

Distribuição espacial de *Euschistus heros* em soja no estádio R5.4

SCARPARO, T.P.¹; OLIVEIRA, M.C.N. de²; ROGGIA, S.²

¹Universidade Pitágoras Unopar, Londrina, PR, thaispollman@hotmail.com; ²Pesquisador, Embrapa Soja.

Introdução

Durante o processo de produção da soja, alguns fatores implicam na redução da produtividade dessa leguminosa ou limitam a expansão para novas áreas, destacando-se entre esses fatores, as intempéries climáticas, plantas invasoras, doenças e pragas. Embora as pragas tenham suas populações reduzidas por predadores, parasitoides e entomopatógenos, elas frequentemente atingem níveis populacionais elevados, causando perdas significativas e necessitando serem monitoradas. Dentre as pragas da cultura da soja estão algumas espécies de percevejos sugadores de vagens e sementes (*Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula*), dentre outras espécies, que causam danos desde a formação das vagens até o final do enchimento dos grãos (Hoffman-Campo et al., 2012). Os percevejos atingem as sementes introduzindo seu aparelho bucal nos legumes, tornando-as chochas e enrugadas, afetando, conseqüentemente, a produção e a qualidade dos grãos (Galileo; Heinrichs, 1978).

Os percevejos sugadores de sementes colonizam as plantas de soja no final do período vegetativo (V6-V8), época em que os percevejos saem da quiescência ou de plantas hospedeiras e migram para a soja (Corrêa-Ferreira et al., 2009). Com o desenvolvimento das vagens as populações de percevejos tendem a crescer podendo atingir níveis elevados entre o final do desenvolvimento das vagens (R3) e início de enchimento de grãos (R5), período em que a soja é mais sensível ao ataque desses insetos (Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999). Durante o período crítico de ataque (R3 ao R6) é importante que os níveis de ação recomendadas pelo MIP soja, sejam utilizados, sendo as medidas de controle realizadas sempre que a população, nesse período, atingir um ou dois percevejos por metro de fileira em lavoura de produção de sementes ou grãos, respectivamente (Tecnologias..., 2013).

Em geral, a dispersão dos percevejos apresenta-se em reboleiras e não se conhece a forma de entrada na área experimental. Uma alternativa para se conhecer esta dispersão é conhecer métodos de manejo de pragas e um método estatístico para estimar possíveis perdas na produção de soja, face ao ataque destas pragas. Sendo assim, uma maneira de identificar esse evento espacial é realizando amostragem georreferenciada sistematizada e o método de análise sugerido é o geoestatístico com estimativas obtidas pela krigagem ordinária e que, vem crescendo em aplicações agrícolas. Com ela, podemos estimar o valor de uma dada propriedade para um local onde não foi medida, utilizando em função de correlação espacial entre os dados sem viés e com variância mínima (Vieira et al., 1983). Para que o método georreferenciado seja eficiente é necessário utilizar métodos de controle estatístico de qualidade como o boxplot e as cartas de controle para detectar possíveis informações anômalas no conjunto de dados que interfira na resposta. Esses métodos são usados com frequência nas indústrias para prevenir e identificar a ocorrência de perdas de peças com defeitos e, este método pode ser usado também na pesquisa agrônômica.

O objetivo deste trabalho foi detectar como ocorre a distribuição espacial de *Euschistus heros* no campo experimental na fase reprodutiva da soja (R5.4) e planejar medidas e ações eficientes de manejo e controle de pragas, por meio de mensuração da continuidade espacial dos insetos adultos da referida espécie, na cultura da soja, com a aplicação do método geoestatístico.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Soja, na Fazenda Maravilha, com as coordenadas" 23° 28' 44" S; 50° 59' 03" O, e altitude média de 465 m, com área de aproximadamente 3,38 ha. As amostragens foram sistematizadas, ou seja, georreferenciadas numa grade de 10 X 10 metros e em cada ponto amostral realizaram-se quatro batidas de panos num metro linear e, calculada a média dos insetos encontrados no estádio reprodutivo da soja R5.4 (Figura 1). Anterior ao estudo geoestatístico foram aplicados métodos exploratórios para verificar a ocorrência de valores discrepantes e se os dados apresentavam distribuição normal aproximada no conjunto de dados. Dentre esses métodos o boxplot e as cartas de controle foram aplicados para identificar valores que podem inibir a eficiência dos resultados

