

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCEVEJO-MARROM,  
*Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (HETEROPTERA:  
PENTATOMIDAE), NA CULTURA DA SOJA, UTILIZANDO  
GEOESTATÍSTICA**

**João Henrique Silva Carvalho**

Engenheiro Agrônomo

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCEVEJO-MARROM,  
*Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (HETEROPTERA:  
PENTATOMIDAE), NA CULTURA DA SOJA, UTILIZANDO  
GEOESTATÍSTICA**

**João Henrique Silva Carvalho**

**Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

Carvalho, João Henrique Silva  
C331d Distribuição espacial do percevejo-marrom, *Euschistus heros*  
(Fabricius, 1798) (Heteroptera: Pentatomidae), na cultura da soja,  
utilizando geoestatística / João Henrique Silva Carvalho. --  
Jaboticabal, 2014  
x, 44 p. : il. ; 28cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014  
Orientador: José Carlos Barbosa  
Banca examinadora: Wilson Itamar Maruyama, Arlindo Leal Boiça  
Junior  
Bibliografia

1. Agregação. 2. Fitófago. 3. Krigagem. 4. Manejo Integrado de  
Pragas. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 595.754:633.34

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JOÃO HENRIQUE SILVA CARVALHO** – Filho de Jorge dos Santos Carvalho e Júlia Silva Carvalho, natural de Ribeirão Preto, SP, nascido no dia 29 de outubro de 1986. Formado no curso de Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, SP (UNESP/FCAV) no ano de 2009. No ano de 2012 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia pelo programa de Produção Vegetal sob orientação do Prof. Dr. José Carlos Barbosa na mesma instituição.

## **Dedico**

Aos meus pais e irmão, pelo amor e compreensão.

## **Homenageio**

Meus primos e amigos, pelo incentivo e motivação.

## **Ofereço**

A todos os envolvidos na realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais e irmão, pelo amor, apoio e compreensão.

Aos meus primos e amigos, pelo incentivo e motivação.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade, estrutura e ensino de qualidade.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pela orientação, confiança e ensinamentos transmitidos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Aos docentes Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli, Profa. Dra. Nilza Maria Martinelli, Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior e Prof. Dr. Wilson Itamar Maruyama pelas correções, sugestões e participação no exame geral de qualificação e defesa desta dissertação de mestrado.

A todos os amigos do Departamento de Fitossanidade (Entomologia) que participaram da montagem e avaliações deste experimento. Muito obrigado pelo tempo, dedicação e trabalho em equipe.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	ii
ABSTRACT .....	iii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. A cultura da soja [ <i>Glycine max</i> (L.) Merrill] .....	3
2.2. Percevejos da soja.....	5
2.3. Distribuição Geográfica, Descrição e Biologia de <i>Euschistus heros</i> .....	6
2.4. Geoestatística .....	7
2.4.1. Modelo linear .....	8
2.4.2. Modelo esférico.....	9
2.4.3. Modelo exponencial .....	9
2.4.4. Modelo gaussiano.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1. Instalação do Experimento.....	14
3.2. Análise Geoestatística .....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5. CONCLUSÕES .....	38
6. REFERÊNCIAS.....	39

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCEVEJO-MARROM, *Euschistus heros*  
(Fabricius, 1798) (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE), NA CULTURA DA SOJA,  
UTILIZANDO GEOESTATÍSTICA**

**RESUMO** – *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) é uma das principais espécies do complexo de percevejos que atacam a cultura da soja, pois causam danos diretos e irreversíveis ao produto comercial, além de ser a espécie mais abundante no país. Objetivou-se estudar a distribuição espacial da praga utilizando geoestatística. Para tanto, foi conduzido um experimento com a variedade SYN1365RR em uma área experimental de 0,8 ha, localizada em Jaboticabal - SP, Brasil. A área foi dividida em 80 parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) cada, onde foram realizadas amostragens semanais de ninfas e adultos de *E. heros* por meio do pano entomológico (1,0 x 0,5 m). Os dados foram agrupados em ninfas (1° a 5° instares), adultos, e estágios capazes de causar danos às plantas (ninfas de 3° a 5° instares e adultos). De acordo com a análise geoestatística dos dados, a distribuição da praga no campo ocorreu de forma agregada a partir do início de formação das vagens (R3) até a colheita da cultura (R8). O modelo matemático que apresentou o melhor ajuste aos semivariogramas experimentais foi o esférico, e o alcance da dependência espacial (*a*) variou entre 23,71 e 87,10 metros. Em relação ao grau de agregação da praga, as ninfas encontraram-se moderadamente agregadas, enquanto que os demais grupos apresentaram agregação variando entre forte e moderada. Os mapas de krigagem permitiram a visualização dos pontos de entrada da praga no campo, que iniciou o processo de colonização da área nas parcelas mais próximas à bordadura.

**Palavras-chave:** agregação, fitófago, krigagem, Manejo Integrado de Pragas



**SPATIAL DISTRIBUTION OF THE NEOTROPICAL BROWN STINK BUG,  
*Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE), ON  
SOYBEAN USING GEOSTATISTICS**

**ABSTRACT** - *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) is one of the most important species from the pentatomid complex that attack soybean. It is the most abundant pentatomid in Brazil, and nymphs and adults feed on pods and seeds causing direct and irreversible damage to the commercial product. The present study aimed to study its spatial distribution using geostatistics. Thus, an experiment was carried out with the cultivar SYN1365RR in a 0.8-ha experimental field, located in Jaboticabal - SP, Brazil. The area was divided into 80 sampling units of 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) each, where nymphs (1<sup>st</sup> to 5<sup>th</sup> instars), adults, and insects able to damage the seeds (nymphs from 3<sup>rd</sup> to 5<sup>th</sup> instars and adults) were sampled by the drop cloth method (1.0 x 0.5 m) on a weekly basis. Based on the geostatistical analysis of the count data, the spatial distribution of the pest in the field had an aggregated pattern from the beginning of pods (R3) to full maturity stages (R8). The spherical model was the mathematical model that best fitted the experimental semivariograms, and the range of spatial dependence ( $a$ ) varied from 23.71 to 87.10 m. Regarding the spatial pattern of the pest, nymphs were moderately aggregated in the field whereas adults and stages capable of causing damage to the plants had aggregation patterns ranging from strong to moderate. Based on the kriging maps, it was possible to visualize the behavior of the pest, which started the colonization at sampling units closer to the border of the experimental area.

**Keywords:** clustering, kriging, phytophagous, Integrated Pest Management

## 1. INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma das culturas de maior importância na economia nacional, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial do grão. A produção brasileira na safra 2013/2014 foi de aproximadamente 86 milhões de toneladas, correspondendo a um incremento aproximado de 8,6% na área colhida e diminuição de 2,5% da produtividade em relação à safra anterior (CONAB, 2014).

Os processos produtivos de grãos no país são constantemente modificados, e dentre estas mudanças, a adoção do sistema de plantio direto, o cultivo prolongado durante todo o ano, e a expansão das fronteiras agrícolas são práticas que modificam a entomofauna nos agroecossistemas (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999; SALVADORI, 2002).

Em relação às pragas associadas à soja, os percevejos fitófagos são considerados o problema entomológico mais importante da cultura (HOFFMANN-CAMPO; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 2012). Das espécies que compõem este complexo de percevejos, destaca-se o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Heteroptera: Pentatomidae), pelos danos causados à cultura e por ser a espécie mais abundante no país (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

*Euschistus heros* é uma espécie Neotropical presente predominantemente na América do Sul, e no Brasil é mais abundante na faixa entre a região Centro-Oeste e o norte do estado do Paraná (PANIZZI et al., 2000). Entretanto, a incidência da praga foi observada em outras áreas produtoras de soja, como por exemplo, no estado do Maranhão, onde *E. heros* correspondeu à aproximadamente 90% dos percevejos coletados na safra de 2001 (PANIZZI, 2002). Além disso, apesar de ser mais adaptada a áreas mais quentes, foi observado um aumento de *E. heros* no estado do Rio Grande do Sul nas últimas safras (KUSS-ROGGIA, 2009).

O processo de alimentação dos percevejos fitófagos consiste na inserção de seus estiletes e sucção dos nutrientes do organismo parasitado, causando danos diretos e irreversíveis ao produto comercial. Apesar de causarem danos às vagens e grãos, os percevejos estão presentes na cultura da soja desde os estágios vegetativos das plantas (HOFFMANN-CAMPO; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 2012).

O manejo de pentatomídeos geralmente consiste em aplicações profiláticas de inseticidas, e o período crítico ao ataque destas pragas ocorre a partir do início de formação das vagens (R3) até o estágio de maturação das sementes (R6) (HOFFMANN-CAMPO; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 2012). Embora seja o método mais utilizado no manejo da praga, o controle químico pode ser ineficiente em alguns casos (SILVA, 2000). Dessa forma, dependendo do nível populacional, os percevejos fitófagos podem comprometer a germinação e vigor das sementes, e ocasionar perdas significativas no rendimento da cultura (DE GRANDE; VIVAN 2007; OLIVEIRA, 2010).

As populações de insetos geralmente apresentam-se de forma heterogênea no espaço, e esta heterogeneidade é importante, pois pode fornecer informações relevantes para o desenvolvimento de protocolos de amostragens; no entendimento das relações com os inimigos naturais; na compreensão de competições intra-específicas; e conseqüentemente, no desenvolvimento de estratégias de controle das pragas. Por estas razões, estudos sobre a caracterização dos arranjos espaciais de pragas têm sido desenvolvidos, e a geoestatística mostra-se como uma ferramenta importante, pois utiliza simultaneamente os valores observados e suas localizações para quantificar a distribuição espacial das pragas (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Dessa forma, devido à importância econômica da cultura da soja e do percevejo-marrom, os objetivos deste trabalho foram caracterizar e mapear a distribuição espacial deste utilizando análise geoestatística.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]

A soja é oriunda de espécies rasteiras presentes na costa leste do continente Asiático, especificamente ao longo do Rio Yangtzé na China. Cientistas chineses domesticaram e melhoraram plantas provenientes de cruzamentos naturais entre espécies de soja selvagens, e sua importância era tamanha, que foi considerada um grão sagrado por muitos anos (EMBRAPA, 2004; MISSÃO, 2006).

No Oriente, a soja tem sido explorada há mais de cinco mil anos, porém sua introdução no Ocidente ocorreu apenas no século XVIII por meio de imigrantes asiáticos e viajantes ingleses. Em meados do século XIX, nos Estados Unidos, a soja foi primeiramente explorada como forrageira, e a partir da década de 1940 o seu cultivo para grãos ganhou notoriedade e as áreas cultivadas para tal finalidade cresceram exponencialmente a partir de então (EMBRAPA, 2004).

O primeiro relato sobre a introdução da soja no Brasil ocorreu em 1882, sendo as sementes provenientes dos Estados Unidos. Naquela época, o professor Gustavo D'Utra conduziu os primeiros testes no estado da Bahia, onde a cultura não apresentou resultados positivos quanto à adaptação devido às condições edafoclimáticas da região (EMBRAPA, 2004).

Por volta de 1890, foram realizados os primeiros estudos no estado de São Paulo, obtendo resultados positivos tanto na produção de feno quanto para grãos. Posteriormente, por volta de 1900, a soja foi cultivada no Rio Grande do Sul, cujas condições climáticas eram semelhantes àsquelas da região de origem dos materiais estudados. Seu uso para a produção de grãos ocorreu primeiramente em 1941, no mesmo estado. No entanto, a produção em larga escala foi realmente incentivada em meados da década de 1950, por meio de incentivos à produção de trigo, favorecendo também a cultura da soja, dada a combinação técnica e econômica de ambas as culturas. Na década de 1970, a produção de soja cresceu consideravelmente, tornando-se uma das principais culturas no agronegócio nacional (EMBRAPA, 2004).

A soja é uma planta herbácea, de porte ereto, pertencente à família Fabaceae. O germoplasma da cultura da soja apresenta grande diversidade em relação às suas características morfofisiológicas. De modo geral, as variedades brasileiras apresentam ciclo anual, entre 90 e 160 dias; crescimento determinado ou indeterminado; e altura entre 45 e 120 centímetros (MIRANDA et al., 1998).

Fehr et al. (1971) desenvolveram a metodologia de descrição dos estádios fenológicos da soja mais utilizada mundialmente. A padronização da identificação destes estádios é útil e necessária para todos os setores relacionados à cultura, de modo que interpretações subjetivas e/ou errôneas sejam evitadas. O sistema proposto por estes autores divide o desenvolvimento da soja em dois estádios: vegetativos ( $V_E, V_C, V_1, V_2... V_n$ ); e reprodutivos ( $R_1, R_2... R_8$ ). As letras V e R são seguidas por números que caracterizam os estádios específicos, com exceção dos estádios  $V_E$  (emergência) e  $V_C$  (cotilédone).

Destaca-se na economia nacional, pois sua agroindústria abastece o mercado de produção de óleo, farelo, farinhas, sucos, entre outros produtos. Além disso, a planta também é cultivada como adubo verde, feno, forragem e pastagem (PAIVA; ALVES; HELENO, 2006; SEDIYAMA, 2009). A cultura da soja é constantemente submetida a programas de melhoramento genético, cujo objetivo é a obtenção de materiais mais produtivos, resistentes a pragas e doenças, e com maior capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas (SEDIYAMA, 2009).

