

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E  
FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE LAGARTAS  
DESFOLHADORAS DA SOJA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Cristiane dos Santos Stecca**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E FLUTUAÇÃO  
POPULACIONAL DE LAGARTAS DESFOLHADORAS DA  
SOJA**

**Cristiane dos Santos Stecca**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Linha de Pesquisa em Proteção de Plantas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestre em Agronomia**.

**Orientador: Jerson Vanderlei Carús Guedes**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

S811d Stecca, Cristiane dos Santos  
Distribuição espaço-temporal e flutuação populacional de lagartas desfolhadoras de soja / por Cristiane dos Santos Stecca. – 2011.  
86 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: Jerson Vanderlei Carús Guedes  
Coorientador: Ivan Francisco Dressler da Costa  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2011

1. Agronomia 2. Entomologia agrícola 3. Noctuidae 4. *Glycine max* I. Guedes, Jerson Vanderlei Carús II. Costa, Ivan Francisco Dressler da III. Título.

CDU 595.786:633.34

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109  
Biblioteca Central UFSM

---

© 2011

Todos os direitos autorais reservados a Cristiane dos Santos Stecca. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Av. Roraima, Departamento de Defesa Fitossanitária, prédio 42, sala 3225. Bairro Camobi, Santa Maria, RS, 97105-900.

Fone: (55) 3220-8015 ou (55) 9997-5779. E-mail: cristiane\_stecca@yahoo.com.br

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de  
Mestrado

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E FLUTUAÇÃO  
POPULACIONAL DE LAGARTAS DESFOLHADORAS DA SOJA**

elaborada por  
**Cristiane dos Santos Stecca**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Jerson Vanderlei Carús Guedes**  
(Presidente/Orientador)

**Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)**

**Dori Edson Nava, Dr. (EMBRAPA)**

Santa Maria, 17 de Fevereiro de 2011

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus amados pais, LUIZ e SOLANGE e  
ao meu irmão LUIZ ALBERTO,  
obrigada por tudo, essa vitória é nossa.

## **AGRADECIMENTO**

A Deus por iluminar os caminhos da minha vida.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela realização deste curso.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores DR. ERVANDIL CORREA COSTA e DR. JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES, pela orientação, apoio, incentivo, mas principalmente pela amizade e oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

Ao ENG. AGR. DR. DORI NAVA e ao PROF. DR. IVAN COSTA, pela participação na banca de defesa e pelas sugestões na dissertação.

Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária JORGE FRANÇA, FERNANDO GNOCATTO, ANGELITA MARTINS, MARIZETE POZZOBON e SILON JUNIOR PROCATH DA SILVA, agradeço pela amizade, apoio e pela constante ajuda.

A ELDER DAL PRÁ e CARLOS ANHAIA, pelos esclarecimentos no uso da geoestatística, pelo auxílio na elaboração dos mapas, e por todo o apoio e amizade demonstrados, sem a ajuda de vocês este trabalho não seria possível.

Aos colegas de pós-graduação, JULIANO RICARDO FARIAS, RODRIGO BORKOWSKI RODRIGUES, MARIANA ALEJANDRA CHERMAN, DÉBORA GRACIANI SCHALLEMBERGER, SANDRO BORBA POSSEBON, GILIARDI DALAZEN, ADRIANO ARRUÉ e CLAUDIA CAROLINA CABRAL, pela amizade e ajuda.

Aos estagiários e bolsistas do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da UFSM AFFONSO JUNG, ALESSANDRO FIORENTINI, ALLAN ZEMOLIN, ARMANDO BERNARDI, CAROLINE HUTH, CLÉRISON PERINI, DEISE CAGLIARI, GIOVANA GHISLENI, GRACIANE CEOLIN, GUSTAVO SANTOS, IVAIR VALMORBIDA, JONAS DAHMER, LUIS EDUARDO CURIOLETTI, MAURICIO BIGOLIN e RÉGIS FELIPE STACKE, pelo auxílio na condução dos trabalhos, pelo coleguismo e amizade.

Aos meus pais, LUIZ e SOLANGE agradeço pelo esforço, apoio, carinho, incentivo e por terem compreendido as minhas ausências.

A meu irmão LUIZ ALBERTO, pelo incentivo, compreensão e disposição para me ajudar sempre, inclusive na condução deste trabalho.

A minha tia MARIA STECCA pelo incentivo, carinho e ajuda.

Ao Dr. ALBERTO CARGNELUTTI da UFSM, pelo auxílio na condução da análise estatística.

As minhas amigas SANDRA MAZIERO, JOANA HANNAUER e MARINA SEGALA pela amizade, eu sei que vocês sempre torceram por mim.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito do trabalho, meus agradecimentos.

*“A vida não é um corredor reto e tranqüilo que percorremos livres e sem empecilhos, mas um labirinto de passagens, pelas quais devemos procurar o caminho, perdidos e confusos, de vez em quando presos em um beco sem saída.*”

*“Porém, se tivermos fé, uma porta sempre será aberta para nós, talvez não aquela em que teríamos pensado, mas aquela que, definitivamente, irá se revelar boa para nós.”*

*A. J. Cronin*

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE LAGARTAS DESFOLHADORAS DA SOJA**

AUTOR: CRISTIANE DOS SANTOS STECCA

ORIENTADOR: JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 17 de fevereiro de 2011.

Este trabalho teve por objetivo analisar a distribuição espaço-temporal e a flutuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja, ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura. Sendo assim, este será apresentado em dois capítulos: o primeiro capítulo apresenta a caracterização geoestatística da distribuição espacial das lagartas da soja e no segundo capítulo, descreve as principais espécies de lagartas da soja e seu comportamento ao longo do ciclo da cultura. Para isso foi realizado um estudo na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, na safra agrícola 2008/09 e 2009/10, em 6,6 ha de soja, estabelecendo-se um gride de amostragem de 25 x 25 m, no total de 105 pontos, demarcados em campo com GPS de navegação. As amostragens foram realizadas de duas formas: 1) da pré-emergência a V3 contagem direta; 2) de V4 até a colheita, com pano-de-coleta, realizando duas avaliações por ponto. As lagartas foram colocadas em frascos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da UFSM, para identificação e quantificação das espécies. Para o estudo da distribuição populacional foi considerado a densidade populacional total e por espécie de cada ponto amostral, foi obtida a análise da variabilidade espacial por meio dos semivariogramas, os mapas foram gerados com o programa computacional ArcGis 9.3 e a dependência espacial estimada pela classificação de Cambardella et al. (1994). Para o estudo da flutuação populacional das espécies de lagartas da soja os resultados foram submetidos à análise estatística, com o auxílio do programa Office Excel, efetuando-se correlação de Pearson, com probabilidade de 5% de erro, entre o número de espécies de lagartas e as variáveis meteorológicas, precipitação e temperatura. Os modelos ajustados são diferentes para as espécies e estágio fenológico da cultura; o gride de amostragem utilizado foi apropriado para caracterizar de forma precisa a distribuição espacial das lagartas da soja. As principais espécies de lagartas da soja em Santa Maria são *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania*; a ocorrência das lagartas desfolhadoras da cultura da soja é maior na fase reprodutiva.

**Palavras-chave:** Entomologia agrícola. *Glycine max*. Lepidoptera. Agricultura de Precisão.



## ABSTRACT

Master's Dissertation  
Programa de Pós-graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION AND POPULATIONAL FLUCTUATION OF SOYBEAN DEFOLIATING CATERPILLARS**

AUTHOR: CRISTIANE DOS SANTOS STECCA

ADVISER: JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES

Place and Date of the Defense: Santa Maria, February 17<sup>th</sup>, 2011.

This work aimed to analyze the spatial-temporal distribution and population fluctuation of soybean defoliating caterpillars, during the development cycle of the crop. Thus, this will be presented in two chapters. Chapter one, presents a geostatistical characterization of the caterpillars spatial distribution in soybeans and chapter two describes the main species of soybean caterpillars and their behavior during the crop cycle. Study was carried out in the experimental area of the Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil, at 2008/09 and 2009/10 growing seasons. In the area of 6,6 ha of soybean a grid sampling of 25x25m was established. A total of 105 points were marked on the field with GPS navigation. The samplings were performed in two ways: 1) from pre-emergence until V3, direct counting; 2) from V4 until harvest, with beating cloth, performing two evaluations per point. Caterpillars were placed into plastic cups and sent to the Entomology Laboratory of UFSM for species identification and quantification. To study the populational distribution was considered the total populational density and species of each sample point was obtained by analysis of spatial variability using semivariograms. Maps were generated with the software ArcGIS 9.3 and spatial dependence estimated by classification of Cambardella et al. (1994). To study the population dynamics of soybean caterpillars species, results were submitted to statistical analysis, using Microsoft Excel software. Pearson correlation was with 5% mistake probability was used for establishing correlations between the number of caterpillars species and meteorological variables, precipitation and temperature. Adjusted models are different for every species and phenological stage of culture, the grid of sample used is appropriate to characterize accurately the spatial distribution of soybean larvae. The main species of soybean caterpillars in Santa Maria are *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* and *Spodoptera eridania*; the occurrence of defoliating caterpillars is higher in the reproductive phase of soybean.

**Key Words:** Agricultural Entomology. *Glycine max.* Lepidoptera. Precision Agriculture.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO 1

- Figura 1** – Parâmetros do semivariograma experimental (adaptado de GUERRA, 1988)..... 35
- Figura 2** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 20/02/2009. .... 43
- Figura 3** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 28/02/2009. .... 45
- Figura 4** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 05/03/2009. .... 46
- Figura 5** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 14/03/2009. .... 47
- Figura 6** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 21/03/2009. .... 48
- Figura 7** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 26/01/2010. .... 49
- Figura 8** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 03/02/2010. .... 51
- Figura 9** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 10/02/2010. .... 52
- Figura 10** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 18/02/2010. .... 53
- Figura 11** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 24/02/2010. .... 54

**Figura 12** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 04/03/2010..... 55

**Figura 13** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 12/03/2010..... 56

**Figura 14** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 19/03/2010..... 57

## **CAPITULO 2**

**Figura 1** – Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras na cultura da soja na safra 2008/09 e dados metereológicos do período. Santa Maria, RS, Brasil. .... 69

**Figura 2** – Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras na cultura da soja na safra 2009/10 e dados metereológicos do período. Santa Maria, RS, Brasil. .... 70

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 1

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1</b> – Parâmetros dos semivariogramas, relativos à distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, safra 2008/09.....            | 38 |
| <b>Tabela 2</b> – Parâmetros dos semivariogramas ajustados, relativos à distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, safra 2009/10. .... | 40 |
| <b>Tabela 3</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 20/02/2009. ....                              | 43 |
| <b>Tabela 4</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 28/02/2009. ....                              | 45 |
| <b>Tabela 5</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 05/03/2009. ....                              | 46 |
| <b>Tabela 6</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 14/03/2009. ....                              | 47 |
| <b>Tabela 7</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 21/03/2009. ....                              | 48 |
| <b>Tabela 8</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 26/01/2010. ....                              | 50 |
| <b>Tabela 9</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 03/02/2010. ....                              | 52 |
| <b>Tabela 10</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 10/02/2010.....                              | 53 |
| <b>Tabela 11</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 18/02/2010.....                              | 54 |
| <b>Tabela 12</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 24/02/2010.....                              | 55 |
| <b>Tabela 13</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 04/03/2010.....                              | 56 |
| <b>Tabela 14</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 12/03/2010.....                              | 57 |
| <b>Tabela 15</b> – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 19/03/2010.....                              | 58 |

## **CAPITULO 2**

**Tabela 1** – Matriz de coeficientes de correlação linear de Pearson para lagartas da soja, temperatura máxima( Tmax), temperatura mínima( T min), temperatura média (Tmed) e precipitação (mm). Santa Maria, RS, safra 2008/09 e 2009/10. .... 72

## LISTA DE APÊNDICES

|   |    |
|---|----|
| <b>Apêndice A</b> – Semivariogramas ajustados para a safra 2008/09..... | 79 |
| <b>Apêndice B</b> – Semivariogramas ajustados para a safra 2009/10..... | 82 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 16        |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....  | 17        |
| 2.1 Espécies de lagartas associadas ao agroecossistema soja.....                         | 17        |
| 2.2 Caracterização das principais lagartas desfolhadoras da soja .....                   | 18        |
| 2.3 Época de ocorrência das lagartas da soja.....  | 21        |
| 2.4 Distribuição espacial de insetos-praga e seus efeitos na amostragem.....             | 22        |
| 3 REFERÊNCIAS .....  | 25        |
| <br>   |           |
| <b>CAPÍTULO 1 – Distribuição espaço-temporal de lagartas desfolhadoras da soja .....</b> | <b>30</b> |
| Resumo .....   | 30        |
| Abstract.....  | 31        |
| Introdução .....   | 32        |
| Material e Métodos .....   | 33        |
| Resultados e Discussão.....  | 37        |
| Conclusões.....  | 59        |
| Referências.....   | 60        |
| <br>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2 – Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja .....</b>       | <b>63</b> |
| Resumo .....   | 63        |
| Abstract.....  | 64        |
| Introdução .....   | 65        |
| Material e Métodos .....   | 66        |
| Resultados e Discussão.....  | 68        |
| Conclusões.....  | 75        |
| Referências.....   | 76        |

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é a oleaginosa mais cultivada no mundo e o Brasil ocupa lugar de destaque no *ranking* dos maiores produtores do grão. Na safra 2009/2010, foi o segundo maior produtor mundial, produzindo 64,56 milhões de toneladas, equivalente a 25,82% da produção mundial, superado apenas pelos Estados Unidos (CONAB, 2010).

A cultura da soja está sujeita ao ataque de diversos insetos-praga, desde a sua semeadura até a colheita. Dentro desse conjunto de espécies, as lagartas desfolhadoras são consideradas as principais pragas, pela sua frequência, abrangência e danos ocasionados na cultura.

As mudanças nos sistemas de manejo da soja, como o plantio direto, o uso de rotação ou sucessão de culturas e a adoção do sistema tardio de semeadura, refletiram-se em alterações do comportamento dos artrópodes que estão presentes nesses ambientes. Algumas espécies eram consideradas de ocorrência esporádica na cultura da soja, como as lagartas da subfamília Plusiinae, ou que raramente costumavam ocorrer, como as lagartas do gênero *Spodoptera*. Esse grupo de insetos desfolhadores tem preocupado produtores e pesquisadores, seja pelas populações elevadas e de ampla distribuição, e ainda pelo ataque em períodos do ciclo da soja que não eram tidos como preferenciais para a infestação de pragas específicas.

As populações de insetos-praga nas culturas, em geral, são controladas através da utilização de inseticidas. Apesar da importância do controle químico, visando regular a população de pragas, seu uso indiscriminado apresenta riscos e pode desencadear a resistência dos insetos aos produtos utilizados, novos surtos de pragas, e/ou pragas secundárias e efeitos deletérios em organismos benéficos.

Com o advento dos avanços tecnológicos, pesquisadores e produtores estão percebendo que à medição de variáveis, nas áreas agrícolas, não devem ser tratadas de maneira homogênea. Neste sentido, as variações espaciais e temporais devem ser consideradas para que se possa ter melhor aplicação e aproveitamento dos insumos.

Portanto, o desenvolvimento de pesquisa relacionada ao aperfeiçoamento dos sistemas de amostragem, a busca de informações sobre as espécies-praga, a distribuição espacial e a geração de mapas, são importantes para o manejo integrado de pragas.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Espécies de lagartas associadas ao agroecossistema soja

Atualmente, as lagartas desfolhadoras, mais frequentes nos cultivos da soja são: *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818); as espécies da subfamília Plusiinae: *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e as espécies do gênero *Spodoptera*: (*Spodoptera eridania* (Cramer, 1872), *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (GASSEN, 2007; DEGRANDE; VIVAN, 2007).

A lagarta-da-soja, *A. gemmatalis*, é uma espécie de ampla distribuição em regiões de clima tropical e subtropical, ocorrendo em todos os países produtores de soja das Américas (FORD et al., 1975). No Brasil é considerada praga-chave da soja, sendo economicamente importante em função das grandes perdas que ocasionam a esta cultura. Alimentam-se tanto do limbo quanto das nervuras da folha. Sua época de ocorrência está correlacionada à latitude onde se localiza a lavoura, sendo observado que os ataques mais precoces ocorrem nas latitudes mais baixas, enquanto no Sul do país os ataques são mais tardios (GAZZONI et al., 1988).

As espécies da subfamília Plusiinae, conhecidas como falsas-medideiras ou lagartas-mede-palmo, têm ganhado recente importância no cenário nacional da cultura da soja, devido ao aumento populacional, aos sérios danos ocasionados à cultura e as dificuldades de controle.

Dentre as espécies de lagartas, da subfamília Plusiinae, que atacam a soja, a espécie *P. includens* é a mais abundante, sendo referida nos países produtores de soja do Cone Sul, como um dos insetos-praga constantes do conjunto de desfolhadores desta cultura (VÁZQUEZ, 1988). No Brasil pode ser encontrada na cultura da soja, em todas as regiões produtoras, desde o Rio Grande do Sul até Roraima (MORAES et al., 1991; VENZON; MARTINS FILHO, 1995; DIDONET et al., 1998, 2003; STECCA et al., 2008; MARSARO JR et al., 2010).

*R. nu* é outra espécie da subfamília Plusiinae, citada com frequência na cultura da soja. Essa é denominada vulgarmente por lagarta-do-linho, visto que foi considerada a principal desfolhadora dessa Linaceae (*Linum* sp.), ocorrendo em várias regiões do Rio Grande do Sul (SILVA, 1987; SPECHT et al., 2006; STECCA et al., 2008).

Eventualmente, além dessas espécies já citadas, são encontradas também lagartas do gênero *Spodoptera* em soja. Estas lagartas têm aumentado muito a sua presença nos últimos anos, causando danos importantes devido à grande voracidade (GUEDES et al., 2011).

Santos et al. (2005) cita que *S. eridania* é uma praga em expansão na cultura da soja e junto com *S. cosmioides* causam danos nos legumes, assumindo assim, uma importância significativa a partir da fase reprodutiva da cultura (GAZZONI; YORINORI, 1995). Já *S. frugiperda* ataca preferencialmente as plântulas da soja, causando uma diminuição na população de plantas. Essas espécies poucas vezes tornam-se praga principal, porém quando somado seus danos aos de outras pragas, causam perdas significativas à cultura da soja (SOSA-GÓMEZ et al., 1993).

A ocorrência das lagartas desfolhadoras pode comprometer a produção, em função do nível de infestação e do estágio fenológico da cultura, sendo que em condições favoráveis e com altas infestações, podem ocasionar desfolha de até 100% em lavouras de soja (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

A intensidade dos danos causados pelo complexo de lagartas da soja é bastante variável e depende do potencial de dano de cada espécie, da sua densidade populacional e do estágio de desenvolvimento das plantas (DEGRANDE; VIVAN, 2007). Os danos causados pelas lagartas, devido ao consumo de área foliar, acarretam redução na taxa de fotossíntese das plantas, comprometendo, conseqüentemente, a produção. A planta de soja apresenta excepcional capacidade de recuperação durante o período vegetativo e reprodutivo (SOSA-GÓMEZ et al., 1993). Porém, a ocorrência dessas lagartas no estágio de surgimento de vagens pode causar grande prejuízo. Na fase reprodutiva, a soja é mais sensível ao desfolhamento, pois neste período ocorre o deslocamento de carboidratos das folhas para formação das vagens e desenvolvimento dos grãos (GAZZONI; MOSCARDI, 1998). Conseqüentemente, os danos causados no estágio reprodutivo apresentam maior efeito na produção quando comparado aos danos ocasionados nos outros estádios de desenvolvimento da planta (DEGRANDE; VIVAN, 2007).

## **2.2 Caracterização das principais lagartas desfolhadoras da soja**

Os adultos da lagarta-da-soja (*A. gemmatalis*) apresentam envergadura de 30 a 38 mm e coloração variando de marrom, pardo-acinzentada até quase preta, sem dimorfismo sexual

(ANDRADE et al., 2004). Em repouso, as asas anteriores cobrem o corpo notando-se perfeitamente uma linha que divide as asas ao meio no sentido transversal (NAKANO et al., 1981). As fêmeas ovipositam os ovos isoladamente, na parte inferior das folhas, nos ramos e nos pecíolos. Cada fêmea pode colocar até 1000 ovos, que são de cor branca ou verde e desses, cerca de 80% são depositados nos primeiros oito a dez dias de vida. O período larval pode durar até 25 dias, dependendo das condições de temperatura, as lagartas de último ínstar apresentam 40 mm, coloração variando do verde ao preto, com linhas longitudinais brancas sobre o dorso e quatro pares de falsas pernas no abdome, além de um par anal. A lagarta empupa no solo a uma profundidade de até 2 cm. A pupa recém formada tem coloração verde clara, tornando-se, posteriormente, marrom escura e brilhante (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). O ciclo biológico (larva-adulto) do inseto é de 24 dias, com temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  (BORTOLI et al., 2005).

As lagartas da subfamília Plusiinae distinguem-se facilmente da lagarta-da-soja, por apresentarem apenas dois pares de pernas abdominais que obriga a lagarta a ter um movimento característico, formando um arco com o corpo ao se locomover, característica que lhe vale o nome popular de lagarta-mede-palmo ou falsa-medideira. Outra característica dessas lagartas é erguerem a porção anterior do corpo quando perturbadas e permanecerem eretas. A diferenciação entre as espécies de Plusiinae é realizada por meio do exame das mariposas, avaliando características morfológicas das asas ou por estruturas morfológicas das lagartas, tais como desenho da mandíbula e disposição das cerdas (EICHLIN; CUNNINGHAM, 1968).

Os adultos de *P. includens* apresentam envergadura de 30 a 35 mm, asas anteriores de coloração geral acinzentada, com reflexos dourados. Apresenta nas asas anteriores duas manchas prateadas e nas asas posteriores coloração marrom-claro ao cinza. A oviposição ocorre no período da noite e os ovos são depositados individualmente, sendo, a maioria na face inferior das folhas. Cada fêmea é capaz de depositar 600 ovos de coloração esverdeada (GALLO et al., 2002). O período larval é de 14 dias, as lagartas completamente desenvolvidas medem de 30 a 35 mm, apresentam coloração verde com faixas longitudinais esbranquiçadas e dois pares de falsas pernas, além de um par anal. Quando estão na fase de pré-pupa tecem um casulo de seda sob as folhas de soja, dobrando-as, onde passam a fase de pupa, de cor marrom ao verde-claro. O ciclo biológico completo do inseto é de 28 dias em temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  (VÁZQUEZ, 1988).

Os adultos de *R. nu* apresentam 30 mm de envergadura, coloração geral acinzentada e opaca. Apresenta nas asas anteriores uma mancha prateada, em forma de Y e nas asas

posteriores coloração amarela com o bordo externo marrom-escuro. Os ovos são colocados de forma isolada nas folhas, e apresentam coloração branco-amarelada. Cada fêmea tem capacidade para colocar até 600 ovos. O período larval é de 13 dias, as lagartas de último ínstar apresentam 25 a 30 mm, com coloração verde e faixas longitudinais esbranquiçadas, podem apresentar pontuações pretas e possuem dois pares de falsas pernas, além de uma anal. Quando estão na fase de pré-pupa a lagarta tece um casulo de seda sob as folhas de soja, dobrando-as, onde transformam-se em pupa, que possui coloração marrom ao verde-claro (ÂNGULO et al., 2006). O ciclo biológico (larva-adulto) do inseto é de 32 dias em temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (VOGT et al., 2005).

