarama, PR, 2021.

Para facilitar a localização dos pontos amostrais, utilizou-se, em cada local de observação, a marcação com uma bandeira plástica, adotando uma numeração padronizada para cada ponto. Em cada local de avaliação realizou-se a contagem do número total de percevejo

marrom (*E. heros*) em três plantas seguidas. Foram realizadas 9 avaliações, com periodicidade semanal, com início no dia 13/02/2021.

Análise dos dados

Inicialmente estudou-se a flutuação populacional da espécie *E. heros*. Os dados de ocorrência em cada data amostral foram comparados pela análise de variância (teste F), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade. Para a análise da variação do número de percevejo no tempo, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos compostos por 10 datas de avaliações e as repetições pelos pontos avaliados em cada data de amostragem. Os dados sendo transformados em raiz ($x+1$).

Para a análise dos dados de distribuição espacial, foram calculadas as médias e variâncias do número de insetos adultos do percevejo marrom em cada ponto coletado. Os valores de média e variância foram os parâmetros para calcular os demais índices de agregação, os quais foram calculados com o auxílio do programa Microsoft Excel[®], os cálculos realizados para cada método de distribuição espacial estão descritos a seguir.

Razão variância/média

O índice de razão variância/média, utilizado para medir o desvio de um arranjo em condições de aleatoriedade é calculado a partir de:

$$I = \frac{s^2}{m} \quad (1)$$

onde:

s^2 = variância amostral

m = média amostral

Assim, valores iguais a 1 indicam distribuição espacial aleatória, valores menores que 1 indicam distribuição uniforme e, valores maiores que 1 indicam distribuição agregada dos insetos (Rabinovich, 1980).

Índice de Morisita

O índice de Morisita é independente da média amostral (\bar{x}) e do total de indivíduos da amostra ($\sum_{i=1}^N xi$), mas é rigorosamente afetado pelo tamanho da amostra (n) para máxima regularidade e máxima contagiosidade. Este índice pode ser calculado pela fórmula:

$$I_g = N \frac{\sum_{i=1}^N [x(x-1)]}{\sum_{i=1}^N x (\sum_{i=1}^N (x-1))} = N \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum_{i=1}^N x)^2 - \sum_{i=1}^N x} \quad (2)$$

onde: n = tamanho da amostra, x = número de insetos da unidade amostral.



O índice de Morisita igual a 1 indica distribuição aleatória, maior que 1 distribuição contagiosa e é regular para valores menores que 1.

Índice de Green

Para este índice, valores negativos indicam padrão de distribuição uniforme, enquanto valores positivos indicam padrão agregado (Green, 1966). Baseia-se na razão variância/média da distribuição e é dado por:

$$I = \frac{\left(\frac{s^2}{m}\right) - 1}{(\Sigma x - 1)} \quad (3)$$

onde:

m= média amostral

Expoente k da distribuição Binomial Negativa

A estimativa dos valores de k foi obtida pelo método dos momentos, dado por:

$$k = \frac{m^2}{(s^2 - m)} \quad (4)$$

onde:

s²= variância média

m= média amostral

Neste índice valores negativos indicam distribuição uniforme, valores baixos positivos ($k < 2$), disposição altamente agregada, valores variando de dois a oito indica agregação moderada e valores superiores a oito, distribuição aleatória (Elliott, 1979; COSTA *et al.*, 2010). Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial de insetos-praga

Em cada data de amostragem foram testados os ajustes de distribuição de Poisson e da distribuição Binomial Negativa. Foi realizado o teste apenas com estes modelos, devido a maioria das datas apresentarem variância superior à média. O modelo apresenta bom ajuste aos dados originais, quando as frequências observadas e esperadas são próximas. Essa proximidade foi testada pelo teste qui-quadrado de aderência, dado por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i} \quad (5)$$

onde, FO_i corresponde a frequência observada na classe i; FE_i corresponde a frequência esperada na classe i, e n_c corresponde ao número de classes da amostra.