da pesquisa. Na contagem de insetos da espécie *E. heros*, no estado fenológico da soja R5.4, foi avaliado se os dados georreferenciados apresentavam continuidade espacial, por meio de semivariogramas. Ajustou-se aos dados as estruturas de covariância exponencial (1), esférica (2) e gaussiana (3) pelo método geoestatístico. A interpolação dos dados foi realizada pela krigagem ordinária e é uma combinação linear de valores amostrados e valores atribuídos a cada amostra vizinha (Oliveira, 2003). O mapa de superfície foi realizado pelo Surfer (version 9.9.785 – mar 26.2010), com os dados suavizados pela krigagem ordinária. O programa GEOST foi utilizado para estimar os parâmetros: o efeito nugget, o patamar e o alcance dos semivariogramas das estruturas de covariâncias ajustadas (Vieira et al., 1983).

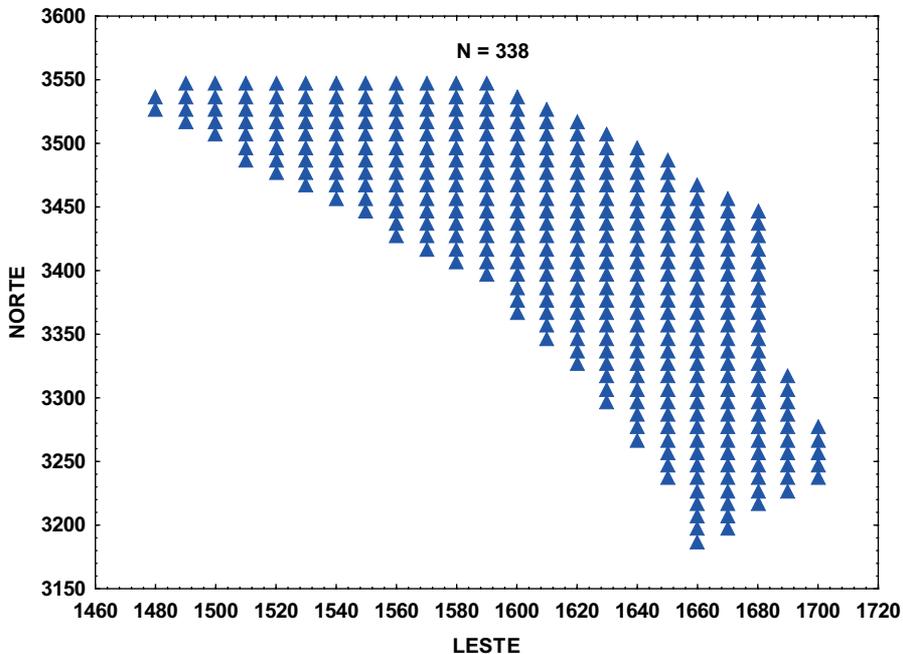


Figura 1. Mapa da distribuição de *Euschistus heros* no campo experimental da Embrapa Soja, Distrito da Maravilha com as coordenadas Norte e Leste.

Resultados e Discussão

Análise exploratória pelas estatísticas clássicas

Pelos resultados encontrados foram observados que os valores de contagem média de quatro batidas de pano de *E. heros* variaram de 0,755 até 12,008. Com os dados originais foi detectado assimetria e curtose maiores do que zero, indicando a presença de *outliers*. Após frequentes retiradas de valores discrepantes estas estatísticas foram se aproximando da normalidade. Foi ainda observado que o conjunto de dados não apresentou distribuição normal pelo teste de Shapiro e Wilk (1965), devido a impossibilidade de controle da migração de percevejos na área experimenta, explicando assim a ausência de normalidade da contagem insetos (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1. Estatísticas descritivas para a contagem de *Euschistus heros* (adulto) com e sem *outliers*. Fazenda Maravilha, ano agrícola 2011.