Os adultos de *Trichoplusia ni* (Hubner, 1803) apresentam de 25 a 30 mm de envergadura, coloração marrom mosqueado, sem brilho cúpreo. Apresenta nas asas anteriores uma mancha branco-prateada e nas asas posteriores coloração marrom-claro. A fêmea faz a postura isoladamente nas folhas, depositando ovos de cor branco-amarelada. Cada fêmea tem capacidade para colocar até 600 ovos. O período larval é de 14 dias e as lagartas de último ínstar medem de 25 a 30 mm, apresentam coloração verde com faixas longitudinais esbranquiçadas e possuem dois pares de falsas pernas, além de uma anal. A lagarta tece um casulo de seda sob as folhas de soja, dobrando-as, onde passa a fase de pupa, coloração marrom ao verde-claro. O ciclo completo do inseto é de 23 dias (NAKANO et al., 1981).

Os adultos de *S. cosmioides* apresentam 40 mm de envergadura das asas, sendo as anteriores de coloração cinza-claro, mosqueadas longitudinalmente por riscos branco, margeadas por uma franja e asas posteriores de cor branco-pérola com franja. A oviposição é realizada sobre as folhas em 2 a 3 camadas, sendo a última recoberta por escamas oriundas do abdome das mariposas. Cada fêmea pode colocar até 1400 ovos, as massas de ovos são irregulares podendo conter de 30 a 300 ovos. Inicialmente são de coloração verde, tornando-se marrons antes da eclosão. O período larval é de 18 a 28 dias, as lagartas pequenas tendem ao marrom, passando a preta com três listras longitudinais alaranjadas, uma dorsal e duas laterais, com pontos brancos. As lagartas completamente desenvolvidas medem de 35 a 40 mm, são de cor preta brilhante, com 16 pontuações douradas sobre o dorso, distribuídas sobre duas linhas longitudinais, de cor alaranjada e apresentam uma faixa mais escura entre o terceiro par de patas torácicas e o primeiro par de falsas pernas abdominais. Após o último ínstar as lagartas transformam-se em pupa no solo, e as pupas são de coloração marrom-escuro (SANTOS et al., 2003). O ciclo biológico completo do inseto é de 38 dias em temperatura de  $25^\circ\text{C}$  (BAVARESCO et al., 2003).

Os adultos de *S. eridania*, apresentam 40 mm de envergadura, possuem nas asas anteriores uma mancha preta na parte central da asa e asas posteriores de cor branca. As posturas são colocadas em forma de massas de ovos recobertos por escamas. A oviposição é geralmente realizada na face ventral da folha. Cada fêmea pode colocar 800 ovos, inicialmente são de coloração verde, tornando-se marrons antes da eclosão. O período larval é de 18 dias, as lagartas pequenas são verdes, permanecendo com um tom esverdeado durante todo o seu desenvolvimento, apresentam quatro pontos escuros sobre o dorso na parte mediana do corpo. As lagartas desenvolvidas apresentam 35 a 50 mm, tonalidade esverdeada e listras amarelas sobre o dorso e cerca de 20 triângulos pretos, na parte dorsal do corpo. A transformação em pupa ocorre no solo e são de coloração marrom escura (SANTOS et al., 2003). O ciclo biológico completo do inseto é de 28 dias em temperatura de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  (SANTOS et al., 2005).

Os adultos de *S. frugiperda*, apresentam 35 mm de envergadura e coloração das asas posteriores branco-acinzentadas e anteriores pardo-escuras, com pontos claros na região central de cada asa. A oviposição ocorre geralmente na face ventral da folha e em número de 100 por vez, chegando a até 2 000 ovos de coloração esbranquiçada (GALLO et al., 2002). O período larval é de 14 dias, as lagartas inicialmente são claras, passando para pardo escuro a esverdeada até quase preta. Quando totalmente desenvolvida as lagartas de *S. frugiperda* medem aproximadamente 50 mm e são de coloração marrom, castanho claro ou verde escuro, com manchas dorsais claras e possuem um “Y” invertido na cabeça. As pupas são encontradas no solo, possuindo coloração castanha (SANTOS et al., 2003). O ciclo completo do inseto é de aproximadamente 31 dias em temperatura de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  (SANTIAGO et al., 2008).

### **2.3 Época de ocorrência das lagartas da soja.**

A ocorrência de *P. includens* é simultânea à de *A. gemmatalis*, porém não raro são encontradas de forma isolada, principalmente nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura da soja, quando a aplicação de um produto químico pode causar drástica redução na população de inimigos naturais, provocando desequilíbrio biológico (PAPA; CELOTO, 2006).

Entretanto, Moraes et al. (1991) citam que *A. gemmatalis*, é frequentemente encontrada de forma isolada nos primeiros estádios da cultura, mas que a maior população de

lagartas das espécies *P. includens* e *R. nu* costuma ocorrer no período de floração e desenvolvimento das vagens. Heinrichs e Silva (1975) em trabalho realizado no Rio Grande do Sul, também registraram maior população de *A. gemmatalis* e *P. includens*, próximo ao estágio de florescimento da cultura, o mesmo foi verificado em Ilha Solteira, SP por Campos et al. (1997).

Vários trabalhos sobre incidência de lagartas da soja mostram que a ocorrência de *A. gemmatalis* supera a ocorrência de Plusiinae, que apresenta uma flutuação irregular ao longo do ciclo da soja (MORAES et al., 1991; STECCA et al., 2008). As maiores populações de *P. includens* e *R. nu* concentram-se nos meses de dezembro e janeiro, e não se estabelecem na cultura por um período maior que um mês, devido a incidência de parasitóides e patógenos. Por outro lado *A. gemmatalis* ocorre durante todo o ciclo da soja, com picos populacionais, mais importantes, na primeira quinzena de janeiro (RAMIRO et al., 1984; MORAES et al., 1991).

Recentemente, em trabalho desenvolvido em Ilha Solteira, foi constatado a ocorrência de *S. frugiperda* atacando a cultura da soja, estando presente durante todo o ciclo da cultura (SOUZA, 2009).

Portanto, o estudo da flutuação populacional dessas espécies correlacionada com o estágio de desenvolvimento da cultura é de grande importância para o incremento de estratégias de manejo das lagartas desfolhadoras da soja.

## **2.4 Distribuição espacial de insetos-praga e seus efeitos na amostragem**

A amostragem é um procedimento essencial para a tomada de decisão do manejo de pragas. O conhecimento dos parâmetros populacionais do inseto-praga, como seu padrão de dispersão na cultura, permite que sejam planejadas estratégias mais econômicas e sustentáveis de controle. De acordo com Silveira Neto et al. (1976) não há um método de amostragem universal para avaliar insetos. Para estes autores, um bom método deve se basear em princípios da estatística e no conhecimento da distribuição espacial, do ciclo de vida e do comportamento do inseto.

Para o controle de insetos-praga, atualmente, tem-se buscado alterar o mínimo possível o meio ambiente, através do Manejo Integrado de Pragas (MIP), adotando técnicas que privilegiam o manejo da população dos artrópodes que se inter-relacionam dentro do

agroecossistema. Assim, o conhecimento de uma forma rápida e eficiente de amostragem das pragas, principalmente em extensas áreas de cultivo, é fundamental para que o MIP seja aplicado satisfatoriamente (FERNANDES et al., 2002).

Insetos são amostrados para determinar características da população, tais como, a distribuição espacial e temporal dos indivíduos (SUBRAMANYAM; HAGSTRUM, 1996). A determinação do tipo de distribuição espacial do inseto-praga é o primeiro passo para o estabelecimento do plano de amostragem (FERNANDES et al., 2002), pois, conforme o tipo de arranjo espacial do inseto-praga na área a ser avaliada, são necessários diferentes métodos de amostragem, variando o número e o tamanho da amostra na área, e com base nisso, então, tomar a decisão apropriada.

A dispersão espacial de uma população, em um dado ecossistema, pode ser do tipo: aleatória, quando a distribuição dos pontos de coleta é casual; agregada ou agrupada, quando ocorrem grupos de pontos mais próximos entre si; e regular, quando os pontos estão espaçados de forma equidistante (LANDIM et al., 2002).

Através dos avanços tecnológicos, especialistas têm notado, que a medição de variáveis nas áreas agrícolas não devem ser tratadas de maneira homogênea. Neste sentido, a variação espacial e temporal deve ser considerada para que se possa ter melhor aplicação e aproveitamento dos insumos, podendo assim melhorar a produtividade, reduzir o custo de produção e o impacto ambiental causado pelo excesso utilizado (FARIAS et al., 2003).

Farias (2001) cita que a aplicação de agrotóxicos no sistema produtivo agrícola mundial é uma das operações mais dispendiosas. Sendo assim, a introdução da tecnologia chamada “Agricultura de Precisão” é muito bem-vinda, aproximando melhor as quantidades adequadas de agrotóxicos às necessidades reais do local, no campo produtivo.

Atualmente, as variações espaciais podem ser estudadas através de técnicas geoestatísticas que permitem elaborar mapas e delimitar áreas de manejo diferenciadas (FARIAS et al., 2002). Além da correlação temporal, pode haver ainda, uma correlação espacial e, neste caso, pode-se utilizar a teoria da Geoestatística para estimar o alcance de correlação das amostras ao longo de uma região de estudo, bem como para identificar se há uma direção privilegiada de variabilidade do fenômeno analisado. Dados importantes não revelados quando se utiliza as teorias da estatística clássica (PEDROSO, 2007).

De acordo com LIBARDI (1986) na estatística clássica as amostras são coletadas ao acaso e na geoestatística os locais de amostragem são pré-definidos. O autor relata, ainda que nos dois tipos de análise pode-se calcular a média e a variância, entretanto somente por meio da geoestatística considera-se a dependência espacial. A geoestatística se consolida como uma

ferramenta útil aplicada a vários campos científicos. Combinado com a estatística clássica, esta técnica tem como objetivo aumentar o conhecimento sobre um conjunto de dados para identificar e quantificar as estruturas espaciais dos fenômenos estudados (VENDRUSCULO et al., 2004).

Desse modo, a estimativa de dependência espacial entre amostras é feita através do semivariograma, que quantifica a dimensão e a intensidade da variação espacial (VENDRUSCULO et al., 2004). Já a interpolação, que permite estimar valores em locais não amostrados, é feita através de um interpolador geoestatístico chamado de krigagem, em homenagem ao engenheiro de minas D. G. Krige (PEDROSO, 2007).

Na Entomologia, a técnica de construção de planos de amostragem, avaliação do dano e para determinar distribuição espacial já está utilizando a geoestatística como ferramenta útil e segura para análise dos dados de algumas espécies de insetos: *Xylella fastidiosa* Sharpshooter (FARIAS et al., 2004) *Quesada gigas* Oliver (SOARES et al., 2008); *Cyclocephala flavipennis*, *Diloboderus abderus* e *Liogenys* sp. (DAL PRÁ, 2010), visto que possibilita a construção de mapas com alta precisão (ALVES et al., 2005) e a determinação das dimensões ideais do gride de amostragem (VARELLA; SENA, 2008).



### 3 REFERÊNCIAS

ALVES, M. C. et al. Análise geoestatística da variabilidade espacial da Brocado- Café (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera: Scolytidae) e da Cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cke.) do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 5.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO AGRONEGÓCIO COOPERATIVO, 2., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: SBI-AGRO, 2005. 1 CD-ROM.

ANDRADE, F. G.; NEGREIRO, M. C. C.; FALLEIROS, Â. M. F. Aspectos dos mecanismos de defesa da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner,1818) relacionados ao controle biológico por *Baculovirus anticarsia* (AGMNPV). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 391-398, jul./set. 2004.

ANGULO, A. O.; OLIVARES, T. S.; WEIGERT, G. T. **Estados inmaduros de lepidópteros nóctuidos de importância econômica agrícola y forestal em Chile (Lepidoptera: Noctuidae)**. Chile: Universidad de Concepción, 2006. 148 p.

BAVARESCO, A. et al. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 993-998, nov./dez. 2003.

BORTOLI, S. A. et al. Aspectos biológicos e nutricionais de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, amendoim e dieta artificial. **Boletim de sanidad Vegetal de Plagas**, Madrid, v. 31, n. 2, p. 171-178, abr. 2005.

CAMPOS, O. R.; CAMPOS, A. R.; LARA, F. M. Ocorrência sazonal de insetos pragas e predadores entomófagos em duas variedades de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], na região de Ilha Solteira - SP. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 6, n. 1, p. 1-11, 1997.

CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento de grãos 2009/2010**. [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

DAL PRÁ, E. **Geoestatística e imagens orbitais para caracterizar a distribuição espacial e danos de larvas de melolontídeos em cereais de inverno**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

DEGRANDE, P. E.; VIVIAN, L. M. **Pragas da Soja**. In: Boletim de Pesquisa da Soja: Fundação MT, 274 p. 2007.

DIDONET, J. et al. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, n. 69, p. 50-57, 2003.

DIDONET, J. et al. Flutuação populacional de pragas e seus inimigos naturais em soja no projeto Rio Formoso - Formoso do Araguaia, TO, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, n. 1, p. 67-74, 1998.

EICHLIN, T. D.; CUNNINGHAM, H. B. **The Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) of America North of México, emphasizing genitalic and larval morphology - [S.l.]**: Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, 121p. 1968.

FARIAS, P. R. S. A geoestatística e a agricultura de precisão como ferramenta no controle de pragas e doenças. In: ROBERTO, S.R.; RALISCH, R (Eds.) V Mostra acadêmica de trabalhos de agronomia. Londrina: UEL, 2001. p.9-18.

FARIAS, P. R. S. et al. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated in crop rotation. **Russian Journal of Nematology**, Moscow, v. 10, p. 1-9, 2002.

FARIAS, P. R. S. et al. Agricultura de precisão: Mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 235-241, ago. 2003.

FARIAS, P. R. S. et al. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 13-20, Feb. 2004.

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

FORD, B. J. et al. **The literature of arthropods associated with soybeans: IV. A bibliography of the velvetbean Caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae)**. Urbana: Illinois Natural History Survey, 1975. (Biological Notes, 92).

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GASSEN, D. N. Lagartas de ocorrência antes eventual agora causam preocupação. In. **Correio Agrícola**, São Paulo, n. 1, p. 8-10, 2007.

GAZZONI, D. L. et al. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1988, 44 p. (Circular Técnica).

GAZZONI, D. L.; J. T. YORINORI. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: EMBRAPA, 1995, 128 p. (Manuais de Identificação de pragas e Doenças, 1).

GAZZONI, D. L.; MOSCARDI, F. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 411-424, Apr. 1998.

GUEDES, J. V. C. et al. Nova dinâmica. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, ano 12, n. 139, p. 24-26, dez./jan. 2010/11.

HEINRICHES, E. A.; SILVA, R. F. P. Estudo de níveis de população de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 e *Plusia* sp. em soja no Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 29-35, 1975.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70 p. (Circular técnica, 30).

LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. S.; CORSI A. C. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER**. São Paulo: Universidade Estadual de São Paulo, 2002. 21 p.

LIBARDI, P. L. Variabilidade espacial da umidade, textura e densidade de partículas ao longo de uma transeção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 10, p. 85-90, 1986.

MARSARO Jr., A. L. et al. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no Estado de Roraima. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 2010

MORAES, R. R.; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. Flutuação populacional de Plusiinae e *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 51-56, jan. 1991.

NAKANO, O.; SILVEIRA N. S.; ZUCCHI, R.A. **Entomologia econômica**. São Paulo: Livrocercos, 1981. 314 p.

PAPA, G.; CELOTO, F. J. Palmos de prejuízos. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, ano 3, n. 91, p. 14-18, nov. 2006.

PEDROSO, F. M. de T. **Uma proposta para a análise de dados com correlação espacial e temporal**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) –Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

RAMIRO, Z. A., GERVAZIONI, V., SILVA, C. R. Incidência de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818, de *Chrysodeixis includens* e de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson no município de Florínea, SP. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, 3, 1984, Campinas. **Anais...** Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1984. p. 136-147.

SANTIAGO, G. P. et al. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 792-796, maio/jun., 2008.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; NEVES, P. M. O. J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 903-910, nov./dez. 2005.

SANTOS, W. J., SANTOS, K. B., SANTOS, R. B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande: Embrapa CNPA, 2003. CD-ROM (Documentos, 118)..

SILVA, M. T. B. da. Bioecologia, dano e controle de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) na cultura do linho. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 351-367, 1987.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SOARES, V. P. et al. Análise espacial da distribuição de cigarras (*Quesada gigas* Oliver) em povoamentos de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Região de Dom Eliseu, PA. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 251-258, 2008.

SOSA-GÓMEZ, D. R., et al. Pragas da soja e seu controle. In ARANTES, N.P.; SOUZA, P.I.M. (Eds.), **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 299- 331.

SOUZA, B. H. S. **Ocorrência de pragas e inimigos naturais ao longo do ciclo da cultura da soja transgênica**. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/pragas.pdf>. pdf.> Acesso em 05 ago. 2009.

SPECHT, A. et al. Ocorrência de *Rachiplusia nu* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) em Fumo (*Nicotiana tabacum* L.) no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 705-706, set./out. 2006.

STECCA, C. dos S. et al., Identificação de espécies de Plusiinae e proporção de espécies de lagartas em soja no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 12.; SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2008, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, 2008. 1 CD-ROM.

SUBRAMANYAM, B. H.; HAGSTRUM, D. W. **Integrated management of Insects in stored products**. New York: M. Dekker, 1996. 426 p.

VARELLA, C. A. A.; SENA, D. G. **Estudo do interpolador IDW para utilização em Agricultura de Precisão, Princípios em Agricultura de Precisão**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008. 26 p.

VÁZQUEZ, W. R. C. **Biologia comparada de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepodoptera: Noctuidae) em dietas naturais e artificiais e efeito de um vírus de poliedrose nuclear na sua mortalidade e no consumo de área foliar da soja**. 1988. 164f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) –Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

VENDRUSCULO, L. G. et al. Computational system for geostatistical analysis. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 100-107, Jan./Feb. 2004.

VENZON, M; MARTINS FILHO, S. Abundância de insetos-praga e seus inimigos naturais na cultura da soja no Triângulo Mineiro. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 1, n. 1, p. 79-91, out. 1995.

VOGT, T. G.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Aspectos biológicos de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae), em laboratório - fases de lagarta, pré-pupa e pupa. In: ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES, 13., 2005, Caxias do Sul. **Anais eletrônicos...** Caxias do Sul: UCS, 2005. Disponível em: <<http://www.ucs.br/ucs/tplJovensPesquisadores2005/pesquisa/jovenspesquisadores2005/apresentacao3>>. Acesso em: 21 jan. 2011.

## CAPÍTULO 1

### DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE LAGARTAS DESFOLHADORAS DA SOJA

#### RESUMO

O objetivo do trabalho foi analisar a distribuição espaço-temporal de lagartas da soja. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, nas safras agrícolas 2008/09 e 2009/10, em 6,6 ha de soja. O gride de amostragem foi de 25 x 25 m, no total de 105 pontos, demarcados com GPS de navegação. As amostragens foram realizadas de duas formas: 1) da pré-emergência a V3, contagem direta; 2) de V4 até a colheita, com pano-de-coleta, realizando duas avaliações por ponto. As lagartas foram colocadas em frascos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da UFSM, para identificação e quantificação das espécies. A análise da variabilidade espacial foi feita por semivariogramas, utilizando o programa computacional ArcGis 9.3. Os mapas foram gerados com os dados da contagem das espécies de lagartas e, para a análise da dependência espacial, foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1994). Os semivariogramas permitem modelar a variabilidade espacial das lagartas da soja. Os modelos ajustados são diferentes para as espécies (*Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania*) e estádios fenológicos da planta. O gride de amostragem utilizado é apropriado para caracterizar a distribuição espacial das lagartas da soja. As lagartas da soja apresentam comportamento agregado, a medida que a população cresce.

**Palavras-chave:** Entomologia agrícola. Agricultura de precisão. Lepidoptera. *Glycine max*.

## CHAPTER 1

# SPACE-TEMPORAL DISTRIBUTION OF SOYBEAN DEFOLIATING CATERPILLARS

### ABSTRACT

The objective of this work was to review the space-temporal distribution of soybean defoliating caterpillars. The experiment was carried at the experimental area of the Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil, at the 2008/2009 and 2009/10 crop, on a 6,6 ha soybean field. The sampling grid was 25 x 25 m, totalizing 105 points, demarked with a GPS of navigation. The samplings were performed in two ways: 1) from pre-emergence until V3, direct counting; 2) from V4 until harvest, with the beat cloth, performing two evaluations per point. The caterpillars were placed in to plastic cups and sent to the Entomology Laboratory of UFSM, to perform the species identification and quantification. The space variability analysis was made by semivariograms, using the computational program ArcGis 9.3. The maps were generated with the caterpillar species counting data, and to the space dependence analysis was used the classification of Cambardella et al. (1994). The semivariograms allows to model the soybean caterpillars space variability. The adjusted models are differentiated to the species (*Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* and *Spodoptera eridania*) and plant phenological stage. The applied sampling grid is appropriated to characterize the soybean caterpillar space distribution. The soybean caterpillars show aggregated behavior as the population grows.

**Key Words:** Agricultural Entomology. Precision Agriculture. Lepidoptera. *Glycine max*.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a oleaginosa mais cultivada no mundo e se destaca pela dupla aptidão, tanto de produzir alimentos quanto de gerar energia renovável. O Brasil é o segundo maior produtor de soja, responsável por 25,82% da produção mundial (CONAB, 2010). Os benefícios da produção da soja para o agronegócio brasileiro são indiscutíveis (PRADO, 2007).

Independente da sua importância agrícola, o rendimento da soja está diretamente relacionado a eficiência no manejo de pragas. Assim como as demais culturas, a soja está exposta a perdas causadas por competição com plantas invasoras, doenças e insetos. Dentre os insetos-praga, se destacam os desfolhadores, principalmente as lagartas, cujo dano reduz a área fotossinteticamente ativa da planta, ocasionando prejuízos na produção (RIBEIRO; COSTA, 2000).

A lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada a principal praga desfolhadora da cultura. Além dessa, as lagartas pertencentes à família Noctuidae, subfamília Plusiinae e as lagartas do gênero *Spodoptera* têm adquirido importância nas últimas safras, principalmente pela dificuldade do manejo destas espécies.

Dentro das novas tecnologias com potencial de uso no manejo de pragas, a agricultura de precisão, através do georreferenciamento de populações, é um recurso que pode ser usado tanto no monitoramento quanto no controle de pragas. Conhecendo a distribuição dos insetos nas lavouras é possível aumentar a acurácia da estimativa da população da praga, reduzir o esforço na amostragem e obter uma melhor previsão da perda de produção (HUGHES; MCKINLAY, 1988).

Nas plantações, as populações de insetos podem ser mapeadas através do uso de procedimentos de interpolação, que permitem gerar superfícies contínuas através de unidades amostrais pontuais. A geoestatística é uma ferramenta importante para determinar a agregação porque considera o valor da variável e a sua localização na estimativa da correlação entre os pontos de amostragem (BARRIGOSSI et al., 2001). Esse método tem a vantagem de caracterizar “o contágio” em diferentes distâncias e direções (LIEBHOLD et al., 1993).

O conhecimento da distribuição espaço-temporal das lagartas desfolhadoras da soja pode ser um parâmetro importante a ser considerado, para subsidiar a tomada de decisão do



local e momento mais adequado, aumentando a eficiência de seu controle no manejo integrado de pragas, bem como reduzindo custos de controle e danos ambientais.

