

Distribuição espaço-temporal de lagartas desfolhadoras e sua correlação com o rendimento de grãos na cultura da soja

Antônio Luís Santi*¹, Maurício Roberto Cherubin*², Cinei Teresinha Riffel*³, Claudir José Basso*¹, João Leonardo Fernandes Pires*⁴, Lisandra Pinto Della Flora*¹, Geomar Mateus Corassa*⁵, Mateus Tonini Eitelwein*⁶

¹Prof., Universidade Federal de Santa Maria, Linha Sete de Setembro BR 386, km 40, CEP 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil

²Doutorando em Solo e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil

³Prof., Departamento de Agronomia, Sociedade Educacional Três de Maio, Av. Santa Rosa, 2405, CEP 98910-000, Três de Maio, RS, Brasil

⁴Pesquisador, Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, 451, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil

⁵Eng^o Agr^o, Mestrando do PPGAAA, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

⁶Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, Piracicaba, SP, Brasil

*E-mails: santi_pratica@yahoo.com.br, cherubin@usp.br, cinei@setrem.com.br, claudirbasso@gmail.com, joao.pires@embrapa.br, lisandra_flora@yahoo.com.br, geomarmateus@hotmail.com, mateus_eitelwein@outlook.com

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição espaço-temporal de lagartas desfolhadoras e sua correlação com o rendimento de grãos na cultura da soja. Para tanto, em áreas localizadas nos municípios de Júlio de Castilhos - RS, na safra 2008/09 e Palmeira das Missões - RS, na safra 2009/10 realizou-se o monitoramento georreferenciado de *Anticarsia gemmatalis* e *Pseudoplusia includens* utilizando o método amostral do pano de batida, em malha regular de 71 x 71 m, durante o ciclo da cultura da soja. Os dados de rendimento de grãos foram obtidos por meio de colhedora equipada com sistema *Fieldstar*[®]. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, geoestatística e ao teste de correlação linear. A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que a distribuição espaço-temporal das lagartas desfolhadoras da cultura da soja ocorreu de forma agregada na área, com moderada dependência espacial, indicando que o monitoramento georreferenciado constitui-se uma importante ferramenta de suporte ao manejo integrado de pragas na cultura da soja. A correlação entre a presença de lagartas desfolhadoras e o rendimento de grãos foi baixa ou ausente, indicando que populações de lagartas abaixo do nível de controle indicado não afetam o rendimento de grãos da soja.

Palavras-chave: agricultura de precisão, *Anticarsia gemmatalis*, monitoramento georreferenciado, *Pseudoplusia includens*

Spatio-temporal distribution of defoliating caterpillars and their correlation with grain yield in soybean

Abstract: The objective of this study was to evaluate the spatio-temporal distribution of defoliating caterpillars and their correlation with grain yield in soybean crop. For this, in areas located in Júlio de Castilhos - RS, in the season 2008/09 and Palmeira das Missões - RS, season 2009/10 was carried out georeferenced monitoring of the *Pseudoplusia includes* and *Anticarsia gemmatalis* using the sampling method of the beating cloth in regular grid of 71 x 71 m during the cycle of the soybeans crop. The grain yield data were obtained using combines equipped with *Fieldstar*[®] system. The data were submitted to descriptive statistics, geostatistics and linear correlation test. From the results it is concluded that the spatio-temporal distribution of caterpillars defoliating soybean crop occurred aggregate in the area, with moderate spatial dependence, indicating that the georeferenced monitoring is an important tool to support in soybean integrated pest management. The correlation between

the presence of defoliating caterpillars and grain yield was low or absent, indicating that densities of caterpillars below the recommended level of control do not affect grain yield of soybean.

Keywords: *Anticarsia gemmatalis*, georeferenced monitoring, precision agriculture, *Pseudoplusia includens*

1. Introdução

O Brasil vem se destacando no cenário mundial como importante produtor e exportador de soja. No entanto, alguns fatores interferem na máxima expressão do potencial produtivo da cultura, destacando-se as variáveis agrometeorológicas, fatores de solo, genótipos e aspectos fitossanitários, como controle de plantas daninhas, doenças e pragas. Dentre as principais pragas que atacam a cultura, as lagartas desfolhadoras como a *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) e *Pseudoplusia includens* Walker, 1857 (Lepidoptera: Noctuidae) destacam-se por potencializar as perdas de rendimento de grãos ocasionadas pela redução da área fotossintética (PRAÇA; SILVA NETO; MONNERAT, 2006; SOSA-GÓMEZ et al., 2010).