Estatísticas	Dados Originais	Com outliers	Com outliers	Sem outliers
N	338	317	309	295
Assimetria	0,9670	0,6039	0,4405	0,2444
Curtose	1,3043	-0,0806	-0,3688	-0,5831
Shapiro & Wilk (W)	0,9321	0,1696	0,2061	0,1749
Pr (W)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Amplitude	11,2530	7,5000	6,4980	5,5000
Média	3,9462	3,7216	3,6156	3,4591
Mediana	3,5050	3,5030	3,5000	3,2550
Moda	2,5050	2,5050	2,5050	2,5050
Mínimo	0,7550	0,7550	0,7550	0,7550
Máximo	12,0080	8,2550	7,2530	6,2550
Variância	3,4348	2,5624	2,1800	1,7382
Desvio Padrão	1,8533	1,6007	1,4765	1,3184
CV (%)	46,9549	43,0100	40,0800	38,1100

Pr= Probabilidade, CV = Coeficiente de Variação (%) W= Teste de Normalidade Shapiro & Wilk

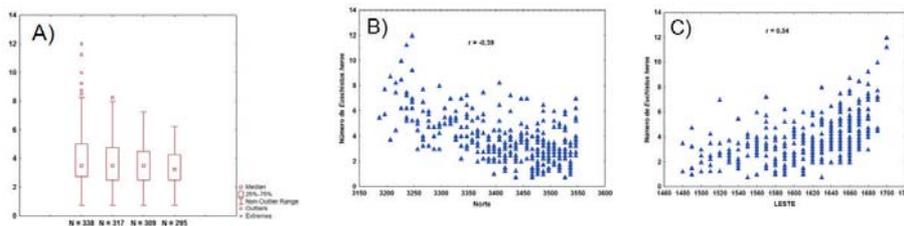


Figura 2. Boxplot para contagem de *Euschistus heros* com e sem outliers (A), Distribuição espacial dos percevejos no sentido Norte (B) e no sentido Leste (C).

Análise exploratória pelas estatísticas gráficas.

As informações gráficas também indicaram que a contagem de insetos de percevejos adultos da espécie *Euschistus heros* ocorreram valores que não são representativos para a distribuição populacional desta espécie (Figura 2 e 3).

As Cartas de Controle são mais rigorosas para detectar outliers do que o Boxplot (Figura 2 A). Na Figura 3 A, 13 pontos em vermelho estão acima da linha limítrofe superior que, indica valor discrepante considerando o rigor do desvio padrão (σ). Com valores iguais e sobrepostos totalizaram 21 outliers retirados da primeira vez. Foram observados que ainda restaram outros outliers (Figura 3 B) e, em seguida, foi continuado o processo de retirada de pontos discrepantes (Figura 3 C). Com os dados uniformes (N=295) a contagem de insetos está dentro da faixa aceitável com redução do desvio padrão e outliers comparando com a amostra com N= 338. Ainda na Figura 3D existem oscilações dos valores médios entre os limites da carta de controle, mas, tem-se que ter critério para saber quando encerrar o processo de retirada de valores desiguais ao conjunto de dados. O próximo passo foi verificar como estava a distribuição espacial de *E. heros*.

