

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

**TAMANHO DA AMOSTRA, DISTRIBUIÇÃO
ESPACIAL DE CORÓS DE CEREAIS DE INVERNO E
DANOS DE CURCULIONÍDEOS DAS RAÍZES DA
SOJA**

TESE DE DOUTORADO

Elder Dal Prá

Santa Maria, RS, Brasil

2013

**TAMANHO DA AMOSTRA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CORÓS
DE CEREAIS DE INVERNO E DANOS DE CURCULIONÍDEOS DAS
RAÍZES DA SOJA**

por

Elder Dal Prá

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de concentração em Mecanização Agrícola, Linha de pesquisa em Tecnologia de aplicação de insumos na agricultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção de grau de **Doutor em Engenharia Agrícola.**

Orientador: Prof. Jerson Vanderlei Carús Guedes

Santa Maria, RS, Brasil

2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dal Prá, Elder

TAMANHO DA AMOSTRA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CORÓS DE CEREAIS DE INVERNO E DANOS DE CURCULIONÍDEOS DAS RAÍZES DA SOJA / Elder Dal Prá.-2013.

80 p.; 30cm

Orientador: Jerson Vanderlei Carús Guedes
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2013

1. Agricultura de precisão 2. Pragas de solo 3. Geoestatística 4. População de plantas 5. Produtividade I. Vanderlei Carús Guedes, Jerson II. Título.

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Elder Dal Prá. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

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

Fone: (55) 3220-8015 ou (55) 9612-2262. E-mail: elderdalpra@hotmail.com

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**TAMANHO DA AMOSTRA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE
CORÓS DE CEREAIS DE INVERNO E DANOS DE
CURCULIONÍDEOS DAS RAÍZES DA SOJA**

elaborada por
Elder Dal Prá

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

Jerson Vanderlei Carús Guedes, Dr.
(Presidente/Orientador)

Adão Robson Elias, Dr. (UTFPR)

Alexandre Russini, Dr. (UNIPAMPA)

Ervandil Corrêa Costa, Dr. (UFSM)

Valmir Aita, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 22 de Agosto de 2013.

Este trabalho é dedicado especialmente aos meus pais, Elvirio e Deonilde, a minha irmã Jaqueline e a Marina minha namorada, que são exemplo de honestidade, justiça, carinho, dedicação, respeito e compreensão, vocês tornaram possível à concretização desse objetivo, essa vitória é fruto da presença de cada um de vocês nas dificuldades e nas alegrias.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela realização deste curso.

Ao Prof. Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes, pela orientação, pelo apoio, foste parte fundamental em meu desenvolvimento pessoal e científico.

Aos membros do Comitê de Orientação pelas sugestões, críticas e contribuições na melhoria deste trabalho.

Aos amigos do Departamento de Defesa Fitossanitária, Silon Junior Procah da Silva, Jorge França, Angelita Martins, Marizete Pozzobon, pelo apoio prestado.

Aos colegas de pós-graduação Rodrigo Taschetto Machado, Glauber Renato Stürmer, Adriano Arrué Melo, Janine Palma, Débora Graciani Schalleberger, Affonso Hermeto Jung, Maurício Bigolin e aos estagiários do GEMIP da UFSM, Bruno Ruviaro Tomazi, Deise Cagliari, Caroline Huth, Maicon Machado, Alessandro Fiorentini, Gustavo dos Santos, Luis Eduardo Curioletti, pelo auxílio na condução dos trabalhos, pelo coleguismo e amizade.

Agradecimento especial aos amigos Ivair Valmorbida e Regis Felipe Stacke sem os quais com certeza esse trabalho não seria possível.

Aos meus pais, Elvirio e Deonilde, agradeço pela oportunidade que me propiciaram, muitas vezes privaram-se de seus anseios, para que eu tivesse um conforto maior, obrigado pai e mãe.

A minha namorada Marina pelo amor, compreensão e ajuda nas adversidades, agradeço ainda pela paciência e entendimento nos momentos de ausência.

À Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de Doutorado.

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

“Sábio é o ser humano que tem coragem de ir diante do espelho da sua alma para reconhecer seus erros e fracassos e utilizá-los para plantar as mais belas sementes no terreno de sua inteligência.”

(Augusto Cury)

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

TAMANHO DA AMOSTRA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CORÓS DE CEREAIS DE INVERNO E DANOS DE CURCULIONÍDEOS DAS RAÍZES DA SOJA

AUTOR: ELDER DAL PRÁ

ORIENTADOR: JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES

Data e local da defesa: Santa Maria, 22 de agosto de 2013

No Rio Grande do Sul é mencionada a ocorrência de espécies de Escarabeídeos cuja fase larval coincide com o desenvolvimento de culturas de inverno e pastagens, sendo as mais citadas na literatura, *Diloboderus abderus* Burm., 1826, *Phyllophaga triticophaga* Salvadori; Morón, 1998, *Cyclocephala flavipennis* Arrow, 1914 e *Demodema brevitarsis* Blanchard, 1850, (Coleoptera: Melolonthidae). Ocorrem ainda, em áreas de soja, Curculionídeos dos gêneros *Naupactus* e *Pantomorus*, que podem causar danos às sementes e as raízes do cultivo, ocasionando a diminuição da população de plantas. O trabalho teve por objetivo determinar com o uso de técnicas geoestatísticas o número de amostras necessárias para caracterizar a distribuição espacial de corós em lavouras de cereais de inverno (aveia, aveia e trigo), caracterizar, com uso da geoestatística, a distribuição espacial de larvas de *P. triticophaga* em lavoura de aveia, e ainda estimar os danos de larvas de curculionídeos das raízes em lavoura de soja no Rio Grande do Sul. O estudo do número de amostras para caracterizar a distribuição espacial de larvas de *D.abderus* e *C. flavipennis*, foi feito em áreas de cereais de inverno em oito municípios do Rio Grande do Sul. A análise geoestatística foi realizada a partir de semivariogramas experimentais. Para definir o número de pontos de amostragem necessários para estimar as populações destes insetos de solo, foram considerados os valores dos alcances. O estudo sobre a distribuição espacial de *P. triticophaga* foi realizado em lavoura de aveia. O perímetro da área foi demarcado com receptor de sistema de posicionamento global, e a grade de amostragem teve dimensão de 60m x 60m. A densidade populacional foi estimada com abertura de uma trincheira em cada ponto amostral. As análises de variabilidade espacial e da dependência espacial foram feitas por meio de semivariograma e o mapa foi gerado a partir dos dados de contagem de larvas em campo. O trabalho sobre os danos de larvas de curculionídeos das raízes foi realizado em área pertencente à Universidade Federal de Santa Maria. As larvas de curculionídeos das raízes foram alocadas nas parcelas no momento da semeadura da soja, em quatro níveis populacionais, sendo esses, zero, um, dois e três larvas por parcela. Os critérios avaliados foram, o impacto das larvas de curculionídeos das raízes na população inicial de plantas de soja e na produtividade da cultura. O número de trincheiras por hectare para a caracterização da população de larvas de *D. abderus* e de *C. flavipennis* em cereais de inverno é duas e três trincheiras, respectivamente. A distribuição espacial de *P. triticophaga* é agregada e seu conhecimento pode melhorar o manejo da praga. A produtividade da soja decresce 120 kg por hectare para cada larva de curculionídeos das raízes, acrescida por metro quadrado.