Atualmente, o monitoramento e controle de pragas na cultura da soja, baseiam-se nas tecnologias do manejo integrado de pragas (MIP). No MIP a definição de estratégias de controle é definida pelo nível de dano econômico, que está associado ao nível populacional das pragas quantificado pelos métodos de amostragem, na ocorrência de inimigos naturais e na capacidade da cultura em tolerar os danos (GUEDES et al., 2006; SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Dessa forma, a pesquisa definiu como nível de ação para intervenção de desfolhadores na cultura da soja: 20 lagartas grandes ($\geq 1,5$ cm) por metro da cultura, ou ainda, 30 e 15% de desfolha em sua fase vegetativa e reprodutiva, respectivamente (BUENO et al., 2010). Para quantificar as lagartas utiliza-se o método amostral do pano-de-batida (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Os autores recomendam realizar batidas de pano em vários pontos da lavoura, considerando-se a média de todos os pontos amostrados, para a tomada de decisão.

Diante disso, verifica-se que essa metodologia desconsidera a variabilidade espaço-temporal com que estas pragas ocorrem na lavoura, caracterizando locais com populações e necessidade

de combate diferenciada. Para tanto, visando o aperfeiçoamento do método amostral do pano-de-batida e, conseqüentemente, a maximização da eficiência do monitoramento e controle de lagartas desfolhadoras na cultura da soja, pode-se associá-lo ao uso de ferramentas de agricultura de precisão (AP). Essa integração de tecnologias e procedimentos possibilitaria compreender melhor a dinâmica espaço-temporal das lagartas na cultura da soja e também avaliar sua influência no rendimento de grãos. Além disso, poderá subsidiar estudos para a adoção de estratégias de aplicação localizada de inseticidas, reduzindo os impactos ambientais associados ao agroecossistema da soja. De acordo com Fernandes, Busoli e Barbosa (2003) o conhecimento do modelo de distribuição espacial de pragas na cultura é fundamental para estabelecer um plano adequado de amostragem sequencial e, assim, permitir a correta utilização das estratégias de controle e a otimização das técnicas de amostragem.

Nesse contexto, com base nos avanços gerados pela AP e a sua possível associação com o MIP, o objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição espaço-temporal de lagartas desfolhadoras e sua correlação com o rendimento de grãos na cultura da soja.

2. Material e Métodos

Para esse estudo, foram conduzidos dois experimentos. O primeiro foi realizado no ano agrícola 2008/09 no município de Júlio de Castilhos (JC) - RS, Brasil, situado entre as coordenadas de lat. 29°27'33"S a 29°29'38"S, e long. 53°78'91"O a 53°80'14"O, dispoñdo de uma área de 47,98 ha, com altitude aproximada de 513 m. O segundo foi realizado no ano agrícola 2009/10 no município de Palmeira das Missões (PM) - RS, Brasil, situado entre as coordenadas de lat., 28°03'99"S a 28°05'15"S e long. 53°58'02"O a 53°56'69"O, totalizando 64,00 ha, com altitude aproximada de 700 m.

A vetorização das áreas experimentais foi realizada a partir da demarcação do perímetro das mesmas, por meio de aparelho de GPS de navegação portátil. Posteriormente, foi gerada e sobreposta uma malha amostral quadrangular de 71 × 71 m, totalizando 96 pontos amostrais na área de JC e 128 na área de PM. As malhas amostrais foram geradas por meio do programa computacional CR - Campeiro 7 (GIOTTO; ROBAINA, 2007).