A produção nacional de soja na safra 2013/2014 foi de aproximadamente 86 milhões de toneladas em 30 milhões de hectares cultivados. A produção deste ano agrícola foi 5,9% superior à safra anterior, e este fato está relacionado ao aumento de 8,6% da área colhida e diminuição de 2,5% na produtividade em relação à safra 2012/2013 (CONAB, 2014).

A diminuição da produtividade observada na última safra pode estar relacionada aos problemas fitossanitários da cultura, dos quais se destaca os problemas entomológicos.

## 2.2. Percevejos da soja

A família Pentatomidae é uma das mais numerosas da subordem Heteroptera, abrangendo cerca de 4.100 espécies (PANIZZI et al., 2000). Por causarem danos diretos e irreversíveis ao produto comercial, os percevejos fitófagos (Heteroptera: Pentatomidae) são considerados o principal grupo de pragas da cultura da soja (HOFFMANN-CAMPO; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 2012).

Deste grupo, as espécies *E. heros*, *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) e *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), são as mais importantes devido aos danos que ocasionam e à maior incidência nas áreas produtoras do país (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; SOSA-GÓMEZ et al., 2010).

Apesar de apresentarem importância secundária, a incidência de outras espécies de pentatomídeos, como por exemplo, *Chinavia* spp., *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851), *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794), entre outros, pode ser favorecida por fatores abióticos e diferentes sistemas de produção da cultura (PANIZZI, 1997; HOFFMANN-CAMPO; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 2012).

Os percevejos fitófagos são arredondados ou ovóides, possuem antenas com cinco segmentos, tarsos com três segmentos, e um escutelo com formato triangular. Produzem substâncias com odor desagradável por meio de glândulas odoríferas localizadas na região da metacoxa, sendo que ninfas podem apresentar tais glândulas no dorso do abdômen (BORROR; TRIPLEHORN; JOHNSON, 1989; PANIZZI et al., 2000).

O processo de alimentação dos percevejos consiste na inserção de seus estiletos no tecido vegetal, liberação de enzimas digestivas que liquefazem as frações sólidas e semi-sólidas das células, e posterior sucção dos nutrientes do organismo parasitado. Este processo causa diversos danos à cultura, destacando-se injúrias aos tecidos vegetais, formação de sementes chochas e deformadas, redução do teor de óleo das sementes, murchamento das plantas, abortamento de frutos e sementes, distúrbios fisiológicos (soja louca), assim como transmissão de patógenos, como, por exemplo, o fungo *Nematospora coryli* Peglion, agente causador da mancha de levedura (PANIZZI; SLANSKY, 1985; SOSA-GÓMEZ;

MOSCARDI, 1995; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; PANIZZI et al., 2000; PANIZZI).

O desempenho alimentar de ninfas e adultos depende do estágio de desenvolvimento da cultura, pois este é influenciado pela composição nutricional de vagens e sementes, presença de compostos secundários, entre outros. Além disso, características físicas como espessura e rigidez do tegumento, espaço de ar entre as paredes das vagens, entre outros, podem também influenciar a intensidade de ataque dos estágios ninfais, uma vez que o estilete é menos desenvolvido se comparado à fase adulta (PANIZZI, 1991).

### **2.3. Distribuição Geográfica, Descrição e Biologia de *Euschistus heros***

*Euschistus heros* é uma espécie Neotropical presente principalmente na América do Sul. No Brasil, é mais abundante na faixa entre a região Centro-Oeste e o norte do estado do Paraná, porém há registros da incidência da praga em outras áreas produtoras, como por exemplo, no estado do Maranhão, onde o percevejo-marrom correspondeu à aproximadamente 90% dos percevejos coletados em levantamento no ano de 2001 (PANIZZI et al., 2000, PANIZZI, 2002).

Apesar de ser uma espécie mais adaptada a áreas mais quentes, *E. heros* está se dispersando rapidamente para áreas onde sua presença era incomum, como no estado do Rio Grande do Sul (KUSS-ROGGIA, 2009) e também na Argentina, onde a praga foi observada em resíduos da cultura e em campos de soja na província de Entre Ríos (SALUSO et al., 2011). Segundo estes autores, a incidência de *E. heros* na Argentina pode estar relacionada com o aumento populacional da praga no Brasil associado ao comércio internacional, predominantemente rodoviário. Além disso, o aumento populacional da praga pode ser favorecido pelo aumento da área cultivada e a adoção do sistema de plantio-direto em larga escala no país.

Os adultos são marrom-escuros, medem aproximadamente 11 mm e possuem longevidade média de 116 dias. Possuem duas estruturas laterais alongadas na forma de espinhos e uma meia lua branca no escutelo (GALLO et al., 2002; SOSA-GÓMEZ et al., 2010; VILLAS-BÔAS; PANIZZI, 1980).

O desempenho reprodutivo das fêmeas varia de acordo com o tipo de alimento ingerido durante os estágios ninfais e a fase adulta. Em média, as fêmeas ovipositam entre 6 a 11 massas de ovos, atingindo de 61 a 99 ovos por fêmea durante seu ciclo de vida, que é de aproximadamente 30 dias (CIVIDANES, 1992; PANIZZI et al., 2000).

As ninfas passam por cinco estágios de desenvolvimento antes de atingirem a fase adulta. Após a eclosão, as ninfas de primeiro instar medem cerca de um milímetro, com corpo e cabeça nas cores alaranjado e preta, respectivamente. Ao longo do desenvolvimento, a coloração das ninfas varia entre tons de cinza e marrom. A partir do terceiro instar, as ninfas de *E. heros* são capazes de causar danos semelhantes aos causados pelo adultos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; HOFFMANN-CAMPO; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 2012).

O percevejo-marrom passa por três gerações na cultura da soja, e pode ser encontrado de novembro a abril. É uma espécie polífaga e coloniza hospedeiros alternativos durante o inverno. Plantas daninhas podem ser fontes nutricionais importantes, pois há relatos da praga atacando amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) (MENEGUIM; ROSSINI; PANIZZI, 1989), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC), entre outras espécies (PANIZZI; ROSSI, 1991).

Além disso, estes percevejos entram em diapausa sob restos culturais ou folhas mortas de outras espécies (PANIZZI; NIVA, 1994). Durante este período, o inseto acumula lipídeos que possibilitam tanto sua sobrevivência quanto a quebra da dormência quando as condições se tornam favoráveis (PANIZZI; HIROSE, 1995; PANIZZI; VIVAN, 1997).

#### **2.4. Geoestatística**

A geoestatística baseia-se na teoria das variáveis regionalizadas (MATHERON, 1963), ou seja, uma determinada variável distribuída no espaço apresenta correlação espacial de modo que amostras próximas tendem a ser mais semelhantes se comparadas àquelas mais distantes. A variabilidade espacial de uma variável regionalizada pode ser obtida pela análise do semivariograma, onde a



semivariância é estimada em intervalos de distância crescentes e em diversas direções, de acordo com a seguinte equação:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

sendo:  $Z(x_i)$  é o valor da variável  $Z$  no ponto  $x_i$ , e  $N(h)$  é o número de pares de pontos amostrados  $Z(x_i)$ ,  $Z(x_i+h)$ , separados por um vetor  $h$  (JOURNEL; HUIJBREGTS, 1978).

É esperado que as variâncias das diferenças  $[Z(x_i) - Z(x_i + h)]$  diminuam conforme a distância de separação ( $h$ ) diminui. Os valores observados em pontos próximos tendem a ser mais semelhantes se comparados aos valores obtidos em pontos separados por distâncias maiores.

Quando a distância  $h$  tende a zero, a semivariância  $\gamma(h)$  se aproxima de um valor positivo chamado efeito pepita, simbolizado por  $C_0$ . Este valor representa a descontinuidade do semivariograma para distâncias inferiores à menor distância entre as unidades amostrais.

Conforme a distância de separação  $h$  aumenta, a semivariância  $\gamma(h)$  também aumenta até atingir um valor máximo no qual ela se estabiliza. Este valor é semelhante à variância dos dados, e é denominado patamar, simbolizado por  $C_0+C_1$ , sendo  $C_1$  a diferença entre o patamar e o efeito pepita. A distância na qual a variância  $\gamma(h)$  atinge seu patamar é chamada de alcance ( $a$ ), sendo a distância limite da dependência espacial, ou seja, para levantamentos de pragas representa o raio de agregação destas. Medições realizadas a distâncias superiores ao alcance são independentes entre si.

#### 2.4.1. Modelo linear

$$\gamma(h) = C_0 + \frac{C_1}{a} h \quad 0 < h < a \quad (2)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \quad h > a$$

A relação  $C_1/a$  é o coeficiente angular para  $0 < h < a$ . É obtido pela inclinação da reta que passa pelos primeiros pontos de  $\gamma(h)$ , e os maiores pesos são atribuídos

àqueles correspondentes ao maior número de pares. O efeito pepita ( $C_0$ ) é obtido pela interseção da reta no eixo  $\gamma(h)$ ; o valor de  $h$  correspondente ao cruzamento da reta inicial com o patamar é o alcance ( $a$ ); e  $C_1$  é a diferença entre o patamar e o efeito pepita.

#### 2.4.2. Modelo esférico

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[ \frac{3}{2} \left( \frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right] \quad 0 < h < a \quad (3)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \quad h > a$$

A obtenção do modelo esférico consiste na seleção de valores do efeito pepita ( $C_0$ ) e do patamar ( $C_0+C_1$ ), e posterior posicionamento de uma reta que intercepte o eixo  $y$  em  $C_0$ , e tangente aos primeiros pontos próximos de  $h=0$ . Esta reta cruza o patamar à distância  $a'=2/3a$ . Dessa forma, o alcance ( $a$ ) é dado por  $a=3a'/2$ , e o modelo é linear até aproximadamente  $1/3a$ .

#### 2.4.3. Modelo exponencial

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-3 \frac{h}{a})] \quad 0 < h < d \quad (4)$$

O modelo exponencial atinge o patamar de modo assintótico enquanto que o modelo esférico o atinge no alcance. O alcance ( $a$ ) é determinado visualmente e consiste na distância após a qual o semivariograma se estabiliza, e a máxima distância na qual o semivariograma é definido é dada pela letra  $d$ . Os parâmetros  $C_0$  e  $C_1$  são determinados da mesma maneira que os demais modelos: exponencial, gaussiano e esférico.

#### 2.4.4. Modelo gaussiano

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-3 (\frac{h}{a})^2)] \quad 0 < h < d \quad (5)$$

Caso o semivariograma apresentar-se constante e igual ao patamar para quaisquer valores da distância de separação  $h$  tem-se o efeito pepita puro, ou ausência total de dependência espacial. Neste caso, a distribuição espacial é considerada aleatória, uma vez que o alcance ( $a$ ) para os dados analisados é menor que o menor espaçamento utilizado entre as unidades amostrais.

Após o ajuste dos modelos teóricos aos semivariogramas experimentais, foi possível obter informações mais específicas sobre a população da espécie, como mapas de superfície para a análise do comportamento da praga no campo. A krigagem é um método interpolador utilizado para estimar valores não amostrados ( $z^*$ ) para quaisquer coordenadas da área em estudo,  $x_0$ . Este processo é uma combinação linear dos valores amostrados, sem tendência e apresenta variância mínima, representado na equação:

$$z^*(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i z(x_i) \quad (6)$$

sendo:  $N$  é o número de valores amostrados  $z(x_i)$  que estão envolvidos na estimativa e  $\lambda_i$  é o peso atribuído a cada um destes valores, os quais são calculados com base nos parâmetros obtidos no semivariograma.

A geoestatística é um ramo da estatística que descreve as correlações de uma dada variável no tempo e espaço. É utilizada para quantificar e modelar a correlação espacial entre dados amostrados assim como estimar valores em pontos não amostrados por meio de interpoladores, como a krigagem (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Estudos precursores da geoestatística moderna foram realizados nas áreas de meteorologia, silvicultura, solos, entre outras, em meados do século XX. Entretanto, foi nas áreas de mineração e engenharia de petróleo que a geoestatística recebeu incentivos financeiros e recursos necessários para seu aprimoramento. Mineradores estavam interessados em estimar as quantidades de minérios nas jazidas e a espessura das minas de carvão, ao passo que engenheiros de petróleo buscavam informações sobre a posição e volume dos reservatórios.

Estas necessidades impulsionaram o desenvolvimento da geoestatística, pois estimativas precisas significavam lucros maiores e menores chances de perda (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993; WEBSTER; OLIVER, 2008).

Na década de 1960, o engenheiro sul-africano D.G. Krige observou que poderia melhorar suas previsões sobre onde encontrar ouro se levasse em consideração as quantidades de minério nos pontos vizinhos. Na mesma época, o matemático francês G. Matheron estudou métodos para aprimorar as previsões de minérios a partir de dados amostrados autocorrelacionados, e desenvolveu a 'teoria das variáveis regionalizadas', que permanece como base teórica em estudos atuais (WEBSTER; OLIVER, 2008).