Palavras-chave: agricultura de precisão; geoestatística; krigagem; aveia; pragas de solo, população de plantas; produtividade.

ABSTRACT

Doctorate Thesis
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

SAMPLE SIZE, SPATIAL DISTRIBUTION THE WHITE GRUBS OF WINTER CEREAL AND DAMAGE THE ROOTS WEEVILS OF SOYBEAN

AUTHOR: ELDER DAL PRÁ

ADVISER: JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES

Date and place of examination: Santa Maria, August, 22th, 2013

The occurrence of species of Escarabeídeos is mentioned in Rio Grande do Sul. Their larval stage coincides with the development of winter crops and pastures and the most cited in the literature are *Diloboderus abderus* Burm., 1826, *Phyllophaga triticophaga* Salvadori; Morón, 1998 *Cyclocephala flavipennis* Arrow, 1914 and *Demodema brevitarsis* Blanchard, 1850 (Coleoptera: Melolonthidae). Furthermore occurred in soybean fields, weevils of the genera *Naupactus* and *Pantomorus*, which can cause damage to the seeds and the roots of the crop, resulting in a decrease in plant population. The study aimed to determine what use of geostatistical techniques the number of samples to characterize the spatial distribution of white grubs in crops of winter cereals (oats, rye grass and wheat), characterize, using geostatistics, the spatial distribution of larvae *P. triticophaga* in oats crops, and estimating the damage of larvae of weevils roots in soybean crop in Rio Grande do Sul. To estimate the number of samples to characterize the spatial distribution of larvae *D. abderus* and *C. flavipennis* was done in areas of winter cereals in eight municipalities of Rio Grande do Sul. The geostatistical analysis was performed from experimental semivariograms, the adjustment was done by these theoretical models. To set the number of sampling points needed to estimate the populations of soil insects were considered the values of the ranges. The study aimed to characterize, using geostatistics, and still estimating the damage of larvae of weevils of root-crop soybeans in Rio Grande do Sul. The study on the spatial distribution of *P. triticophaga* was carried out under field of oats. The perimeter of the area was marked with receiver global positioning system, and sampling grid had dimensions of 60m x 60m. The population density was estimated opening a trench at each sample point. The analysis of spatial variability and spatial dependence were made by means of semivariogram and the map was generated from the data count of larvae in the field. The experiment on the damage caused by larvae of weevils-roots was conducted in an area belonging to the Federal University of Santa Maria. The larvae of the weevils-roots were the main plots at the time of soybean planting in four population levels, these being, zero, one, two and three larvae per plot. The criteria were evaluated, the influence of the larvae of weevils-roots in the initial population of soybean plants and crop productivity. The number of trenches per hectare for the characterization of the population of larvae of *D. abderus* and *C. flavipennis* in winter cereals is two and three trenches, respectively. The spatial distribution of *P. triticophaga* is aggregated and knowledge can improve pest management. Soybean yield decreases approximately 120 kg per hectare for each larva weevils of root-plus per square meter.

Keywords: precision farming; geostatistics; kriging; oat, soil pests; plant population; productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Semivariogramas unidirecionais ajustados para modelar a distribuição espacial de larvas de <i>Diloboderus abderus</i> . Cruz Alta (a), Lagoa Vermelha (b), Marau (c) Restinga Seca (d), Rosário do Sul (e) e São Francisco de Assis (f), Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	35
Figura 2 - Semivariogramas unidirecionais ajustados para modelar a distribuição espacial de larvas de <i>Cyclocephala flavipennis</i> . Cruz Alta (a), Ijuí (b), Lagoa Vermelha (c), São Francisco de Assis (d) e Vacaria (e), Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	38
Figura 3 – Equipamento utilizado para a amostragem de larvas de <i>Phyllophaga triticophaga</i> , no Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	49
Figura 5 – Semivariogramas ajustados pelo modelo esférico para larvas de <i>Phyllophaga triticophaga</i> . Coxilha (a) e Salto do Jacuí (b), Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	53
Figura 6 – Mapa da distribuição espacial de larvas de <i>Phyllophaga triticophaga</i> em lavoura de aveia. Coxilha (a) e Salto do Jacuí (b), Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	54
Figura 7 – Parcela utilizada para avaliação dos danos de curculionídeos das raízes em soja. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.	62
Figura 8 – Redução na população de plantas de soja causada por larvas de curculionídeos das raízes. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.	65
Figura 9 – Regressão linear entre a população de plantas de soja (por parcela) e níveis de larvas de curculionídeos das raízes (por m ²). Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.	66
Figura 10 – Regressão linear entre a produtividade (gramas) de plantas de soja e níveis de larvas de curculionídeos das raízes (por m ²). Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Local, latitude e longitude, cultura, área e número de trincheiras (n) para a estimação da densidade populacional de corós, em áreas com cereais de inverno no Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	33
Tabela 2 – Parâmetros dos semivariogramas relativos à distribuição espacial de <i>Diloboderus abderus</i> em municípios do Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	36
Tabela 3 – Parâmetros dos semivariogramas relativos à distribuição espacial de <i>Cyclocephala flavipennis</i> em municípios do Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	37
Tabela 4 – Intervalos de confiança para a estimação do número de amostras para identificar a densidade populacional de corós, em áreas com cereais de inverno no Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	40
Tabela 5 – Estatística descritiva para a distribuição de larvas de <i>Phyllophaga triticophaga</i>. Coxilha e Salto do Jacuí, Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.	52
Tabela 6 – Níveis populacionais de larvas de curculionídeos das raízes, população de plantas e produtividade (gramas), em soja. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.	64
Tabela 7 – Coeficientes de correlação de Pearson entre o número de larvas de curculionídeos das raízes, número de plantas e produtividade, em soja. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.	68

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Análise estatística do dano de larvas de curculionídeos das raízes na população de plantas de soja.	73
Apêndice B – Análise estatística do dano de larvas de curculionídeos das raízes na produtividade de plantas de soja.	77

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1.1 Corós	14
1.2 Curculionídeos das raízes	16
1.3 Amostragem de insetos-praga	17
1.4 Distribuição espacial de insetos-praga	19
1.5 Danos de insetos-praga	20
1.6 Referências bibliográficas	23
2. CAPÍTULO II	29
Resumo	29
Abstract	30
3.1 Introdução	31
3.2 Material e métodos	32
3.3 Resultados e discussão	34
3.4 Conclusões	42
3.5 Referências bibliográficas	43
3. CAPÍTULO I	46
Resumo	46
Abstract	47
2.1 Introdução	48
2.2 Material e métodos	49
2.3 Resultados e discussão	51
2.4 Conclusões	55
2.5 Referências bibliográficas	56
4. CAPÍTULO III	59
Resumo	59
Abstract	60
4.1 Introdução	61
4.2 Material e métodos	62
4.3 Resultados e discussão	64
4.4 Conclusões	69
4.5 Referências bibliográficas	70
APÊNDICES	73

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Corós

Entre as espécies de Escarabeídeos encontradas causando danos nas Américas, estão os membros do gênero *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae). Dentro desse contexto, Morón (2001) menciona a existência de mais de 360 espécies do gênero *Phyllophaga* listados para o México, América Central e norte da América do Sul, e que muitos desses se alimentam das raízes das plantas cultivadas. Estas pragas se encontram entre os organismos de solo com maior potencial de dano para as plantas cultivadas em áreas tropicais e subtropicais (MEDEROS et al., 2006).