Distribuição de Poisson

É a distribuição que melhor representa a distribuição espacial aleatória dos insetos e caracteriza-se por apresentar variância igual a média ($\sigma^2 = \mu$). As fórmulas para o cálculo da série de probabilidades são dadas por:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad (6)$$

onde, $P(x)$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral, λ é o parâmetro da distribuição ($\lambda = \mu = \sigma^2$) e, e é a base do logaritmo Neperiano (Natural) $e=2,71828$.

Distribuição Binomial Negativa

Apresenta a variância maior do que a média ($\sigma^2 > \mu$) e possui dois parâmetros, a média (m) e o expoente k ($k > 0$). A série de probabilidades pode ser calculada por uma amostra, por meio da fórmula recorrente dada por:

$$P(x) = \frac{P(x-1).R.(k+x-1)}{x}, x = 1,2,3, \dots \quad (7)$$

e,

$$P(0) = \left(1 + \frac{m}{k}\right)^{-k} \quad (8)$$

$$R = \frac{m}{k+m} \quad (9)$$

onde:

m é a média amostral;

k é a estimativa do expoente k da binomial negativa;

$P(x)$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Flutuação populacional de *Euschistus heros* na cultura do algodão*

Os levantamentos populacionais realizados na lavoura de algodão conduzida na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá – UEM, demonstraram que indivíduos da espécie *E. heros*, foram observados deste a primeira avaliação realizada no dia 13/02/2021, porém com baixa ocorrência, e com média inferior a 0,1 insetos em cada ponto amostral (considerada a unidade experimental composta por 3 plantas).

O maior número de insetos foi observado, praticamente 1 mês após a primeira avaliação, no dia 11/03/2021, com média de 3,11 indivíduos observados em cada ponto amostral (Figura 2). E o número de pontos amostrais que continham o inseto nesta data foi de 83, o que corresponde a 70% do total dos pontos avaliados com presença da praga.

Após a ocorrência do pico populacional de *E. heros*, notou-se queda do número médio de insetos observados, com valores que variaram de 1,18 a 1,49 percevejos em cada ponto amostral, para as amostragens realizadas nos dias 19 e 24/03/2021. A partir da avaliação realizada no dia 02/04/2021, notou-se forte e significativa queda populacional no número médio de percevejos na área experimental contendo a cultura do algodão.