O prefixo *geo* é proveniente da área de geologia, que possibilitou o desenvolvimento teórico e aplicado desta ferramenta por décadas. A terminologia utilizada na geoestatística está relacionada à mineração e à D.G. Krige, que desenvolveu técnicas de interpolação empiricamente (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

As aplicações da geoestatística compreendem diversas áreas, como a arqueologia, biologia, ciências do solo, entre outros. Sua aplicação na entomologia é relativamente recente, e os estudos pioneiros foram desenvolvidos a partir do final da década de 1980. O método da krigagem foi utilizado por Borth e Huber (1987) ao estudarem a distribuição espacial de *Pectinophora gossypiella*, e Schotzko e O'Keeffe (1989) no estudo do comportamento de *Lygus hesperus*. Kemp, Kalaris e Quimby (1989) estudaram as relações espaciais entre dados de gafanhotos pela análise de semivariogramas, e Liebhold et al. (1991) utilizaram a geoestatística para estimar a densidade de oviposição de *Lymantria dispar* (ROBERTS; RAVLIN; FLESCHER, 1993).

De acordo com a estatística clássica, os valores esperados de uma variável em quaisquer pontos de uma área em estudo são dados pela média dos valores observados, e o erro entre as médias é dado pelas variâncias (TRANGMAR; YOST; UCHARA, 1985). A variabilidade sobre a média é considerada aleatória e semelhante em quaisquer pontos na área, pois a posição geográfica dos pontos amostrados não é levada em consideração. No entanto, se o valor de uma variável é dependente dos valores encontrados em pontos vizinhos, pode-se inferir que tais

valores são espacialmente dependentes, e a variabilidade sobre a média não pode ser considerada aleatória e única em todos os pontos da área. Esta relação positiva é denominada autocorrelação, e pode ser expressa por meio do semivariograma, que é um gráfico da semivariância em função da distância de separação ( $h$ ) entre os pares de pontos amostrados (ROBERTS; RAVLIN; FLESCHER, 1993).

Teoricamente, a semivariância é zero quando a distância de separação dos pares de pontos também é nula. Entretanto, nos semivariogramas experimentais os pontos tendem a cruzar a ordenada em um valor maior que zero conhecido como efeito pepita ( $C_0$ ). Este valor aumenta proporcionalmente à distância de separação dos pares de pontos, atingindo um patamar ( $C_0+C_1$ ) a uma determinada distância ( $a$ ). Estas características são denominadas parâmetros dos semivariogramas e representam o grau de similaridade ou dissimilaridade entre as amostras (VIEIRA et al., 1983).

A partir destes parâmetros é possível definir o grau da dependência espacial (GD) da variável em estudo pela relação entre o efeito pepita e o patamar [ $GD = C_0/(C_0+C_1)$ ]. A dependência espacial é considerada forte para valores inferiores a 25%, moderada quando entre 25 e 75%, e fraca para valores superiores a 75% (CAMBARDELLA et al., 1994).

Nos estudos relacionados às ciências da natureza, a distribuição de frequência dos dados é geralmente assimétrica. Esta assimetria pode se tornar um problema na aplicação da krigagem, pois pode induzir a erros na interpolação dos dados. Neste caso, os dados devem ser transformados para que a distribuição de frequência fique mais próxima à normalidade (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Durante a obtenção dos semivariogramas, é possível observar se a similaridade ou dissimilaridade entre os pontos é desuniforme de acordo com as direções analisadas. Caso as estruturas dos semivariogramas forem distintas de acordo com as direções adotadas, tem-se uma característica denominada 'anisotropia'. No entanto, se a configuração dos semivariogramas não variar de acordo com as direções, estes são considerados 'isotrópicos' (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Após a obtenção dos semivariogramas experimentais, modelos matemáticos são ajustados a estes, e os parâmetros destes modelos determinarão os pesos que

serão atribuídos aos valores quando da aplicação da krigagem. A precisão das estimativas da krigagem é dependente da escolha de modelos adequados aos semivariogramas (WEBSTER; OLIVER, 2008).

Os semivariogramas podem apresentar-se de forma horizontal, e esta configuração é conhecida como “efeito pepita puro”. Este modelo indica a ausência de dependência espacial na escala amostrada, e neste caso, a variabilidade dos dados é representada pela sua variância amostral (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Em relação à predição de valores para variáveis que apresentam correlação fraca ou ausente, é recomendado o uso de métodos não interpoladores. Entretanto, quando os dados amostrados são altamente correlacionados, é possível obter uma superfície contínua, ou mapa, através da interpolação entre pontos amostrados. No processo de interpolação, a estimativa em pontos não amostrados baseia-se nos valores obtidos em parcelas adjacentes e suas distâncias em relação aos pontos que serão estimados. Dentre os métodos utilizados na interpolação dos dados, a krigagem é a mais utilizada (ROBERTS; RAVLIN; FLESCHER, 1993).

A krigagem baseia-se na teoria das variáveis regionalizadas, e utiliza o grau de autocorrelação entre amostras adjacentes na estimativa de valores para quaisquer posições da área em estudo (VIEIRA et al., 1983). Apresenta características distintas em relação a outras técnicas de interpolação de pontos, ou seja, a krigagem pode revelar dados menores ou maiores do que quaisquer valores amostrados ao passo que os métodos tradicionais restringem-se ao alcance dos valores observados. Além disso, a krigagem baseia-se na distância e geometria dos pontos ao estabelecer pesos aos dados observados, e tem como característica minimizar a variância do erro entre os valores amostrados.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Instalação do Experimento

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2013/2014 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Câmpus de Jaboticabal, SP, Brasil (21°14'05"S e 48°17'09"W; altitude média de 615 m). O clima da região, segundo Köppen, é classificado como Aw ou tropical úmido, sendo caracterizado por verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média de 22°C.

Foi selecionada uma área experimental de 0,8 ha (8.000 m<sup>2</sup>), que foi dividida em 80 unidades amostrais de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) cada. A variedade utilizada foi SYN1365RR (transgênica com tolerância ao glifosato); a semeadura foi realizada em 07/12/2013; e a emergência das plantas ocorreu em 12/12/2013 (V<sub>E</sub>). A área experimental recebeu os tratos culturais recomendados à cultura, com exceção da aplicação de inseticidas, para que não houvesse quaisquer interferências na entomofauna da área experimental.

As avaliações consistiram na contagem de indivíduos de todos os estádios de desenvolvimento, e foram realizadas semanalmente a partir do final da fase vegetativa da cultura (V<sub>8</sub>) estendendo-se até o estágio reprodutivo de maturação plena (R<sub>8</sub>). A localização das parcelas na área experimental foi estabelecida pelas coordenadas cartesianas dos pontos centrais das mesmas, onde ninfas e adultos de *E. heros* foram amostrados em cinco pontos aleatórios pelo método do pano entomológico (1 x 0,50 m). Os insetos foram agrupados em três categorias: ninfas (1° - 5° instares); adultos; e ninfas (3° ao 5° instar) e adultos, sendo que a última compreende os estágios capazes de causar danos às plantas (HOFFMANN-CAMPO; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 2012).

Foram calculadas as estatísticas descritivas para cada amostragem antes da análise geoestatística.

### 3.2. Análise Geoestatística

Foram obtidos semivariogramas experimentais para cada amostragem, e então foram testados os ajustes dos seguintes modelos matemáticos: linear, esférico, exponencial, e gaussiano. Em seguida, foram obtidos os mapas de superfície por meio da krigagem, e nestes estão representadas as reboleiras da praga no campo.

Foram utilizados os programas: Excel® 2003 para o cálculo das estatísticas descritivas; GS+ para a obtenção dos semivariogramas experimentais e ajuste dos modelos matemáticos a estes; e Surfer 8 (Golden Software) para a krigagem e obtenção dos mapas de superfícies.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos ao longo das amostragens, observou-se que a infestação de *E. heros* teve início no final da fase vegetativa da cultura (V8). O número de percevejos aumentou durante a floração (R1 e R2), porém constatou-se um aumento acentuado na população da espécie a partir do início de formação das vagens (R3), quando foi registrada uma média de 2,98 percevejos por parcela (cinco panos). A partir deste estágio, a população de percevejos aumentou atingindo um pico de 23,08 insetos aos 84 DAE, que corresponde à fase final de enchimento dos grãos (R6). Em seguida, conforme as plantas atingiam a maturação fisiológica (R7), a população da praga decresceu linearmente, sendo registrada uma média inferior a um percevejo por parcela no último estágio da cultura (R8), aos 112 DAE (Figura 1, Tabela 1). Dessa forma, o comportamento da população do percevejo-marrom na cultura da soja foi similar ao descrito por Corrêa-Ferreira e Panizzi (1999).

De acordo com a análise das estatísticas descritivas, observou-se que a distribuição de frequência dos dados não foi normal na maioria das amostragens. Os valores do coeficiente de variação foram altos ( $CV > 30\%$ ) para todas as avaliações, variando entre 49,74 e 509,82 para adultos (84 DAE) e ninfas (56 DAE), respectivamente. Estes valores estão relacionados à baixa incidência da praga em algumas amostragens e aos valores da variância amostral, pois quanto menor a



média ou maior a variância, maior será a variabilidade dos dados analisados. (Tabela 1).

Segundo Cressie (1991), a normalidade dos dados não é necessária para a análise geoestatística, no entanto recomenda-se que os histogramas não apresentem caudas muito longas para que as análises não sejam comprometidas. Portanto, uma vez que os valores obtidos para a assimetria e curtose foram altos em algumas amostragens, os conjuntos de dados foram transformados  $[\ln(x+1)]$  com o intuito de tornar as distribuições de frequências mais próximas à normalidade. Embora o coeficiente de variação tenha permanecido alto para a maioria das amostragens, a transformação dos dados diminuiu os valores de assimetria e curtose, tornando a distribuição de frequência dos dados próxima à normal (Tabela 2).

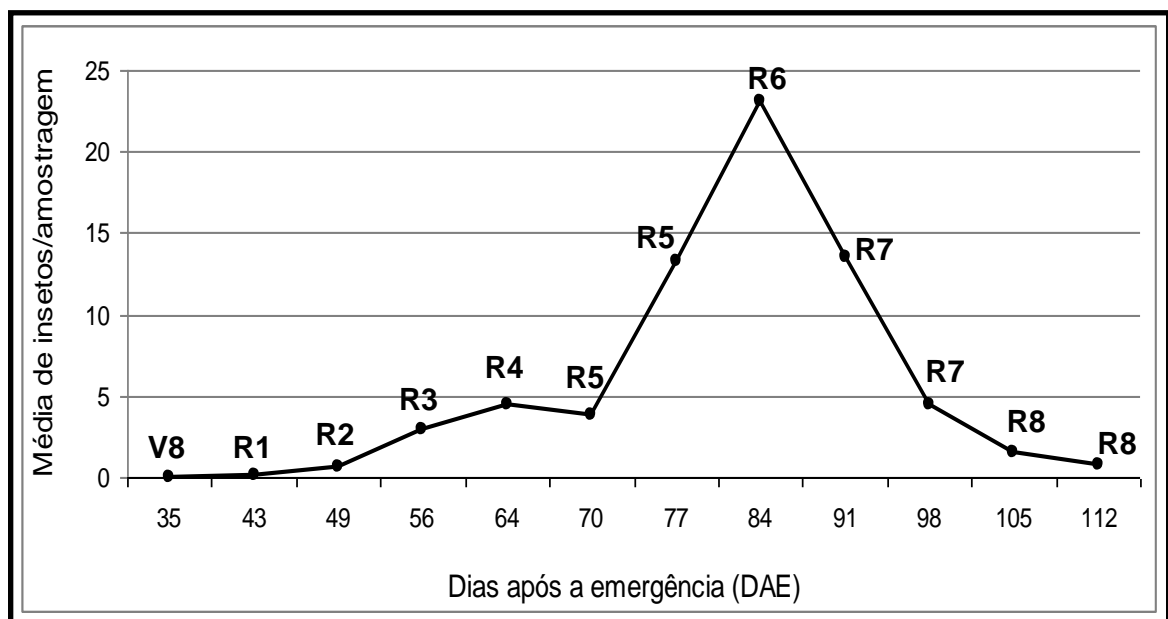


Figura 1. Dinâmica populacional de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, Brasil, 2014.

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos dados originais das populações de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014.

Estádio	Estatísticas Descritivas	Amostragens										
		56 DAE	64 DAE	70 DAE	77 DAE	84 DAE	91 DAE	98 DAE	105 DAE	112 DAE		
<b>Ninfas</b>	Média (± EP)	0,04 ± 0,02	0,49 ± 0,10	3,48 ± 0,29	10,31 ± 0,70	12,84 ± 1,00	2,14 ± 0,21	0,36 ± 0,06	0,38 ± 0,09	0,13 ± 0,04		
	Desv. Pad.	0,19	0,89	2,61	6,27	8,98	1,87	0,58	0,82	0,33		
	Variância	0,04	0,78	6,81	39,36	80,62	3,51	0,34	0,67	0,11		
	Curtose	23,20	7,98	-0,53	0,22	2,56	3,78	4,23	6,23	3,43		
	Assimetria	4,96	2,45	0,65	0,85	1,43	1,62	1,76	2,49	2,31		
	CV (%)	509,82	181,70	75,09	60,83	69,94	87,68	159,73	217,90	266,24		
<b>Adultos</b>	Média (± EP)	2,98 ± 0,33	4,09 ± 0,41	1,18 ± 0,12	4,03 ± 0,29	10,44 ± 0,58	11,43 ± 0,76	4,18 ± 0,30	1,28 ± 0,16	0,60 ± 0,10		
	Desv. Pad.	2,98	3,65	1,09	2,64	5,19	6,80	2,66	1,42	0,92		
	Variância	8,89	13,35	1,18	6,96	26,96	46,27	7,06	2,02	0,85		
	Curtose	4,53	3,74	0,97	-0,98	1,85	0,76	1,18	0,24	2,47		
	Assimetria	1,87	1,64	0,97	0,40	1,31	0,86	0,92	1,07	1,68		
	CV (%)	100,20	89,38	92,61	65,55	49,74	59,54	63,63	111,60	153,72		
<b>Ninfas (3<sup>o</sup> ao 5<sup>o</sup> instares) e Adultos</b>	Média (± EP)	2,98 ± 0,33	4,44 ± 0,44	3,96 ± 0,28	13,33 ± 0,81	23,08 ± 1,41	13,53 ± 0,88	4,50 ± 0,29	1,58 ± 0,17	0,71 ± 0,11		
	Desv. Pad.	2,98	3,91	2,52	7,25	12,63	7,85	2,62	1,54	0,98		
	Variância	8,89	15,29	6,35	52,60	159,41	61,57	6,89	2,37	0,97		
	Curtose	4,53	3,43	0,46	0,64	2,89	0,62	0,97	0,54	1,40		
	Assimetria	1,87	1,60	0,79	0,82	1,52	0,87	0,87	1,01	1,43		
	CV (%)	100,20	88,11	65,23	54,43	54,72	58,02	58,31	97,83	138,01		

Desv. Pad. – desvio padrão; EP - erro padrão da média; CV (%) - coeficiente de variação

Tabela 2. Estatísticas descritivas dos dados transformados [ $\ln(x+1)$ ] das populações de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014.