Atualmente no Brasil, os Escarabeídeos são um dos mais importantes grupos de pragas de solo em diversas culturas, sendo citados como causadores de prejuízos desde o século passado. São várias espécies nativas encontradas no Brasil, cuja ocorrência e expressão econômica variam conforme a região e o sistema de produção empregado (LAINETTI et al., 2003).

No Rio Grande do Sul é mencionada a ocorrência de espécies de Escarabeídeos com ciclo biológico anual ou bianual, cuja fase larval coincide com o desenvolvimento das plantas cultivadas. Das espécies de ocorrência nas culturas de inverno e pastagens do Rio Grande do Sul, as mais citadas na literatura são: *Diloboderus abderus* Burm., 1826, *Phyllophaga triticophaga* Salvadori; Morón, 1998, *Cyclocephala flavipennis* Arrow, 1914, *Demodema brevitarsis* Blanchard, 1850 e *Bothynus* sp. Hope, 1837, (Coleoptera: Melolonthidae). As espécies atualmente consideradas pragas de ambientes agrícolas no Rio Grande do Sul são *D. abderus* e *P. triticophaga*, sendo também as espécies mais estudadas quanto à biologia, hábitos e distribuição (SALVADORI; PEREIRA, 2006).

A espécie *P. triticophaga* é polífaga, alimentando-se de raízes de diferentes plantas, segundo Salvadori; Pereira (2006) seu ciclo se completa em

aproximadamente dois anos. Os ovos podem ser encontrados em novembro e dezembro do primeiro ano; a ocorrência de larvas estende-se até outubro e novembro do ano subsequente, e a fase de pupa até janeiro e fevereiro do terceiro ano, já os adultos, tem ocorrência a partir de março, e permanecem no solo até outubro e novembro. *P. triticophaga* ocorre tanto em solos sob sistema de preparo convencional como sob sistema de plantio direto. Prefere solos desestruturados, não compactados para se locomover, se encontrando próximos à superfície do solo (SALVADORI, 1999; SALVADORI; PEREIRA, 2006).

D. abderus, vulgarmente conhecido como coró-das-pastagens, é nativo de regiões com vegetação rasteira do Rio Grande do Sul, da Argentina e do Uruguai (GASSEN, 2001). Os ovos podem ser encontrados em janeiro e em fevereiro, as larvas de fevereiro a outubro, as pupas de outubro a dezembro e os adultos de dezembro a março (SALVADORI; PEREIRA, 2006).

Os danos aos cultivos decorrem do ataque a sementes, plântulas e plantas desenvolvidas, o que pode ocasionar redução na população de plantas e na capacidade de produção de plantas que sobrevivem ao ataque. Plantas atacadas remanescentes são prejudicadas em seu desenvolvimento e seu crescimento, devido à redução do volume do sistema radicular (SALVADORI et al., 2002).

Outras espécies de larvas de melolontídeos não pragas podem ocorrer nas mesmas áreas das espécies pragas. Dentre esses, o coró-pequeno (*C. flavipennis*) tem sido encontrado de forma abundante e largamente distribuído em lavouras na região norte do Rio Grande do Sul. O adulto ocorre de novembro a março, e as larvas de abril a outubro (GASSEN, 2001).

No entanto, Cherman (2011) relata que a identificação e a biologia das inúmeras espécies são pouco conhecidas na América do Sul. Esse fato, somado à semelhança morfológica das larvas das espécies, dificulta tanto sua classificação taxonômica quanto a avaliação correta das espécies que ocasionam danos aos cultivos.

1.2 Curculionídeos das raízes

Os gêneros *Pantomorus* Schoenherr e *Naupactus* Dejean (Coleoptera: Curculionidae) são naturalmente distribuídos na Região Neotropical (SCATAGLINI et al., 2005), tendo sua maior diversidade nas áreas tropicais e subtropicais da América do Sul (LANTERI; MORRONE, 1995). O gênero *Naupactus* está associado geralmente a ambientes arbóreos e arbustivos, já as espécies do gênero *Pantomorus* ocorrem preferencialmente em ambientes compostos por plantas herbáceas (LANTERI et al., 2002).

Na América do Sul, a ocorrência de espécies dos gêneros *Pantomorus* e *Naupactus*, vulgarmente chamados de curculionídeos das raízes, foi relatada por Lanteri et al. (1994) e por Alzugaray et al. (1998), os quais constataram a ocorrência de 22 espécies de *Naupactini*, em alfafa, na Argentina; e de dez espécies dos gêneros *Naupactus*, *Pantomorus*, *Atrichonotus*, *Eurymetopus* e *Aramigus*, ocorrendo em alfafa e cornichão, no Uruguai.

No Brasil, foram referidas 14 espécies da família Curculionidae ocorrendo em citros, por Guedes (2003), em trabalho de identificação e bioecologia de curculionídeos das raízes dos citros em São Paulo e em Minas Gerais e cinco espécies do gênero *Naupactus* e uma do gênero *Pantomorus*, ocorrendo em áreas de soja no município de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, relatadas por Bortolotto (2008), em estudo sobre ocorrência e aspectos bioecológicos dos curculionídeos das raízes em soja.

Os curculionídeos das raízes apresentam ciclo univoltino, que pode variar de 200 até mais de 240 dias, a fase de ovo de 13,8 a 40,4 dias, dependendo da temperatura e da espécie, já a duração do período larva-pupa é de 143 dias à 200 dias (GUEDES, 2003).

Os curculionídeos das raízes tem sua ocorrência relatada para culturas como soja, arroz, milho, cereais de inverno, feijão, amendoim, café, pastagens, frutíferas e rosáceas (QUINTELA, 2001; GUEDES, 2003; BORTOLOTTI, 2008). De acordo com Salvadori et al. (2002), os curculionídeos das raízes estão entre as 20 principais pragas de solo da cultura da soja, Quintela et al. (2012) menciona ainda, que as larvas podem causar danos as sementes e as raízes de cultivos, acarretando na diminuição da população de plantas e no

desenvolvimento anormal de raízes laterais, pelas plantas, para compensarem a perda da raiz principal. Segundo Bortolotto et al. (2007), a coincidência de larvas grandes com o período inicial de desenvolvimento das plântulas pode acarretar em perdas na população de plantas e como consequência na produção.

A necessidade constante de medidas de controle mais efetivas e seguras ao meio ambiente, tem exigido da comunidade científica a busca por novos métodos de controle, para minimizar o impacto desses insetos (AMBROGI et al., 2009).

1.3 Amostragem de insetos-praga

A amostragem periódica das espécies-chave no campo é o meio mais confiável para determinar a necessidade e o momento correto de efetuar o controle. Contudo, para que sejam obtidos resultados confiáveis, um programa de amostragem deve ser previamente estabelecido considerando a espécie e a cultura a serem manejadas (BARRIGOSSI, 2007). No Manejo Integrado de Pragas (MIP) a adoção de estratégias de controle é determinada pelo nível de dano econômico, que nada mais é do que a capacidade de dano de cada indivíduo (GUEDES et al., 2006).

A ineficácia dos métodos de monitoramento é uma das dificuldades na implantação de programas de MIP (PERRUSO; CASSINO, 1997), pois a contagem de organismos pequenos e abundantes demanda excesso de tempo, e ainda pode resultar numa estimativa imprecisa da população (ZALOM et al., 1984). Dentro desse contexto Buntin (1994), menciona que a técnica de amostragem é o método que possibilita a coleta da informação sobre a população da praga e que a literatura apresenta um número considerável de técnicas apropriadas que podem ser usadas em programas de amostragem.