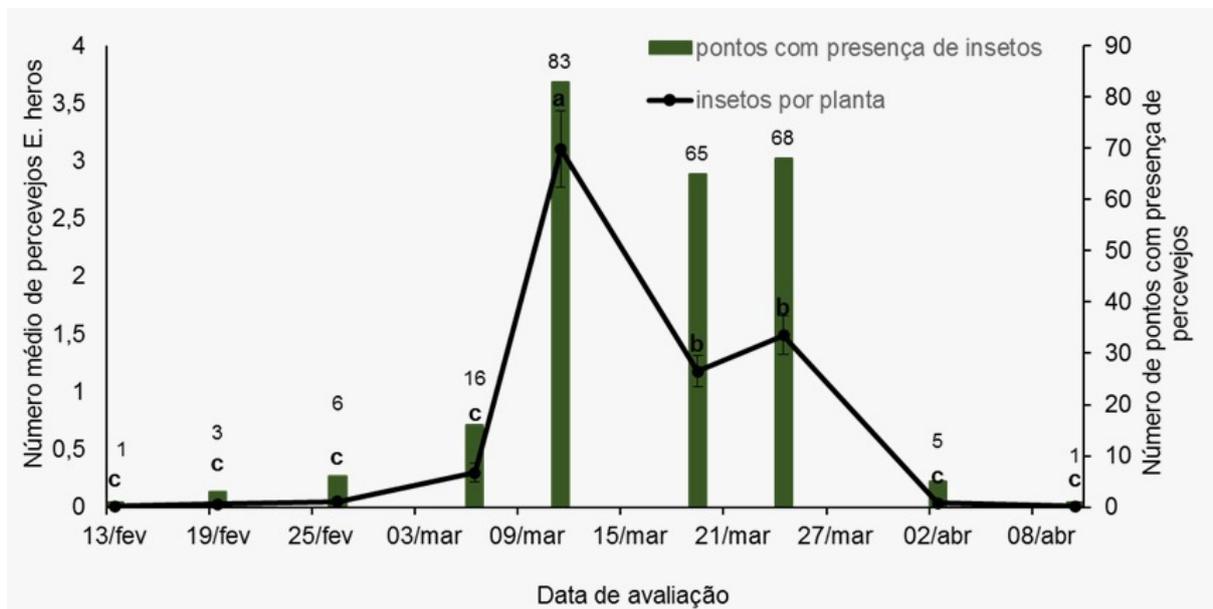


Figura 2 - Flutuação populacional do percevejo e número de pontos com a presença de *E. heros* na área experimental da Fazenda Experimental da UEM – Campus Umuarama, com plantio de algodão. Umuarama, PR, 2021.

O padrão de variação na ocorrência populacional de *E. heros* na lavoura do algodão indica que esta espécie de inseto desenvolveu um processo de migração bem distinto, em um curto período de desenvolvimento da cultura, variável principalmente entre as datas de 06/03 a 11/03/2021.

Esse padrão comportamental pode indicar que não houve qualquer condição especial neste período para a atração da praga para a lavoura de algodão, e sim o evento que demonstrou o processo de migração correspondente ao final do ciclo fenológico da cultura da soja, considerada preferida por percevejos *E. heros*, que estavam sendo conduzidas em regiões

próximas ao plantio do algodão, e a busca imediata pelo inseto por algum tipo de alimentação ou água, antes de um possível processo migratório definitivo para áreas de refúgio ou de ocorrência de diapusa.

As áreas de refúgio são locais utilizados como abrigo durante períodos mais críticos à sobrevivência dos percevejos da espécie *E. heros* no campo, devido à queda de temperatura e no fotoperíodo, da falta de alimento caracterizada pelo período de entressafra das principais culturas. Segundo Panizzi e Hirose (1995) o início do processo de diapausa exige o acúmulo de lipídeo corporal pelos insetos, dessa forma salienta-se que a alimentação na cultura do algodão se traduza como a alimentação derradeira para o acúmulo de reservas, para que o inseto sobreviva em períodos de escassez alimentar.

Notou-se que durante todo o período de permanência na lavoura de algodão os percevejos migrantes praticamente não realizaram oviposições e, conseqüentemente não houve o desenvolvimento dos períodos ninfais, apesar da observação de indivíduos em processo de cópula.

Conforme Panizzi, (2015) e Medeiros e Megier (2009), dentre as culturas de importância econômica para o Brasil, o algodão é considerada uma planta associada para a alimentação dos percevejos *E. heros*, dessa forma pode ser pouco utilizada para a reprodução e desenvolvimento de novas gerações.

A importante ocorrência e danos ocasionados por percevejos no algodão se dá devido a sua semeadura em agroecossistemas próximos aos de desenvolvimento da cultura da soja, favorecendo a migração da praga para alimentação. Além disso a cultura do algodão, por apresentar o ciclo fenológico maior, pode se encontrar em estágio vegetativo ou reprodutivo no mesmo período em que se finda o ciclo fenológico da cultura da soja, dessa forma as populações de percevejos podem realizar um tipo de alimentação alternativo antecedendo o período de diapausa num processo de facilitação ambiental chamado de “ponte verde”, conforme Azambuja *et al.* (2013).

Além disso, é possível notar que nas áreas agrícolas onde os percevejos se tornam pragas sérias à cultura do algodão é comum ocorrer menor número de pulverizações para pragas em gerais. O complexo de lagartas é controlado pelo emprego de plantas transgênicas e resistentes às pragas, e o controle do bicudo-do-algodoeiro é pouco frequente devido a sua baixa

constância nas áreas de plantio. Essas características são comumente observadas para as áreas novas de plantio do algodão, como observado para as áreas de plantio no estado do Paraná.