Estádio	Estatísticas Descritivas	Amostragens									
		56 DAE	64 DAE	70 DAE	77 DAE	84 DAE	91 DAE	98 DAE	105 DAE	112 DAE	
Ninfas	Média ( $\pm$ EP)	0,03 $\pm$ 0,01	0,28 $\pm$ 0,05	1,31 $\pm$ 0,07	2,27 $\pm$ 0,07	2,42 $\pm$ 0,08	0,98 $\pm$ 0,06	0,24 $\pm$ 0,04	0,21 $\pm$ 0,05	0,09 $\pm$ 0,03	
	Desv. Pad.	0,13	0,45	0,65	0,59	0,70	0,57	0,36	0,42	0,23	
	Variância	0,02	0,20	0,43	0,35	0,49	0,33	0,13	0,17	0,05	
	Curtose	23,20	0,70	-0,50	-0,19	1,00	-0,29	-0,21	2,05	3,43	
	Assimetria	4,96	1,32	-0,43	-0,37	-0,65	-0,07	1,04	1,80	2,31	
	CV (%)	509,82	159,68	49,97	26,23	28,86	58,41	149,53	198,53	266,24	
Adultos	Média ( $\pm$ EP)	1,14 $\pm$ 0,08	1,37 $\pm$ 0,08	0,66 $\pm$ 0,06	1,46 $\pm$ 0,07	2,35 $\pm$ 0,05	2,35 $\pm$ 0,07	1,50 $\pm$ 0,06	0,64 $\pm$ 0,07	0,35 $\pm$ 0,05	
	Desv. Pad.	0,70	0,75	0,50	0,60	0,43	0,62	0,56	0,60	0,47	
	Variância	0,49	0,57	0,25	0,36	0,18	0,39	0,31	0,35	0,22	
	Curtose	-0,42	-0,43	-0,98	-0,51	0,20	1,45	0,43	-1,19	-0,32	
	Assimetria	0,01	-0,36	0,00	-0,47	0,09	-0,82	-0,58	0,31	0,98	
	CV (%)	61,51	54,99	76,30	41,07	18,26	26,47	37,10	92,58	136,77	
Ninfas (3º ao 5º instares) e Adultos	Média ( $\pm$ EP)	1,14 $\pm$ 0,13	1,44 $\pm$ 0,16	1,44 $\pm$ 0,16	2,53 $\pm$ 0,28	3,06 $\pm$ 0,34	2,52 $\pm$ 0,28	1,59 $\pm$ 0,18	0,77 $\pm$ 0,09	0,41 $\pm$ 0,05	
	Desv. Pad.	0,70	0,76	0,57	0,54	0,49	0,58	0,50	0,60	0,49	
	Variância	0,49	0,58	0,33	0,30	0,24	0,34	0,25	0,36	0,24	
	Curtose	-0,46	-0,40	0,12	-0,31	0	0	0,09	-1,13	-0,76	
	Assimetria	0,01	-0,39	-0,56	-0,40	0,09	-0,45	-0,41	0,04	0,74	
	CV (%)	61,49	53,06	39,90	21,49	15,94	23,12	31,74	78,08	121,67	

Desv. Pad. – desvio padrão; EP – erro padrão da média; CV (%) – coeficiente de variação

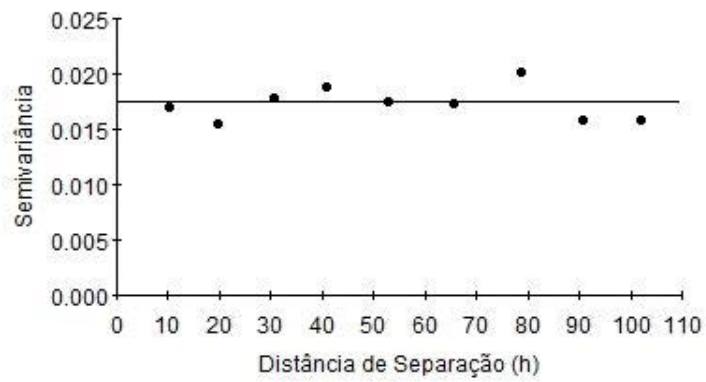
Os dados transformados foram analisados para a obtenção de semivariogramas isotrópicos aos quais foram ajustados modelos matemáticos. Foi adotada uma malha regular devido à falta de informações relacionadas às escalas de correlação espacial de *E. heros*, sendo este o método mais eficiente quando o comportamento da variável em estudo é desconhecido (McBRATNEY et al., 1982).

Em relação à análise geoestatística dos dados, observou-se efeito pepita puro nas duas primeiras e últimas amostragens para ninfas (56, 64, 105 e 112 DAE) bem como na última amostragem para adultos (112 DAE). Nestes casos, observou-se ausência de dependência espacial, que pode estar relacionada ao baixo número de indivíduos amostrados. Nas primeiras amostragens, a contagem de ninfas foi quase nula, pois a infestação da área é realizada por insetos adultos, que saem de seus nichos de diapausa ou outras áreas cultivadas em busca de alimento. As baixas contagens de adultos nas últimas amostragens podem ser compreendidas com base no comportamento do inseto, uma vez que a espécie tende a deixar a área antes que cultura complete seu ciclo.

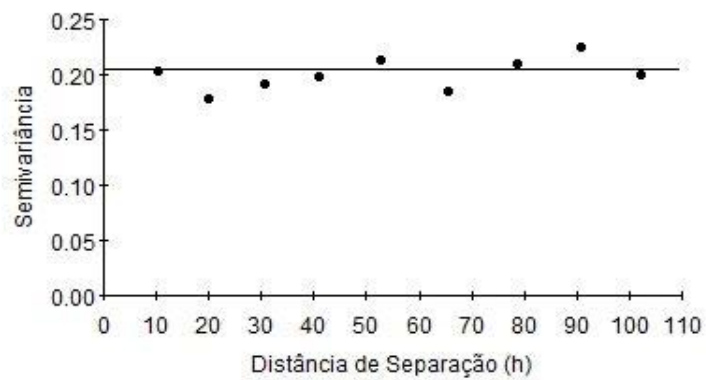
O modelo matemático que apresentou o melhor ajuste aos demais semivariogramas experimentais foi o esférico. Este modelo apresentou os maiores valores para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Para ninfas, os valores do coeficiente de determinação variaram entre 0,78 (91 DAE) e 0,95 (84 DAE); para adultos, estes valores variaram entre 0,80 (70 DAE) e 0,98 (91 DAE); e para o grupo capaz de causar danos à cultura, a variação foi de 0,85 (105 DAE) a 0,99 (91 e 98 DAE). Além disso, o modelo escolhido apresentou os menores valores para a soma de quadrados dos resíduos (SQR) (Figuras 2, 3 e 4, Tabela 3).

O grau da dependência espacial (GD), dado pela relação  $C_0/(C_0+C_1)$ , variou entre 0,29 (84 DAE) e 0,60 (91 e 98 DAE) para ninfas; 0,24 (84 DAE) e 0,52 (98 DAE) para adultos; e 0,23 (84 DAE) e 0,62 (105 DAE) para o grupo de percevejos capazes de causar danos às plantas. Dessa forma, a dependência espacial da praga foi moderada para ninfas e variou de moderada a forte para as demais categorias (CAMBARDELLA et al., 1994) (Tabela 3).

56 DAE



64 DAE



70 DAE

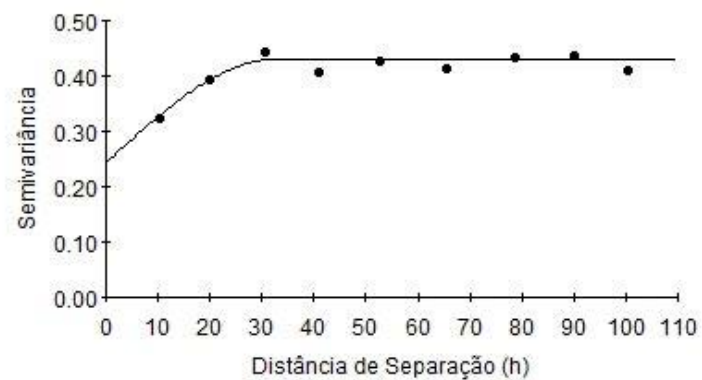
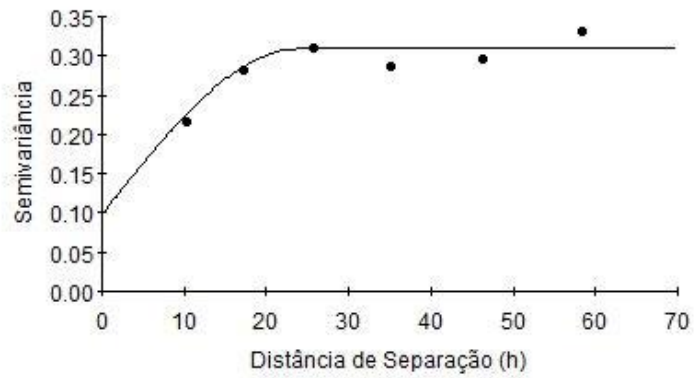
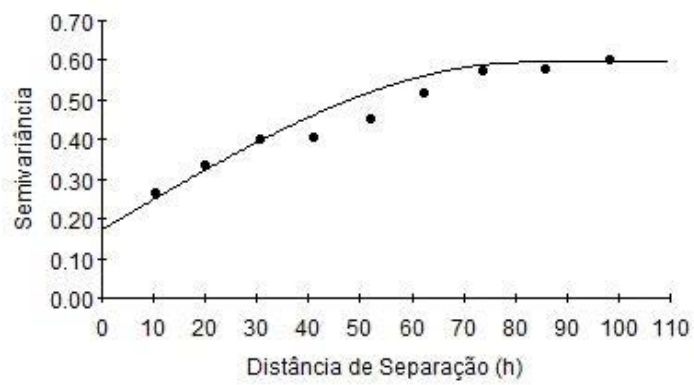


Figura 2. Semivariogramas da distribuição espacial de ninfas de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014.