O objetivo do estudo foi verificar a distribuição espaço-temporal das lagartas da soja, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local**

O estudo da distribuição espacial de lagartas da soja foi realizado na área experimental do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS, em altitude de 95 m, latitude de 29°42'52"S e longitude de 53°44'9"O em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (EMBRAPA, 1999).

Para as safras agrícolas 2008/09 e 2009/10, a soja foi semeada em 31/12/2008 e 17/12/2009, respectivamente, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, em uma área de 6,64 hectares, com a cultivar CD 214 RR, na safra 2008/09 e BMX Potência, na safra 2009/10 de grupo de maturação precoce (135 dias) e semi-precoce (138 dias), respectivamente (REUNIÃO, 2008; ARAUCÁRIA, 2010).

As operações de semeadura, adubação e demais tratos culturais (controle de plantas daninhas e doenças) foram executados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura, porém ressalta-se que não foram feitas aplicações de acaricidas e inseticidas na parte aérea das plantas.

### **2.2 Amostragem**

O perímetro da área foi demarcado com o auxílio de um equipamento GPS de navegação, marca Garmin, modelo GPS10, com interface para computador-de-mão (Pocket

PC). Utilizou-se o programa computacional CR-Campeiro, tecnologia móvel, para dividir a área experimental em gride regular de amostragem.

A área de estudo, 6,64 ha, foi dividida em um gride com 105 pontos equidistantes a cada 25 metros. Para a localização periódica dos pontos de amostragem utilizou-se o equipamento GPS na demarcação do perímetro e o auxílio de estacas fixadas em cada ponto, devidamente identificadas.

As amostragens de lagartas foram realizadas semanalmente, desde a pré-emergência da soja até a maturação de colheita (06/01/2009 a 18/04/2009, e 22/12/2009 a 05/04/2010), para as duas safras agrícolas, respectivamente. As avaliações de pré-emergência foram realizadas nas entre linhas do cultivo de soja, onde a palhada da superfície do solo era removida manualmente e vistoriada a procura de lagartas. Da emergência da soja até V3 (plantas com segundo trifólio aberto) as avaliações foram visuais, buscando-se a presença de lagartas nas plantas de soja, na palhada logo abaixo destas e na superfície do solo, em função do pequeno porte das mesmas. A partir de V4, plantas com terceiro trifólio aberto até a maturação de colheita (R9), as amostragens foram realizadas com pano-de-coleta, sobre o qual as plantas foram vigorosamente sacudidas para a queda dos insetos.

Em todas as datas de amostragem foram realizadas quatro batidas de pano por ponto, totalizando 2 m<sup>2</sup> de área amostrada. Em cada data, foi registrada a fenologia da soja, segundo a escala de Ritchie et al. (1982) adaptada por Yorinori (1996).

As lagartas foram colocadas em frascos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da UFSM, para identificação e quantificação das espécies.

### **2.3 Análise geoestatística**

A análise da variabilidade espacial foi realizada através de semivariogramas, que demonstram o comportamento das semivariâncias em função da distância, podendo assim definir o modelo da variabilidade espacial das lagartas.

O programa computacional ArcGis 9.3, utiliza a metodologia dos mínimos quadrados para os ajustes dos modelos e como critérios para seleção do modelo usa o coeficiente de determinação e a soma de quadrados de resíduos. Após a análise desses parâmetros definiu-se o uso dos modelos esférico e exponencial, para o ajuste dos semivariogramas, sendo estes modelos estimados pelas fórmulas:

### Modelo esférico

$$\gamma(h) = C_o + C \left[ \frac{3}{2} \left( \frac{|h|}{a} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{|h|}{a} \right)^3 \right], \text{ se } h \leq a$$

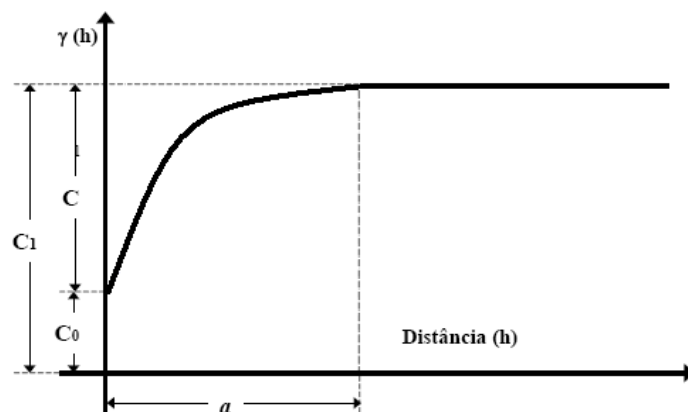
$$C_o + C, \text{ se } h > a$$

### Modelo exponencial

$$\gamma(h) = C_o + C \left[ 1 - \exp \left( -3 \frac{h}{a} \right) \right] \quad 0 < h < d$$

No qual, ( $a$ ) é o alcance da dependência espacial que é a distância ( $h$ ) a partir da qual  $\gamma(h)$  se torna aproximadamente constante, ( $C$ ) é o patamar, valor de  $\gamma(h)$  constante e ( $C_0$ ) efeito pepita quando,  $\gamma(0) \neq 0$ . O parâmetro ( $a$ ) é determinado visualmente como a distância após a qual semivariograma se estabiliza.

O alcance representa a influência dos pontos amostrados sobre sua vizinhança; é a distância dentro da qual as variáveis possuem correlação espacial; o patamar considera a dependência espacial entre as variáveis; o efeito pepita revela erros de medição ou da variabilidade não detectada pela amostragem (Figura 1).



**Figura 1** – Parâmetros do semivariograma experimental (adaptado de GUERRA, 1988).

De acordo com Freitas (2000), é de se esperar que  $\gamma(h)$  aumente com a distância ( $h$ ). Por definição,  $\gamma(0) = 0$ , quando  $h(0)$ . Entretanto, na prática, à medida que ( $h$ ) tende para zero,  $\gamma(h)$  se aproxima de um valor positivo chamado efeito pepita (nugget effect) e que recebe o símbolo ( $C_0$ ). O valor de ( $C_0$ ) revela a descontinuidade do semivariograma para distância entre as amostras. À medida que ( $h$ ) aumenta,  $\gamma(h)$  também aumenta, até um valor máximo no qual ele se estabiliza chamado de patamar (“Sill”), e é aproximadamente igual à variância dos dados. A distância na qual  $\gamma(h)$  atinge o patamar é chamada de alcance (“Range”), recebe o símbolo de ( $a$ ), e é a distância limitada de dependência espacial. Medições localizadas a distâncias maiores que o alcance, tem distribuição espacial aleatória e por isto são independentes entre si. Por outro lado, amostras separadas por distâncias menores que ( $a$ ), são correlacionadas uma às outras, o que permite que se faça interpolações para espaçamentos menores do que os espaçamentos amostrados.

Os semivariogramas ajustados pelo modelo esférico e exponencial, propiciaram a obtenção de seus parâmetros (efeito pepita, patamar e alcance). Tais parâmetros, estimados nos semivariogramas, foram empregados diretamente na interpolação por krigagem ordinária no programa computacional ArcGis 9.3, para a geração dos mapas da densidade populacional das lagartas.

A análise do grau de dependência espacial foi realizada segundo Cambardella et al. (1994), em que são considerados de dependência espacial forte os semivariogramas que têm o valor do efeito pepita menor ou igual a 25% do patamar, moderada entre 25% e 75%, e fraca quando for maior que 75%.

## **2.4 Mapas populacionais**

Os mapas populacionais foram gerados por avaliações semanais, a partir da contagem de lagartas nos pontos amostrais. Para a geração dos mapas os dados foram para  $1 \text{ m}^2$  de área amostrada, afim de padronizar o tamanho de área amostral, colocando os resultados numa linguagem prática para a discussão dos resultados, visto que os níveis de dano e controle estão estabelecidos em insetos  $\text{m}^{-2}$ . Foram confeccionados mapas do número total de lagartas e por espécie, gerados com o número de classes variando de acordo com a densidade populacional, entretanto com intervalo fixo entre classes (5 lagartas  $\text{m}^{-2}$ ), para indicar as áreas sem presença de lagarta.

As coordenadas geográficas empregadas na confecção dos mapas são oriundas do datum *World Geodetic System* (WGS-84), no qual o sistema de coordenadas utilizado foi o *Universal Transverse Mercator* (UTM), estando a área situada no fuso 22 S.

Os dados referentes ao número de lagartas foram submetidos à análise geoestatística utilizando semivariogramas, a partir dos quais foram ajustados modelos para a interpolação das variáveis, em etapa subsequente foram confeccionados os mapas populacionais gerados por krigagem ordinária pelo programa computacional ArcGis 9.3.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão descritos por ano de estudo, nos quais se apresentará primeiramente a caracterização geoestatística, com a discussão dos parâmetros, para posterior análise dos mapas da distribuição espacial de lagartas por data de avaliação.

Dentre os 52 semivariogramas calculados (Anexo A e B) para os dois anos de amostragens, dependendo da espécie e da data de avaliação, foram ajustados modelos matemáticos para 17 destes gráficos, pois somente estes, apresentaram dependência espacial. Para os demais semivariogramas, não foi possível ajustar nenhum modelo, o que significa uma distribuição aleatória (efeito pepita puro). De modo, que os modelos de distribuição espacial que melhor se ajustaram para as variáveis em estudo, foram o esférico e o exponencial, sendo que Landim (2006), aponta que esses são os modelos disponíveis mais utilizados.

Na safra 2008/09 foram ajustados semivariogramas (Anexo A), para a espécie *P. includens* e *A. gemmatalis*, em três e uma data de avaliação, respectivamente. Para as demais espécies, densidade total de lagartas e datas de amostragem, o ajuste do modelo teórico não foi possível em razão da ausência da dependência espacial, conforme pode ser observado nos semivariogramas (Anexo A). Para esses dados, tem-se uma distribuição completamente aleatória, não tendo sob o ponto de vista geoestatístico, uma função que descreva sua variação no espaço (WOJCIECHOWSKI et al., 2009).

No entanto, Isaaks e Srivastava (1989) sugerem que, mesmo que os dados amostrais não demonstrem um modelo de continuidade espacial claramente definido, não se justifica o uso de modelos de funções aleatórias não correlacionadas espacialmente. Esses autores ressaltam que, geralmente no tocante aos dados relativos ao ambiente, é possível modelar a continuidade espacial.

O ajuste dos modelos de semivariogramas para a espécie *P. includens* (Tabela 1), indicaram dependência espacial classificada de forte, de acordo com Cambardella et al. (1994), pois o valor do efeito pepita foi inferior a 25 % ao do patamar. Desse modo, a distribuição espacial na área pode ser classificada como agregada. Segundo, Leibhold et al. (1993), quando existe dependência espacial forte entre os pontos amostrados, a distribuição dos insetos é caracterizada como agregada, e, nesse caso, a geoestatística é a ferramenta mais adequada para estudar as populações de insetos.

**Tabela 1** – Parâmetros dos semivariogramas, relativos à distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, safra 2008/09.

| Data/<br>Estágio   | Espécie                       | Efeito<br>pepita<br>(Co) | Patamar<br>(C) | Alcance<br>(a) | Dependência<br>espacial | Modelo      |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------|
| 20/02/09<br>(V10)  | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 1,87                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,23                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,07                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | Densidade total               | 2,16                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
| 28/02/09<br>(R1)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 19,57                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,00                     | 4,64           | 39,02          | Forte                   | esférico    |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,25                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | Densidade total               | 34,69                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
| 05/03/09<br>(R2)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 0,00                     | 76,28          | 49,34          | Forte                   | esférico    |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 3,06                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,32                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | Densidade total               | 63,99                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
| 14/03/09<br>(R3)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 31,93                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,34                     | 2,11           | 70,38          | Forte                   | exponencial |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,11                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | Densidade total               | 33,28                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
| 21/03/09<br>(R5.2) | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 10,84                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,00                     | 1,88           | 52,16          | Forte                   | exponencial |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,08                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | Densidade total               | 12,92                    | -              | -              | -                       | pepita puro |

A dependência espacial e o padrão de distribuição para *A. gemmatalis*, pode ser visualizado pelo modelo variográfico (Tabela 1) somente na avaliação do dia 05/03/09, quando a cultura encontrava-se no estágio fenológico classificado como R2 (florescimento pleno), período em que ocorreu o pico populacional da espécie. Resultado semelhante foi

encontrado por Dinardo-Miranda et al. (2007), em trabalho realizado com *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae), em que a dependência espacial só foi detectada a partir da segunda geração desta espécie, quando, houve um aumento populacional, e essa passou a ocupar espaços que anteriormente não ocupava. Com base nos semivariogramas (Anexo A) nota-se que a dependência espacial da população de *A. gemmatalis* foi classificada como forte, denotando agregação na distribuição espacial da espécie, dentro do limite da faixa de dependência, o qual teve alcance máximo de 49 m (Tabela 1).

O alcance da dependência espacial representa a influência dos pontos amostrados sobre sua vizinhança. Os procedimentos de levantamento e interpolação de dados terrestres devem ser feitos com espaçamentos menores do que o alcance obtido para a variável estudada (VALERIANO; PRADO, 2001). Visto que, o alcance para *P. includens* (Tabela 1) variou de 39 m ao limite máximo de 70 m, a dimensão do gride amostral utilizada (25 x 25 m) foi adequada e possibilitou a correta detecção da distribuição espacial da população de lagartas para essa espécie.

Na análise dos parâmetros dos semivariogramas (Tabela 1) para a população de *S. eridania*, o efeito pepita apresentou valores próximos a zero, o que indica, segundo Isaaks e Srivastava (1989), que não houve erros amostrais e que provavelmente a falta de dependência espacial verificada para essa espécie reflete a pequena presença de insetos na área (Figura 2, 3, 4, 5 e 6). Visto que a data de avaliação, com maior infestação dessa espécie, abrangeu apenas 3,6% da área, com população de zero a cinco lagartas m<sup>-2</sup> (Tabela 4).

Dentre os 32 semivariogramas calculados (Anexo B), para a safra 2009/10, só foi possível ajustar modelos matemáticos para 13 destes gráficos (Tabela 2). *A. gemmatalis*, apresentou dependência espacial, em uma data de avaliação, 03/02/2010 e *P. includens* em duas avaliações, referentes a (10/02/2010 e 18/02/2010). Nas demais avaliações dessas espécies e nos dias (03/02/2010 e 04/03/2010), para os dados de *S. eridania* e (03/02/2010 e 24/02/10) para as amostras da densidade total de lagartas, não houve dependência espacial. Portanto, não foi possível o ajuste do modelo teórico, conforme pode ser observado pelos parâmetros dos semivariogramas (Tabela 2), pois esses apresentaram um efeito pepita puro, indicando aleatoriedade dos dados.

**Tabela 2** – Parâmetros dos semivariogramas ajustados, relativos à distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, safra 2009/10.

| Data/<br>Estágio   | Espécie                       | Efeito<br>pepita<br>(Co) | Patamar<br>(C) | Alcance<br>(a) | Dependência<br>espacial | Modelo      |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------|
| 26/01/10<br>(V9)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 7,77                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,07                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 1,04                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | Densidade total               | 8,90                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
| 03/02/10<br>(R1)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 1,80                     | 8,29           | 42,73          | Forte                   | esférico    |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,49                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 8,04                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | Densidade total               | 14,88                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
| 10/02/10<br>(R2)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 6,92                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,22                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,00                     | 128,17         | 49,34          | Forte                   | esférico    |
|                    | Densidade total               | 46,05                    | 89,36          | 141,64         | Moderado                | exponencial |
| 18/02/10<br>(R3)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 10,07                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,18                     | 0,24           | 43,17          | Moderado                | exponencial |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 11,93                    | 29,34          | 85,73          | Moderado                | exponencial |
|                    | Densidade total               | 2,57                     | 71,19          | 77,09          | Forte                   | exponencial |
| 24/02/10<br>(R5)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 11,15                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,11                     | 0,39           | 43,84          | Moderado                | exponencial |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 1,54                     | 2,96           | 86,25          | Moderado                | exponencial |
|                    | Densidade total               | 19,70                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
| 04/03/10<br>(R5.2) | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 2,70                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,18                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 18,84                    | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | Densidade total               | 6,26                     | 22,06          | 44,77          | Moderado                | exponencial |
| 12/03/10<br>(R5.3) | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 0,37                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,03                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,00                     | 393,86         | 65,58          | Forte                   | exponencial |
|                    | Densidade total               | 0,00                     | 403,52         | 65,13          | Forte                   | exponencial |
| 19/03/10<br>(R6)   | <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | 0,14                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,08                     | -              | -              | -                       | pepita puro |
|                    | <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,00                     | 88,89          | 46,00          | Forte                   | exponencial |
|                    | Densidade total               | 0,00                     | 93,18          | 52,58          | Forte                   | exponencial |

A ocorrência de efeito pepita puro em trabalhos com insetos é bastante comum (LIEBHOLD et al., 1993), resultado obtido por Gilbert et al. (2001) corrobora com essa



hipótese, pois estes autores, ao analisarem a presença do inseto *Dendroctonus micans* (Coleoptera, Scolytidae) em plantações de abeto (árvore da família das Pináceas), usando procedimentos geoestatísticos, não tiveram sucesso na detecção de dependência espacial da distribuição da espécie. Contudo, ao repetir o trabalho, Gilbert e Grégoire (2003) constaram alta relação espacial da distribuição da mesma espécie-praga. Portanto a falta de dependência espacial detectada nessas amostras não justifica o uso de modelos de funções aleatórias não correlacionadas espacialmente.

Kleijn e Van Langevelde (2006), mencionam que o padrão de distribuição espacial dos insetos é influenciado pela qualidade dos habitats, ou seja, quando se deparam com habitats com escassez de alimento e abrigo, dificuldade de encontro com parceiros sexuais e condições microclimáticas desfavoráveis, migram ou se dispersam para manchas de recursos mais favoráveis. Baseado nessas observações e implicações mencionadas anteriormente é possível inferir que o comportamento aleatório na distribuição da praga, pode estar ligado a uniformidade das condições de habitat da área de estudo.

A análise variográfica (Tabela 2) para *A. gemmatalis*, na avaliação do dia 03/02/10, quando a cultura encontrava-se no estágio fenológico R1 (início do florescimento), e a espécie alcançou o seu pico populacional máximo, denota dependência espacial classificada como forte, em decorrência dos parâmetros já mencionados, e o alcance máximo de 43 m. Resultado semelhante ao que foi verificado no ano anterior, quando essa espécie também apresentou dependência espacial, na avaliação em que se constatou o pico populacional da praga, quando a distribuição foi classificada como agregada, numa faixa de dependência de 49 m (Tabela 1).

A agregação na distribuição espacial de *P. includens* foi observada, apenas para duas amostragens, quando as plantas, estavam no estágio R3(18/02/10) e R5 (24/02/10) do ciclo de desenvolvimento da cultura da soja, momento em que se constataram maiores índices de frequência de ocorrência da espécie na área. Através da análise variográfica (Tabela 2), nota-se que, para esse período existiu dependência espacial moderada, com alcance de até 43 m. Conforme o proposto por Kleijn e Van Langevelde (2006), o padrão de distribuição espacial dos insetos é influenciado pela qualidade dos *habitats*. Desse modo, é possível atribuir que a concentração dessa espécie no local, esta relacionada à migração dos indivíduos adultos para área, em busca de parceiros para o acasalamento, elegendo esses como locais preferenciais para a oviposição, visto que os indivíduos imaturos dessa espécie tem pequena capacidade de dispersão, ou seja, ficam próximo aos locais elegidos pelos adultos.

O ajuste dos modelos, esférico e exponencial, indicam dependência espacial para a espécie *S. eridania* e densidade total de lagartas, em quatro avaliações, provavelmente devido

a elevada ocorrência de lagartas na área nesse período. Como observado por Dinardo-Miranda et al. (2007), em trabalho realizado com *M. fimbriolata*, no qual mencionam que a dependência espacial é detectada quando ocorre o crescimento populacional dos insetos.

Desse modo, pode-se inferir que, é possível utilizar a geoestatística na avaliação da distribuição espacial de lagartas da soja e para a definição de planos de amostragem, quando consideradas todas as espécies juntas, visto que o conhecimento do padrão de distribuição permite concentrar o esforço amostral e de manejo nos locais onde elas se encontram mais concentradas (BARRIGOSSI et al., 2001). Com base nos parâmetros dos semivariogramas (Tabela 2), estima-se que o grau de dependência dos modelos ajustados para densidade total de lagartas variou de forte a moderado, indicando que a distribuição foi agregada, dentro do limite da faixa de dependência, em que o alcance variou de 44 a 141m.

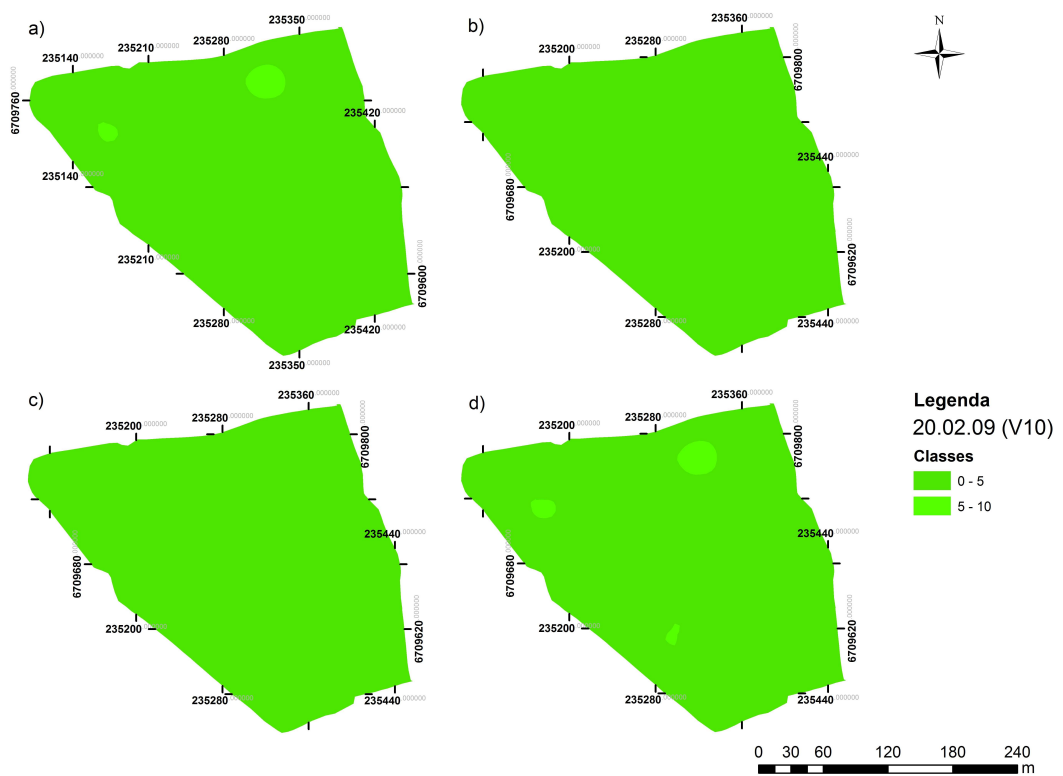
Os alcances encontrados, a partir dos semivariogramas, podem ser empregados para a elaboração de um esquema de amostragem subsequente. Além de auxiliar na escolha de um gride amostral futuro, o alcance representa também a distância máxima na qual deve-se espaçar os pontos amostrais, para que se tenha um dado confiável de infestação na área (FARIAS et al., 2005).