Em regiões onde a cultura sofre mais danos com a presença constante e frequente do bicudo-do-algodoeiro, observa-se possível mascaramento dos problemas decorrentes da presença e alimentação dos percevejos, pois as técnicas de baterias de pulverizações consecutivas para o controle do bicudo, resulta no controle consecutivo dos percevejos que migram da cultura da soja.

Porém nas regiões onde se observa grandes problemas com o percevejo, ao buscar a planta do algodão como alimento alternativo antes da entrada em provável período de diapausa, os insetos ocasionaram danos severos às estruturas reprodutivas como botões florais e maçãs, implicando em abortamento destas estruturas reprodutivas e deformações de capulhos, resultando em queda significativa da qualidade da pluma produzida e produtividade da cultura (Figura 3).



Figura 3 - Estruturas reprodutivas da cultura do algodão com variadas idades, demonstrando capulhos com problemas e defeitos ocorridos no processo de expansão da pluma do algodão, em decorrência da alimentação do percevejo *Euschistus heros*. Umuarama, PR, 2021.

Segundo Miranda *et al.* (2015) as fases de florescimento até o final do ciclo da cultura do algodão, são consideradas críticas para a ocorrência e ataque do percevejo marrom no algodão, e o dano mais evidenciado se dá na falha de expansão da loja atacada pelos percevejos, nesta condição a pluma tem queda qualitativa, além de apresentar maiores problemas para serem colhidas.

Ressalta-se que em um breve período, comparado com o ciclo fenológico da cultura do algodão, o percevejo *E. heros* se desloca da cultura da soja, se instala e permanece se alimentando de estruturas reprodutivas na lavoura do algodão, ocasionando danos significativos. Este comportamento migratório e de alimentação de adultos pode ser considerado como o ponto chave para o correto manejo integrado da praga em lavouras de algodão.

Portanto há a necessidade de se atentar para as possíveis formas de manejo integrado dessa praga durante esta migração característica. Porém para a adoção de ferramentas adequadas de manejo deve se ter como informação básica a época correta de necessidade de se realizar o controle, demonstrada através de amostragens e da determinação do nível de dano ocasionado no algodão.

Distribuição espacial Euschistus heros na cultura do algodão

A presente pesquisa relacionou, também, a localização da ocorrência da praga nas diversas datas de amostragens, obtendo, assim, informações sobre a forma de distribuição espacial e o georreferenciamento da população da praga durante seu deslocamento no período migratório e de dispersão para a cultura do algodão. Os índices de agregação utilizados nesse experimento, para verificar o grau de aleatoriedade da ocorrência da espécie *E. heros* estão descritos na tabela 1.

Nota-se por estes dados que o número de percevejos *E. heros* encontrados nas avaliações influenciou os resultados dos índices, de forma que nas três avaliações iniciais notou-se baixos valores para média e variância, indicando baixa variação da frequência de ocorrência de insetos, a maioria dos pontos georreferenciados não possuíam insetos durante esse período de avaliação.

Admite-se que para essa condição, com baixa ocorrência de insetos nas áreas estudadas, não é possível estimar um determinado tipo de distribuição espacial utilizando os

índices de agregação propostos. Sugere-se que neste início de avaliação ocorreu uma colonização esporádica de poucos insetos, ou a ocorrência de insetos que a presença foi influenciada por sua permanência em restos culturais, plantas daninhas ou culturas remanescentes.