77 DAE



84 DAE



91 DAE

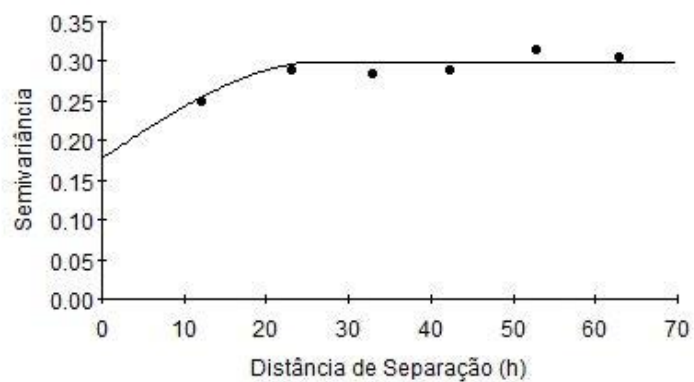
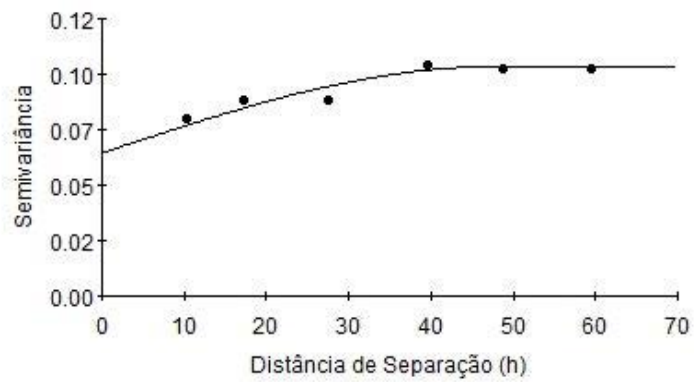
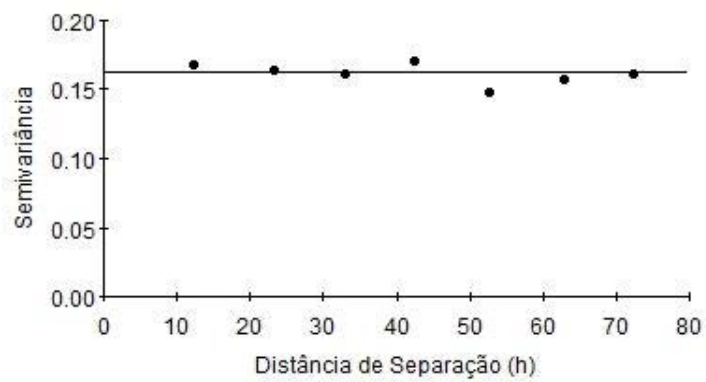


Figura 2. Semivariogramas da distribuição espacial de ninfas de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

98 DAE



105 DAE



112 DAE

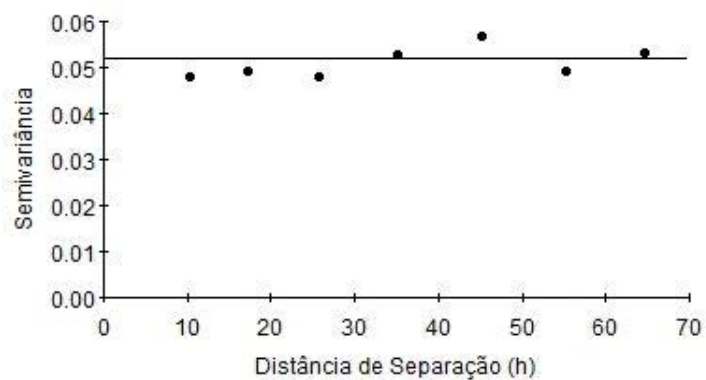
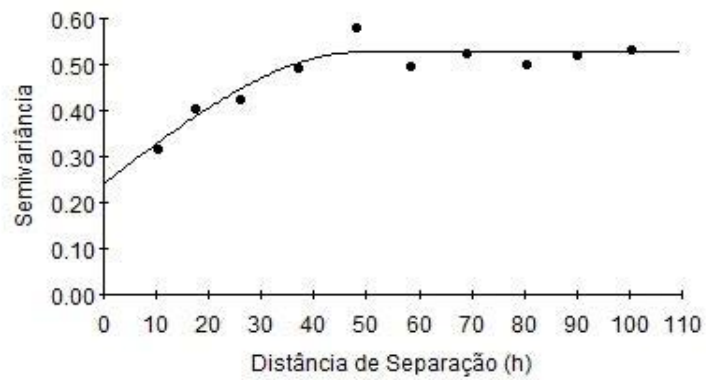
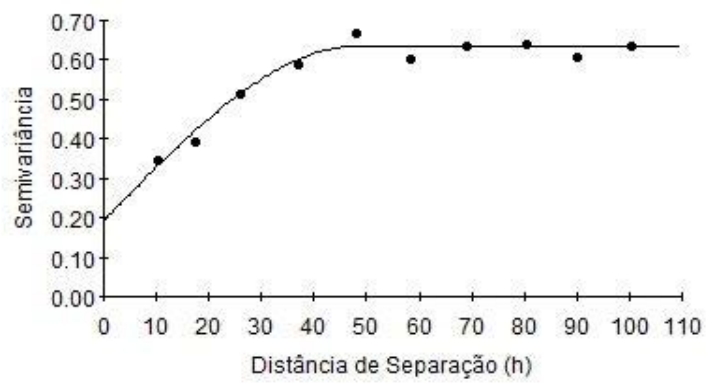


Figura 2. Semivariogramas da distribuição espacial de ninfas de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

56 DAE



64 DAE



70 DAE

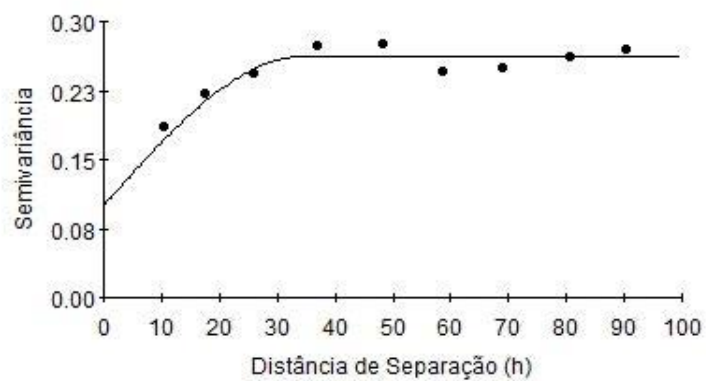
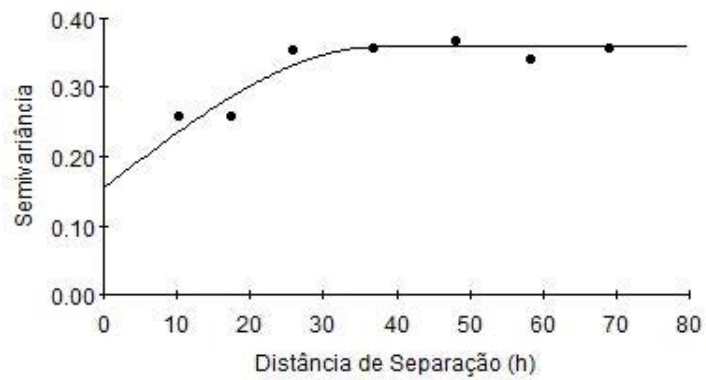


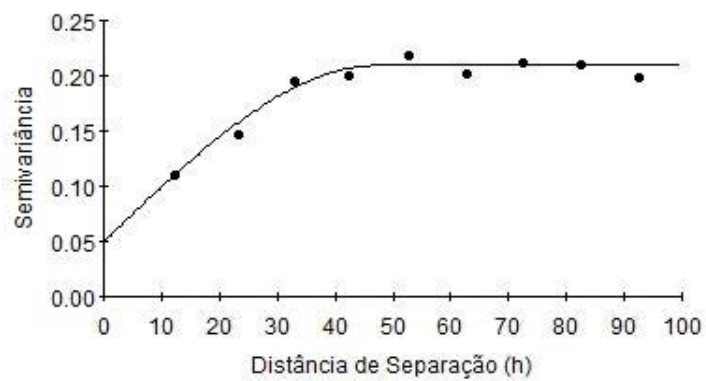
Figura 3. Semivariogramas da distribuição espacial de adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014.



77 DAE



84 DAE



91 DAE

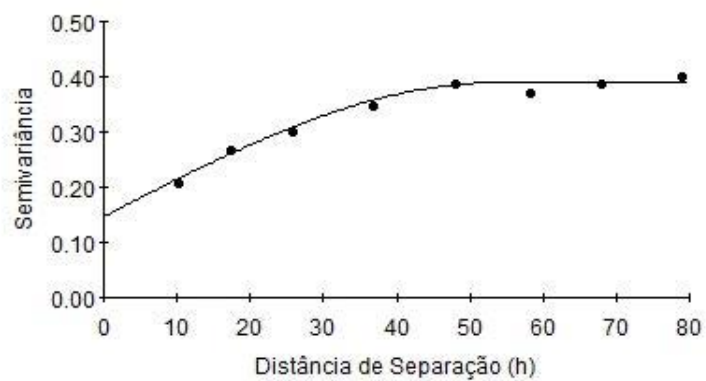
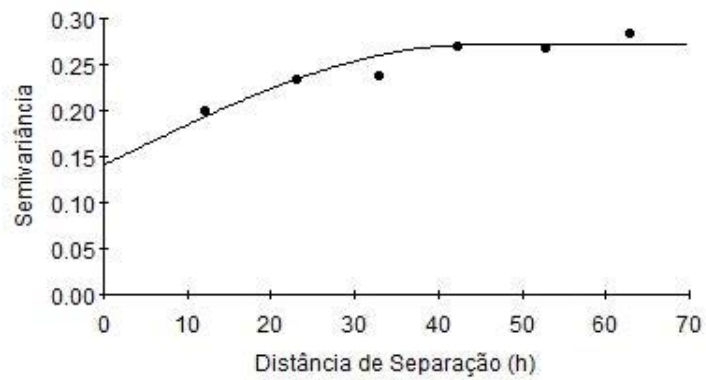
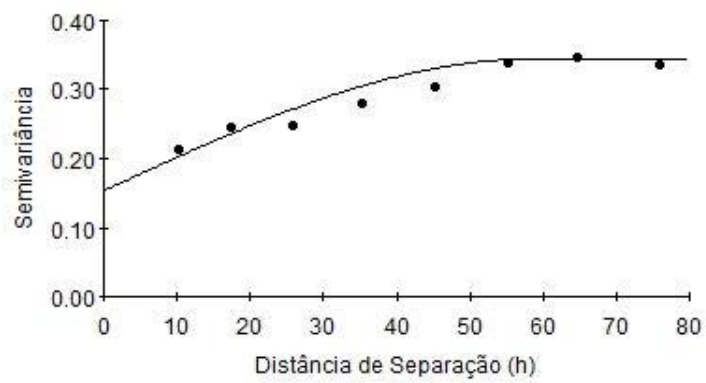


Figura 3. Semivariogramas da distribuição espacial de adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

98 DAE



105 DAE



112 DAE

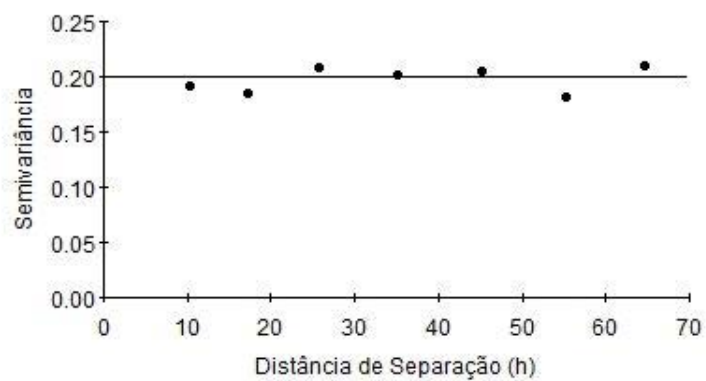
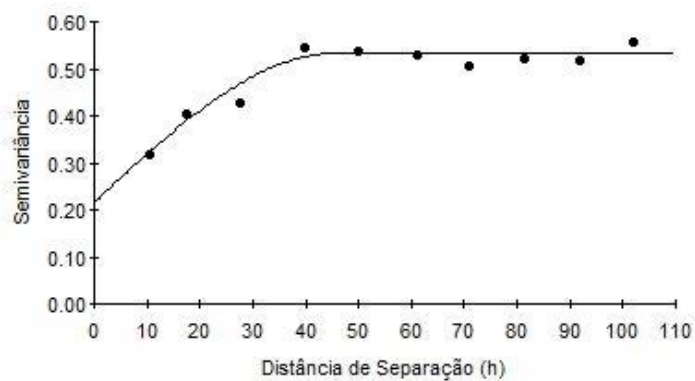
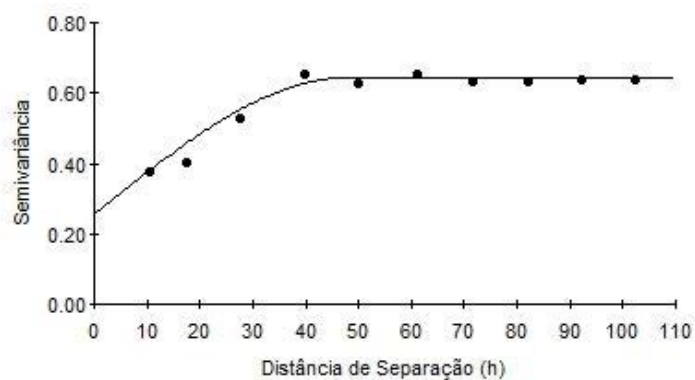


Figura 3. Semivariogramas da distribuição espacial de adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

56 DAE



64 DAE



70 DAE

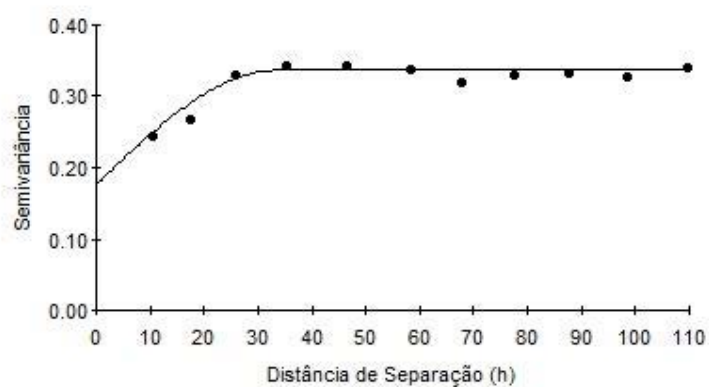
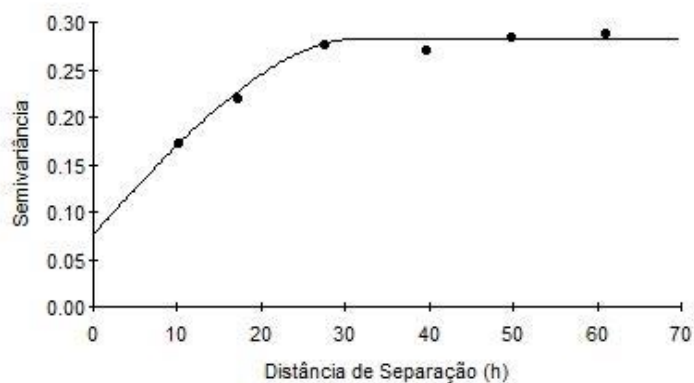
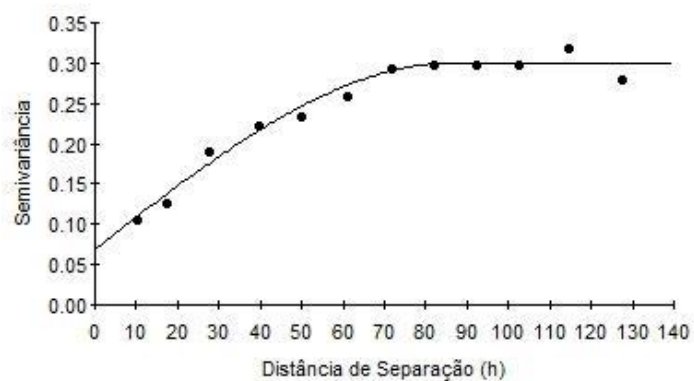


Figura 4. Semivariogramas da distribuição espacial de ninfas (3° ao 5° instares) e adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014.