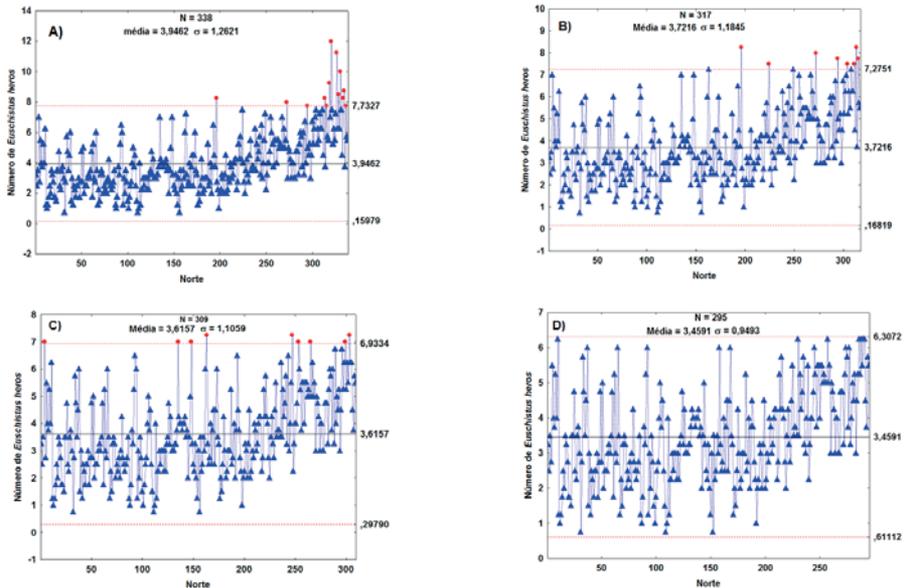


Figura 3. Cartas de controle para contagem de *Euschistus heros* na presença e ausência de *outliers*. A) N=338, B) N=317, C) N=309 e D) N=295, utilizando o rigor do desvio padrão entre (-3, +3).

Análise geoestatística

Com os resultados da análise exploratória e retirados os *outliers* foi possível realizar o estudo geoestatístico. Foram retiradas tendências reduzindo a variabilidade e o melhor modelo que apresentou dependência espacial bem definida foi o parabólico. Esse estudo indicou que a estatística $F=57,80$ foi significativa para a regressão de segundo grau associado aos parâmetros do modelo geoestatístico, o que permitiu obter três estruturas de covariâncias com valores de resíduos baixos como os semivariogramas exponencial, esférico e gaussiano (Tabela 2). É desejável que os ajustes dos semivariogramas com os resíduos de tendência aos dados de contagem de percevejos apresentem sempre a menor variância nugget e nesse estudo o modelo exponencial que apresentou o melhor ajuste aos dados, se considerarmos que obteve menor valor do efeito nugget ou efeito pepita, ($C_0 = 0,87541$) e o alcance amostral de 68,97 metros foi a estrutura de covariância exponencial. Em estudos futuros a equidistância entre pontos georreferenciados devem ser aproximadamente 69 metros como obtidos pelo ajuste deste modelo (Tabela 2, Figuras 4 A, B e C).

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros geoestatísticos, coeficiente de determinação e quadrado médio do erro para a variável número de insetos da espécie *Euschistus heros*, no estágio fenológico da soja R5.4.

Modelos	Efeito Pepita (C0)	Patamar (C)	Alcance (a)	Coefficiente de Determinação R ²	Quadrado Médio Residual
Exponencial	0,87541	0,41033	68,97439	0,99846	0,00386
Esférico	0,98116	0,30572	81,00066	0,99877	0,00337
Gaussiano	1,02654	0,25999	68,10704	0,99869	0,00349

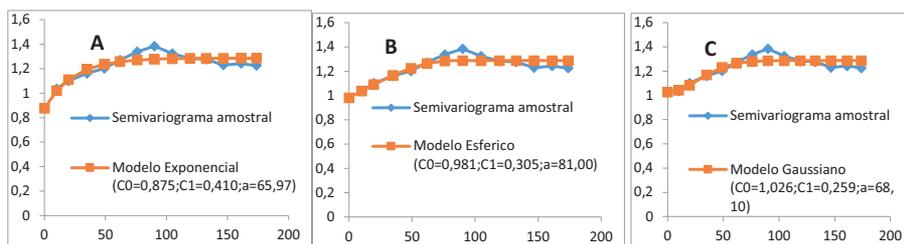


Figura 4. Eixo Y: Semivariâncias dos resíduos. Eixo X: Distâncias em função do número de passos (14). Estruturas de covariâncias pelos modelos: A) Exponencial, B) Esférico e C) Gaussiano, ajustados aos dados de contagem de percevejos, da espécie *Euschistus heros*, na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, Distrito da Maravilha, Ano 2011.

Todos os modelos da Figura 4 apresentaram dependência espacial bem definida, ou seja, houve variância inicial não controlada mínima (0,87, 0,98 e 1,03) e crescimento até certo ponto, estabilizando em patamares variando 0,25 a 0,41 aproximadamente. O alcance onde se determina o final da dependência e inicia-se a aleatorização dos dados variou de 68,10 a 81,00.