Tabela 1 - Estatísticas {(média m) e variância (s^2)} para adultos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por unidade de amostra e índices de agregação {variância/média (I); índice de Morisita ($I\delta$); expoente k (k) e coeficiente de Green (Cx)} em algodão

Amostragem	m	s^2	I	$I\delta$	k	Cx
13/02/2021	0,0085	0,0085	1	-----	-----	0
19/02/2021	0,0254	0,0248	0,98305	0	0	0
26/02/2021	0,0509	0,0483	0,95763	0	0	0
06/03/2021	0,2966	0,8026	2,7288	7*	0,170 ^{ag}	0,02
11/03/2021	3,1017	13,064	4,20174	2,024*	0,971 ^{ag}	0,03
19/03/2021	1,1779	2,0957	1,78136	1,663*	1,505 ^{ag}	0,01
24/03/2021	1,5380	3,3354	2,16894	1,758*	1,316 ^{ag}	0,01
02/04/2021	0,0420	0,0406	0,96610	0	-1,234	0
21/04/2021	0,0085	0,0085	1	-----	-----	0

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste de qui-quadrado; ag: agregado

Esse comportamento populacional também foi observado nas duas últimas avaliações, correspondentes às datas de 02/04 e 21/04/2021, e indica que a praga iniciou nesse período provável busca por locais considerados de refúgio ou abrigos ecológicos, para desenvolverem seu período de diapausa.

Conforme Taylor (1984) um índice estatístico não deve ser influenciado pelo número de indivíduos, porém nesta pesquisa notou-se baixíssima ocorrência nas amostragens iniciais e finais da praga, indicando período anterior à migração e a saída da praga, que influenciou diretamente os índices de Morisita, o expoente K (por momentos) e coeficiente de Green. Além disso, segundo Barbosa (1978), a estimativa de K pelos métodos dos momentos é mais determinante quando a população dos insetos se distribui de forma agregada, e com a baixa ocorrência dos insetos esse comportamento não foi observado.

Por outro lado, nas amostragens realizadas nos dias 11, 19 e 24/03/2021 (Tabela 1), foi possível observar que os índices variância/ média (I) e de Morisita ($I\delta$), tiveram valores superiores a unidade e significativos, afastando-se da aleatoriedade em todas as avaliações. Essa tendência de agregação dos dados foi confirmada pelo índice de expoente k, que foram positivos e menores que o valor 8, caracterizados por valores que indicam alta agregação ($0 < k < 2$), já a tendência de não aleatoriedade dos dados não pôde ser evidenciada pelo coeficiente de Green (Cx) para percevejos, pois os valores observados se afastaram da unidade e se aproximaram de zero.

Com exceção do índice de Green (Cx), observou-se que os demais índices de agregação forneceram indicativo importante e aproximado da realidade da distribuição dos percevejos. Segundo Toledo *et al.* (2006) para estudos de distribuição de populações de insetos, o coeficiente de Green não se mostra eficiente para avaliar a agregação dos dados. Segundo os autores é comum o índice ser influenciado pela forma de amostragem dos dados e pelo comportamento da população de insetos estudados.

Os dados dos testes de ajustes das distribuições teóricas de frequência para *E. heros* estão disponíveis na tabela 2. O estudo de ajustes aos modelos de distribuição teórica demonstrou que a população de percevejo em algodão não seguiu os modelos de Poisson e Binomial Negativa nas três primeiras datas de amostragem, como foi previamente descrito considerando os índices de agregação (Tabela 1), a baixa densidade populacional de insetos também influenciou na determinação teórica das distribuições de frequência.

Nas avaliações em que o número de insetos encontrados foi maior, correspondentes às amostragens realizadas nos dias 06, 11, 19 e 24/03/2021 notou-se ajuste da ocorrência de percevejos à distribuição Binomial Negativa, e neste caso os valores observados não diferiram significativamente dos valores esperados, indicando ocorrência agregada dessa espécie (Tabela 2; Figura 4).

De acordo com os dados dispostos na figura 4, que demonstra a frequência de ocorrência do percevejo *E. heros* nas datas em que foi possível determinar a distribuição dos insetos, é possível notar que as linhas relacionadas à frequência esperadas de insetos, determinado pelo ajuste à Binomial Negativa, são mais aproximadas e coincidentes com os dados de frequência observadas de percevejos, de acordo com o tempo, confirmando assim o melhor ajuste para a distribuição Binomial Negativa.