O programa de amostragem determina como a amostra deve ser tomada e inclui: a técnica de amostragem, o tamanho da unidade amostral e da amostra, o procedimento de coleta das amostras e o momento correto de efetuar a amostragem (HIGLEY; PETERSON, 1994). Silveira Neto et al. (1976)

menciona que a eficiência de um método de amostragem depende de fatores pessoais, estatísticos e econômicos. Dentre os problemas que interferem no sucesso da amostragem, os pontos mais importantes são o tamanho da unidade e da amostra (COSTA, 1978).

A amostragem das populações de insetos-praga é geralmente realizada para finalidades diferentes, que variam de pesquisas extensas sobre previsão de danos, a estudos rápidos de dinâmica populacional, ou ainda sobre atributos da população, tais como o grau de desenvolvimento, o grau de infecção por parasitas ou doenças, ou a taxa de mortalidade (MORRIS, 1960).

A técnica de amostragem ideal deve proporcionar a obtenção de estimativas com elevada precisão e acurácia. Enquanto a precisão se refere ao índice estatístico de erro da estimativa, a acurácia denota a proximidade da estimativa obtida em relação à média da população (BUNTIN, 1994). Deve-se ainda considerar a questão econômica, pois nenhum plano de amostragem, por mais eficiente que seja, será aceito se não for economicamente viável. Independentemente das técnicas de amostragem utilizadas para cada área de conhecimento, finalidade do estudo, escala de trabalho, sempre há a necessidade de se conhecer a posição das amostras no espaço, ou seja, seu georreferenciamento (LANDIM, 2002). As populações de insetos podem ser estimadas usando diferentes métodos de amostragem, no entanto esse depende do inseto e do habitat a ser amostrado.

Ao escolher a técnica de amostragem deve-se considerar o objetivo do estudo. Em pesquisa, a acurácia dos resultados é mais importante do que esforço e o tempo requerido para que os resultados possam ser disponibilizados. Já se o objetivo for o manejo de pragas, os valores das contagens devem correlacionar com o nível de dano econômico usado para basear a tomada de decisão de controle. Nesse caso, o custo e o tempo para amostragem são muito importantes, pois os dados obtidos são para uso imediato (HUGHES, 1999).

Os dados obtidos na amostragem são cruciais para a tomada de decisão na avaliação de perdas das culturas e no controle de pragas. Esses podem melhorar a percepção dos agricultores, portanto, melhorar a qualidade da tomada de decisão na prática da proteção dos cultivos (HUGHES, 1999). A técnica de amostragem adequada deve ser precisa e é dependente do

amostrador, com base na amostragem pode-se ter a tomada de decisão melhor embasada, além de reduzir as perdas e os custos implícitos (PEREIRA et al., 1994).

1.4 Distribuição espacial de insetos-praga

A agricultura de precisão não é algo recente, os pequenos agricultores sempre utilizaram em suas lavouras, com base no conhecimento intrínseco e intimidade com as condições de cada local da área. Esses agricultores vêm praticando agricultura de precisão, embora empírica e de baixa tecnologia (MOLIN, 1997).

A importância da distribuição espacial de pragas é reconhecida como parte fundamental do MIP. O desenvolvimento de técnicas de agricultura de precisão como as aplicações localizadas, que levam em consideração a variabilidade espacial de pragas, tem acentuado a eficiência do monitoramento e as estratégias de controle de insetos-praga (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2006).

Ferguson et al. (2003) relatam que as relações espaciais entre insetos e plantas, continuam a ser um aspecto relacionado a ecologia que tem recebido atenção insuficiente. Há uma falta de informações detalhadas sobre a heterogeneidade espacial das populações de pragas, o efeito desta sobre a produtividade agrícola e as implicações para a tomada de decisão no MIP.

A informação sobre a distribuição espacial é também necessária para os estudos dos movimentos de insetos em culturas agrícolas (MURCHIE et al., 1999), e para apoiar o desenvolvimento de estratégias de controle de pragas, em que as aplicações de pesticidas podem ser espacialmente voltadas para minimizar os efeitos daninhos das pragas (EVANS et al., 1998).

Durante muito tempo, essas informações detalhadas espacialmente sobre a dinâmica de pragas foram inacessíveis ou possuíam custo relativamente alto para sua aquisição. Os avanços recentes na eletrônica, nas comunicações e nos software têm proporcionado que as informações sobre a

distribuição de pragas possam ser analisadas (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2006).

A utilização da geoestatística para analisar padrões espaciais, não é algo recente, no entanto como citado anteriormente, o desenvolvimento atual de tecnologias, permite utilizar essa ferramenta de análise de dados em estudos de entomologia. Segundo Andriotti (2003), as técnicas geoestatísticas podem ser utilizadas para caracterizar padrões espaciais, para prever valores em locais não amostrados e para aperfeiçoar malhas de amostragem, estando seu uso condicionado à presença de dependência espacial das variáveis.

A variabilidade na estrutura espacial e a dependência espacial podem ser medidas usando o semivariograma, que possui a função de indicar a presença de dependência espacial da amostra, com base nas distâncias entre os locais de amostragem (PARK; TOLLEFSON, 2005). O semivariograma pode fornecer informações úteis para a amostragem, tais como a presença do efeito pepita, que revela erros de medição ou da variabilidade não detectada pela amostragem; do patamar, que é o valor da variância no qual o semivariograma se estabiliza; e do alcance, que é o limite de dependência espacial e o valor em que as amostras possuem correlação espacial (REISIG et al., 2011).

O conhecimento da distribuição espacial dos insetos deve ser considerado como parte fundamental na elaboração e execução de programas de amostragem, para o correto manejo desses (DAL PRÁ et al., 2011).

1.5 Danos de insetos-praga

Os conceitos de nível de dano econômico (NDE) e nível de controle (NC) são considerados pilares do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (STEJSKAL, 2002; STEJSKAL; LUKAS, 2002). Originalmente, Stern et al. (1959) definiu o NDE como a menor densidade populacional que vai causar dano econômico para justificar o custo das medidas de controle. Recentemente, Ramirez; Saunders (1999) o redefiniram como a densidade da praga no qual o custo adicional de controle equivale à perda econômica causada pela aplicação da medida de controle.

Segundo Azevedo; Bleicher (2002), a determinação do nível de controle, para qualquer tipo de inseto-praga, é de grande importância para programar as aplicações de inseticidas, já que estes possuem custo elevado e podem causar contaminação ambiental, quando utilizados de maneira inadequada, e ainda por minimizar os riscos de danos econômicos das pragas que reduzem a produção e/ou qualidade dos produtos agrícolas.

Os conceitos de NDE e NC foram desenvolvidos em conjunto com o conceito do MIP, e foram usados para promover o uso mais racional de agrotóxicos, para evitar a resistência, reduzir os problemas com resíduos em produtos agrícolas, e os efeitos da ação sobre organismos não alvos (ALSTON, 2011).

Claramente, o NDE e o NC são ferramentas de informações de tomada de decisão, considerando, se o custo dos danos causados por insetos-praga justificam a aplicação de medidas de controle (MUMFORD; KNIGHT, 1997). O custo para controlar determinada população de pragas, deve ser estimado anteriormente a aplicação do mesmo. A despesa total de uma tática de controle pode ser dividida em vários custos menores, estes podem incluir custo do agente de controle, o custo da aplicação e custos de trabalho de aplicação (PEDIGO, 1986).