77 DAE



84 DAE



91 DAE

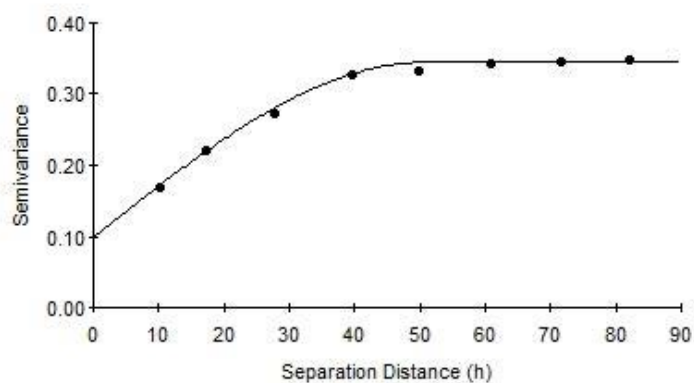
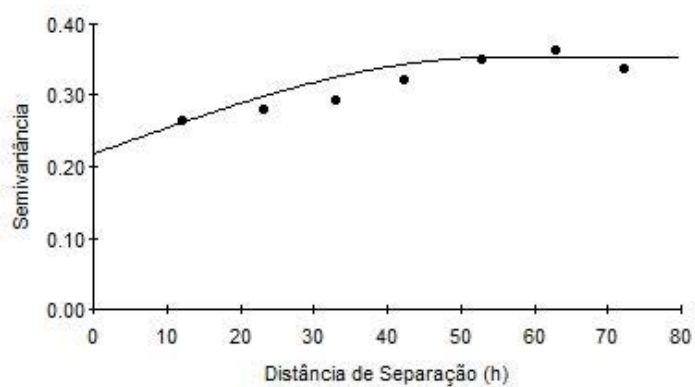


Figura 4. Semivariogramas da distribuição espacial de ninfas (3° ao 5° instares) e adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

98 DAE



105 DAE



112 DAE

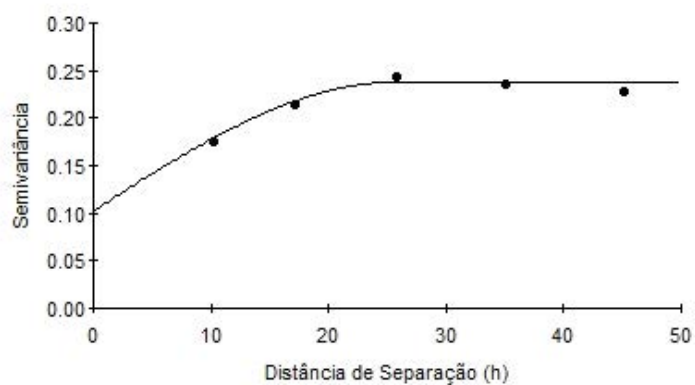


Figura 4. Semivariogramas da distribuição espacial de ninfas (3° ao 5° instares) e adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

Tabela 3. Modelos e parâmetros dos semivariogramas experimentais para as populações de *Euschistus heros* em soja. Jaticabal – SP, 2014.

Estádio	Parâmetros	Amostragens												
		56 DAE	64 DAE	70 DAE	77 DAE	84 DAE	91 DAE	98 DAE	105 DAE	112 DAE				
Ninfas	Modelo	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico
	$C_0$	0,02	0,20	0,24	0,10	0,17	0,18	0,06	0,16	0,05				
	$C_0 + C_1$	-	-	0,43	0,31	0,59	0,30	0,10	-	-				
	$a$	-	-	32,75	23,92	82,30	23,71	47,58	-	-				
	$R^2$	-	-	0,87	0,85	0,95	0,76	0,90	-	-				
	GD	-	-	0,56	0,32	0,29	0,60	0,60	-	-				
	SQR	-	-	0,001367	0,001168	0,008391	0,000616	0,000069	-	-				
Adultos	Modelo	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	
	$C_0$	0,24	0,19	0,10	0,15	0,05	0,15	0,14	0,15	0,20				
	$C_0 + C_1$	0,52	0,63	0,26	0,36	0,21	0,39	0,27	0,34	-				
	$a$	49,00	48,30	34,47	37,50	47,50	53,60	43,88	58,58	-				
	$R^2$	0,89	0,96	0,80	0,86	0,95	0,98	0,87	0,93	-				
	GD	0,46	0,30	0,38	0,42	0,24	0,38	0,52	0,44	-				
	SQR	0,005713	0,003996	0,001898	0,002338	0,000419	0,000720	0,000689	0,001861	-				
Ninfas (3º ao 5º instares) e Adultos	Modelo	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	Esférico	
	$C_0$	0,22	0,25	0,18	0,08	0,07	0,10	0,10	0,22	0,10				
	$C_0 + C_1$	0,53	0,64	0,34	0,28	0,30	0,34	0,21	0,35	0,24				
	$a$	45,60	48,10	33,30	32,00	87,10	50,80	56,00	54,83	25,62				
	$R^2$	0,93	0,97	0,92	0,98	0,97	0,99	0,99	0,85	0,96				
	GD	0,41	0,40	0,52	0,27	0,23	0,29	0,50	0,62	0,43				
	SQR	0,003830	0,004081	0,000892	0,000203	0,001464	0,000167	0,000027	0,001720	0,000109				

SQR – soma dos quadrados dos resíduos; GD – grau da dependência espacial [ $C_0/(C_0+C_1)$ ]; Ef. Pep. – efeito pepita puro

Souza et al. (2013) estudaram a distribuição espacial de *E. heros* em duas áreas de soja com a variedade M7908RR e sua isolinha convencional, MSOY8001. Com base na análise dos índices de dispersão e ajuste da distribuição dos indivíduos à distribuição binomial negativa, os autores relataram que a distribuição de ninfas e adultos de *E. heros* variou entre moderadamente agregada a aleatória em ambas as áreas experimentais. Embora as metodologias adotadas tenham sido diferentes, o comportamento da praga no campo foi semelhante em ambos os trabalhos.

Ao estudarem a distribuição de *E. heros* em duas cultivares, transgênica e convencional, Fonseca et al. (2014) concluíram que os adultos não apresentaram um padrão de distribuição definido, enquanto que as ninfas estavam distribuídas de forma agregada em ambas as áreas e cultivares.

O alcance ( $a$ ), que representa a distância na qual existe dependência espacial entre as parcelas, variou entre 23,71 (91 DAE) e 82,30 (84 DAE) para ninfas; 37,50 (77 DAE) e 58,58 (105 DAE) para adultos; e 25,62 (112 DAE) e 87,10 (84 DAE) para os indivíduos agrupados. Desta forma, amostragens realizadas a distâncias inferiores a estas não seriam estatisticamente independentes (Figuras 2, 3 e 4, Tabela 3).

Os mapas de superfície das densidades populacionais de *E. heros*, obtidos pela krigagem, indicam que o nível populacional da praga variou de 0 a 50 percevejos por amostragem. Estes mapas permitem a visualização de áreas com níveis de infestação distintos, ou seja, as reboleiras da praga no campo (Figuras 5, 6 e 7).

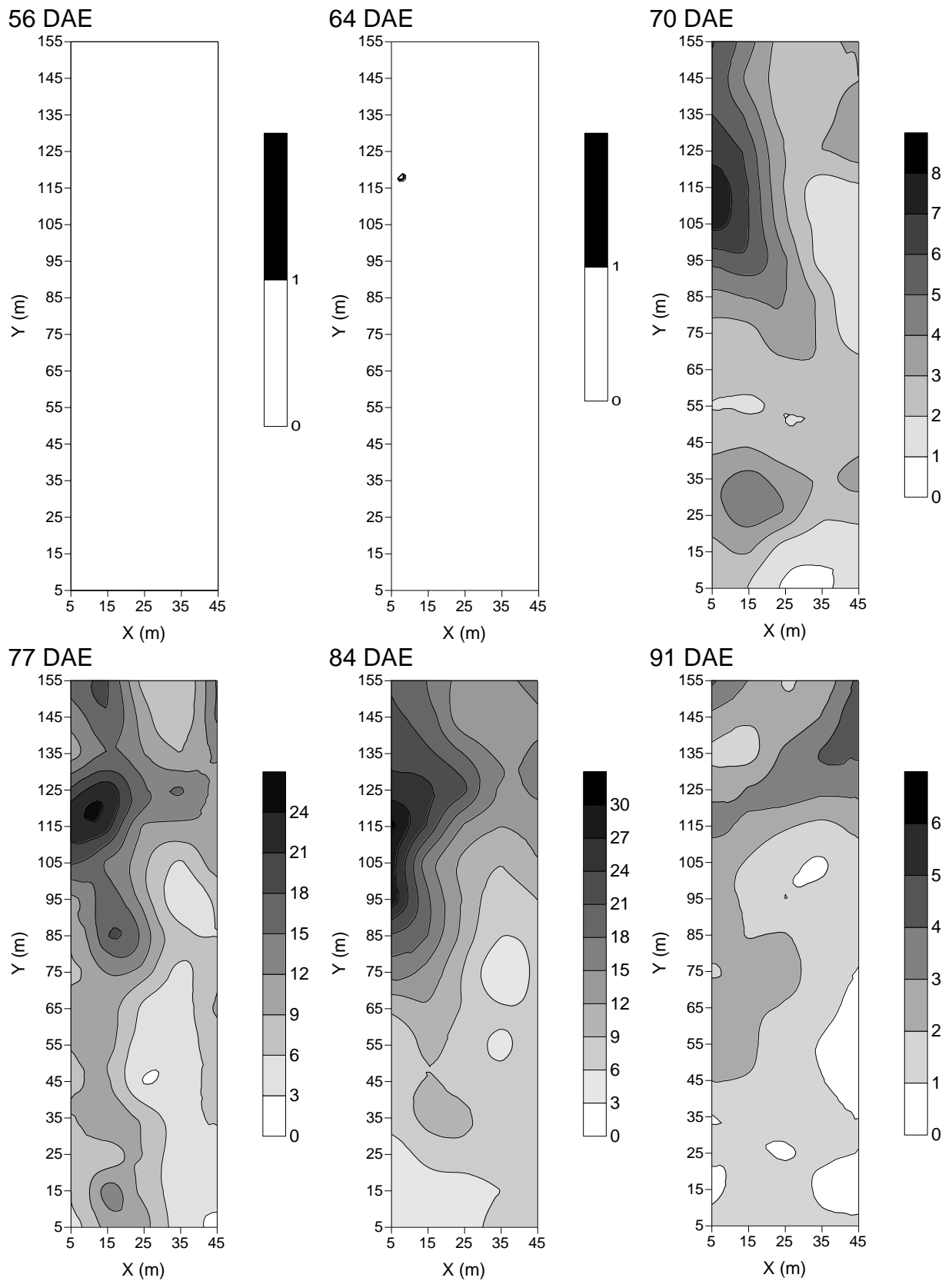


Figura 5. Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de ninfas de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014.