Tabela 2 - Teste qui-quadrado de adesão das frequências observadas e esperadas pelas distribuições de Poisson e Binomial Negativa para adultos de *Euschistus heros* em algodão. Umuarama (PR), Brasil. 2020

Datas de amostragem	Distribuição teórica de frequência			
	Poisson		Binomial Negativa	
	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.
13/02/2021	0,004**	5	-----	4
19/02/2021	0,039**	5	0,01**	5
26/02/2021	0,161**	5	0,025**	4
06/03/2021	2509,9**	7	5,8015 ^{ns}	6
11/03/2021	1841671**	17	17,0932 ^{ns}	16
19/03/2021	43,1155**	6	9,09349 ^{ns}	5
24/03/2021	124,405**	7	10,1055 ^{ns}	6
02/04/2021	0,11107**	5	0,021**	4
21/04/2021	-----	---	-----	---

χ^2 : valor do qui-quadrado calculado. G.L.: Grau de liberdade. **Rejeita-se a aleatoriedade. ^{ns}. aceita-se a contagiosidade

A distribuição da frequência de ocorrência de percevejos estudada para a cultura do algodão indica a probabilidade da praga ocorrer no ambiente agrícola, e a partir daí poder proporcionar o desenvolvimento de métodos de amostragens mais ajustados às características comportamentais e ecológicas dos insetos, indicando o momento correto para se iniciar os processos de amostragens e controle da praga e assim utilizar todas as táticas e estratégias para se realizar a diminuição populacional das pragas, desenvolvendo o manejo Integrado de Pragas, conforme Weber *et al.*, (2018).

De maneira geral, pelos valores observados para a maioria dos índices de agregação de distribuição teórica de frequência de insetos em algodão estudadas neste experimento, há a indicação que existe significativa probabilidade do número de percevejos *E. heros* observado em uma determinada região ou grupo de plantas influenciar a ocorrência dessa espécie em plantas localizadas na sua vizinhança, conforme Elliott (1979).