Dentro deste contexto, Alston (2011), relata que o manejo de pragas evoluiu, assim como as tentativas de considerar não só o lucro econômico, mas o valor do controle de pragas. Esforços recentes estão centrados na diminuição dos riscos para o meio ambiente e a sociedade, a partir de práticas racionais de controle de pragas.

No Brasil, são raros os autores que tem dado atenção a este tema, dentre esses menciona-se, Silva (1997), em avaliação de níveis de controle de *D. abderus* em trigo no plantio direto; Silva (2000), em trabalho de nível de controle e danos de *Sternechus subsignatus* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae) em soja; Silva; Costa (2002), em estudo sobre nível de controle de *D. abderus* em aveia preta, linho, milho e girassol; Azevedo; Bleicher (2002), que estimaram o nível de controle para a mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows; Perring (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura do melão; Fazolin; Estrela (2004), com estudo relacionado a determinação do nível de dano econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em feijoeiro; e

Duarte et al. (2010), que avaliaram nível de dano do percevejo barriga-verde na cultura do trigo.

A falta de conhecimento dos níveis econômicos de injúrias, provocadas pelos insetos-praga podem dificultar a quantificação de seus danos, mencionase também que as decisões de controle muitas vezes são baseadas em conceitos pessoais, podendo resultar em tratamentos inadequados, trazendo consequências severas do ponto de vista ambiental e econômico (AZEVEDO; BLEICHER, 2002).

1.6 Referências bibliográficas

ALSTON, D. G. **Pest Management Decision-Making: The Economic-Injury Level Concept**. Logan: Utah State University, 2011. 2 p. (Documentos Online). Disponível em: <<http://extension.usu.edu/files/publications/publication/economic-injury-level96.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2012.

ALZUGARAY, R. et al. **Situación de los insectos del suelo en Uruguay**. In: Avances en el estudio de la diversidad, importância e manejo de los coleópteros edafícolas americanos. Memorias. Puebla: SME; BUAP, p.151-164, 1998.

AMBROGI, B. G. et al. Feromônios de agregação em Curculionidae (Insecta: Coleoptera) e sua implicação taxonômica. **Química Nova**, v.15, n.00, p.1-8, 2009.

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2003. 165 p.

AZEVEDO, F. R.; BLEICHER, E. Nível de controle para a mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring na cultura do melão. **Ciência Agronômica**, v.33, n.1, p.25-28, 2002.

BARRIGOSI, J. A. F. Distribuição espacial e amostragem de pragas de solo, Reunião Sul-Brasileira Sobre Pragas de Solo, 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: 2007. p. 56-66.

BORTOLOTTO, O. C. et al. Flutuação populacional de curculionídeos das raízes (*Naupactus* sp.) na cultura da soja em duas profundidades de solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE PRAGAS DE SOLO, 10. , 2007. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados. 2007, p. 215-218.

BORTOLOTTO, O. C. **Ocorrência e aspectos bioecológicos dos curculionídeos das raízes em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BUNTIN, G. D. **Developing a primary sampling program**. In: PEDIGO, L. P.; BUNTIN, G. D. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture 1994. p. 99-115.

CHERMAN, M. A. **Ocorrência e distribuição de Coleoptera: Melolonthidae na região do Planalto do Rio Grande do Sul**. 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

COSTA, E. C. **Avaliação da eficiência de cinco métodos de levantamento de artrópodes associados a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1978. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DAL PRÁ, E. et al. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1689-1694, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n10/a12611cr5040.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2012.

DUARTE, M. M.; ÁVILA, C. J.; ROHDEN, V. S. **Nível de Dano do Percevejo Barriga-Verde *Dichelops melacanthus* na Cultura do Trigo *Triticum aestivum* L.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 5 p. (Comunicado Técnico).

EVANS, K. et al. Mapping potato cyst nematode populations for modulated applications of nematicide. Protection and production of sugar beet and potatoes. **Aspects of Applied Biology**, v.52, p.101–108, 1998.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. Determinação do Nível de Dano Econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola. **Neotropical Entomology**, v.33, n.5, p.631-637, 2004.

FERGUSON, A. W. et al. Spatial distribution of pest insects in oilseed rape: implications for integrated pest management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.95, p.509–521, 2003.

GASSEN, D. N. Manejo de *Diloboderus abderus* em lavouras e pastagens. In: ROSSELO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p.73-182.

GUEDES, J. V. C. et al. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1299-1302, 2006.

GUEDES, J. V. C. **Identificação e bioecologia de curculionídeos das raízes dos citros de São Paulo e Minas Gerais**. 2003. 95 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

HIGLEY, L. G.; PETERSON, R. K. D. **Initiating sampling programs**, Boca Raton: CRC Press, 1994. p.119-136.

HUGHES, G. Sampling for decision making in crop loss assessment and pest management: Introduction. **Phytopathology**, v.89, n.11, p.1080-1083, 1999.

LAINETTI, D. O. et al. Controle de escarabeídeos rizófagos na cultura da cana-de-açúcar com nematóides entomopatogênicos. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO 9., 2003, Catanduva. **Anais...** Catanduva: Instituto Biológico, 2003. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/IX_RIFIB/lainetti.PDF>. Acesso em: 12 jan. 2012.

LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. S.; CORSI A. C. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER**, DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Laboratório de Geomatemática, Texto Didático 08, 21 p. 2002.

LANTERI, A. A.; DÍAZ, N. B.; MORRONE, J. J. Identificación de las especies. In: LANTERI, A. A. **Bases para el control integrado de los gorgojos de la alfafa**. La Plata: De la Campana Ediciones, cap.3, p.49-54, 1994.

LANTERI, A. A.; GUEDES, J. C.; PARRA, J. R. P. Weevils injurious for roots of citrus in São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomological**, v.31, p.561–569, 2002.

LANTERI, A. A.; MORRONE, J. J.; Cladistics of the *Naupactus leucoloma* species group, *Atrichonotus*, and *Eurymetopus* (Coleoptera: Curculionidae). **Revista da Sociedade Entomológica da Argentina**, v.54, p.99–112, 1995.

MEDEROS, P. D. et al. Especies de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su asociación con factores agroclimáticos y de manejo del maíz en Los Altos de Jalisco, México. **Fitosanidad**, v.10, n.3, p.209-215, 2006.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão. Parte 1: o que é e estado da arte em sensoriamento. **Engenharia Agrícola**, v.17, n.2, p.97-107, 1997.

MORÓN, M. A. Revision of the *Rugipennis* Group of *Phyllophaga* (sensu stricto) (Coleoptera: Melolonthidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.94, n.6, p.771-808, 2001.

MORRIS, R. F. Sampling Insect Populations. **Annual Review of Entomology**, v.5, p.243-264, 1960.

MUMFORD, J. D.; KNIGHT, J. D. **Injury, damage and threshold concepts**. In: DENT, D. (ed.), *Methods in ecological and agricultural entomology*. CAB, Oxon, p. 203–220, 1997.

MURCHIE, A. K. et al. Edge distributions of *Ceutorhynchus assimilis* and its parasitoid *Trichomalus perfectus* in a crop of winter oilseed rape (*Brassica napus*). **Biocontrol**, v.44, p.379–390, 1999.

PARK, Y. L.; TOLLEFSON J. J. Spatial prediction of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult emergence in Iowa corn fields. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.121–128, 2005.

PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review Entomology**, v.31, p.341- 368, 1986.

PEREIRA, P. R. V. S. et al. **Comparison between two methods of insect sampling in stored wheat**. In: HIGHLEY, E.; WRIGHT, E. J.; BANKS, H. J.; CHAMP, B. R. (Eds.), *Stored Product Protection, Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection*. CAB International, p. 435-438, 1994.

PERRUSO, J. C.; CASSINO, P. C. R. Presence-absence sampling plan for *Selenaspidus articulatus* (Morg.) (Homoptera: Diaspididae) on citrus. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.321-326, 1997.

QUINTELA, E. D. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 2001. 27 p. (Circular técnica, 46).

QUINTELA, E. D. et al. First Record of *Teratopactus nodicollis* (Coleoptera: Curculionidae) in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris*). **Neotropical Entomology**, v.41, n.3, p.352-253, 2012. Disponível em: <<http://rd.springer.com/article/10.1007/s13744-012-0025-0>>. Acesso em: 10 mai. 2012.

RAMIREZ, O.; SAUNDERS, J. Estimating economic thresholds for pest control: an alternative procedure. **Journal Economic Entomology**, v.92, p.391-401, 1999.

REISIG, D. D.; GODFREY, L. D.; MARCUM, D. B. Spatial Dependence, Dispersion, and Sequential Sampling of *Anaphothrips obscurus* (Thysanoptera: Thripidae) in Timothy. **Environmental Entomology**, v.40, n.3, p.689-696, 2011.

SALVADORI, J. R. **Avaliação de alternativas no controle químico do coró *Phyllophaga triticophaga*, em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 4 p. (Documentos Online; 22). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do22.htm>. Acesso em: 27 nov. 2011.

SALVADORI, J. R. Manejo do coró-do-trigo (*Phyllophaga triticophaga*) no Brasil. In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE SCARABAEIDOLOGIA, 4., 1999, Viçosa. **Memórias...**Londrina: Embrapa soja, 1999. p.113 – 122.

SALVADORI, J. R.; OLIVEIRA, L. J.; TONET, G. L. Pragas de solo: evolução e manejo. **Cultivar**, v.44, p.18-22, 2002.

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S. **Manejo integrado de corós em trigo e culturas associadas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 9 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 203). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co203.htm>. Acesso em: 12 jul. 2011.

SCATAGLINI, M. A.; LANTERI, A. A.; CONFALONIERI, V. A. Phylogeny of the *Pantomorus-Naupactus* complex based on morphological and molecular data (Coleoptera: Curculionidae). **Cladistics**, v.21, p.131–142, 2005.

SCIARRETTA, A.; TREMATERRA, P. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Grapholita molesta* and *Anarsia lineatella* males in an agricultural landscape. **Journal of Applied Entomology**, v.130, n.2, p.73–83, 2006.

SILVA, M. T. B. Níveis de Controle de *Diloboderus abderus* (Sturm) em Trigo no Plantio Direto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.3, p.435-440, 1997.

SILVA, M. T. B. Nível de Controle e Danos de *Sternechus subsignatus* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae) em Soja, no Sistema de Plantio Direto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.4, p.809-816, 2000.

SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C. Nível de controle de *Diloboderus abderus* em aveia preta, linho, milho e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.7-12, 2002.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. 419p.

STEJSKAL, V. Inversion relationship between action threshold and economic/aesthetic injury level for the control of urban and quarantine pests. **Journal Pest Science**, v.75, p.158-16, 2002.

STEJSKAL, V.; LUKAS, J. **Distinguishing injury from damage and post-harvest projection**. In: CREDLAND, P.; ARMITAGE, D.; BELL, C.; HIGLEY, E. (eds.), *Advances in Stored Product Protection*. CABI Publishing, Wallingford, 1071 p., 2002.

STERN, V. et al. The integrated control concept. **Hilgardia**, v.29, p.81-101, 1959.

ZALOM, F. G. et al. Sampling mites in almonds: II - Presence-absence sequential sampling for *Tetranychus mite* species. **Hilgardia**, v.52, p.14-24, 1984.

2. CAPÍTULO II

TAMANHO DE AMOSTRA PARA ESTIMAÇÃO DA POPULAÇÃO DE CORÓS EM CEREAIS DE INVERNO

Resumo

A amostragem periódica das espécies-praga é o meio mais confiável para determinar a necessidade e o momento correto de efetuar o manejo. O capítulo teve por objetivo utilizar técnicas geoestatísticas para determinar o número de amostras necessárias para caracterizar a distribuição espacial de corós, em lavouras de cereais de inverno (aveia, azéveo e trigo) no estado do Rio Grande do Sul. O trabalho foi realizado no período de 2010 a 2012, no qual foram coletados dados da densidade populacional de larvas de *Diloboderus abderus* e *Cyclocephala flavipennis*, em áreas de cereais de inverno de oito municípios no estado do Rio Grande do Sul. Foram realizadas contagens em trincheiras de 0,20m x 0,50m de largura e comprimento, com 20m de profundidade. A seguir, procedeu-se à análise geoestatística dos dados, realizada a partir de semivariogramas experimentais; o ajuste destes foi realizado por modelos teóricos. Posteriormente, foram definidos os parâmetros do semivariograma Efeito pepita (C_0), Patamar ($C_0 + C_1$), Alcance (a). Para definir o número de pontos de amostragem necessários para estimar as populações destes insetos de solo, foram considerados os valores dos alcances. Ainda, realizou-se a estimação do intervalo de confiança, com nível de confiança associado ao intervalo de 95% da média estimada, com o qual se calculou o limite superior e o limite inferior, para determinar o número de pontos amostrais necessários para identificar as populações. Os alcances, tendo como base o limite inferior, foram de 72,00m e 59,00m, e o número de trincheiras é de duas e três trincheiras por hectare, para a caracterização da população de larvas de *D. abderus* e de *C. flavipennis* em cereais de inverno para o Rio Grande do Sul, respectivamente.

Palavras-chave: insetos de solo; plano de amostragem; geoestatística.

SAMPLE SIZE FOR ESTIMATING THE WHITE GRUBS POPULATION IN WINTER CEREALS

Abstract

The periodic sampling of pest species is the most reliable means way to determine the need and the right time to make the management. The study aimed at using geostatistical techniques to determine the number of samples needed to characterize the spatial distribution of white grubs in winter cereal (oat, rye grass, wheat) crops in the state of Rio Grande do Sul. The experiment was conducted from 2010 to 2012, in which data were collected from the population density of larvae *Diloboderus abderus* and *Cyclocephala flavipennis* in areas of winter cereals eight municipalities in the state of Rio Grande do Sul, counts were performed in the trenches of 0,20m x 0,50m the width and length to deep 0,20m. Then proceeded to the geostatistical analysis of the data, performed from the experimental semivariograms; adjustment was done by these theoretical models, were subsequently defined the parameters of the semivariogram Nugget effect (C_0), Part sill ($C_0 + C_1$) Range (a). To set the number of sampling points needed to estimate the populations of soil insects were considered the values of the ranges. Also, there was the estimation of the confidence interval with confidence level associated with the 95% of estimated average, which is calculated with the upper limit and lower limit, to determine the number of sampling points needed to identify populations. The ranges, based on the lower limit ranged from 72.00m and 59.00m, and the number of trenches is two and three trenches per hectare for the characterization of the larvae population *D. abderus* and *C. flavipennis* in winter cereals to Rio Grande do Sul, respectively.