Dessa maneira, considerando as duas safras de soja analisadas, a distância de (25mx25m) do gride de amostragem foi satisfatório para detectar as variações na distribuição da densidade de lagartas, sendo possível aumentar o gride para (50mx50m), diminuindo a quantidade de pontos amostrados e mantendo-se uma estimativa confiável da distribuição espacial das lagartas, com redução do custo e do tempo de amostragem.

Através dos parâmetros dos modelos do semivariograma foram interpolados os dados dos levantamentos da safra 2008/09 por meio da krigagem que forneceu mapas da distribuição espacial mostrando as áreas de maior e menor densidade populacional de lagartas, sendo elaborados mapas temáticos por espécie (*A. gemmatalis*, *P. includens* e *S. eridania*) e para o número total de lagartas (Figura 2, 3, 4, 5 e 6).

Para a safra 2008/09, os dados permitiram elaborar mapas e estimar a dependência espacial das amostras somente nas amostragens efetuadas a partir do dia 20/02/2009 (Figura 2), quando a cultura da soja estava no final do período vegetativo. Os mapas da distribuição espacial de lagartas demonstraram que a distribuição espacial de todas as espécies, inicialmente, ocorreu de forma uniforme na área (Figura 2). A densidade total de lagartas variou de zero a 10 lagartas m<sup>-2</sup>, sendo as classes e as respectivas áreas apresentadas na (Tabela 3). *A. gemmatalis* predominou com área de abrangência de 6,50 ha, para o intervalo populacional mais representativo, que foi de zero a cinco lagartas m<sup>-2</sup>. Diferentes autores

apontam que, é comum no início da infestação de lagartas em lavouras de soja, que *A. gemmatalis* tenha população superior às demais espécies do complexo (MORAES et al., 1991; STECCA et al., 2008).



**Figura 2** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 20/02/2009.

**Tabela 3** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 20/02/2009.

| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 6,50                         | 6,64                          | 6,64                       | 6,45            |
| 5 - 10  | 0,14                         | -                             | -                          | 0,18            |

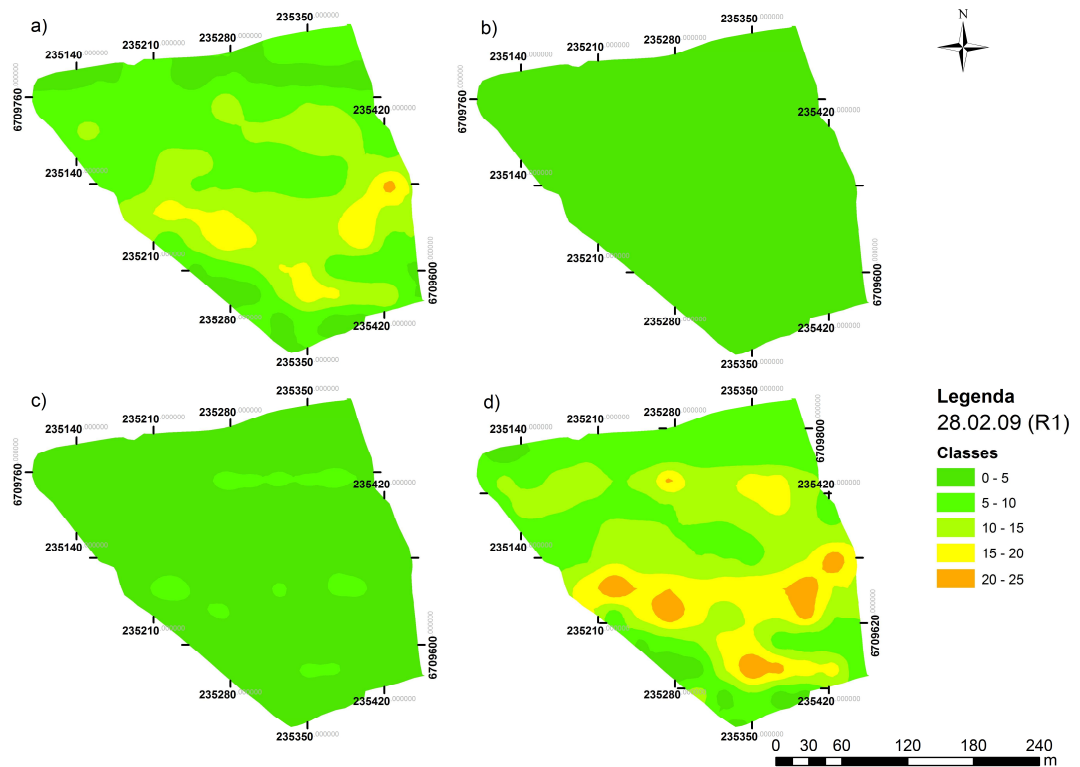
A análise visual dos mapas de distribuição espacial de lagartas para as avaliações de 28/02/09 e 05/03/09 (Figura 3 e 4) demonstram que *P. includens* e *A. gemmatalis* continuaram a se distribuir com sucesso na área, alcançando o pico populacional na avaliação de 05/03/09 (Figura 4), quando a cultura estava em florescimento pleno (R2). A espécie *A. gemmatalis* (Figura 4a) apresentou infestação em 100% da área, com até 40 lagartas  $m^{-2}$ , e *P. includens* (Figura 4c), teve maior infestação populacional na classe que variou de zero a cinco lagartas  $m^{-2}$ , totalizando 6,27 ha (94% da área) (Tabela 5).

A densidade total de lagartas (Figura 3d e 4d) variou de zero a 30 (28/02/09) e de zero a 40 lagartas  $m^{-2}$  (05/03/09), sendo que a área com infestação superior a 20 lagartas  $m^{-2}$ , considerada de risco pelos agricultores, embora ainda não alcance o nível de controle recomendado pelos pesquisadores, abrangia 1,67 ha (25% da área) e 3,80 ha (57% da área), respectivamente (Tabela 4 e 5).

Embora se tenha constatado comportamento aleatório na distribuição dessas lagartas, visualiza-se que as áreas com alta infestação estavam localizadas na parte sul da lavoura, onde havia deficiência do controle de plantas daninhas, de modo que essa condição favorece esses insetos. Corroborando, com o constatando por Guedes (1995), que relata alterações na entomofauna, favorecida pela ocorrência de plantas daninhas.

Os mapas de distribuição espacial apresentam diferentes padrões de densidade de lagartas. No mapa temático (Figura 5d), referente a avaliação do dia 14/03/09, pode-se visualizar que a distribuição espacial da densidade total de lagartas, dispersou para a região norte da lavoura, provavelmente devido a competição por espaço e recursos favoráveis, visto que na semana anterior foi constatado o pico populacional das lagartas na área, concentrado na parte sul. Segundo Taylor (1981), à medida que os recursos diminuem, os insetos tendem a se redistribuir mediante a migração de indivíduos dentro dos limites de ocupação da população.

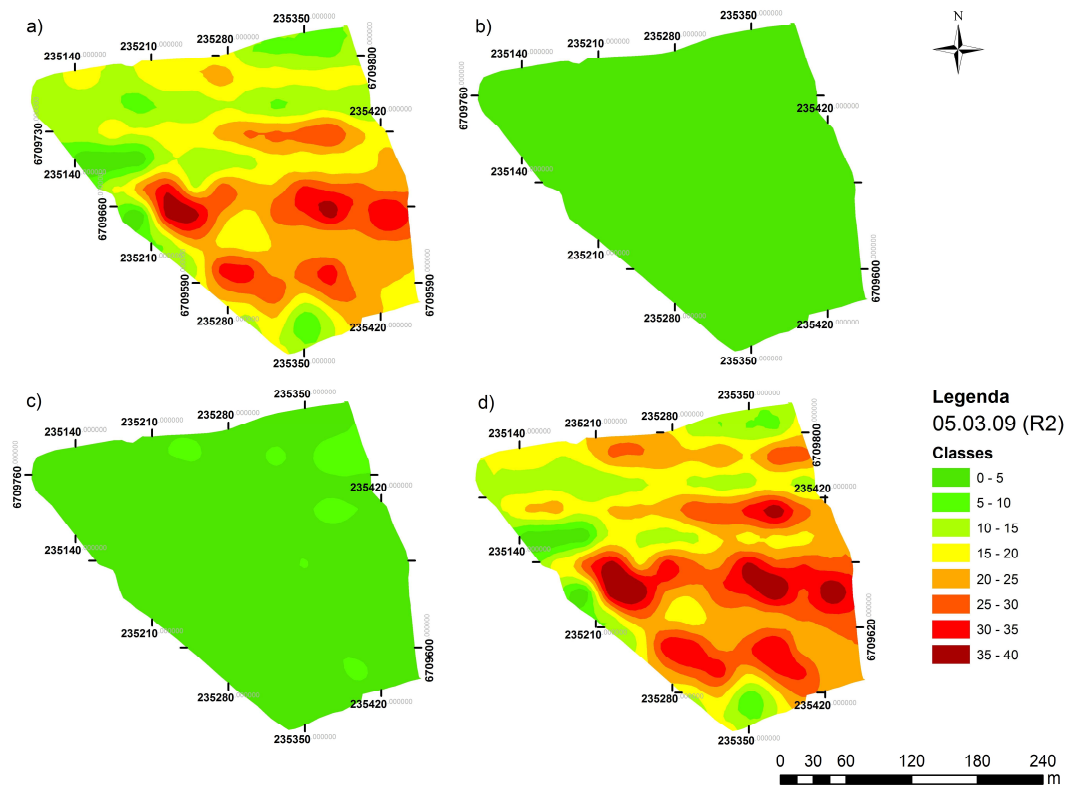
A classe predominante de infestação do total de lagartas (Figura 5d) na área, foi de 10 a 15 lagartas  $m^{-2}$ , abrangendo 2,78 ha (Tabela 6), denotando a diminuição da infestação de lagartas após o pico populacional. Áreas com população superior a 20 lagartas  $m^{-2}$ , representavam menos de 10% da área infestada em 14/03/09. Notou-se que a população de lagartas continuou a dispersar e diminuir na área, sendo que em 21/03/09 (Figura 6) a classe mais representativa foi de cinco a 10 lagartas  $m^{-2}$  (Tabela 7). O decréscimo da população a partir de R3 está relacionado ao final do ciclo da cultura e ao ciclo da praga, que para manutenção de sua nova geração, os adultos, migram para outras áreas em busca de melhores condições de abrigo e alimento (KLEIJN; VAN LANGEVELDE, 2006).



**Figura 3** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatilis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 28/02/2009.

**Tabela 4** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 28/02/2009.

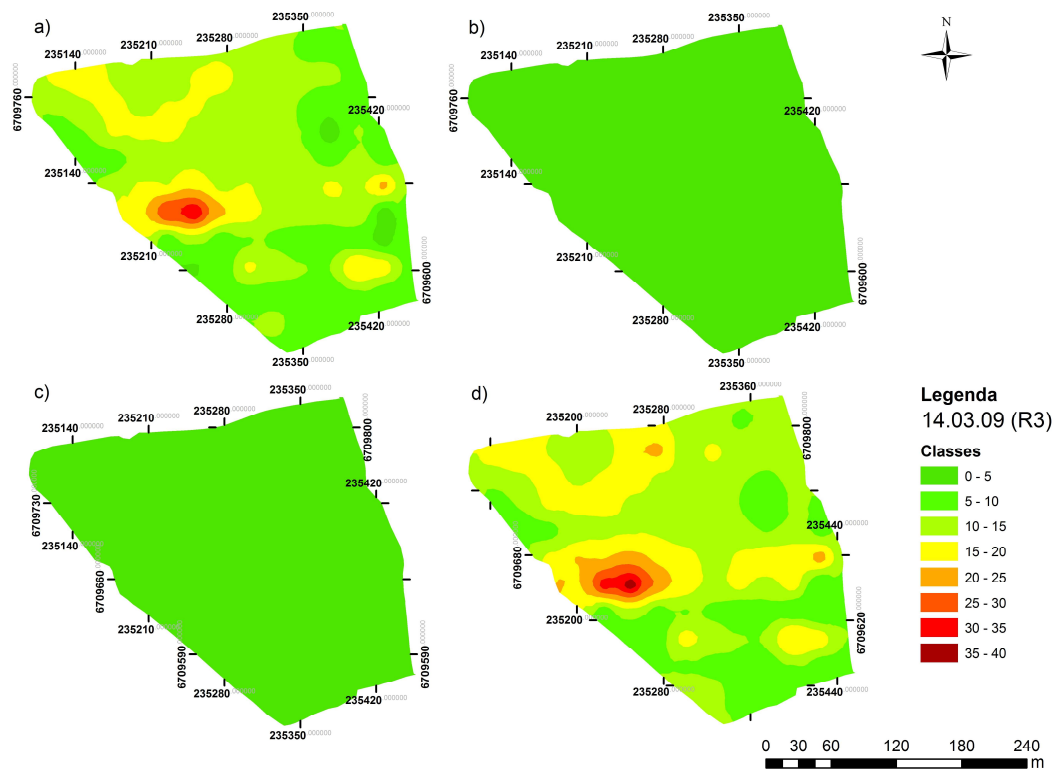
| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatilis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 1,21                         | 6,26                          | 6,64                       | 0,69            |
| 5 - 10  | 2,82                         | 0,37                          | -                          | 2,28            |
| 10 - 15 | 1,80                         | -                             | -                          | 2,01            |
| 15 - 20 | 0,74                         | -                             | -                          | 1,11            |
| 20 - 25 | 0,07                         | -                             | -                          | 0,56            |



**Figura 4** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatilis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 05/03/2009.

**Tabela 5** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 05/03/2009.

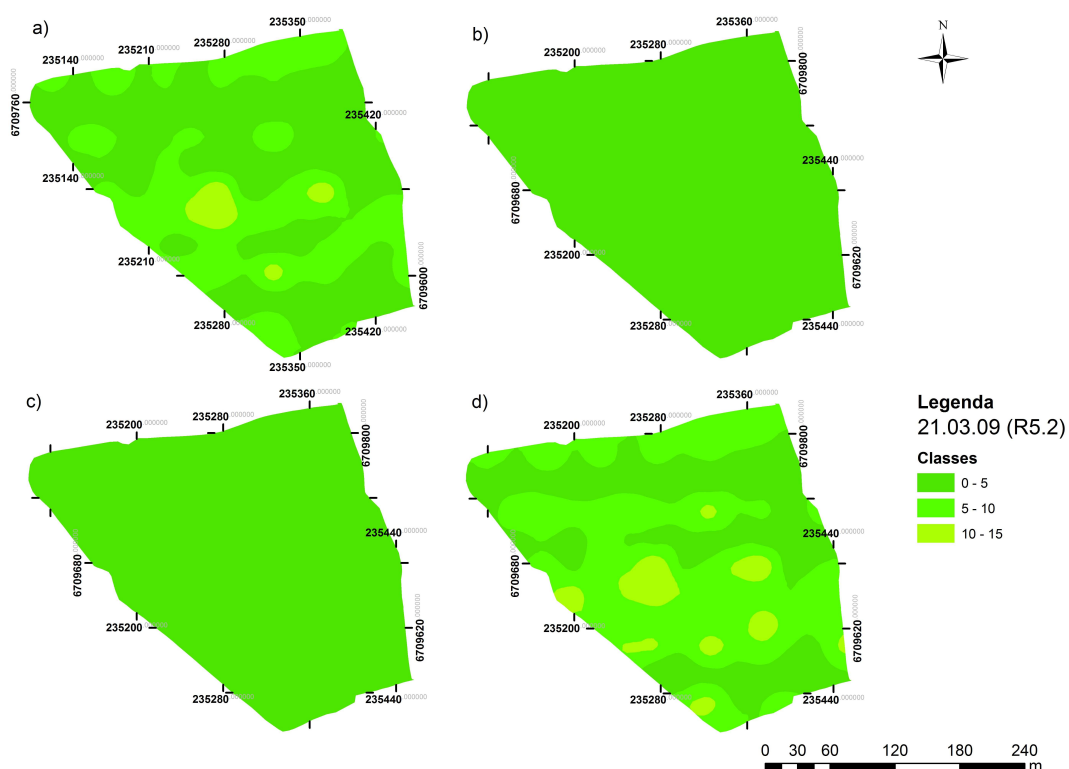
| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatilis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 0,27                         | 6,27                          | 6,64                       | 0,18            |
| 5 - 10  | 0,43                         | 0,37                          | -                          | 0,23            |
| 10 - 15 | 1,57                         | -                             | -                          | 1,01            |
| 15 - 20 | 1,71                         | -                             | -                          | 1,48            |
| 20 - 25 | 1,50                         | -                             | -                          | 1,76            |
| 25 - 30 | 0,83                         | -                             | -                          | 1,13            |
| 30 - 35 | 0,33                         | -                             | -                          | 0,65            |
| 35 - 40 | 0,09                         | -                             | -                          | 0,26            |



**Figura 5** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatilis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 14/03/2009.

**Tabela 6** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 14/03/2009.

| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatilis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 0,24                         | 6,58                          | 6,64                       | 0,31            |
| 5 - 10  | 1,60                         | 0,06                          | -                          | 1,48            |
| 10 - 15 | 2,92                         | -                             | -                          | 2,78            |
| 15 - 20 | 1,50                         | -                             | -                          | 1,54            |
| 20 - 25 | 0,22                         | -                             | -                          | 0,34            |
| 25 - 30 | 0,08                         | -                             | -                          | 0,09            |
| 30 - 35 | 0,05                         | -                             | -                          | 0,06            |
| 35 - 40 | 0,03                         | -                             | -                          | 0,04            |



**Figura 6** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 21/03/2009.

**Tabela 7** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 21/03/2009.

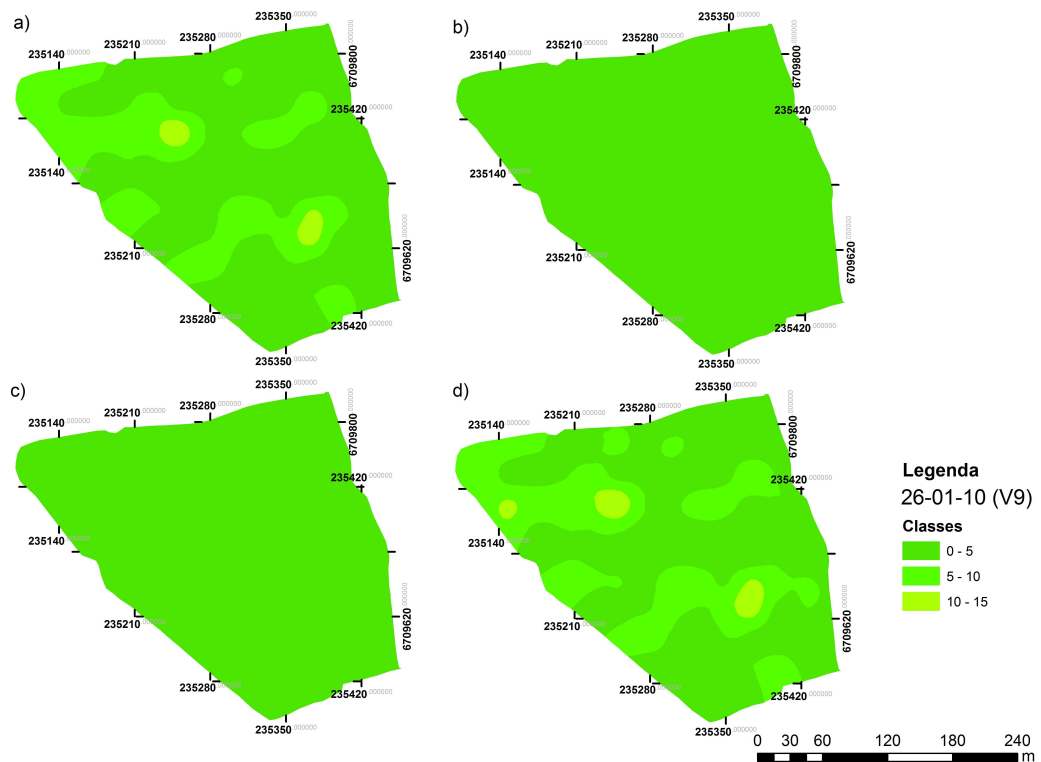
| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 3,84                         | 6,61                          | 6,64                       | -               |
| 5 - 10  | 2,56                         | 0,03                          | -                          | 3,52            |
| 10 -15  | 0,25                         | -                             | -                          | 0,52            |

Nessa safra (2008/09) as espécies *A. gemmatalis* e *S. eridania*, e também para a densidade total de lagartas a distribuição espacial foi aleatória. O comportamento de distribuição espacial agregada somente foi verificado para a espécie *P. includens*; essa apresentou pequena infestação durante todo o ciclo da cultura, com zero a cinco lagartas  $m^{-2}$  como intervalo populacional mais representativo.



Visando analisar as densidades populacionais das lagartas da soja ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, na safra 2009/10, foram construídos mapas temáticos para oito semanas de avaliação, utilizando-se interpolação por Krigagem. Esses representam a população por espécie e a densidade total de lagartas, desde o início da infestação na área até a sua dispersão.

Os mapas para o acompanhamento do comportamento da distribuição espacial de lagartas da soja, na safra 2009/10, foram gerados a partir do dia 26/01/10, quando a cultura da soja estava no final do período vegetativo, e os primeiros focos de lagartas foram constatados. Observou-se que, assim como, no ano anterior a população de lagartas ocorreu de maneira uniforme em toda a área amostral (Figura 7).



**Figura 7** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 26/01/2010.

**Tabela 8** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 26/01/2010.

| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 5,18                         | 6,64                          | 6,64                       | 4,98            |
| 5 - 10  | 1,39                         | -                             | -                          | 1,57            |
| 10 -15  | 0,07                         | -                             | -                          | 0,09            |

Com a observação dos mapas temáticos (Figura 7, 8, 9, 10, 11, 12,13 e 14) nota-se que a infestação de lagartas foi elevada durante todo o ciclo de desenvolvimento da soja. As espécies predominantes, na safra 2009/10, foram *A. gemmatalis* e *S. eridania*, durante todo o ciclo da cultura, sendo que a última ocorreu isolada e com alta população no final do ciclo de desenvolvimento, estágio R5.3 e R6 (Figura 13 e 14), provavelmente, o sucesso da espécie *S. eridania* em relação às demais, seja devido ao hábito de se alimentar dos legumes (GAZZONI; YORINORI, 1995), portanto consegue alimento adequado mesmo quando a cultura já se encontra com pouca área foliar.