Para o monitoramento das lagartas *A. gemmatilis* e *P. includens* foi utilizado o método de amostragem do pano-de-batida, com três repetições em cada ponto, sendo uma no ponto georreferenciado e as outras duas distantes dois metros à direita e à esquerda desse ponto, paralelamente a linha de cultivo. O monitoramento da ocorrência das lagartas foi realizado ao longo do ciclo da soja em JC e constou de cinco avaliações nos seguintes estádios fenológicos da cultura: a) 1ª avaliação, V₄ (terceiro trifólio aberto); b) 2ª avaliação, V₆ (quinto trifólio aberto); c) 3ª avaliação, R₁ (início do florescimento); d) 4ª avaliação, R₃ (início da formação de legumes); e) 5ª avaliação, R₅ (início do enchimento de grãos). Já em PM, foram realizadas quatro avaliações até a intervenção com controle químico, nos mesmos estádios fenológicos da área de JC.

O rendimento de grãos foi obtido mecanicamente por meio de uma colhedora marca Massey Ferguson modelo MF34, equipada com o Sistema *Fieldstar*®. Posteriormente, os dados foram filtrados a fim de identificar e eliminar eventuais erros (*outliers*).

Os dados de ocorrência de lagartas e do rendimento de grãos foram submetidos à análise estatística descritiva, com uso do programa computacional *Statistical Analysis System - SAS 8.0* (STATISTICAL..., 1999). As análises de variabilidade espacial foram realizadas por meio de semivariogramas (VIEIRA, 2000), cujos ajustes foram realizados por modelos teóricos utilizando o programa computacional *Gamma Design Software - GS+* (ROBERTSON, 1998). Os modelos dos semivariogramas foram ajustados com base no melhor coeficiente de determinação (r²) e menor soma de quadrados do resíduo (SQR), e avaliados pela técnica de validação cruzada (VIEIRA, 2000). Do ajuste de um modelo matemático aos dados, foram definidos os parâmetros do semivariograma: efeito pepita (C₀), patamar (C), alcance (a), contribuição (C₁). O grau de dependência espacial (GD), foi calculado por meio da equação, GD = [C₀/(C₀+C₁)]*100, cuja classificação, segundo Cambardella et al. (1994) é de forte, para GD ≤ 25%; moderado, para GD

Tabela 1. Estatística descritiva da distribuição de lagartas na cultura da soja nas áreas experimentais de Júlio de Castilhos - RS, safra de 2008/09 e Palmeira das Missões - RS, safra 2009/10.

| Local | Avaliação | Parâmetro estatístico | | | | | | | Teste W ⁽¹⁾ |
|----------------------|-----------|-----------------------|-------|--------|---------------|--------------|------|-------|------------------------|
| | | Mínimo | Média | Máximo | Desvio padrão | Coeficiente* | | | |
| | | | | | | CV | Cs | Ck | |
| Júlio de Castilhos | 1ª | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2ª | 0,00 | 0,37 | 2,00 | 0,49 | 132,53 | 1,64 | 2,49 | 0,75** |
| | 3ª | 0,00 | 1,10 | 5,67 | 1,13 | 102,28 | 1,31 | 1,98 | 0,86** |
| | 4ª | 0,00 | 1,53 | 7,00 | 1,51 | 99,07 | 1,17 | 1,30 | 0,88** |
| | 5ª | 1,33 | 8,47 | 20,33 | 4,26 | 50,33 | 0,80 | 0,34 | 0,95* * |
| Palmeira das Missões | 1ª | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2ª | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 3ª | 0,00 | 3,97 | 18,67 | 2,72 | 68,52 | 1,66 | 5,83 | 0,88** |
| | 4ª | 12,33 | 28,96 | 54,33 | 9,09 | 31,37 | 0,36 | -0,87 | 0,94** |

*CV(%): coeficiente de variação; Cs: coeficiente de assimetria; Ck: coeficiente de curtose; ⁽¹⁾Teste W: Teste de Shapiro-Wilk para distribuição normal, onde: (**) significativo em níveis de p ≤ 0,05. Quando for significativo indica que a hipótese para distribuição normal é rejeitada.

entre 25 e 75%, e fraco, para $GD > 75\%$. O método de interpolação geoestatístico utilizado para construção dos mapas temáticos foi a krigagem, efetuada por meio do programa CR - Campeiro 7.