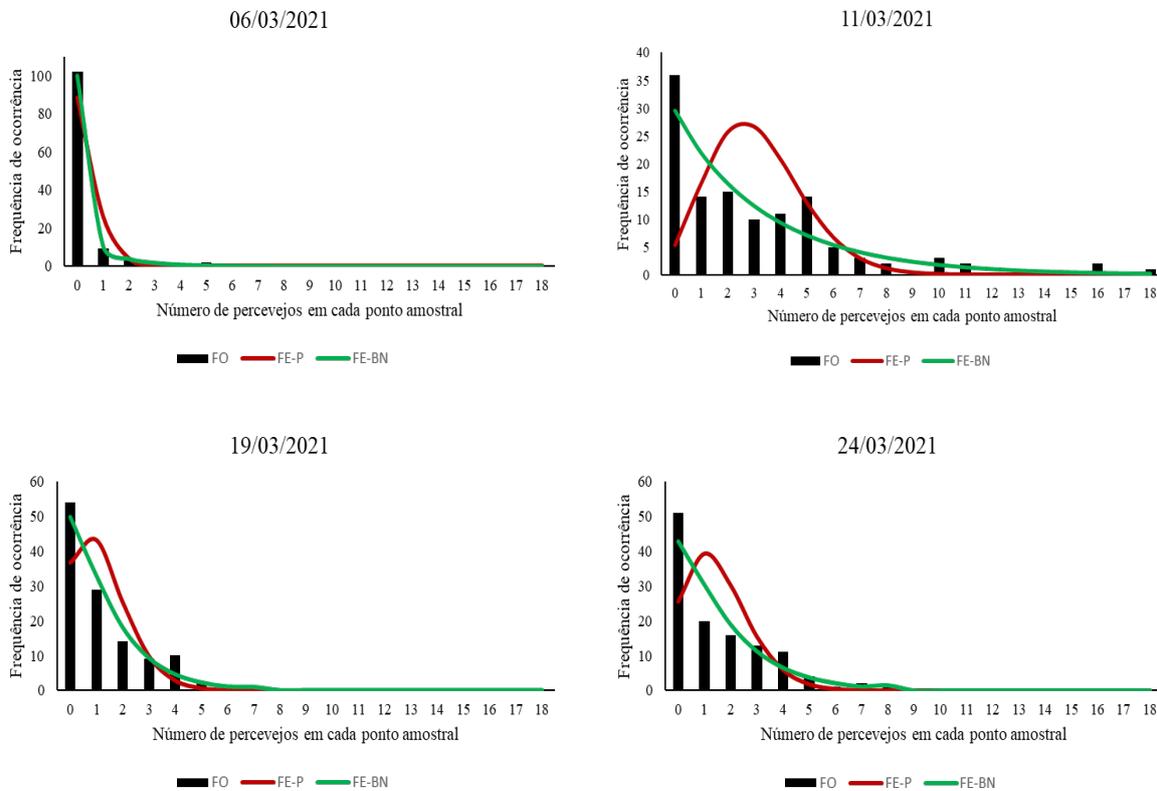


Figura 4 - Frequência de ocorrência observada (FO), esperada por Poisson (FE-P) e esperada por Binomial Negativa (FE-BN) de percevejos *Euschistus heros* na cultura do algodão. Umuarama, PR, 2021.

Com os resultados obtidos nessa pesquisa é possível pautar o comportamento bioecológico do percevejo *E. heros* em algodão, indicando que a praga não tem preferência natural pela cultura, e que os insetos se deslocam de áreas externas para o interior da lavoura, e uma vez estabelecidos neste novo ambiente agrícola se distribuem em manchas ou reboladeiras.

Destaca-se que o período de estadia temporária na cultura do algodão não implica em desenvolvimento de novas gerações, pois apesar da ocorrência de cópulas esporádicas não se observa a presença de ovos ou insetos nos estágios imaturos. Então após uma permanência alimentando-se da cultura e causando danos significativos, sugere-se que fatores excitantes, que acreditamos estar ligado a alteração climática como a queda da temperatura e a diminuição do fotoperíodo estimulem o novo deslocamento do inseto para fora da lavoura, em busca de abrigo para continuar sua marcha biológica e atingir o próximo objetivo instintivo de chegar à próxima

safra com a presença da cultura preferida, para que seus descendentes dê continuidade ao processo natural de desenvolvimento do inseto.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições de desenvolvimento desse trabalho, foi possível concluir que a migração de *E. heros* para a cultura do algodão é fortemente influenciada pela proximidade de plantios de soja, todavia confirma-se que o algodão é uma planta associada à ocorrência de *E. heros*, devido ao período de aparecimento da praga estar relacionada com o fim do ciclo da soja, por outro lado, o percevejo *E. heros* não se reproduz na cultura do algodão.

Por fim, os índices de agregação utilizados, assim como os índices de frequência indicaram que o modelo de distribuição espacial que melhor representou o percevejo *E. heros* na cultura do algodão foi o modelo agregado, ou contagioso, representado pela distribuição Binomial Negativa.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

Agradecemos à Associação dos Cotonicultores Paranaenses (ACOPAR) pelo apoio à Pesquisa.

REFERÊNCIAS

AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P.E. Trinta anos de bicudo-do-algodoeiro no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.4, p.377-410, 2014.

BARBOSA, A.C. **Modelos probabilísticos para a distribuição de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) na cultura do milho**. 1978. 60p. Dissertação (Mestre em Ciências) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1978.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2019/2020**. Brasília:CONAB v.7, n.4 p.25-29, 2020. Disponível em: '<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-degraos>. Acesso em 02 mai. 2024.

COSTA, L.L.; FUNICHELLO, M.; BUSOLI, A.C. Parasitismo natural de ovos do curuquerêdo-algodoeiro por *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes estágios fenológicos de variedades de algodoeiros em Ipameri, GO. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.2, p.281-286, 2010.

ELLIOTT, J.M. **Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates**. Amblesidem Freshwater Biological Association: **Ambleside**, 1979. 157p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Solos**, Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.