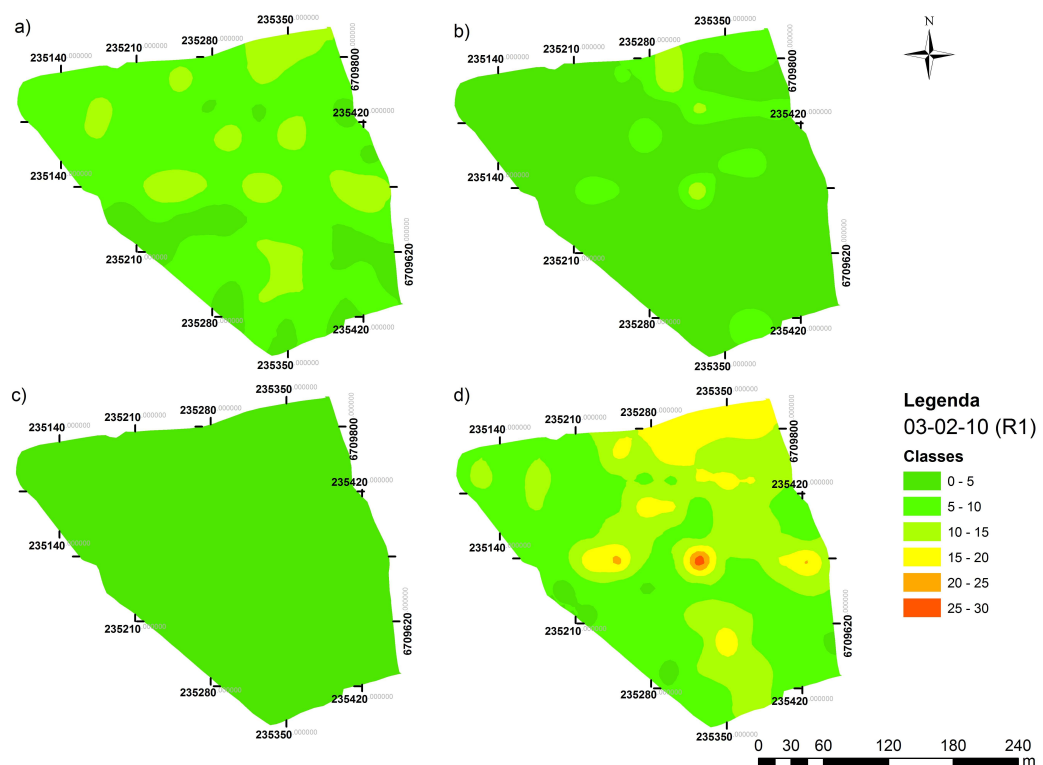
Nessa safra, a infestação de lagartas na área atingiu o nível de controle, estabelecido pela Comissão de Entomologia - Reunião da Soja, verificando-se focos, com mais de 40 lagartas m<sup>-2</sup> em duas datas de avaliação (Figura 9 e 13), sendo observado que para a população de *S. eridania* e quando consideradas todas as espécies juntas, comportamento agregado na distribuição espacial das lagartas, salientando que a população predominante na área, nas duas datas foi da espécie *S. eridania*.

O conhecimento do padrão de distribuição das lagartas permite que por meio da agricultura de precisão, se possa concentrar o manejo nos locais que realmente necessitam de controle e assim ter uma melhor aplicação e aproveitamento dos insumos, melhorando a produtividade, reduzindo o custo de produção e o impacto ambiental causado pelo excesso utilizado (FARIAS et al., 2003). Visto que com o auxílio da geoestatística é possível adotar planos de amostragem, permitindo o monitoramento das áreas e a geração de mapas, para ilustrar as áreas de maior infestação.

Ao se considerar o nível de controle estabelecido em 40 lagartas m<sup>-2</sup>, a área abrangida com infestação, justificando manejo fitossanitário, foi de 0,04 ha em 10/02/10 (Tabela 10) e 0,29 ha em 12/03/10 (Tabela 14). Porém ao considerar 20 lagartas m<sup>-2</sup>, como base para tomada de decisão da realização do manejo, a área a ser controlada abrange 1,87 ha (28% da

área) e 2,22 ha (33% da área), para 10/02/10 e 12/03/10, respectivamente. Essa informação ressalta os erros e ou excessos realizados no manejo fitossanitário das lagartas, pois mesmo considerando os períodos de pico populacional e um nível de controle abaixo do estabelecido pela pesquisa, a área com necessidade de ser manejada é inferior a metade da área em estudo.

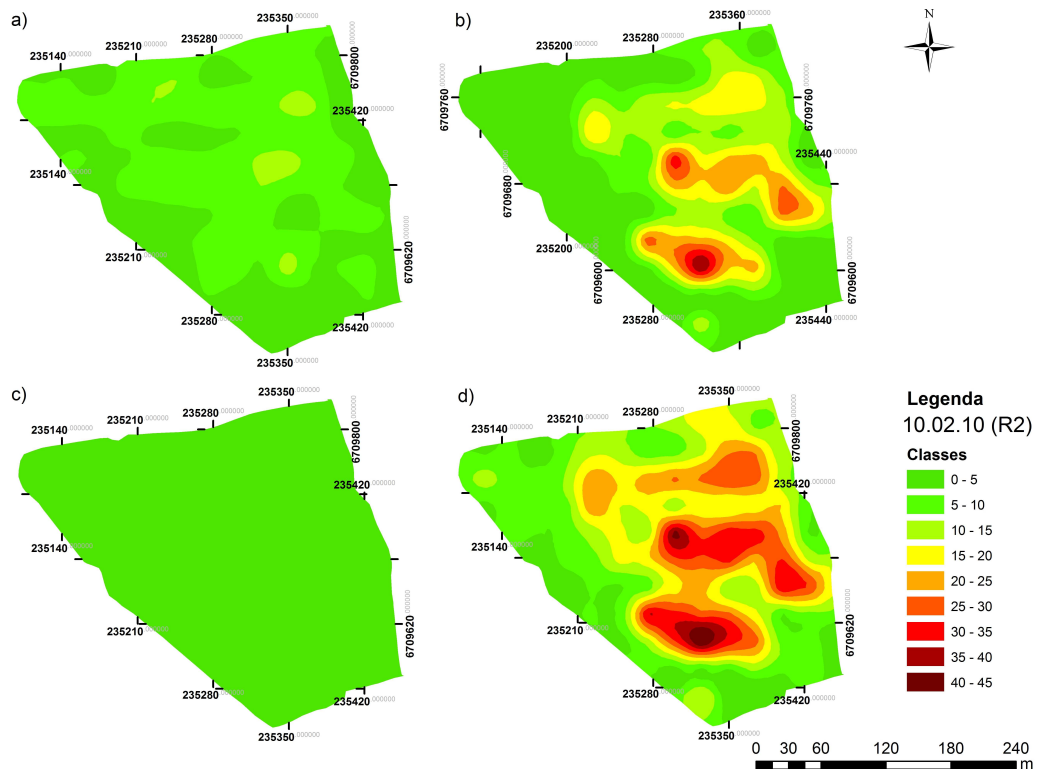
Os resultados obtidos demonstram a viabilidade no uso da geoestatística na estimativa da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja e na definição de espaçamentos de grades de amostragem. Portanto, mapeamentos das lagartas da soja deverão levar em consideração os modelos de dependência espacial, caracterizados pelos semivariogramas. Visto que, o conhecimento da distribuição geográfica das lagartas da soja deve ser considerado como parte fundamental na elaboração de programas de manejo integrado de pragas. De modo a reduzir os riscos de surtos, os custos do controle das mesmas em cultivo de soja e o impacto dessas medidas.



**Figura 8** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatilis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 03/02/2010.

**Tabela 9** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 03/02/2010.

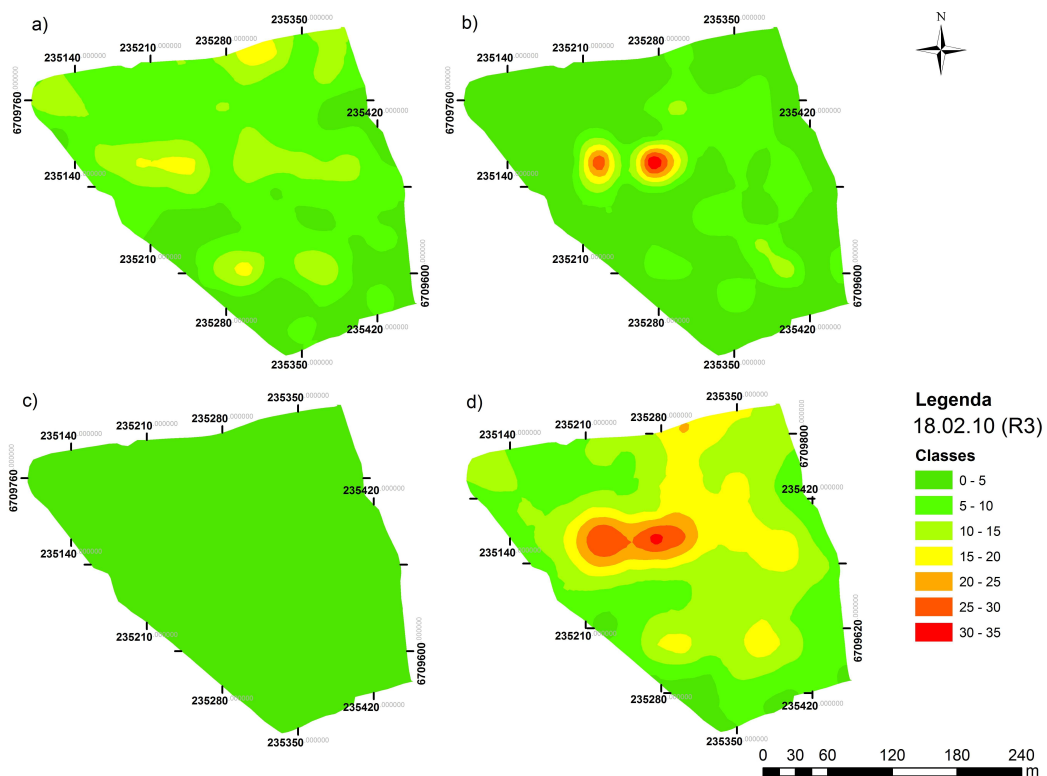
| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 1,74                         | 6,64                          | 5,85                       | 1,23            |
| 5 - 10  | 4,34                         | -                             | 0,70                       | 3,28            |
| 10 - 15 | 0,55                         | -                             | 0,09                       | 1,50            |
| 15 - 20 | -                            | -                             | -                          | 0,59            |
| 20 - 25 | -                            | -                             | -                          | 0,03            |
| 25 - 30 | -                            | -                             | -                          | 0,01            |



**Figura 9** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 10/02/2010.

**Tabela 10** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 10/02/2010.

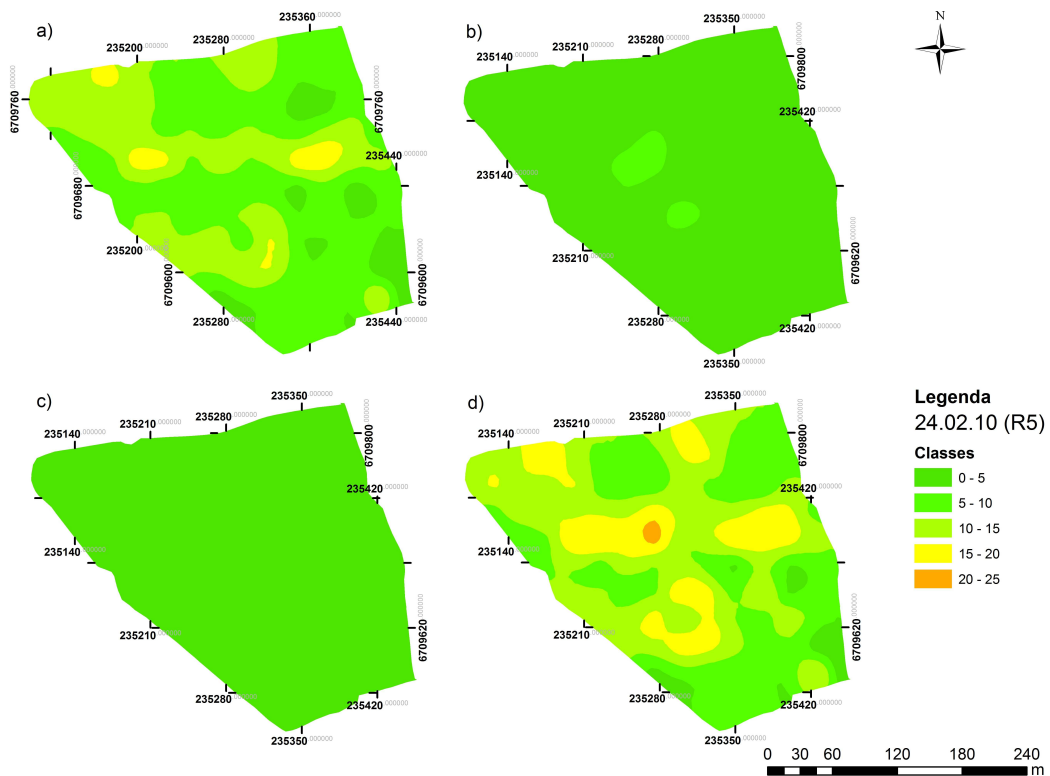
| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 2,74                         | 6,64                          | 2,45                       | 0,86            |
| 5 - 10  | 3,68                         | -                             | 1,22                       | 1,65            |
| 10 - 15 | 0,22                         | -                             | 1,32                       | 1,11            |
| 15 - 20 | -                            | -                             | 0,82                       | 1,14            |
| 20 - 25 | -                            | -                             | 0,54                       | 0,80            |
| 25 - 30 | -                            | -                             | 0,21                       | 0,53            |
| 30 - 35 | -                            | -                             | 0,05                       | 0,39            |
| 35 - 40 | -                            | -                             | 0,02                       | 0,11            |
| 40 - 45 | -                            | -                             | 0,01                       | 0,04            |



**Figura 10** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 18/02/2010.

**Tabela 11** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 18/02/2010.

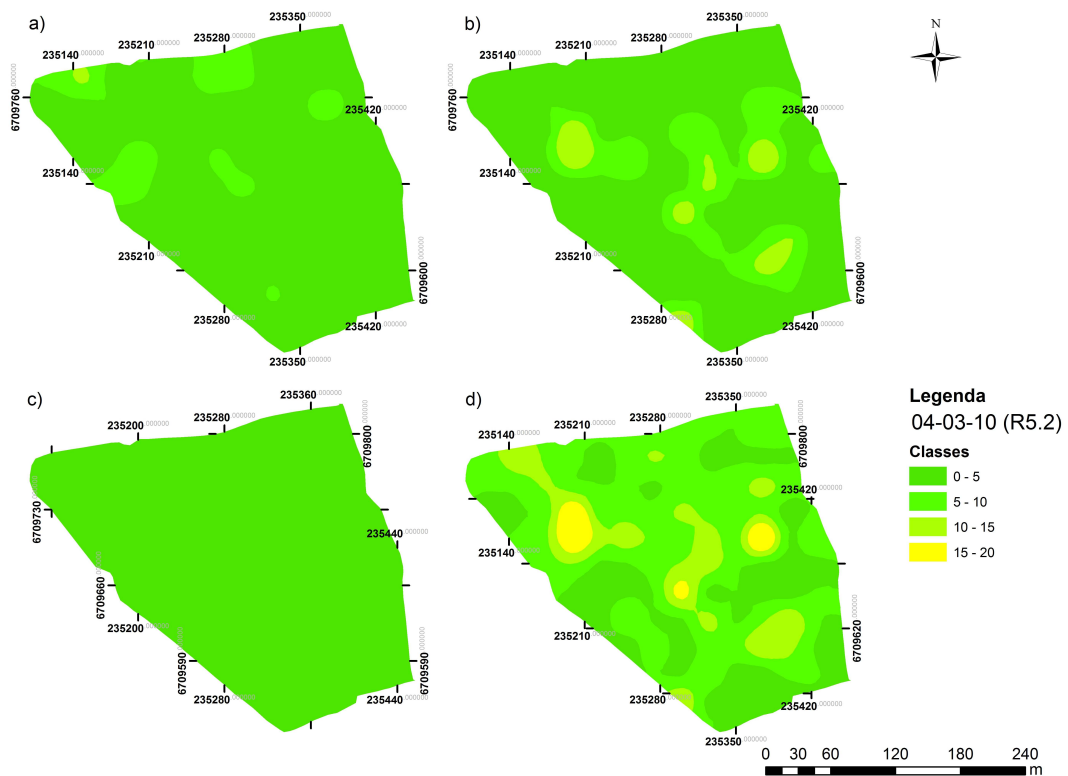
| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 1,43                         | 6,64                          | 4,42                       | 1,17            |
| 5 - 10  | 3,77                         | -                             | 1,75                       | 2,84            |
| 10 -15  | 1,29                         | -                             | 0,25                       | 2,03            |
| 15 - 20 | 0,14                         | -                             | 0,09                       | 0,32            |
| 20 - 25 | -                            | -                             | 0,06                       | 0,20            |
| 25 - 30 | -                            | -                             | 0,03                       | 0,06            |
| 30 - 35 | -                            | -                             | 0,01                       | -               |



**Figura 11** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 24/02/2010.

**Tabela 12** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 24/02/2010.

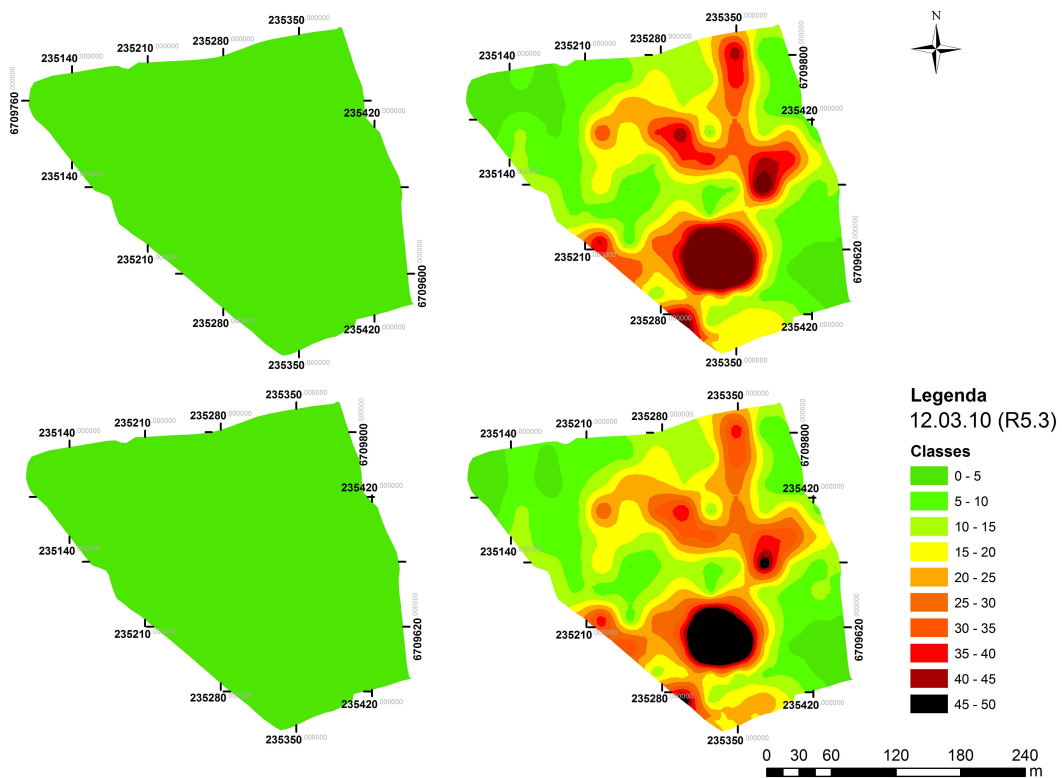
| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 0,55                         | 6,64                          | 6,37                       | 0,26            |
| 5 - 10  | 3,59                         | -                             | 0,26                       | 2,47            |
| 10 - 15 | 2,26                         | -                             | -                          | 2,73            |
| 15 - 20 | 0,24                         | -                             | -                          | 1,06            |
| 20 - 25 | -                            | -                             | -                          | 0,11            |



**Figura 12** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 04/03/2010.

**Tabela 13** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 04/03/2010.

| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 5,88                         | 6,64                          | 4,23                       | 1,99            |
| 5 - 10  | 0,73                         | -                             | 1,85                       | 3,48            |
| 10 - 15 | 0,02                         | -                             | 0,47                       | 0,94            |
| 15 - 20 | -                            | -                             | 0,08                       | 0,21            |

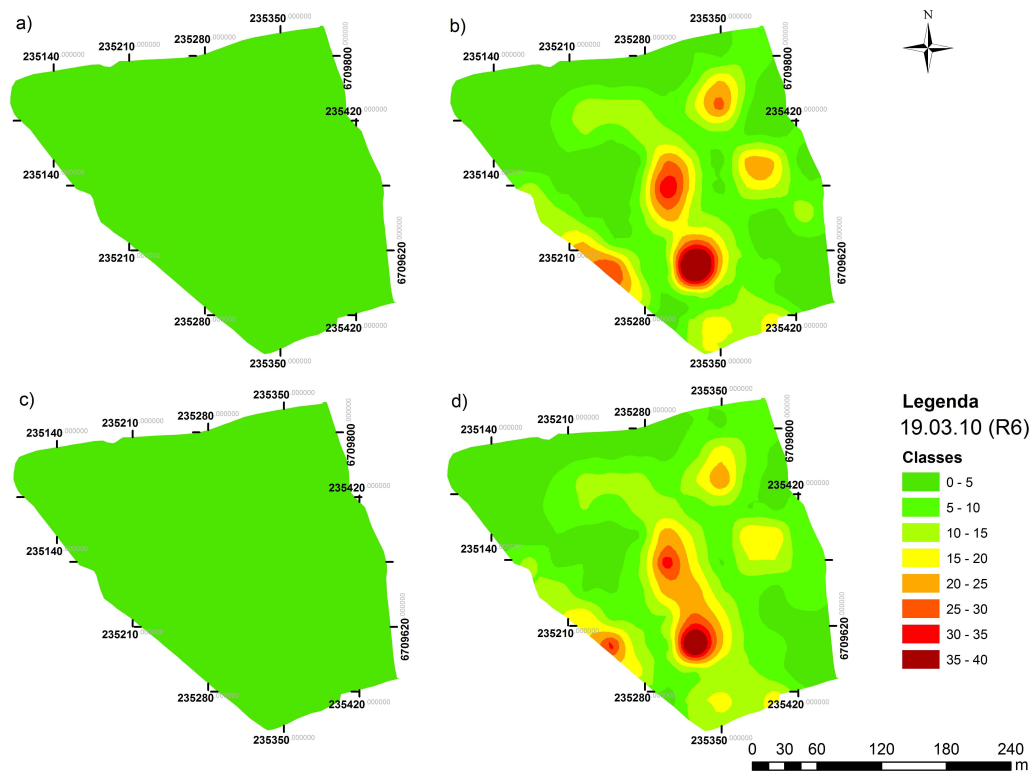


**Figura 13** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 12/03/2010.



**Tabela 14** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 12/03/2010.

| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 6,64                         | 6,64                          | 0,93                       | 0,78            |
| 5 - 10  | -                            | -                             | 1,54                       | 1,62            |
| 10 - 15 | -                            | -                             | 1,13                       | 1,14            |
| 15 - 20 | -                            | -                             | 0,89                       | 0,87            |
| 20 - 25 | -                            | -                             | 0,77                       | 0,77            |
| 25 - 30 | -                            | -                             | 0,51                       | 0,53            |
| 30 - 35 | -                            | -                             | 0,33                       | 0,33            |
| 35 - 40 | -                            | -                             | 0,18                       | 0,21            |
| 40 - 45 | -                            | -                             | 0,07                       | 0,09            |
| 45 - 50 | -                            | -                             | 0,29                       | 0,29            |



**Figura 14** – Mapas da distribuição espacial de lagartas desfolhadoras da soja resultantes da krigagem ordinária: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 19/03/2010.