Keywords: soil insects; sampling plan; geostatistics.

3.1 Introdução

Os Escarabeídeos representam no Brasil um dos mais importantes grupos de pragas de solo em diversas culturas, causando prejuízos desde o século passado. São várias as espécies nativas do Brasil, cuja ocorrência e expressão econômica variam conforme a região e o sistema de produção empregado (LAINETTI et al., 2003). No Rio Grande do Sul é mencionada a ocorrência de espécies com ciclo biológico anual ou bianual, cuja fase larval coincide com o desenvolvimento das plantas cultivadas. As espécies de maior importância são: *Diloboderus abderus* Burm, 1826, *Phyllophaga triticophaga* Salvadori; Morón, 1998, *Cyclocephala flavipennis* Arrow, 1914, *Demodema brevitarsis* Blanchard, 1850 e *Bothynus* sp. Hope, 1837, (Coleoptera: Melolonthidae) (SALVADORI; PEREIRA, 2006).

A amostragem periódica das espécies-chave é o meio mais confiável para determinar a necessidade e o momento correto de efetuar o manejo. Contudo, para que sejam obtidos resultados confiáveis, um programa de amostragem deve ser previamente estabelecido, considerando a espécie e a cultura a serem manejadas (BARRIGOSI, 2007). O programa de amostragem determina como a amostra deve ser tomada e inclui: a técnica de amostragem, o tamanho amostral e da unidade amostral, o procedimento de coleta das amostras e o momento correto de efetuar a amostragem (HIGLEY; PETERSON, 1994). Silveira Neto et al. (1976) mencionam que a eficiência de um método de amostragem depende de fatores pessoais, estatísticos e econômicos. Dentre os problemas que interferem no sucesso da amostragem, os pontos mais importantes são o tamanho da unidade e da amostra (COSTA, 1978).

Independentemente das diversas técnicas de amostragem utilizadas para cada área de conhecimento, finalidade do estudo, escala de trabalho, sempre há a necessidade de se conhecer a posição das amostras no espaço, ou seja, seu georreferenciamento (LANDIM, 2002). Para Ferguson et al. (2003), as relações espaciais entre insetos e plantas, estão associadas a ecologia que tem recebido atenção insuficiente. Faltam informações detalhadas sobre a heterogeneidade espacial das populações de pragas, o efeito desta na

produtividade agrícola e as implicações para a tomada de decisão no Manejo Integrado de Pragas.

A utilização da geoestatística para analisar padrões espaciais, não é algo recente, no entanto, o desenvolvimento atual de tecnologias, permite utilizar essa ferramenta de análise de dados em estudos de entomologia. Segundo Andriotti (2003), as técnicas geoestatísticas podem ser utilizadas para caracterizar padrões espaciais, para prever valores em locais não amostrados e para aperfeiçoar malhas de amostragem.

Desse modo, o trabalho teve por objetivo utilizar técnicas geoestatísticas para determinar o número de amostras necessárias para caracterizar a distribuição espacial de corós em lavouras de cereais de inverno no estado do Rio Grande do Sul.

3.2 Material e métodos

O trabalho foi realizado no período de 2010 a 2012, quando foram coletados dados da densidade populacional de larvas de *D. abderus* e *C. flavipennis*, em áreas de cereais de inverno em oito municípios no estado do Rio Grande do Sul (Tabela 1), as coordenadas centrais das áreas são oriundas do sistema de referência *World Geodetic System* (WGS-84).

O perímetro das áreas foi demarcado com um sistema de posicionamento global (GPS) com posicionamento absoluto, vinculado a computador-de-mão (Pocket PC). Utilizou-se o programa computacional CR-CAMPEIRO 6 (GIOTTO, 2006), tecnologia móvel, para gerar as grades regulares de amostragem; os pontos para amostragem de larvas de *D. abderus* e *C. flavipennis* foram localizados com o equipamento de posicionamento global.

Tabela 1 - Local, latitude e longitude, cultura, área e número de trincheiras (n) para a estimação da densidade populacional de corós, em áreas com cereais de inverno no Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

Local	Latitude (S)	Longitude (W)	Cultura	Área (ha)	n
Cruz Alta	28°31'	53°41'	Aveia	21,60	43
Ijuí	28°30'	53°48'	Aveia e Azevém	13,86	31
Lagoa Vermelha	28°38'	51°37'	Aveia	14,80	30
Marau	28°34'	52°07'	Aveia e Azevém	5,21	38
Restinga Seca	29°46'	53°32'	Aveia	13,40	34
Rosário do Sul	30°35'	48°47'	Aveia	15,11	35
São Francisco de Assis	29°18'	55°17'	Aveia	23,78	43
Vacaria	28°15'	51°17'	Trigo	9,29	35

A contagem de larvas foi realizada no solo, com a abertura de trincheiras, com dimensões de 0,50m x 0,20m x 0,20m (comprimento, largura e profundidade, respectivamente), similares às propostas por Salvadori; Pereira (2006) para corós. A seguir, procedeu-se à análise geoestatística dos dados, que foi realizada a partir de semivariogramas experimentais, o ajuste destes foi feito por modelos teóricos (esférico, exponencial, gaussiano, linear), gerados a partir do programa computacional Vesper 1.6 (MINASNY et al., 2006). Posteriormente ao ajuste de um modelo matemático, foram definidos os parâmetros do semivariograma Efeito pepita (Co), Patamar (Co + C1), Alcance (a). Para definir a dependência espacial, utilizou-se a classificação de Cambardella et al. (1994) que considera dependência espacial fraca quando a razão entre o patamar e o efeito pepita é menor ou igual a 25%, moderada quando essa é superior a 25% e menor ou igual a 75% e dependência forte quando maior que 75%.

O número de pontos de amostragem necessários para estimar as populações de *D. abderus* e *C. flavipennis*, foi definido a partir dos valores dos alcances, obtidos na análise geoestatística, pois o alcance indica a distância na qual os dados estão correlacionados. Para estimar o número de amostras para

verificar o alcance em cada área, adotou-se um número de pontos de amostragem superior a 30. Ainda, realizou-se a estimação do intervalo de confiança, com nível de confiança associado ao intervalo de 95% da média estimada, com o qual calculou-se o limite superior e o limite inferior, para determinar o número de pontos amostrais para avaliar as populações de corós.

As coordenadas empregadas na confecção dos semivariogramas são oriundas do sistema de referência *World Geodetic System* (WGS-84), no qual o sistema de coordenadas utilizado foi o *Universal Transverse Mercator* (UTM), estando as áreas situadas nos fusos 22S e 23S.

3.3 Resultados e discussão

A construção dos semivariogramas (Figura 1 e Figura 2) partiu da elaboração de semivariogramas experimentais para as direções de 45°, 90°, 135° e 180°. Não se constatou a existência de padrão anisotrópico, assim, foram construídos semivariogramas unidirecionais para analisar os parâmetros da distribuição espacial de *D. abderus* e *C. flavipennis*. Segundo Huijbregts (1975), o semivariograma é o instrumento básico, que permite descrever a variação no espaço de um determinado fenômeno, relata ainda, que a estrutura de um conjunto de dados é definida a partir da comparação de valores em dois pontos, segundo uma determinada direção.