Em posse do modelo com os resíduos de tendências e que melhor ajustou aos dados foram gerados os mapas que indicam a dispersão espacial dos percevejos na área experimental antes e após a krigagem ordinária (Figuras 5 A e B). Antes da krigagem o mapa foi realizado conforme as coletas de insetos amostradas de 10 em 10 metros (Figura 5 A) e com as distâncias suavizadas pelo interpolador de krigagem ordinária (Figura 5 B) foram obtidos os novos valores estimados para as coordenadas e o número de insetos.

Observando-se a Figura 5 B foi detectada uma região maior com maior número de insetos oriundos da região da mata.

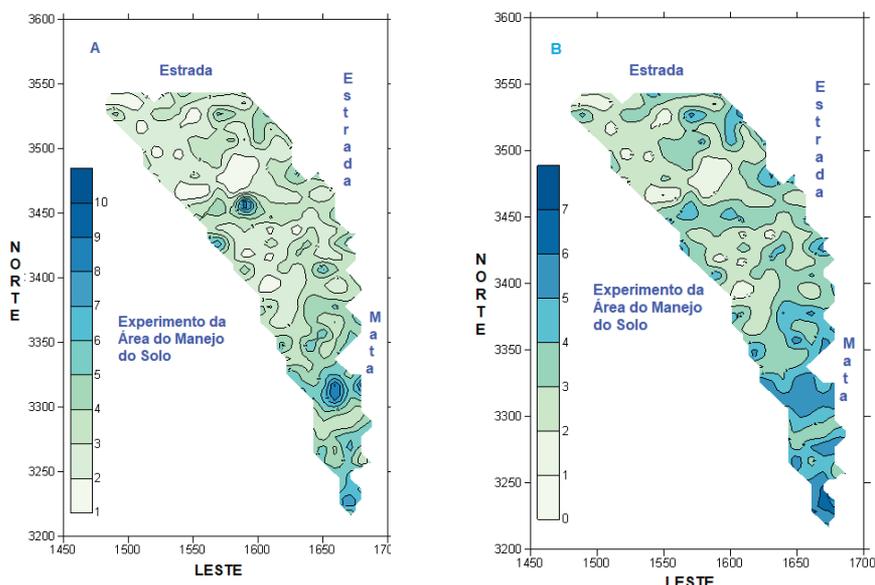


Figura 5. A) Mapa com valores médios de quatro batidas de pano antes da krigagem ordinária e sem retirada de valores discrepantes. B) Mapa com o ajuste aos dados com Estrutura e Covariância Exponencial com interpolação da krigagem ordinária e retirada de *outliers* para a contagem média de percevejos, da espécie *Euschistus heros*, na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, Distrito da Maravilha, Ano 2011.

Conclusão

Foi possível obter continuidade espacial no levantamento de *E. heros*, no estádio reprodutivo da soja (R5.4). A análise exploratória permite identificar *outliers* no conjunto de dados. O maior número de percevejos em (R5.4) migrou da mata para a área experimental. O modelo exponencial ajusta bem aos dados apresentando menor variância estrutural. A determinação dos locais onde a densidade de *E. heros* alcança os níveis de ação permitirá um manejo em áreas bem definidas, com menor impacto ambiental, e mais eficiente de suas populações. Futuramente o pesquisador poderá iniciar novas pesquisas a cada 69 metros.

Agradecimentos

Agradecemos aos colegas Tania Fagundes e Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli pela valorosa contribuição na orientação do uso dos programas Geoest e Surfer, bem como a pesquisadora Beatriz Spalding Corrêa-Ferreira e aos revisores do Comitê Local de Publicação.

Referências

- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja - série sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 15p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 67).
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 45p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 24).
- GALILEO, M. H. M.; HEINRICH, E. A. Efeito dos danos causados por *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera, Pentatomidae), em diferentes níveis e épocas de infestação, no rendimento de grãos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 7, p. 20-25, 1978.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 859 p.
- OLIVEIRA, M. C. N. de. **Métodos de estimação de parâmetros em modelos geoestatísticos com diferentes estruturas de covariância: uma aplicação ao teor de cálcio no solo**. 2003. 138 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.
- TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja 2013. 265p. (Embrapa Soja. Sistema de Produção, 16).
- VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J.W. Geoestatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Berkeley, v. 5, n. 3, p. 1-75, 1983.