**Tabela 15** – Distribuição por classe populacional da densidade de lagartas desfolhadoras da soja. Santa Maria, RS, 19/03/2010.

| Classes | Área (ha)                    |                               |                            | Densidade total |
|---------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
|         | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> |                 |
| 0 - 5   | 6,64                         | 6,64                          | 2,53                       | 2,42            |
| 5 - 10  | -                            | -                             | 1,85                       | 1,87            |
| 10 - 15 | -                            | -                             | 1,17                       | 1,14            |
| 15 - 20 | -                            | -                             | 0,52                       | 0,53            |
| 20 - 25 | -                            | -                             | 0,30                       | 0,35            |
| 25 - 30 | -                            | -                             | 0,14                       | 0,18            |
| 30 - 35 | -                            | -                             | 0,06                       | 0,08            |
| 35 - 40 | -                            | -                             | 0,08                       | 0,08            |

## 4 CONCLUSÕES

A análise dos semivariogramas permite modelar a variabilidade espacial das lagartas desfolhadoras da soja.

Os modelos ajustados são diferentes para as espécies *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania* e datas de avaliação.

O gride de amostragem utilizado é apropriado para caracterizar de forma precisa a distribuição espacial das lagartas desfolhadoras da soja.

A distribuição espacial das lagartas desfolhadoras da soja é inicialmente aleatório e a medida que a população cresce torna-se agregado.

## 5 REFERÊNCIAS

ARAUCARIA SEMENTES. **Soja BMX Potência RR**. DISPONIVEL EM: <http://www.sementesaraucaria.com.br/potencia.php>. Acesso em: 17 de nov. 2010.

BARRIGOSSI, J. A. F. et al. Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 30, n. 2, p. 244-253, Apr. 2001.

CAMBARDELLA, C. A. et al. Fieldscale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 6, p. 1501-1511, 1994.

CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento de grãos 2009/2010**. [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

DINARDO-MIRANDA, L. L. et al. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 449-455, 2007.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FARIAS, P. R. S. et al. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 235-241, ago. 2003.

FARIAS, P. R. S. et al. Dependência espacial de vetores de *Xylella fastidiosa* em pomar de laranja georreferenciado com o uso do DGPS. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., 2005, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2005. 1 CD-ROM.

FREITAS, V. A. **Análise de dados espaciais por meio de semivariogramas**. 2000, 30 f. Monografia (Graduação em Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, 2000.

GAZZONI, D. L.; J. T. YORINORI. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: EMBRAPA, 1995, 128 p. (Manuais de Identificação de Pragas e Doenças, 1).

GILBERT, M.; GRÉGOIRE, J. C. Site condition and predation influence a bark beetle's success: a spatially realistic approach. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 5, n. 2, p. 87-96, May. 2003.

GILBERT, M.; VOULAND, G.; GRÉGOIRE, J. C. Past attacks influence host selection by the solitary bark beetle *Dendroctonus micans*. **Ecological Entomology**, London, v. 26, n. 2, p. 133-142, Apr. 2001.

GUEDES, J. V. C. **Alterações na entomofauna de milho e feijão provocadas pelo consórcio e convivência com plantas daninhas**. 1995. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

GUERRA, P. A. G. **Geoestatística operacional**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, 1988. 145 p.

HUGHES, G. ; MCKINLAY, R. G. Spatial heterogeneity in yield-pest relationships for crop loss assessment. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 41, n. 1-2, p. 67-73, Apr. 1988.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University, 1989. 561 p.

KLEIJN, D.; VAN LANGEVELDE, F. Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 7, n. 3, p. 201-214, May. 2006.

LANDIM P. M. B. Sobre Geoestatística e mapas. **Terra e Didática**, Campinas, v. 2, n.1, p. 19-33, 2006.

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, Jan. 1993.

MORAES, R. R.; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. Flutuação populacional de *Plusiinae* e *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 51-56, jan. 1991.

PRADO, R. C. O. **Soja é alimento e energia**. In: Boletim de Pesquisa da Soja: Fundação MT, 274 p. 2007.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 36., 2008, Porto Alegre. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2007/2008**. Porto Alegre: Fepagro e Emater, 2008. 157 p.

RIBEIRO, A. L. De P.; COSTA E. C. Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR 16, no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 767-771, set./out. 2000.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1982. 20 p. (Special Report, 53)

STECCA, C. dos S. et al., Identificação de espécies de Plusiinae e proporção de espécies de lagartas em soja no Rio Grande do Sul. IN: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 12.; SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2008, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, 2008. 1 CD-ROM.

TAYLOR, R. A. J. The behavioral basis of redistribution I. The delta model concept. **Journal of Animal Ecology**, Londres, v. 50, n. 4, p. 573-586. 1981.

VALERIANO, M. M.; PRADO, H. Técnicas de geoprocessamento e de amostragem para o mapeamento de atributos anisotrópicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 997-1005, 2001.

WOJCIECHOWSK, J. C. et al. Geoestatística aplicada ao estudo das características físico-químicas do solo em áreas de floresta estacional decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 383-391, out./dez. 2009.

YORINORI, J. T. **Cancro da haste da soja: epidemiologia e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 1996. 75 p. (Circular Técnica, 14).

## CAPÍTULO 2

### FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE LAGARTAS DESFOLHADORAS DA SOJA

#### RESUMO

O objetivo do trabalho foi analisar a flutuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Defesa fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, nas safras agrícolas 2008/09 e 2009/10, em 6,6 ha de soja. O gride de amostragem foi de 25 x 25 m, no total de 105 pontos, demarcados em campo com GPS de navegação. As amostragens foram realizadas de duas formas: 1) contagem direta: da pré-emergência a V3; 2) com pano-de-coleta: de V4 até a colheita, realizando duas avaliações por ponto. As lagartas foram colocadas em frascos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da UFSM, para identificação e quantificação das espécies. Os resultados foram submetidos à análise estatística, com o auxílio do programa Office Excel, efetuando-se correlação de Pearson, com probabilidade de 5% de erro. Desta forma foram estabelecidas correlações, entre o número de espécies de lagartas e entre as variáveis meteorológicas, precipitação (somatório da semana anterior a coleta) e temperatura máxima, mínima e média (média da semana anterior a coleta). *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* e *Spodoptera eridania* são as principais espécies de lagartas desfolhadoras na cultura da soja em Santa Maria. A ocorrência de lagartas desfolhadoras da soja é maior na fase reprodutiva da cultura. *Spodoptera eridania* apresenta um aumento na sua ocorrência em soja.

**Palavras-chave:** Entomologia Agrícola. *Anticarsia gemmatalis*. *Pseudoplusia includens*. *Spodoptera eridania*.

## CHAPTER 2

# POPULATIONAL FLUCTUATION OF SOYBEAN DEFOLIATING CATERPILLARS

### ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the populational fluctuation of the soybean defoliating caterpillars, during the development stage. The experiment was carried at the experimental area of the Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil, at the 2008/09 and 2009/10 crop, on a 6,6 ha soybean field. The sampling grid dimension was 25 x 25m, totalizing 105 points, demarked with a navigation GPS. The samplings were performed in two ways: 1) direct counting: from pre-emergence until V3; 2) with beat cloth: from V4 until harvest, performing two evaluations per point. The caterpillars were placed in to plastic cups and sent to the Entomology Laboratory of UFSM, where they were submitted to the statistic analysis, aided by the computational program Office Excel, via performing the Pearson product-moment correlation coefficient, with 5% mistake probability. In this way, were established correlations between caterpillar number of species and between meteorological variants, precipitation (summation of the week prior collect) and maximum, medium and average temperature (average of the week prior collect). *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplusia includens* and *Spodoptera eridania* are the main species on the soybeans culture in Santa Maria. The occurrence of soybean defoliating caterpillars is higher on the reproductive period. *Spodoptera eridania* demonstrate a raise on its soybeans occurrence.

**Key Words:** Agricultural Entomology. *Anticarsia gemmatalis*. *Pseudoplusia includes*. *Spodoptera eridania*.



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como segundo maior produtor mundial de soja, produzindo 64,56 milhões de toneladas, superado apenas pelos Estados Unidos (CONAB, 2010). Dentre as limitações ao aumento de produtividade, estão as pragas que, sob condições favoráveis, podem ganhar importância e causar perdas significativas de rendimento de grãos.

A cultura da soja está sujeita ao ataque de insetos desde a germinação até a colheita. Insetos, principalmente, em seu estágio larval, podem atacar as plântulas e posteriormente atacar a planta durante a fase vegetativa e em alguns casos, até a floração (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Do complexo de lagartas desfolhadoras que ocorrem na soja, a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada a principal espécie-praga na cultura. Além desta, podem ocorrer outras espécies de importância secundária, como, a lagarta falsa-medideira, *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae-Plusiinae) (MORAES et al., 1991). Além destas, as lagartas do gênero *Spodoptera*, também tem causado danos a cultura da soja, nos últimos anos (DEGRANDE; VIVAN, 2007).

A sojicultura brasileira é baseada no uso de grandes áreas de cultivo, no monocultivo e no emprego de produtos químicos. Tais características proporcionam uma boa produtividade, no entanto, apresentam desvantagens, como impacto negativo ao meio ambiente, redução da diversidade biológica do sistema e conseqüentemente a reinfestação de insetos-praga, o aumento da população de insetos considerados de importância secundária, assim como o surgimento de populações resistentes a inseticidas (GAZZONI et al., 1988).

Nas últimas safras, destaca-se a ocorrência de espécies de lagartas, que até então não atacavam a cultura e que espécies secundárias passaram a causar problemas. Nesse contexto a determinação das espécies bem como o conhecimento das flutuações populacionais ao longo do ciclo, é fundamental para adoção de novas estratégias de controle, e assim racionalizar o uso de inseticidas químicos, para que o MIP seja aplicado satisfatoriamente.

O objetivo deste trabalho foi analisar a flutuação populacional das espécies de lagartas desfolhadoras da soja ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local

O estudo da flutuação populacional de lagartas desfolhadoras na soja foi realizado na área experimental do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS, em altitude de 95 m, latitude de 29°42'52''S e longitude de 53°44'9''O em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (EMBRAPA, 1999). De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é classificado como subtropical úmido, classe "Cfa", caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio entre -3°C e 18°C e do mês mais quente, temperatura média superior a 22°C, com chuvas distribuídas durante o ano todo (MORENO, 1961). A precipitação média anual varia entre 1400 e 1760 mm, porém há probabilidade de ocorrência de déficit hídrico entorno de 40 mm, é de 25% em janeiro, 15% em fevereiro, e 10% em março (BURIOL, 1980).

Durante as safras agrícolas 2008/09 e 2009/10, a soja foi semeada em 31/12/2008 e 17/12/2009, respectivamente, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, em uma área de 6,64 hectares, com as cultivares CD 214 RR, na safra 2008/09 e BMX Potência, na safra 2009/10, de grupo de maturação precoce (135 dias) e semiprecoce (138 dias), respectivamente (REUNIÃO, 2008; ARAUCÁRIA, 2010).

As operações de semeadura, adubação e demais tratos culturais (controle de plantas daninhas e doenças) foram executados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura, porém ressalta-se que não foram feitas aplicações de acaricidas e inseticidas na parte aérea das plantas.

### 2.2 Amostragem

O perímetro da área foi demarcado com o auxílio de um equipamento GPS de navegação, marca Garmin, modelo GPS10, com interface para computador-de-mão (Pocket

PC). Utilizou-se o programa computacional CR-Campeiro, tecnologia móvel, para dividir a área experimental em gride regular de amostragem.

A área de estudo, 6,64 ha, foi dividida em um gride com 105 pontos equidistantes a cada 25 metros. Para a localização dos pontos de amostragem utilizou-se o equipamento GPS para a demarcação do perímetro e o auxílio de estacas fixadas em cada ponto, devidamente identificadas..

As amostragens das populações de lagartas foram realizadas semanalmente, desde a pré-emergência da soja até a maturação de colheita (06/01/2009 a 18/04/2009, e 22/12/2009 a 05/04/2010), para as duas safras agrícolas, respectivamente. As avaliações de pré-emergência foram realizadas nas entre linhas do cultivo de soja, quando a palhada da superfície do solo era removida manualmente e vistoriada a procura de lagartas. Da emergência da soja até V3 (plantas com segundo trifólio aberto) as avaliações foram visuais, buscando-se a presença de lagartas nas plantas de soja, na palhada logo abaixo destas e na superfície do solo, em função do pequeno porte das mesmas. De (V4) plantas com terceiro trifólio aberto até a maturação de colheita (R9), as amostragens foram realizadas com pano-de-coleta, sobre o qual as plantas foram vigorosamente agitadas para a queda dos insetos.

Em todas as datas de amostragem foram realizadas duas coletas por ponto, totalizando 2 m<sup>2</sup> de área amostrada. Em cada data, foi avaliada a fenologia da soja, segundo a escala de Ritchie et al. (1982) adaptada por Yorinori (1996).

As lagartas coletadas foram colocadas em frascos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da UFSM, para identificação e quantificação das espécies.

### **2.3 Análise dos dados coletados**

Para o estudo da flutuação populacional, as lagartas coletadas nas duas safras foram identificadas e contabilizadas. Posteriormente, esses dados foram transformados para 1 m<sup>2</sup> de área amostrada, afim de padronizar o tamanho de área amostral, colocando os resultados numa linguagem prática para a discussão dos resultados, visto que os níveis de dano e controle estão estabelecidos em insetos m<sup>-2</sup>.

Por fim, os resultados foram submetidos à análise estatística, efetuando-se correlação de Pearson, com probabilidade de 5% de erro. Desta forma, foram estabelecidas correlações, entre o número de espécies de lagartas por data de coleta e entre as variáveis climáticas,

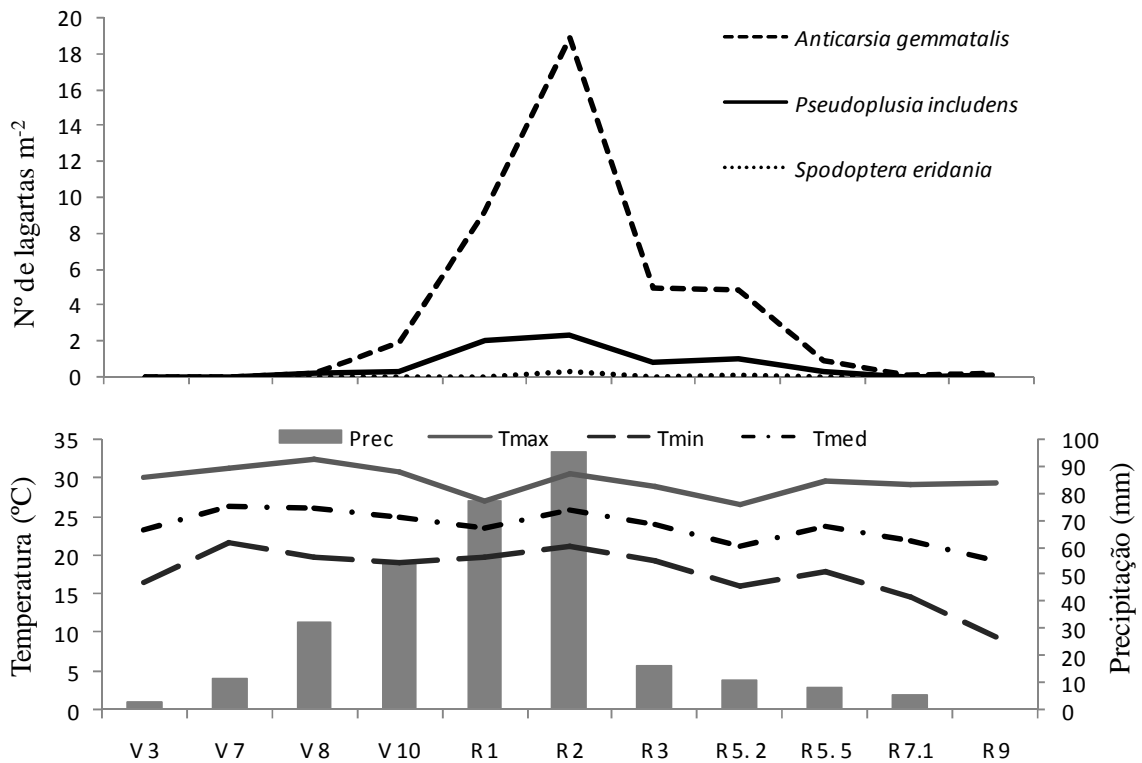
precipitação em milímetros (somatório da semana anterior a coleta) e temperatura máxima, mínima e média em °C (média da semana anterior a coleta). As análises estatísticas foram procedidas com o auxílio do programa Office Excel.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais espécies de lagartas que ocorreram na cultura da soja, na safra 2008/09 foram *A. gemmatalis*, *P. includens*, *R. nu* e *S. eridania*. Dentre as Plusiinae (*P. includens* e *R. nu*), predominou a ocorrência de *P. includens* em 95% da amostra. A espécie *S. eridania*, foi constatada em praticamente todo o ciclo, embora a sua ocorrência fosse a número reduzido, o maior índice populacional foi no estágio R2 (Figura 1). *A. gemmatalis* predominou sobre as demais espécies durante todo o ciclo da cultura, sendo esses resultados observados por vários autores em levantamentos realizados na cultura da soja, em diferentes regiões do Brasil (VENZON; MARTINS FILHO, 1995; DIDONET et al., 1998, 2003; STECCA et al., 2008).

A ocorrência de lagartas foi verificada no final do estágio vegetativo, quando a cultura encontrava-se em V8, a partir dessa data a população de *A. gemmatalis* e *P. includens* cresceu alcançando picos populacionais de 18,83 e 2,24 lagartas m<sup>-2</sup>, respectivamente, no estágio R2 (Figura 1). Comportamento semelhante foi constatado por Moraes et al. (1991), por duas safras consecutivas no Rio Grande do Sul e por Didonet et al., (2003), em estudo realizado em Tocantins, no qual relata pouca incidência de lagartas no período vegetativo, concentrando maior densidade populacional no período reprodutivo.

Em R3 e R5.2, do ciclo de desenvolvimento da soja, as populações de *A. gemmatalis* e *P. includens*, respectivamente, reduziram mantendo-se em níveis próximos a 5 e 1 lagartas m<sup>-2</sup> (Figura 1). Observou-se que ambas as espécies de lagartas não se mantiveram com sucesso na área por período superior a três semanas, provavelmente devido à ocorrência dos inimigos naturais constatados na área experimental, como *Nomurea rileyi* e *Litomastix truncatella*. Moraes et al. (1991), também relatam que as lagartas da subfamília Plusiinae não se estabelecem com sucesso na cultura devido à ocorrência de parasitóides e patógenos.



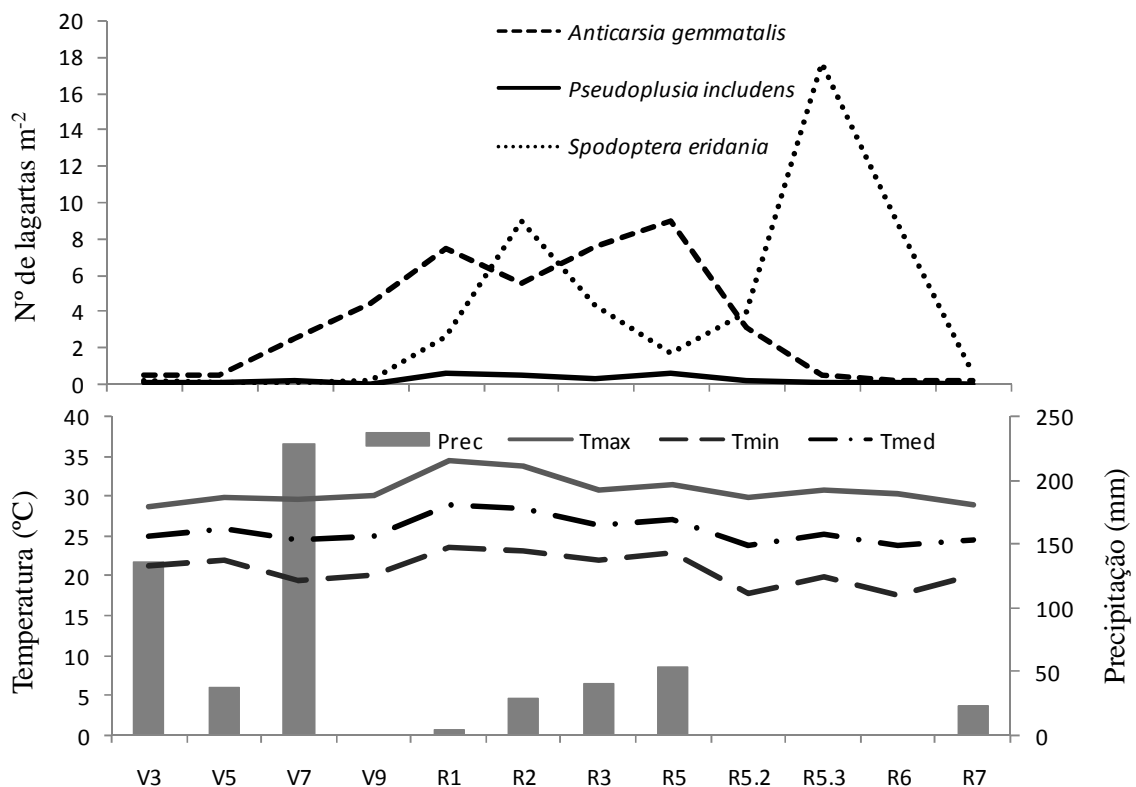
**Figura 1** – Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras na cultura da soja na safra 2008/09 e dados meteorológicos do período. Santa Maria, RS, Brasil.

Analisando-se a flutuação populacional das lagartas no segundo ano do trabalho, se constata uma inversão nos valores quantitativos das espécies que normalmente ocorrem na soja (Figura 2). No ano agrícola 2009/10, predominou em ordem decrescente de abundância ao longo do ciclo da cultura da soja, as espécies *S. eridania*, *A. gemmatalis* e *P. includens*. Essa alteração na ocorrência de lagartas, com incremento da população de espécies cuja presença não era freqüente na cultura, provavelmente esta associada as novas tecnologias empregadas no cultivo da soja, que implicam em um manejo fitossanitário mais eficiente de plantas daninhas e doenças, contudo, desfavorecendo a atuação de entomopatógenos, parasitóides e predadores que mantinham essas populações em equilíbrio, conforme relatado por Bueno et al. (2007).

É importante salientar que o uso do *Baculovirus*, pratica muito difundida pela Embrapa, nas décadas de 80 e 90, é específico para a lagarta-da-soja, não controlando outras espécies de lagartas que atacam a soja (SAVIO; PINOTTI, 2008). De outro lado, as práticas, atualmente, utilizadas pelos sojicultores, como o uso de inseticidas de amplo espectro (ex. piretróides) em mistura com herbicidas, ou ainda, por ocasião de aplicações de fungicidas, é

realizado sem a necessidade de controle de insetos. Essas práticas visam somente aproveitar a operação dos demais tratos culturais e usando dosagens de inseticida abaixo do recomendado, que de acordo com Corrêa-Ferreira et al. (2010), estão favorecendo o sucesso dessas espécies que até então não tinham importância econômica para a cultura da soja.