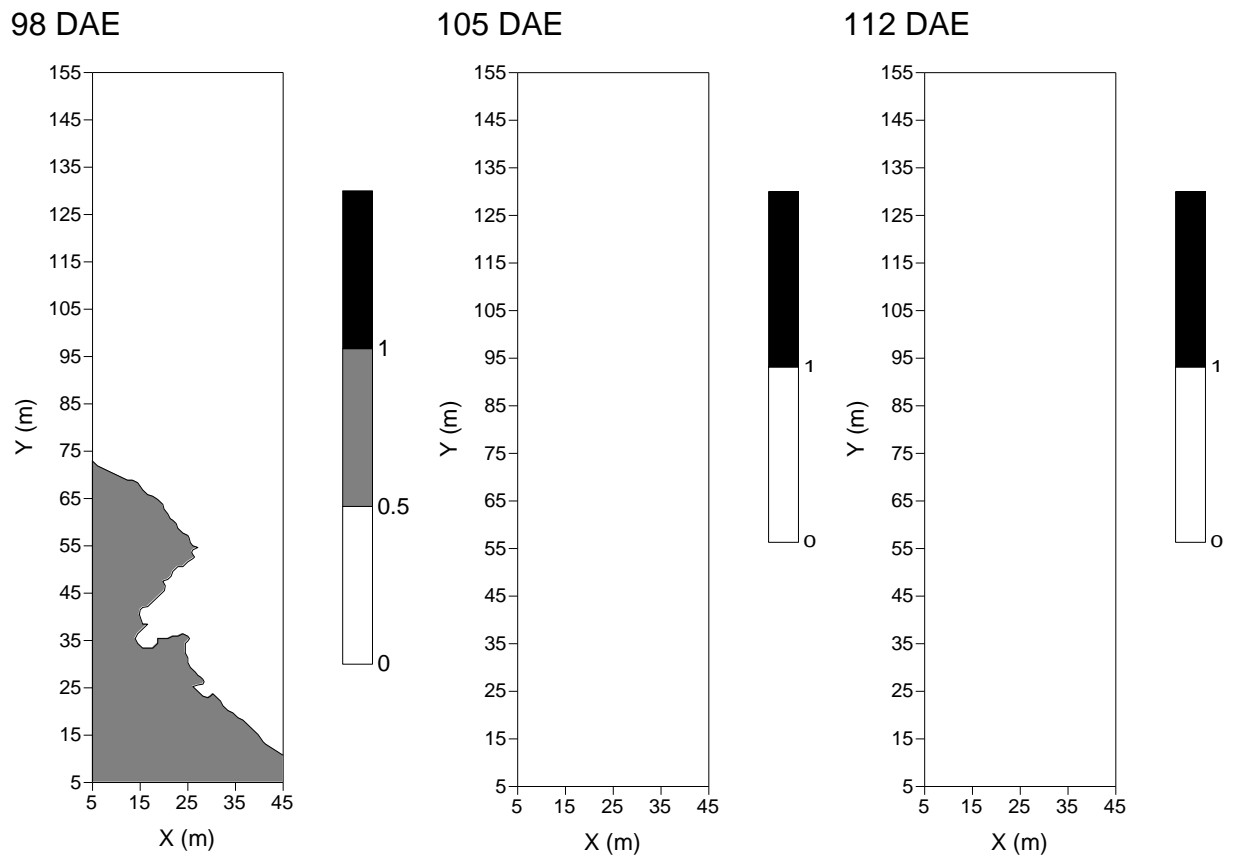


Figura 5. Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de ninfas de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

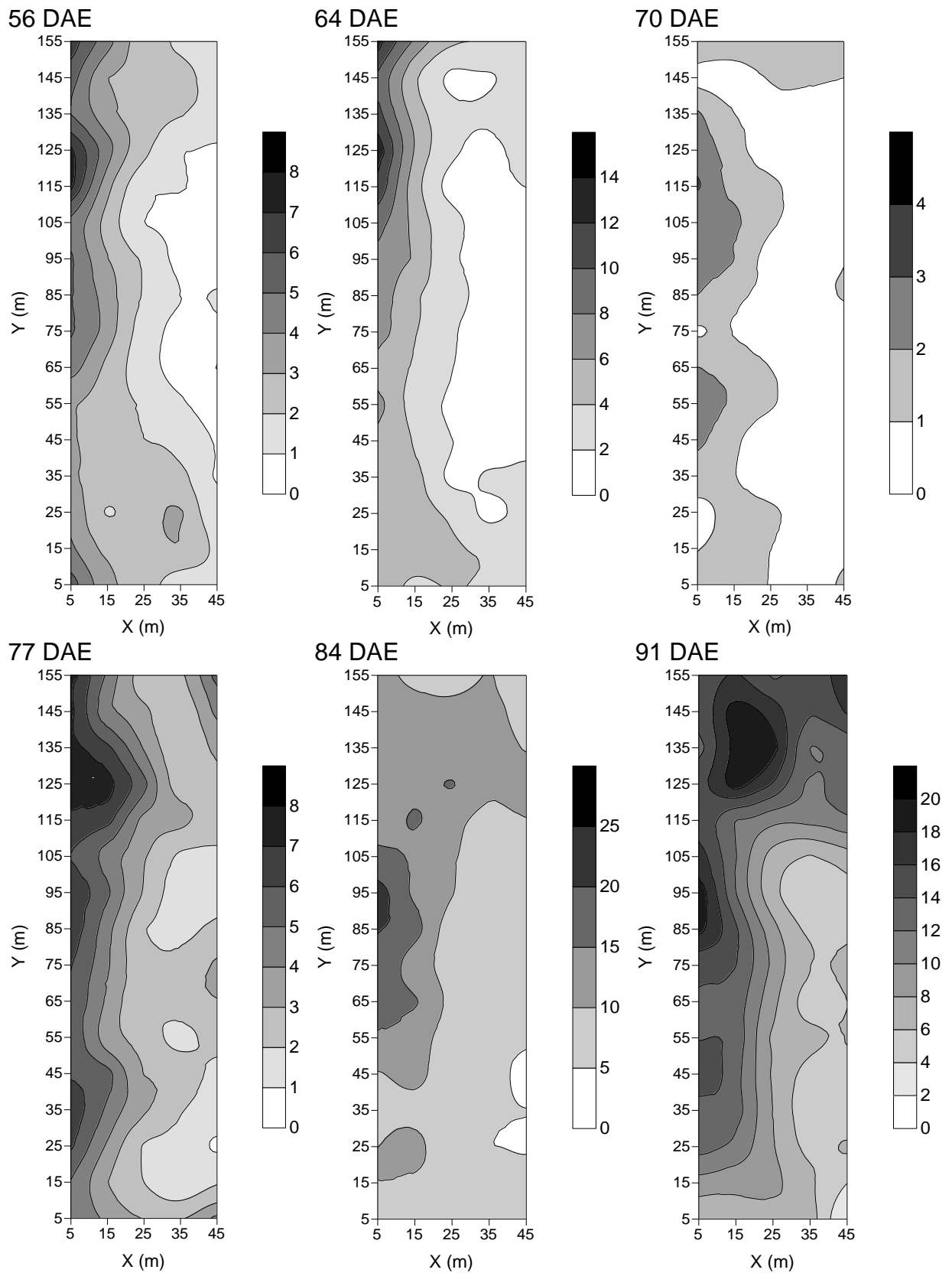


Figura 6. Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014.

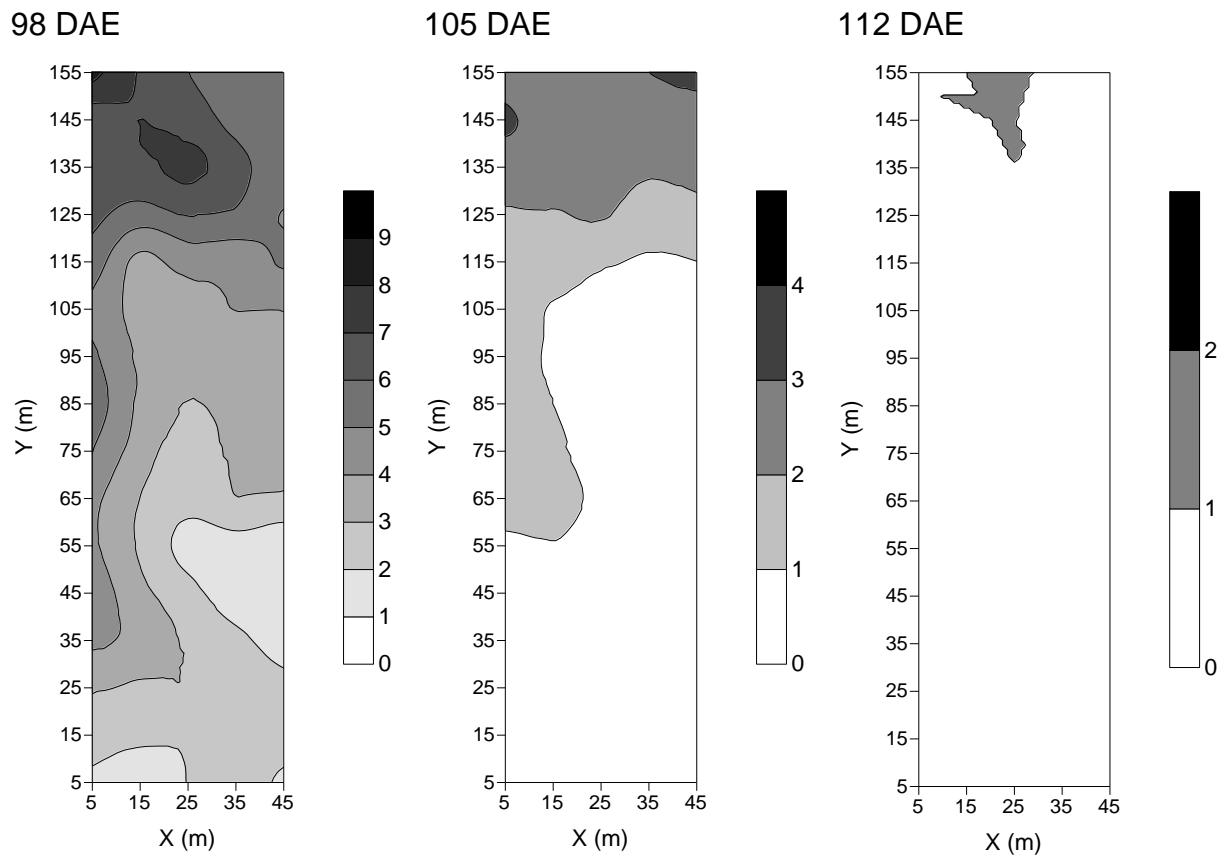


Figura 6. Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

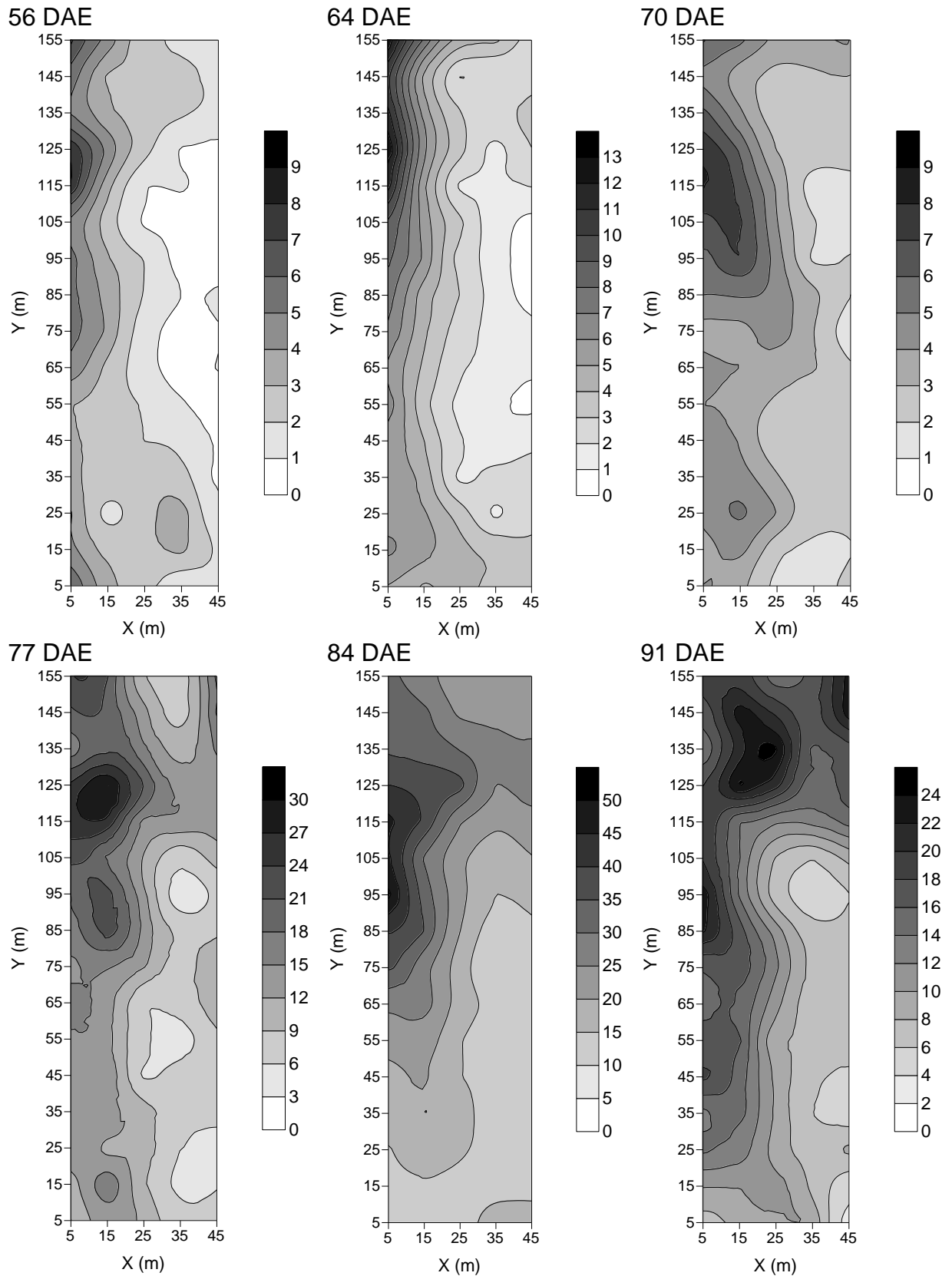


Figura 7. Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de ninfas (3<sup>o</sup> ao 5<sup>o</sup> instares) e adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014.