A correlação entre a ocorrência de lagartas e o rendimento de grãos foi obtida por meio da matriz de correlação linear de Pearson ($p < 0,05$), utilizando o programa computacional *Statistical Analysis System* - SAS 8.0.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da estatística descritiva dos dados de distribuição de lagartas ao longo do ciclo da cultura da soja (Tabela 1) demonstraram baixa infestação nas amostragens realizadas no período vegetativo da cultura (1ª e 2ª avaliações), sendo que em PM foram encontradas lagartas somente a partir da terceira amostragem, quando a cultura já se encontrava no início do florescimento. Além disso, pode-se constatar que nas primeiras avaliações, onde ocorrem as menores populações, as ocorrências de lagartas foram mais dispersas, fato comprovado pelos elevados valores de CV% obtidos e Cs e Ck distantes de zero. Por outro lado, com o aumento do número de lagartas no período reprodutivo, atingindo 20,33 e 54,33 lagartas por pano de batida (em JC e PM, respectivamente), constatou-se uma diminuição da dispersão da distribuição desses indivíduos, evidenciando uma distribuição mais homogênea das pragas nas áreas estudadas, embora em nenhuma das avaliações a distribuição de frequência tenha sido normal. No entanto, verifica-se que ao se analisar a ocorrência de lagartas, apenas pelos valores médios, torna-se impossível determinar como ocorre a evolução populacional destas pragas nos diferentes locais da área, inviabilizando, também, o estabelecimento de possíveis estratégias de controle a partir de aplicações localizadas visando reduzir as quantidades e aumentar a eficiência do uso de inseticidas.

Quanto aos parâmetros geoestatísticos (Tabela 2), excetuando a 1ª avaliação na área de JC e a 1ª e 2ª avaliação na área de PM, onde não foram constatadas ocorrências de lagartas, a presença de lagartas ocorreu de forma agregada nas áreas, com moderada dependência espacial e valores do índice de dependência espacial (IDE)

variando de 41% a 55%. Os semivariogramas foram melhor ajustados pelo modelo esférico. Segundo Dal Prá et al. (2011) o modelo esférico é o mais utilizado para avaliações de insetos, que geralmente formam agregados e atacam as culturas em reboleiras. Estes resultados demonstram o comportamento agregado da *A. gemmatalis* e *P. includens* na cultura da soja, concordando com os obtidos em estudos já realizados envolvendo outros insetos-pragas, tais como: *Spodoptera frugiperda* (FARIAS et al., 2008), *Alabama argillacea* (FERNANDES; BUSOLI; BARBOSA, 2003) e *Diloboderus abderus* (DAL PRÁ et al., 2011).

Com relação à distância limite de dependência espacial (alcance), verificou-se que estas aumentaram à medida que se elevaram as populações das lagartas em ambas as áreas. Portanto, pode-se inferir que a malha amostral foi eficiente para a detecção da variabilidade espaço-temporal das lagartas desfolhadoras *A. gemmatalis* e *P. includens* na cultura da soja, exceto nos estádios iniciais da cultura, quando não havia infestação. Farias et al. (2003) afirmam que os dados de alcance podem auxiliar na escolha de uma malha amostral, onde a distância máxima entre os pontos forneçam dados confiáveis de infestação por insetos-praga nas áreas de cultivo.

Em relação ao rendimento de grãos da soja, verificou-se que a área de JC apresentou maior amplitude de rendimento de grãos, variando de 1.290 a 4.660 kg ha⁻¹ (média de 2.411 kg ha⁻¹), com CV de 25,41%, classificado como alto (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002). Por outro lado, em PM, o rendimento de grãos foi mais homogêneo, variando de 1.750 a 3.750 kg ha⁻¹ (média de 2.748 kg ha⁻¹), com CV de 15,10%, classificado como médio. A dependência espacial foi classificada como moderada, com IDE de 42,61 e 28,07% (CAMBARDELLA et al., 1994) e alcances de 300 e 600 m, para JC e PM, respectivamente.