Comparando os resultados obtidos nos dois anos de estudo, fica evidenciado que na safra 2009/10 (Figura 2), houve um aumento expressivo da população de *S. eridania*, passando a competir em abundância com *A. gemmatalis*, além da redução populacional da espécie *P. includens*, a qual apesar da ocorrência durante todo o ciclo teve população inexpressiva, considerando o complexo de lagartas presentes na cultura, provavelmente devido a ação do parasitóide *Litomastix truncatella*. Segundo Corrêa-Ferreira et al. (2010), normalmente, lagartas de *P. includens* são mantidas sob controle pela presença de inimigos naturais que atacam esta lagarta desfolhadora.



**Figura 2** – Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras na cultura da soja na safra 2009/10 e dados meteorológicos do período. Santa Maria, RS, Brasil.

Nota-se que, as espécies *S. eridania* e *A. gemmatalis*, apresentaram um aumento distinto na população ao longo do ciclo da soja, quando ambas tiveram dois picos populacionais (Figura 2). De modo que, os picos populacionais das duas espécies foram intercalados. Ocorreu um pico populacional de *A. gemmatalis* no início do período reprodutivo (R1), o qual foi superado pela população de *S. eridania* no estágio R2, e posteriormente em R5 houve um novo pico de *A. gemmatalis* (9 lagartas m<sup>-2</sup>), momento em que a população de *S. eridania* chegou a níveis de 2 lagartas m<sup>-2</sup> e no final do período reprodutivo (R5.3) a população de lagarta-preta apresentou um novo surto, sendo coletadas 18 lagartas m<sup>-2</sup>.

A variação entre os picos populacionais das duas espécies (*S. eridania* e *A. gemmatalis*) pode estar relacionada à precipitação, pois houve uma redução da população de *S. eridania*, ao aumentar os índices de pluviosidade. Visto que a população de *Spodoptera* diminui após três semanas de chuva e volta a aumentar no período de seca (Figura 2), após o estágio R5. De modo que, somado ao período de seca, o estágio fenológico da cultura favorece essa praga, pois espécies do gênero *Spodoptera* se alimenta preferencialmente de legumes, enquanto *A. gemmatalis* consome folhas.

No entanto, apesar da análise da correlação entre precipitação e ocorrência de lagartas, apresentarem tendência negativa nessa safra, essa não foi significativa, ao contrário do verificado para a safra 2008/09, quando a correlação foi positiva e significativa (Tabela 1). Nestes casos acredita-se que as variações meteorológicas não atuam de forma isolada, e que há interferência de um conjunto de fatores não estudados que determinam a flutuação populacional das lagartas da soja.

**Tabela 1** – Matriz de coeficientes de correlação linear de Pearson para lagartas da soja, temperatura máxima( Tmax), temperatura mínima( T min), temperatura média (Tmed) e precipitação (mm). Santa Maria, RS, safra 2008/09 e 2009/10.

|                               | <i>Anticarsia gemmatalis</i> | <i>Pseudoplusia includens</i> | <i>Spodoptera eridania</i> | T max              | T min               | T med              | Prec                |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| <i>Anticarsia gemmatalis</i>  | -                            | 0,92*                         | -0,16 <sup>ns</sup>        | 0,66*              | 0,63*               | 0,71*              | -0,10 <sup>ns</sup> |
| <i>Pseudoplusia includens</i> | 0,95*                        | -                             | 0,05 <sup>ns</sup>         | 0,83*              | 0,75*               | 0,87*              | 0,12 <sup>ns</sup>  |
| <i>Spodoptera eridania</i>    | 0,99*                        | 0,96*                         | -                          | 0,30 <sup>ns</sup> | -0,18 <sup>ns</sup> | 0,04 <sup>ns</sup> | -0,41 <sup>ns</sup> |
| T max                         | -0,22 <sup>ns</sup>          | -0,41 <sup>ns</sup>           | -0,21 <sup>ns</sup>        | -                  | 0,64*               | 0,89*              | 0,35 <sup>ns</sup>  |
| T min                         | 0,42 <sup>ns</sup>           | 0,41 <sup>ns</sup>            | 0,46 <sup>ns</sup>         | 0,29 <sup>ns</sup> | -                   | 0,92*              | 0,03 <sup>ns</sup>  |
| T med                         | 0,26 <sup>ns</sup>           | 0,17 <sup>ns</sup>            | 0,29 <sup>ns</sup>         | 0,63*              | 0,93*               | -                  | -0,16 <sup>ns</sup> |
| Prec                          | 0,83*                        | 0,83*                         | 0,87*                      | 0,03 <sup>ns</sup> | 0,58 <sup>ns</sup>  | 0,48 <sup>ns</sup> | -                   |

**SAFRA 2008/09**

**SAFRA 2009/10**

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t com 9 e 10 graus de liberdade, para os anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente.

<sup>ns</sup> Não-significativo.



Os resultados provenientes da correlação simples entre as espécies *A. gemmatalis* e *P. includens*, mostraram, nos dois anos de estudo, uma correlação positiva quanto à abundância na área, ou seja, o aumento de uma espécie, posto que em proporções diferentes, é acompanhado pela outra, evidenciando que ambas são favorecidas pelas mesmas condições, tais como temperatura e precipitação (Tabela 1). O mesmo foi observado em 2009, quando se analisou a correlação entre as espécies *S. eridania* e *P. includens* e *A. gemmatalis* e *S. eridania*; já em 2010 não foi verificada correlação entre essas espécies.

Portanto, pode-se deduzir que a ausência de correlação entre a densidade populacional de *S. eridania* e as demais espécies na safra 2010, está relacionada a variação dos fatores ambientais de um ano para outro, alterando a interação das populações. A maior ocorrência de *S. eridania* em um ano de cultivo alterou os resultados das correlações entre espécies.

Ao analisar os coeficientes obtidos das correlações simples estabelecidas entre as variáveis meteorológicas (temperatura e precipitação pluviométrica) e o número de lagartas coletados no decorrer do ciclo da cultura; se observou que em 2009, não houve influência significativa da temperatura sobre a população de todas as espécies de lagartas, o mesmo foi observado em 2010 para a população de *S. eridania*, que assim como no ano anterior não apresentou correlação entre a temperatura e a população na área (Tabela 1). Estes resultados não concordam com a literatura (PESSOA et al., 2004; MILANO et al., 2008), nas quais fazem referência a influência da temperatura sobre as populações de lagartas. Desse modo, pode-se inferir que *S. eridania* responde a temperatura em menor escala que a outros fatores, tais como, ciclo da cultura e inimigos naturais.

No entanto em 2010 constatou-se que, para as populações de *A. gemmatalis* e *P. includens* ocorreu correlação positiva significativa com as variações na temperatura, à medida que aumentaram as temperaturas máximas, mínimas e médias (Tabela 1), houve um incremento no número de lagartas. Assim, a influência da temperatura constatada nesse ano está de acordo com o mencionado por Magrini et al. (1999), ao estudar a biologia de *A. gemmatalis* em diferentes temperaturas, determinando a sua influência sobre a capacidade reprodutiva da espécie. MILANO et al. (2008) demonstra em seu trabalho que os extremos térmicos de 15°C e 35°C, afetam sensivelmente a frequência de cópulas da espécie *A. gemmatalis*, provavelmente, influenciando na flutuação populacional das lagartas.

No que se refere a influência da precipitação sobre a população das espécies verificou-se correlação positiva e significativa em 2009, isto é, a medida em que aumentou a precipitação, ocorreu o acréscimo no número de todas as espécies de lagartas. Este resultado discorda do observado por Sujii et al. (2002), que monitorando regiões produtoras de soja, em

diferentes anos, constataram populações de *A. gemmatalis* em densidades populacionais mais elevadas, em anos com baixa precipitação pluviométrica. Visto que em anos com boa distribuição de chuva favorecem a ocorrência de doenças que controlam esses insetos.

Entretanto, para a safra 2009/10, o fator precipitação, não apresentou correlação significativa com a ocorrência de lagartas na área de estudo, apesar de vários autores mencionarem a influencia direta ou indireta de fatores abióticos, como temperatura e precipitação, em populações de insetos (BAVARESCO et al., 2002; SUJII et al., 2002). Deste modo, comparando os resultados obtidos nas duas safras, presume-se que outros fatores não avaliados podem interferir sobre a dinâmica populacional das lagartas da soja.

## 4 CONCLUSÕES

*Anticarsia gemmatalis* e *Pseudoplusia includens* ocorrem simultaneamente e suas populações crescem juntas na cultura da soja, enquanto *Spodoptera eridania* ocorre mais ao final da fase reprodutiva.

As maiores populações de lagartas desfolhadoras da soja são verificadas na fase reprodutiva da cultura.

*Spodoptera eridania* apresenta um aumento na sua ocorrência em soja.

## 5 REFERÊNCIAS

ARAUCARIA SEMENTES. **Soja BMX Potência RR**. DISPONIVEL EM: <http://www.sementesaraucaria.com.br/potencia.php>. Acesso em: 17 de nov. 2010.

BAVARESCO, A. et al. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 993-998, nov/dez. 2002.

BUENO, R. C. O. de F. et al. Sem Barreira. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, ano 9, n. 93, p. 12-15, fev. 2007.

BURIOL, G. A. Disponibilidades hídricas do solo possíveis de ocorrerem no estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 10 (suplemento), p. 1-141, 1980.

CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento de grãos 2009/2010**. [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. et al. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2010. 15 p. (Circular Técnica, 78).

DEGRANDE, P. E.; VIVIAN, L. M. **Pragas da Soja**. In: Boletim de Pesquisa da Soja: Fundação MT, 274 p. 2007.

DIDONET, J. et al. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, n. 69, p. 50-57, 2003.

DIDONET, J. et al. Flutuação populacional de pragas e seus inimigos naturais em soja no projeto Rio Formoso - Formoso do Araguaia, TO, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, n. 1, p. 67-74, 1998.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

GAZZONI, D. L. et al. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1988. 44 p. (Circular Técnica).

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70 p. (Circular técnica, 30).

MAGRINI, E. A.; BOTELHO, P. S. M.; SILVEIRA NETO, S. Biologia de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 527-535, jul. 1999.

MILANO, P. et al. Influência da temperatura na frequência de cópula de *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n.5, p. 528-535, out. 2008.

MORAES, R. R.; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. Flutuação populacional de Plusiinae e *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 51-56, jan. 1991.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 46 p.

PESSOA, L. G. A. et al. Efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de *Ceraeochrysa paraguayaria* (Navás) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 473-476, out./dez. 2004.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 36., 2008, Porto Alegre. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2007/2008**. Porto Alegre: Fepagro e Emater, 2008. 157 p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1982. 20 p. (Special Report, 53)

SAVIO, G. M.; PINOTTI, E. B. Controle biológico da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*) por *Baculovirus anticarsia*. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, ano 7, n. 13, Jun. 2008.

STECCA, C. dos S. et al., Identificação de espécies de Plusiinae e proporção de espécies de lagartas em soja no Rio Grande do Sul. IN: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E

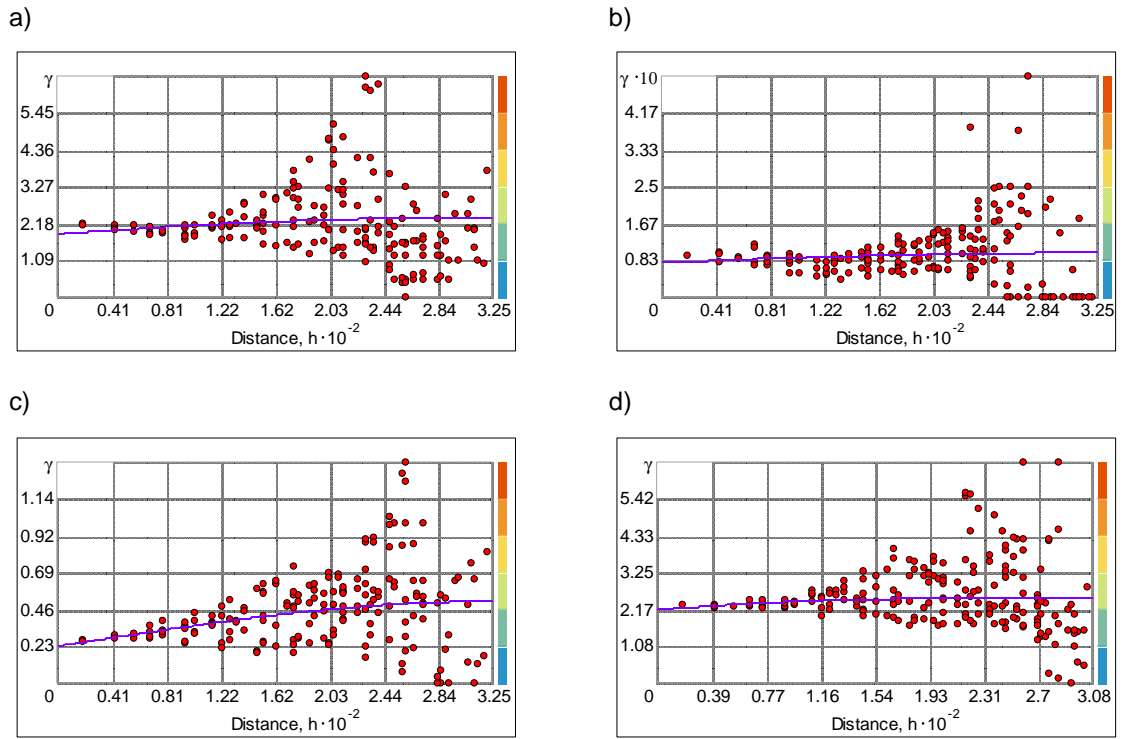
EXTENSÃO, 12.; SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2008, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, 2008. 1 CD-ROM.

SUJII, E. R.; TIGANO, M. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Simulação do impacto do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1551-1558, nov. 2002.

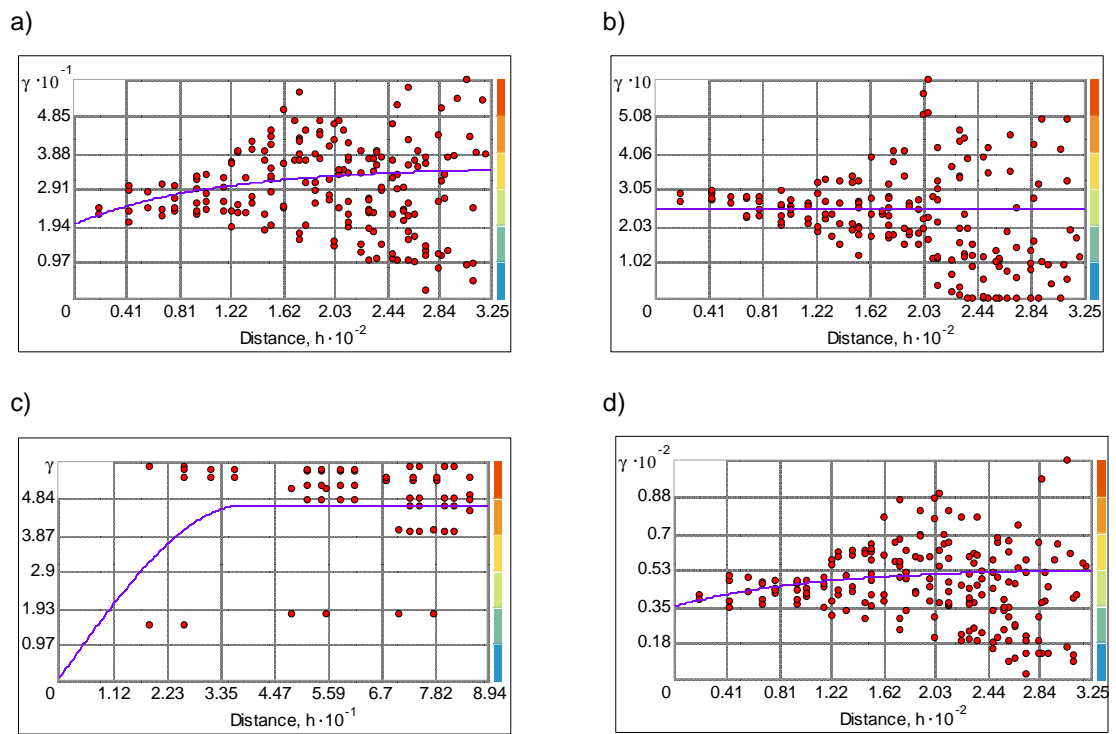
VENZON, M; MARTINS FILHO, S. Abundância de insetos-praga e seus inimigos naturais na cultura da soja no Triângulo Mineiro. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 1, n. 1, p. 79-91, out. 1995.

YORINORI, J. T. **Cancro da haste da soja**: epidemiologia e controle. Londrina: Embrapa Soja, 1996. 75 p. (Circular Técnica, 14).

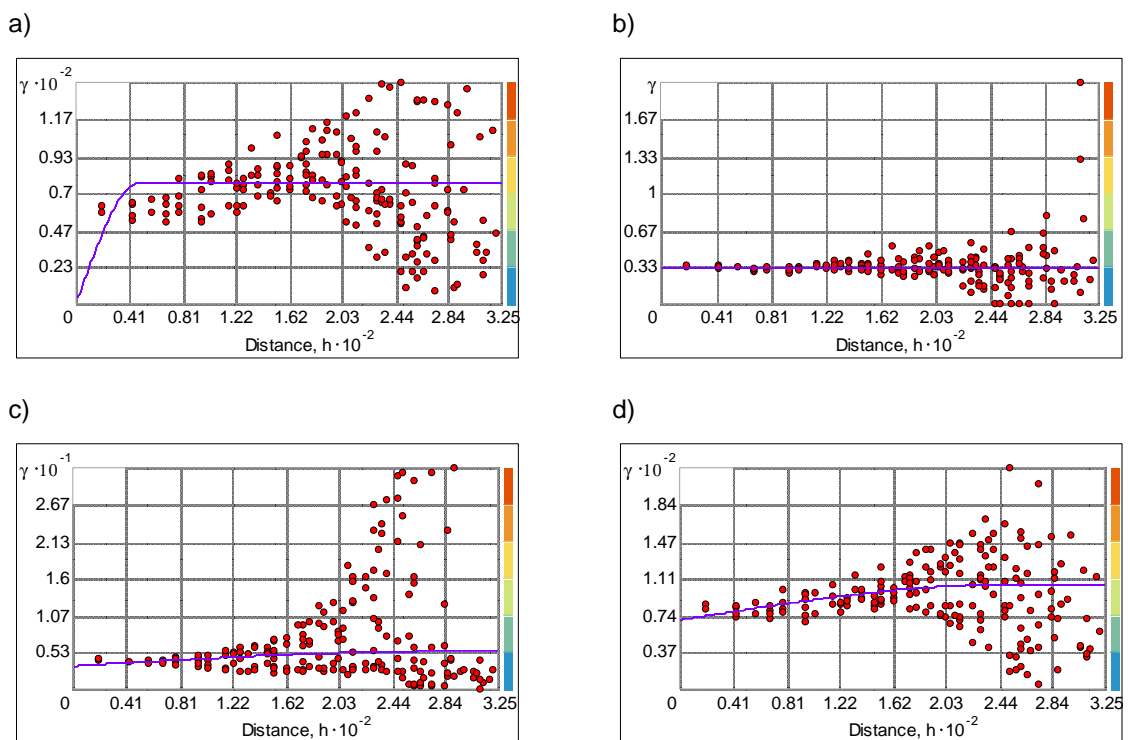
Apêndice A – Semivariogramas ajustados para a safra 2008/09.