FARIAS, P.R.S.; BARBOSA, J.C.; BUSOLI, A.C. Amostragem sequencial (presença ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.4, p.691-95, 2001.

FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.C.; BARBOSA, J.C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) em Algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.3, p.203-211, 2002.

GALBIERI, R.; FUZZATTO, M.G.; CIA, E.; LÜDERS, R.R.; MACHADO, A.C.; BOLDT, A.F. Reação de cultivares de algodoeiro a *Meloidogyne incognita* em condições de campo e casa de vegetação no estado de Mato Grosso. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.34, n.1, p.18-23, 2009.

GRAZIA, Jocélia; SCHWERTNER, Cristiano Feldens. Checklist dos percevejos-do-mato (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomoidea) do estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, p. 705-716, 2011.

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

LELIS FILHO, O.; MONTECELLI, P.A.V.; FREIRE, E.C.; ALMEIDA, W.P.; YAMAOKA, R.S. **Ocorrência de percevejo marrom no algodoeiro no estado do Paraná**. Ibiporã: ALCOPAR 2018. 15p. Disponível em: '<http://www.acoparpr.com.br/docs/DOC95269942.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

LIMA, J.F.; RODRIGUES, K.F.; ALVES, L.R.; RIPPEL, R. A distribuição espacial do emprego formal na produção algodoeira e têxtil no estado do Paraná no período de 1997 a 2007. **Revista FAE**, Curitiba, v.17, n.1, p.198-211, 2014.

LOPES, M.A. O que aprendemos com o Manejo Integrado de Pragas (MIP) da agricultura para o controle do *Aedes aegypti*. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.24, n.4, 3p, 2015.

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: p.703-708, 2010.

MEDEIROS, L.; MEGIER, G.A. Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas hospedeiras alternativas no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.38, n.4, p.459-463, 2009.

MIRANDA, J.E.; RODRIGUES, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.A.; SILVA, C.A.D.; ALMEIDA, R.P.; RAMALHO, F.S. **Guia de identificação de pragas do algodoeiro. (Documentos 255)**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2015. 67p.

MOZZILLI, O. Conservação do solo em Sistemas de Produção nas Microbacias Hidrográficas do Arenito Caiuá do Paraná. **Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná** (Boletim Técnico). Londrina: IAPAR, 1990. 55p.

PANIZZI, A.R. Growing Problems with Stink Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): Species Invasive to the U.S. and Potential Neotropical Invaders. **American Entomologist**, Oxford, v.61, n.4, p.223-233, 2015.

PANIZZI, A. R.; HIROSE, E. Seasonal body weight, lipid content, and impact of starvation and water stress on adult survivorship and longevity of *Nezara viridula* and *Euschistus heros*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.76, n.3, p.247-253, 1995.

PITTA, R.M.; RODRIGUES, S.M.M.; VIVAN, L.M.; BIANCHIN, K.A. Susceptibility of *Euschistus heros* (Fabr 1794.) (Heteroptera: Pentatomidae) to insecticides in Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v.11, n.3, p.1-5, 2018.

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

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Koogan: Guanabara, 2003. 542p.

SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; CIA, E.; FUZATTO, M.G.; CHIAVEGATO, E.J., ALLEONI, L.R.F. Seja O Doutor Do Seu Algodoeiro. POTAFOS - **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n.103, 1995.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S.; MIRANDA, J.E.; ALMEIDA, R.P.; RODRIGUES, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.A. **Sugestões técnicas para o manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil**. (Circular técnica 135). Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2013. 12p.

TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.29, n.1, 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, 2006.

WEBER, A.C.; DEGRANDE, P.E.; SOUZA, E.L.L.E.N.P.; AZAMBUJA, R.; FERNANDES, M.G. Spatial distribution of euschistus heros (Hemiptera: Pentatomidae) in cotton (gossypium hirsutum linnaeus). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, Rio de Janeiro, v.90, n.4, p.3483-3491, 2018.