Com base nos coeficientes de correlação linear entre a distribuição espaço-temporal das lagartas e a variabilidade de rendimento de grãos nas áreas estudadas (Tabela 3), nota-se que em JC foram observadas correlações significativas negativas (-0,27 e -0,26) entre a ocorrência das lagartas na 3ª e 4ª avaliações, em que as plantas se encontravam em R₁ (início de florescimento) e R₃ (início da formação de vagens), respectivamente, e o rendimento de grãos. Estes resultados

demonstram a importância da utilização de ferramentas de AP, como o monitoramento georreferenciado de lagartas e do rendimento de grãos da soja, possibilitando evidenciar os efeitos negativos diretos do ataque de lagartas,

ou associados a outros fatores de produção ao rendimento de grãos.

Na figura 1 é possível verificar estas correlações espacializadas nas áreas de estudo, por meio dos mapas temáticos de distribuição de lagartas no

Tabela 2. Parâmetros geoestatísticos da distribuição de lagartas na cultura da soja nas áreas experimentais de Júlio de Castilhos - RS, safra de 2008/09 e Palmeira das Missões - RS, safra 2009/10.

| Avaliação | Número pontos | Modelo | Parâmetro geoestatístico* | | | | Dependência espacial | |
|-----------------------------|---------------|----------|---------------------------|----------------|--------------------|--------------------------------|----------------------|----------|
| | | | C ₀ | C ₁ | A ₀ (m) | C ₀ +C ₁ | IDE | Classe |
| Júlio de Castilhos | | | | | | | | |
| 1ª | 96 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2ª | 96 | Esférico | 0,13 | 0,110 | 124 | 0,243 | 55% | Moderado |
| 3ª | 96 | Esférico | 0,67 | 0,598 | 248 | 1,270 | 53% | Moderado |
| 4ª | 96 | Esférico | 1,07 | 1,218 | 372 | 2,286 | 47% | Moderado |
| 5ª | 96 | Esférico | 8,53 | 9,660 | 372 | 18,185 | 47% | Moderado |
| Palmeira das Missões | | | | | | | | |
| 1ª | 128 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2ª | 128 | - | - | - | - | - | - | - |
| 3ª | 128 | Esférico | 2,914 | 4,205 | 492 | 7,119 | 41% | Moderado |
| 4ª | 128 | Esférico | 36,67 | 45,886 | 615 | 82,556 | 44% | Moderado |

*C₀ = Efeito pepita; C₁ = Contribuição; A₀ = alcance; C₀+C₁ = patamar; IDE = Índice de dependência espacial.

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear de Pearson da distribuição de lagartas e rendimento de grãos da cultura da soja, nas áreas experimentais de Júlio de Castilhos - RS safra de 2008/09 e Palmeira das Missões - RS safra 2009/10.

| Júlio de Castilhos | | | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| | 2ª Avaliação | 3ª Avaliação | 4ª Avaliação | 5ª Avaliação | Rendimento de grãos |
| 2ª Avaliação | 1,000 | 0,218* | 0,339* | 0,055 | -0,151 |
| 3ª Avaliação | | 1,000 | 0,337* | 0,189 | -0,271* |
| 4ª Avaliação | | | 1,000 | 0,226 | -0,266* |
| 5ª Avaliação | | | | 1,000 | -0,160 |
| Produtividade | | | | | 1,000 |
| Palmeira das Missões | | | | | |
| | 2ª Avaliação | 3ª Avaliação | Rendimento de grãos | | |
| 2ª Avaliação | 1,000 | 0,024 | -0,137 | | |
| 3ª Avaliação | | 1,000 | -0,170 | | |
| Produtividade | | | 1,000 | | |

*Correlação significativa p < 0,05 pelo Teste T.

momento de maior infestação e dos mapas de rendimento de grãos. Por outro lado, na área de PM não ocorreu correlação significativa entre a presença de lagartas e o rendimento de grãos, podendo-se inferir que outros fatores de produção foram determinantes à variabilidade espacial do rendimento de grãos da soja. Estes resultados podem estar associados ao fato de que em JC a população não atingiu o nível de dano econômico e em PM o monitoramento realizado permitiu definir o momento ideal de controle, não comprometendo o rendimento de grãos da cultura. Portanto, evidencia que os atuais níveis de controle são eficientes e que a cultura da soja é altamente plástica, apresentando uma quantidade excedente de folhas se comparada a sua necessidade fotossintética, e, portanto, uma

capacidade compensatória que permite suportar certos níveis de desfolha causados pelo ataque de lagartas sem que haja perda de produção (COSTA et al., 2003; BUENO et al., 2010).