**Figura 1** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 20/02/2009.

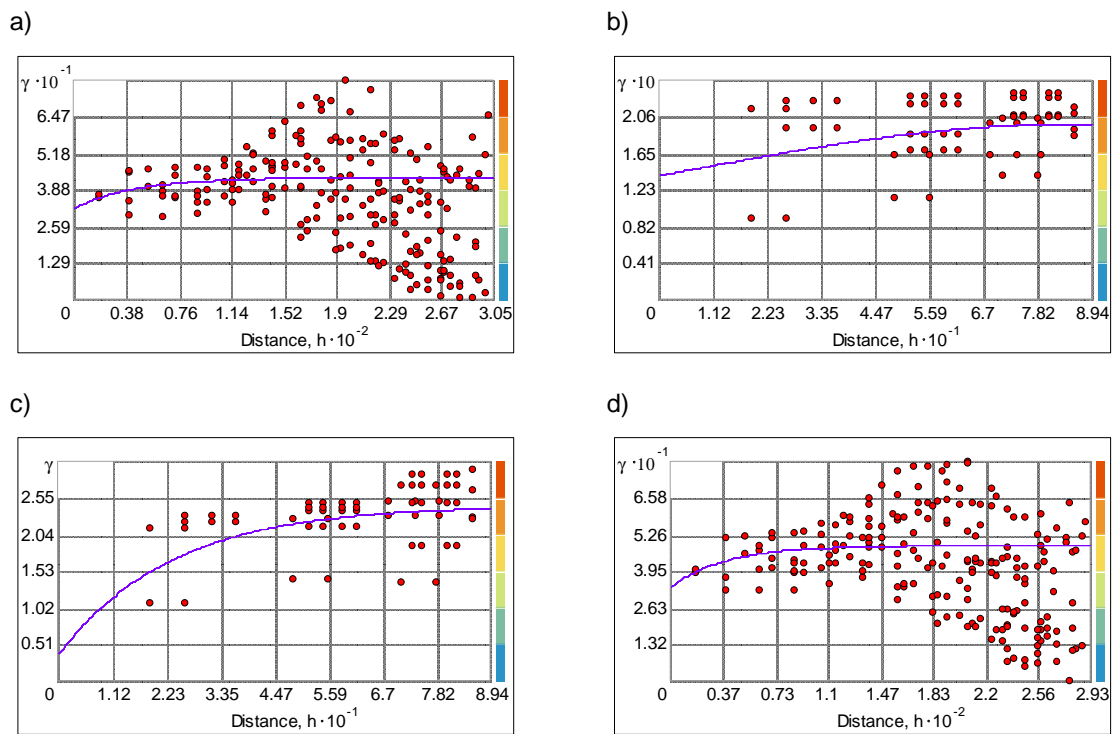


**Figura 2** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 28/02/2009.

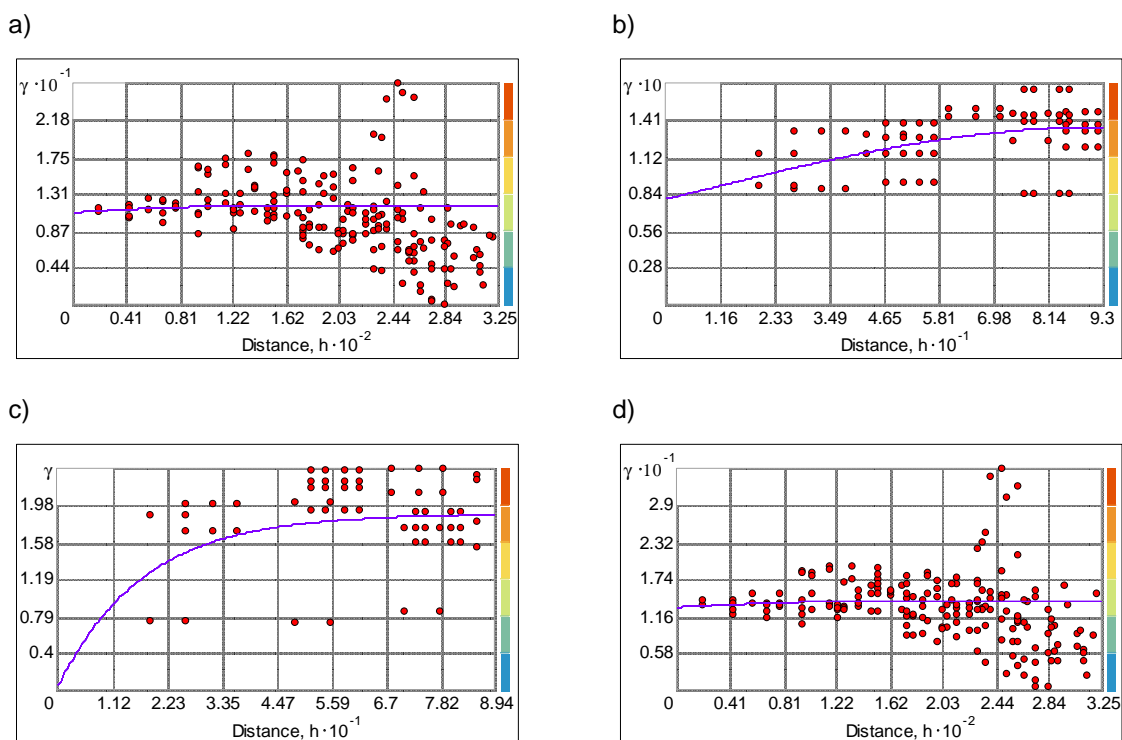


**Figura 3** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 05/03/2009.

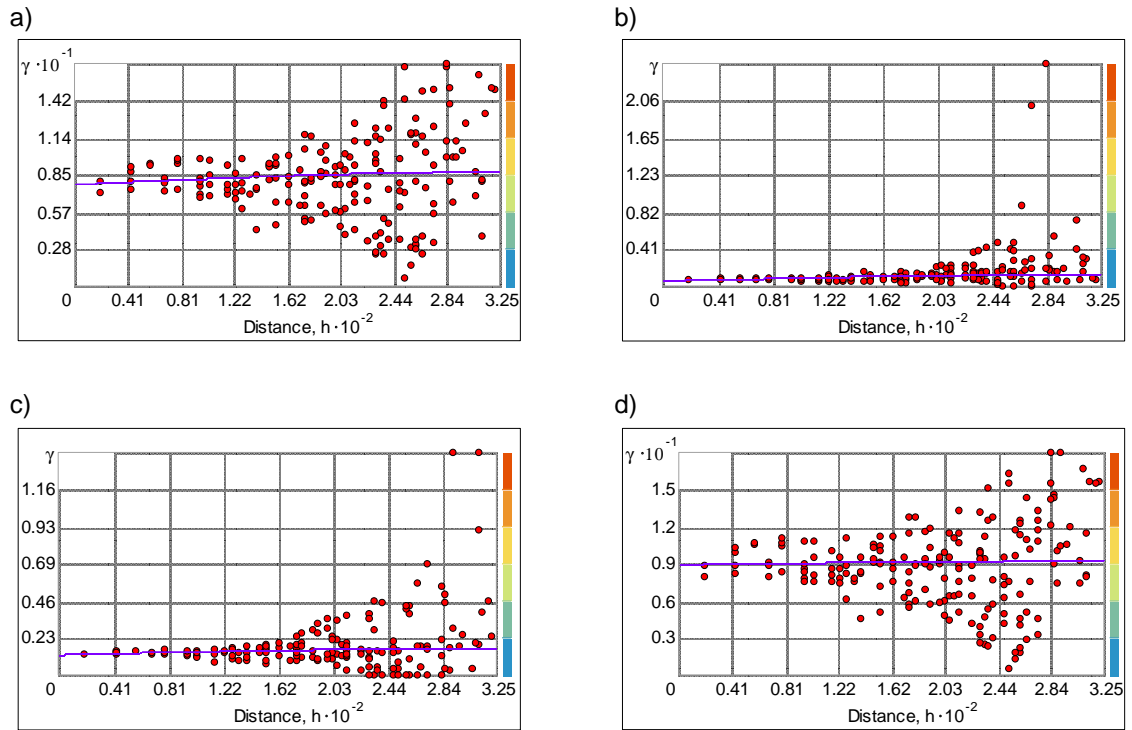




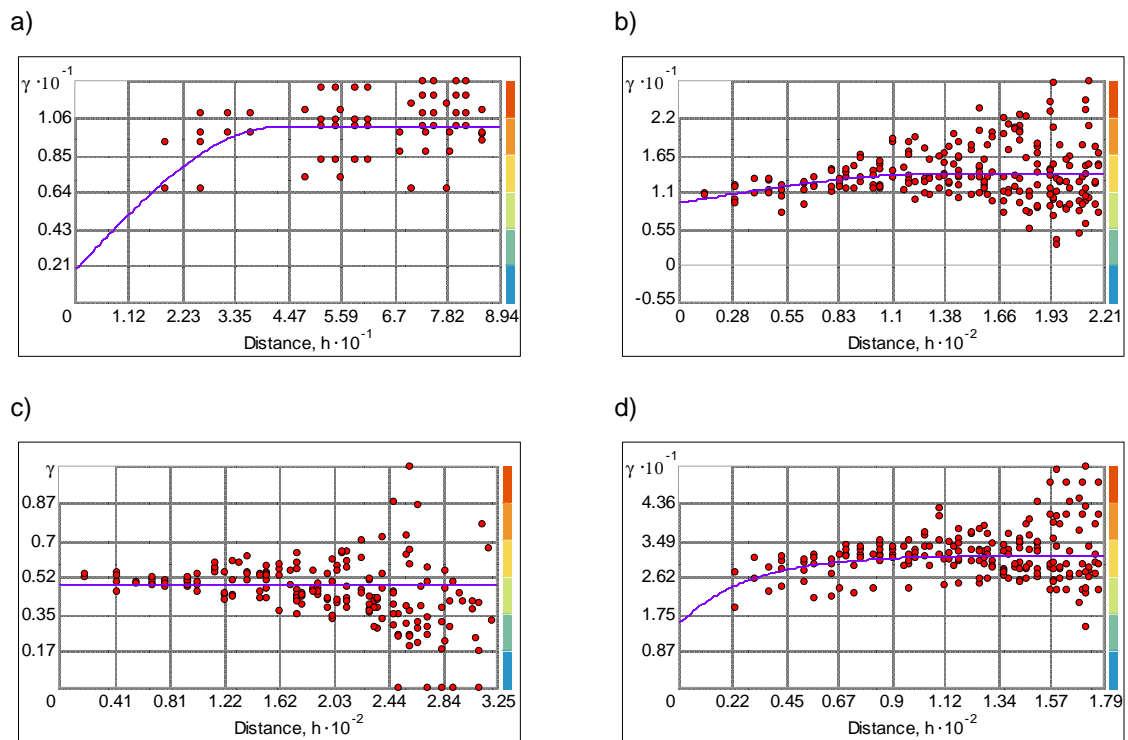
**Figura 4** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 14/03/2009.



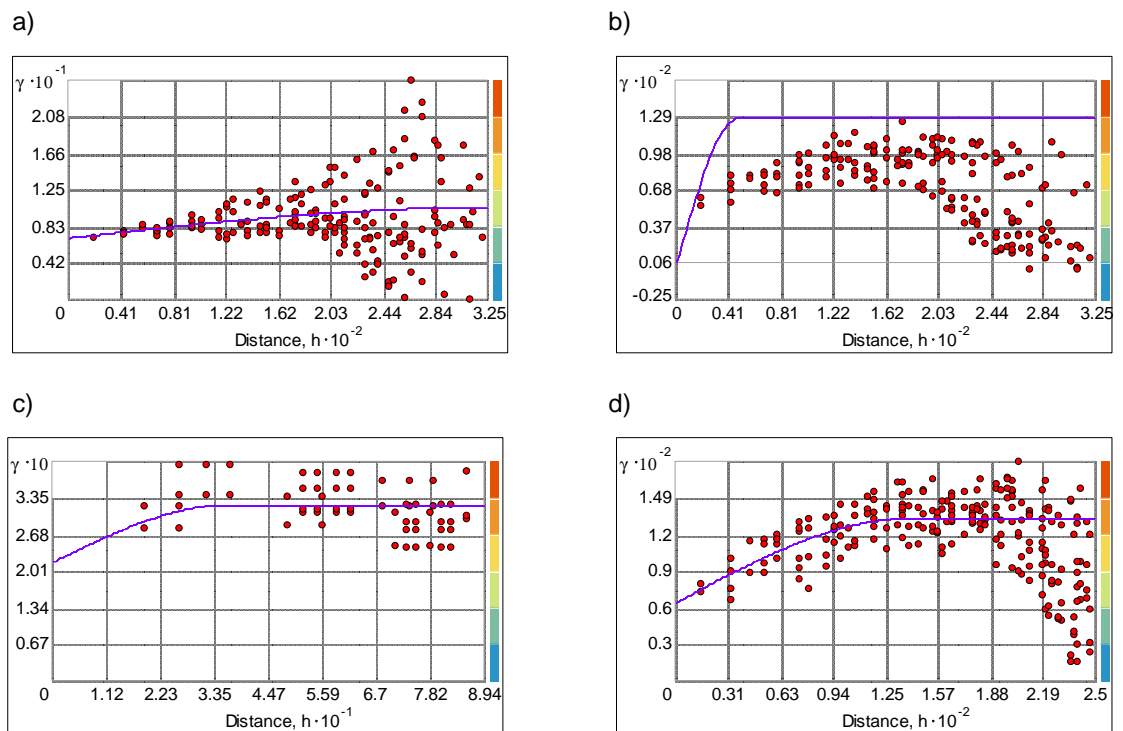
**Figura 5** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 21/03/2009.

**Apêndice B – Semivariogramas ajustados para a safra 2009/10.**

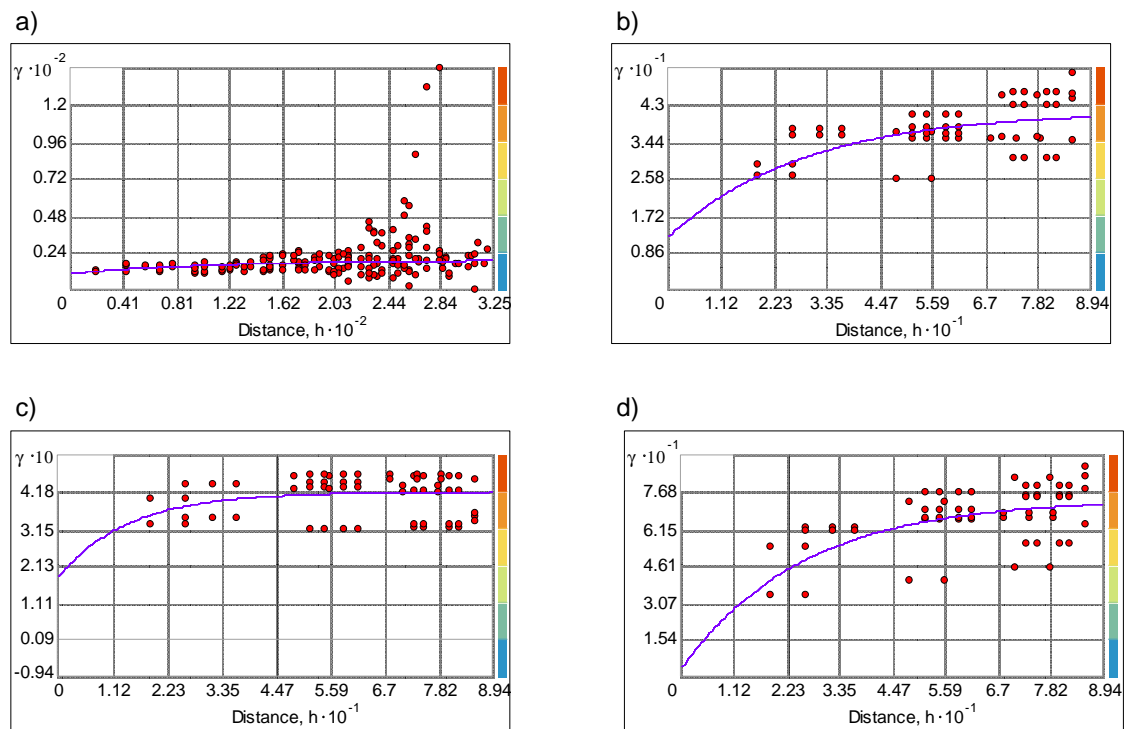
**Figura 6** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 26/01/2010.



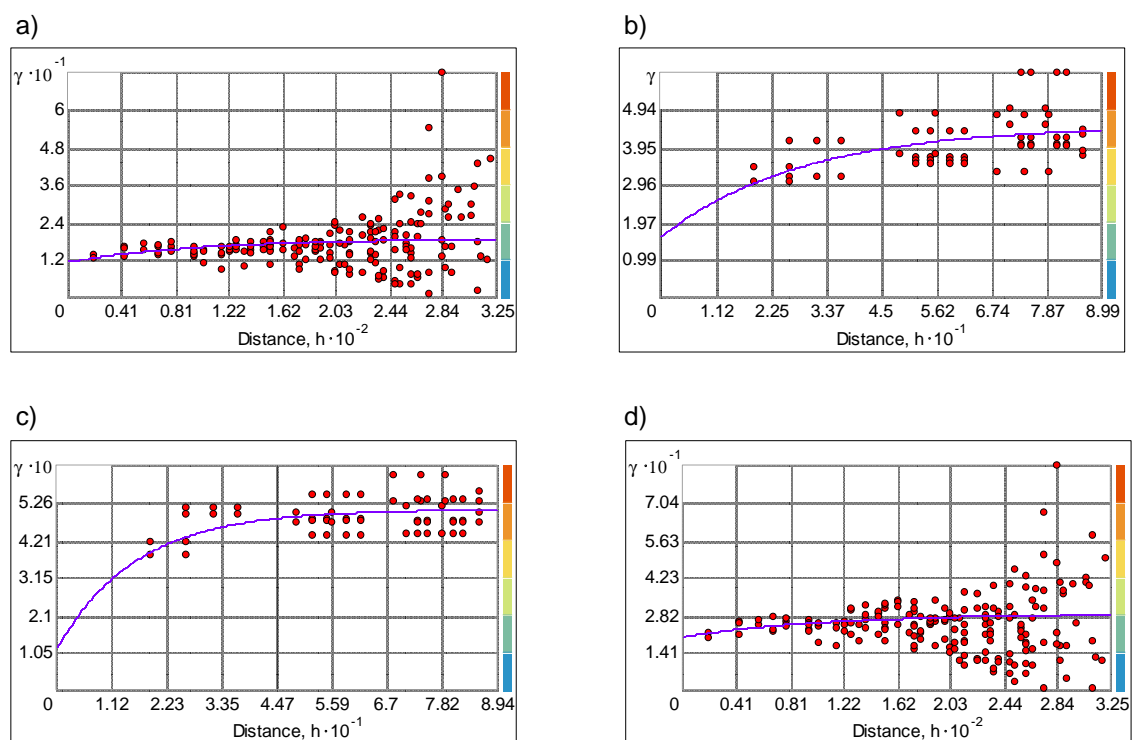
**Figura 7** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 03/02/2010.



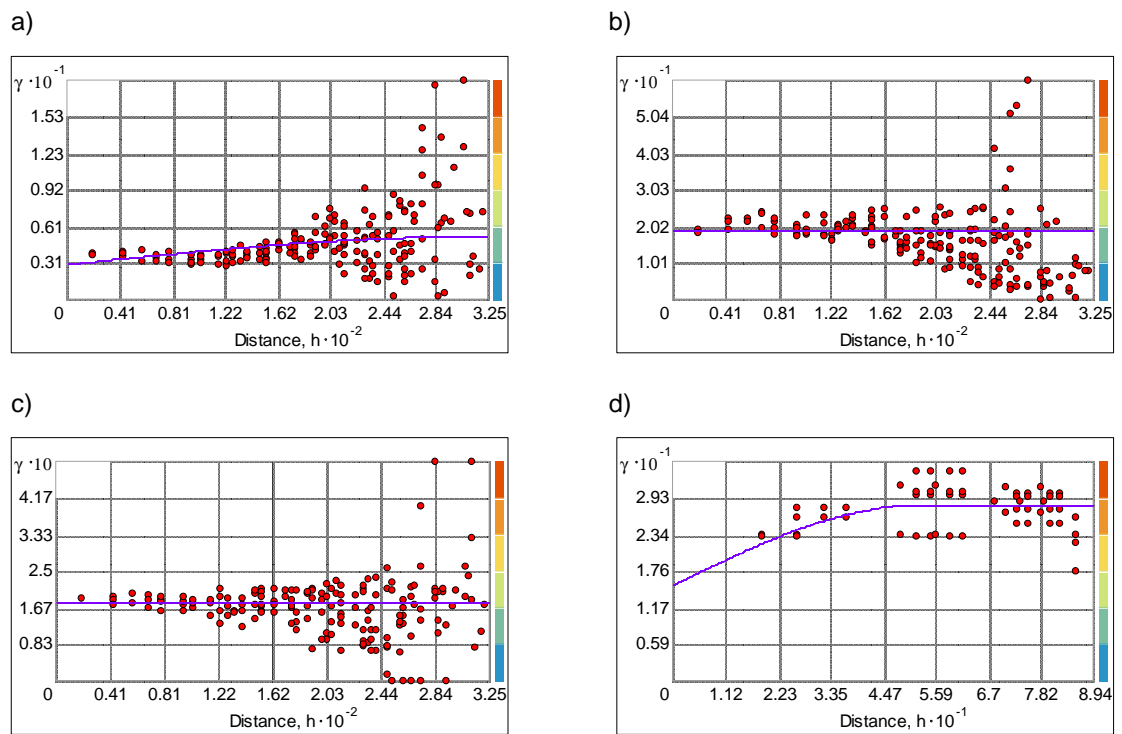
**Figura 8** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 10/02/2010.



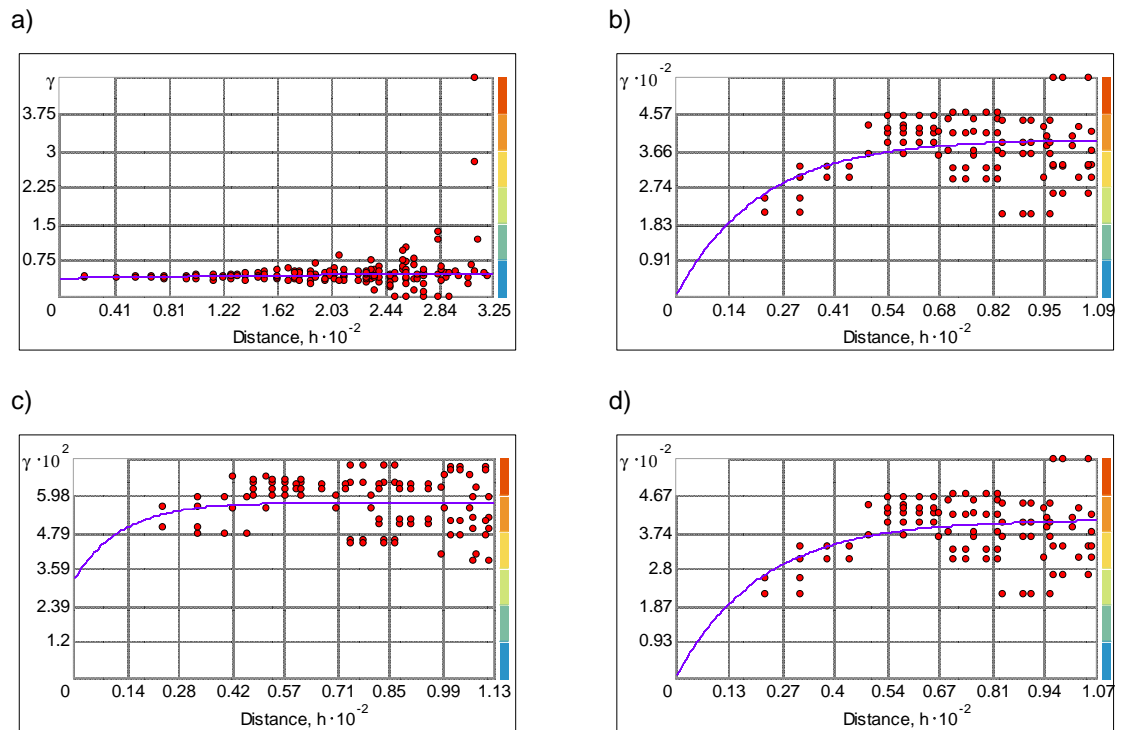
**Figura 9** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 18/02/2010.



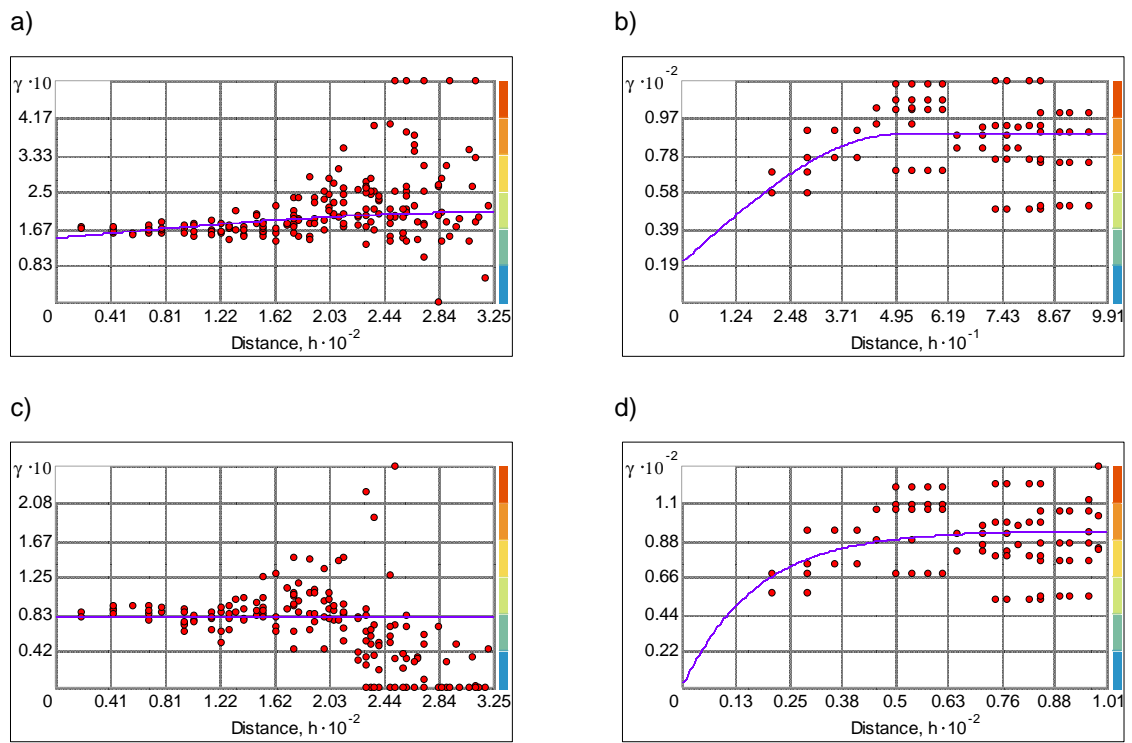
**Figura 10** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 24/02/2010.



**Figura 11** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 04/03/2010.



**Figura 12** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 12/03/2010.



**Figura 13** – Semivariogramas ajustados para: (a) *Anticarsia gemmatalis*, (b) *Spodoptera eridania*, (c) *Pseudoplusia includens*, (d) densidade total. Santa Maria, RS, 19/03/2010.