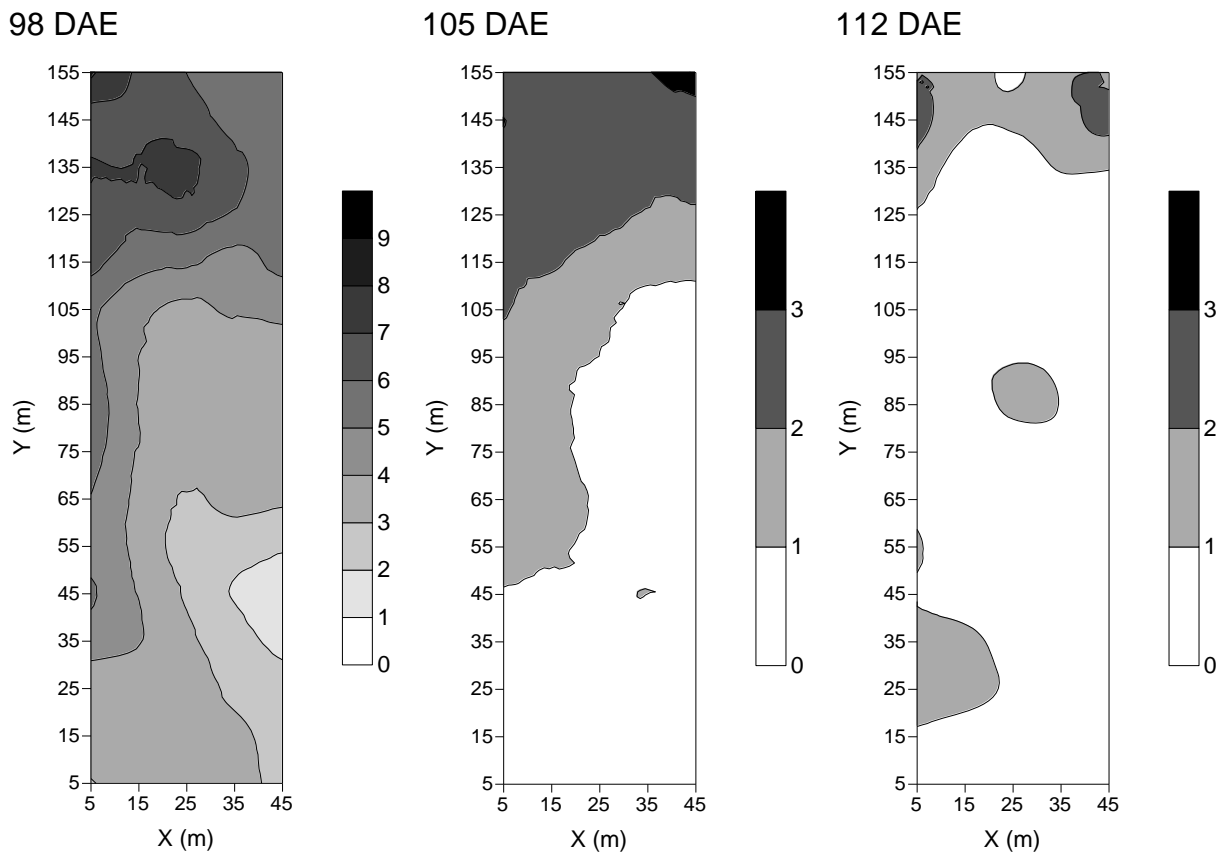


Figura 7. Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de ninfas (3<sup>o</sup> ao 5<sup>o</sup> instares) e adultos de *Euschistus heros* em soja. Jaboticabal – SP, 2014. (Continuação)

Ao analisar a dinâmica de *E. heros*, observou-se que o foco inicial da colonização da espécie aconteceu nas parcelas mais próximas à bordadura. As culturas de entressafra e a presença de plantas hospedeiras alternativas nas proximidades das áreas com soja influenciam a densidade populacional de percevejos no início da cultura (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999), e estes fatores podem estar relacionados à conformação dos focos iniciais da espécie na área. Este comportamento foi semelhante aos relatados em estudos com outros pentatomídeos, tais como *N. viridula* e *P. guildinii* em soja (PANIZZI et al., 1980); *E. servus* (Say), *Oebalus pugnax* (F.), *N. viridula*, e *Thyanta custator* (F.) em trigo (REAY-JONES, 2010); e *E. servus* em milho e trigo (REISIG et al., 2013).

Schotzko e O’Keeffe (1989) ao estudarem a distribuição espacial de *Lygus hesperus*, observaram que a praga encontra-se mais agregada no início da temporada em relação às demais amostragens. Os autores associam este

comportamento ao fato de que logo após a infestação da área experimental, os adultos permanecem próximos uns dos outros para o acasalamento, e então se dispersam. Esta característica pode estar relacionada ao comportamento de *E. heros* no presente trabalho.

No decorrer do desenvolvimento da cultura, a população de *E. heros* aumentou e atingiu praticamente toda a área experimental. No entanto, apesar da disseminação da praga na área, verificou-se que os maiores focos de percevejos permaneceram nas parcelas próximas à bordadura.

De acordo com os resultados apresentados, foi possível caracterizar e mapear a distribuição espacial de *E. heros* pela geoestatística a partir do início de formação das vagens (R3). No entanto, serão necessários mais estudos sobre o comportamento da praga, pois, como observado em outros estudos, os ambientes de produção e cultivares de soja são fatores que podem afetar o comportamento da praga no campo.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições deste ensaio, as populações de *E. heros* apresentaram distribuição agregada em todas as amostragens. O modelo esférico foi o que apresentou o melhor ajuste aos semivariogramas experimentais, com alcance da dependência espacial variando entre 23,71 e 87,10 metros. As ninfas apresentaram agregação moderada ao passo que adultos e indivíduos causadores de danos possuíram agregação variando de forte a moderada. Os primeiros focos de incidência da praga foram observados nas parcelas próximas à bordadura, indicando uma possível relação com a presença de plantas hospedeiras alternativas ou outros campos de soja próximos à área experimental.

## 6. REFERÊNCIAS

BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **An Introduction to the Study of Insects**. Philadelphia: Saunders College Publ., 1989. 875 p.

BORTH, P. W; HUBER, R. T. Modeling pink bollworm establishment and dispersion in cotton with the kriging technique. In: BORWR, J. M. (Ed.). **Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conference**. National Cotton Council. Memphis, 1987. p. 267-274.

BRONDANI, D.; GUEDES, J. V. C.; FARIAS, J. R.; BIGOLIN, M.; KARLEC, F.; LOPES, S. J. Ocorrência de insetos na parte aérea da soja em função do manejo de plantas daninhas em cultivar convencional e geneticamente modificada resistente a glyphosate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2132-2137, 2008.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, p. 1501-1511, 1994.

CIVIDANES, F.J. **Determinação das exigências térmicas de *Nezara viridula* (L., 1758), *Piezodorus guildinii* (West., 1837) e *Euschistus heros* (Fabr., 1798) (Heteroptera: Pentatomidae) visando ao seu zoneamento ecológico**. 1992. 100 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, 1992.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**. Décimo levantamento. Brasília, 2014. 85 p.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 45 p. (Circular Técnica, 24).



CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1991. 900 p.

DE GRANDE, P. E.; VIVAN, L.M. Pragas da soja. In: **Boletim de Pesquisa de Soja**. Rondonópolis: Fundação MT, 2007. 274 p.

EMBRAPA - **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil – 2005**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004. 239p. (Sistemas de Produção 6)

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison v. 11, p. 929-931, 1971.

FONSECA, P. R. B.; FERNANDES, M. G.; JUSTINIANO, W.; CAVADAL, L. H.; SILVA J. A. N. Spatial distribution of adults and nymphs of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on Bt and non-Bt soybean. **Journal of Agricultural Sciences**, Canada, v. 6, p. 131-142, 2014.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, C. G.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. 859 p.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70 p. (Circular Técnica 30).

JOURNEL, A. G.; HUIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics**. London: Academic Press, 1978. 600 p.

KEMP, W. P.; KALARIS, T. M.; QUIMBY, W. F. Rangeland grasshopper (Orthoptera: Acrididae) spatial variability: macroscale population assessment. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 82; p. 1270-1276, 1989.

KUSS-ROGGIA, R. C. R. **Distribuição espacial e temporal de percevejos da soja e comportamento de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao longo do dia**. 2009. 128 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistic and geographic information system in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38; p. 303-327, 1993.

LIEBHOLD, A. M.; ZHANG, X.; HOHN, M. E.; ELKINTON, J. S.; TICEHURST, M.; BENZON, G. L.; CAMPBELL, R. W. Geostatistical analysis of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) egg mass populations. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 20, p. 1407–141, 1991.

MATHERON, G. Principles of geostatistics. **Economical Geology**, Littleton, v. 58, p. 1246-1266, 1963.

McBRATNEY, A. B.; WEBSTER, R.; McLAREN, R.G.; SPIERS, R. E. B. Regional variation of extractable copper and cobalt in the topsoil of southwest Scotland. **Agronomie**, Paris, v. 2, p. 969-982, 1982.

MENEGUIM, A. M.; ROSSINI, M. C.; PANIZZI, A. R. Desempenho de ninfas e adultos de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em frutos verdes de amendoim-bravo *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae) e em sementes e vagens de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12.; ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 2., 1989, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SEB, 1989. p. 43.

MIRANDA, M. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; BRAGA, N. R.; Leguminosas: soja. In: FAHL, J. L.; CAMARGO, M. B. P.; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T.; DEMARIA, I. C.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Boletim 200 - Instruções para as principais culturas econômicas**. Campinas: Atual, 1998. p. 297-299.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**, Toledo, v. 3, n. 1. p. 7-15, 2006.

OLIVEIRA JR. Ovos de *Euschistus heros* parasitados por *Telenomus podisi*. In: **Informativo do Manejo Ecológico de Pragas**, Brasília, 63:738-739, 2010.

PAIVA, B. M.; ALVES, R. M.; HELENO, N. M.. Aspectos socioeconômicos da soja. In: **Soja na alimentação humana**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte: EPAMIG, 2006. p. 7-14.

PANIZZI, A. R. Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 253-287.

PANIZZI, A.R. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 42, p. 99-122, 1997.

PANIZZI, A.R. Stink bugs on soybean in northeastern Brazil and a new record on the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 331-332, 2002.

PANIZZI, A. R.; GALILEO, M. H. M.; GASTAL, H. A. O.; TOLEDO, J. F. F.; WILD, C. A. Dispersal of *Nezara viridula* and *Piezodorus guildinii* nymphs in soybeans. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 9, p. 293-297, 1980.

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, p. 247-253, 1995.

PANIZZI, A. R.; McPHERSON, J. E.; JAMES, D. G.; JAVAHERY, M.; McPHERSON, R. M. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A.R. (Ed.). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC, 2000. p. 432-434.

PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C. Overwintering strategy of the brown stink bug in northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 509–511, 1994.

PANIZZI, A.R.; ROSSI, C.E. The role of *Acanthospermum hispidum* in the phenology of *Euschistus heros* and *Nezara viridula*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 59, p. 67-74, 1991.

PANIZZI, A. R.; SLANSKY, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 68, n. 1, p. 184-214. 1985.

PANIZZI, A. R.; VIVAN, L. M. Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* in overwintering sites and the breaking of dormancy. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 82, n. 2, p. 213-217, 1997.

REAY-JONES, F. P. F. Spatial and temporal patterns of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in wheat. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 39, p. 944-955, 2010.

REISIG, D. D.; ROE, M.; DHAMMI, A. Dispersal pattern and dispersion of adult and nymph stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in wheat and corn. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 42, p. 1184-1192, 2013.

ROBERTS, E. A.; RAVLIN, F. W.; FLESCHER, S. J. Spatial data representation for integrated pest management. **American Entomologist**, Ann Arbor, v. 39, p. 92–107, 1993.

SALUSO, A.; XAVIER, L.; SILVA, F.A.C.; PANIZZI, A.R. An invasive pentatomid pest in Argentina: neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, p. 704-705, 2011.

SALVADORI, J. R. Pragas-de-solo: evolução e manejo. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 44, p. 18-22, 2002.

SCHOTZKO, D. J.; O'KEEFFE, L. E. *Lygus hesperus* distribution and sampling procedures in lentils. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 18, p. 308-314, 1989.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Editora Mecenas, 2009. 419 p.

SILVA, M. T. B. Manejo de insetos nas culturas de milho e soja. In: GUEDES, J. V. C et al. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. 248 p.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.;

HIROSE, E. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 80 p.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; MOSCARDI, F. Retenção diferencial em soja provocada por percevejos (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, p. 401-404, 1995.

SOUZA, L. A.; BARBOSA, J. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; FRAGA, D. F.; MALDONADO JR, W.; BUSOLI, A. C. Spatial distribution of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 42, p. 412-418, 2013.

TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; UCHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 38, p. 45-94, 1985.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Berkeley, v. 51, p. 1-75, 1983.

VILLAS-BÔAS, G. L.; PANIZZI, A. R. Biologia de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 9, p. 105–113, 1980.

WEBSTER, R; OLIVER, M. A. **Geostatistics for Environmental Scientists**, Second Edition, Chichester: John Wiley & Sons, 2008. 315 p.