Além disso, a ausência ou as baixas correlações encontradas entre a presença de lagartas e o rendimento de grãos, confirmam que o rendimento de grãos é condicionado por inúmeros fatores, sendo as pragas apenas um deles. Meurer (2007) afirma que mais de uma centena de fatores de solo, planta, sistema de manejo e clima pode afetar o rendimento de grãos das culturas. Dos quais muitos podem ser controlados e outros não, tais como os fatores meteorológicos. Isso justifica a colocação de Santi (2007) onde aponta que um atributo isolado não é capaz de explicar a variabilidade do rendimento de grãos das culturas

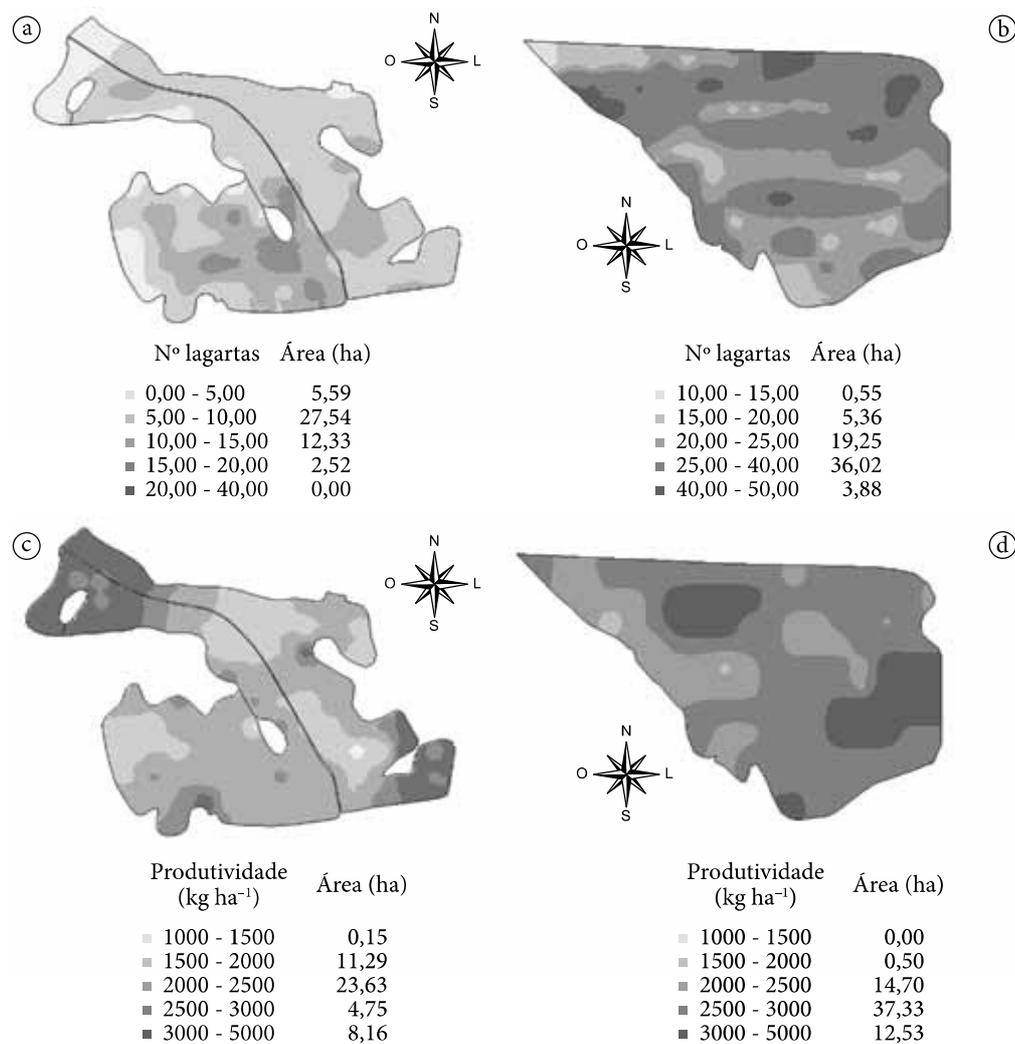


Figura 1. Distribuição espacial de lagartas no momento de maior infestação (A e B) e do rendimento de grãos da cultura da soja (C e D) das áreas experimentais de Júlio de Castilhos (esquerda) e Palmeira das Missões (direita).

e que o conjunto de atributos (químicos, físicos e biológicos), proporciona maior probabilidade de compreensão dos fenômenos.

4. Conclusões

A distribuição espaço-temporal das lagartas desfolhadoras da cultura da soja ocorreu de forma agregada nas áreas, com moderada dependência espacial.

O monitoramento georreferenciado foi uma estratégia eficiente para a caracterização da variabilidade espaço-temporal da distribuição de lagartas desfolhadoras, constituindo-se uma importante ferramenta de suporte ao MIP na cultura da soja.

A correlação entre a presença de lagartas desfolhadoras e o rendimento de grãos foi baixa ou ausente, comprovando que populações de lagartas abaixo do nível de controle indicado não afetam o rendimento de grãos na cultura da soja.

Referências

- BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F.; NISHIKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA, A.; CORBO, E.; SILVA, R. B. Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. Nível de ação e o MIP - Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 12 p. (Circular Técnica, 79).
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Fieldscale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.
- COSTA, M. A. G.; BALARDIN, R. S.; COSTA, E. C.; GRUTZMACHER, A. D.; SILVA, M. T. B. Níveis de desfolha na fase reprodutiva da soja, cv. Ocepar 14, sobre dois sistemas de cultivo. *Ciência Rural*, v. 33, p. 813-819, 2003.
- DAL PRÁ, E.; GUEDES, J. V. C.; CHERMAN, M. A.; JUNG, A. H.; SILVA, S. J. P.; RIBAS, G. G. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. *Ciência Rural*, v. 41, n. 10, p. 1689-1694, 2011.
- FARIAS, P. R. S.; ROBERTO, S. R.; LOPES, J. R. S.; PERECIN, D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. *Neotropical Entomology*, v. 33, p. 13-20, 2003.
- FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C.; OVERAL, W. L.; MIRANDA, V. S.; RIBEIRO, S. M. Spatial analysis of the distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and losses in maize crop productivity using geostatistics. *Neotropical Entomology*, v. 37, p. 321-327, 2008.
- FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) em algodoeiro. *Neotropical Entomology*, v. 32, n. 1, p. 107-115, 2003.
- GIOTTO, E.; ROBAINA, A. D. A agricultura de precisão com o CR Campeiro 7: manual do usuário. Santa Maria: Laboratório de Geomática, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Engenharia Rural, UFSM, 2007. 319 p.
- GUEDES, J. V. C.; FARIAS, J. R.; GUARESCHI, A.; ROGGIA, S.; LORENTZ, L. H. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. *Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p. 1299-1302, 2006.
- MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. E.; FONTES, R. L. E.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Org.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 65-90. v. 1.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.
- PRAÇA, L. B.; SILVA NETO, S. P.; MONNERAT, R. G. *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae): biologia, amostragem e métodos de controle. Brasília: Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia, 2006. 18 p. (Documentos, 196).
- ROBERTSON, G. P. GS+: Geostatistics for the environmental sciences. versão 5.03 Beta. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152 p.
- SANTI, A. L. Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão. 2007. 175 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.
- STATISTICAL ANALISYS SYSTEM INSTITUTE. SAS/STAT User's Guide 8.0. North Caroline, 1999. 3365 p.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; BUENO, A. F.; HIROSE, E.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. Soja: manejo integrado de pragas. Curitiba: SENAR-PR: EMBRAPA-Soja, 2010. 83 p.
- VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVARES V., V. H.; SCHAEFFER, C. E. G. R. (Ed). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 1-54. v. 1.