Na figura 1 encontram-se os semivariogramas unidirecionais ajustados para a distribuição espacial de larvas de *D. abderus*, segundo Andriotti (2003) o semivariograma analisa o grau de dependência espacial entre amostras em uma área experimental, além de definir parâmetros (efeito pepita, patamar e alcance) para a estimativa da variável em locais não amostrados.

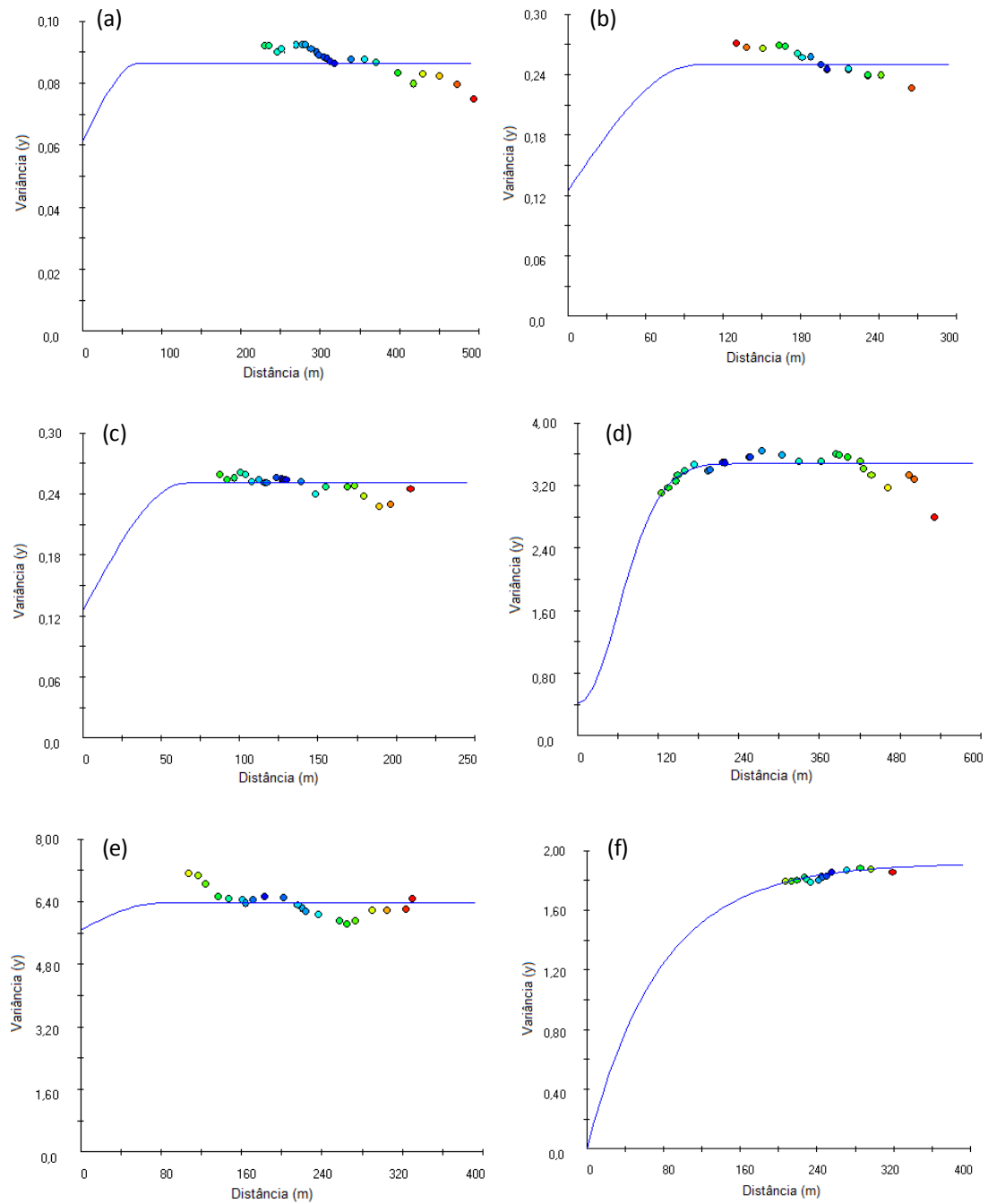


Figura 1 - Semivariogramas unidirecionais ajustados para modelar a distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. Cruz Alta (a), Lagoa Vermelha (b), Marau (c) Restinga Seca (d), Rosário do Sul (e) e São Francisco de Assis (f), Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

Os valores do efeito pepita para a distribuição de espacial de *D. abderus* variaram de zero a 5,68 e o patamar apresentou valores variando de 0,08 a 3,48 (Tabela 2). Segundo Cambardella et al. (1994) o efeito pepita pode referir-se a variabilidade não explicada, ou ser devido a variações não detectadas, em função da distância da grade de amostragem utilizada. A observação da dimensão da grade de amostragem é muito importante na compreensão da natureza e da magnitude deste parâmetro (CARRASCO, 2010).

Tabela 2 – Parâmetros dos semivariogramas relativos à distribuição espacial de *Diloboderus abderus* em municípios do Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

Local	Parâmetros			Modelo ajustado
	Efeito pepita (Co)	Patamar (Co + C1)	Alcance (a)	
Cruz Alta	0,06	0,08	72,07m	Esférico
Lagoa Vermelha	0,12	0,24	99,00m	Esférico
Marau	0,12	0,24	66,00m	Esférico
Restinga Seca	0,69	3,48	88,85m	Gaussiano
Rosário do Sul	5,68	6,36	79,00m	Esférico
São Francisco de Assis	0,00	0,91	79,67m	Exponencial

O modelo esférico apresentou melhor ajuste para caracterizar a distribuição espacial de *D. abderus* em quatro locais amostrados (Cruz Alta, Lagoa Vermelha, Marau e Rosário do Sul), no entanto, os modelos gaussiano e exponencial, foram ajustados para as áreas de Restinga Seca e de São Francisco de Assis, respectivamente (Tabela 2). Os modelos ajustados às semivariâncias calculadas apresentaram valor de alcance que variou de 66,00m a 99,00m.

Os parâmetros dos semivariogramas unidirecionais ajustados para a distribuição espacial de larvas de *C. flavipennis*, são apresentados na tabela 3. O efeito pepita, patamar e alcance, apresentaram valores de zero à 0,19, de 0,16 à 6,84 e de 46,80m à 117,90m, respectivamente.

Tabela 3 – Parâmetros dos semivariogramas relativos à distribuição espacial de *Cyclocephala flavipennis* em municípios do Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

Local	Parâmetros			Modelo ajustado
	Efeito pepita (Co)	Patamar (Co+ C1)	Alcance (a)	
Cruz Alta	0,00	1,57	117,90m	Gaussiano
Ijuí	0,19	0,86	113,60m	Exponencial
Lagoa Vermelha	0,00	6,84	61,00m	Gaussiano
São Francisco de Assis	0,00	0,16	46,80m	Exponencial
Vacaria	0,00	2,31	100,00m	Esférico

Para o ajuste dos semivariogramas da distribuição espacial de *C. flavipennis* (Figura 2) foram ajustados os modelos, gaussiano para as áreas de Cruz Alta e de Lagoa Vermelha, exponencial para Ijuí e para São Francisco de Assis e esférico para Vacaria. A escolha do modelo do semivariograma que será utilizado é um dos aspectos mais importantes da geoestatística. Pois, se o modelo ajustado não for apropriado, todos os passos seguintes podem apresentar erros, portanto, essa é uma fase crucial na análise geoestatística e deve receber atenção especial.

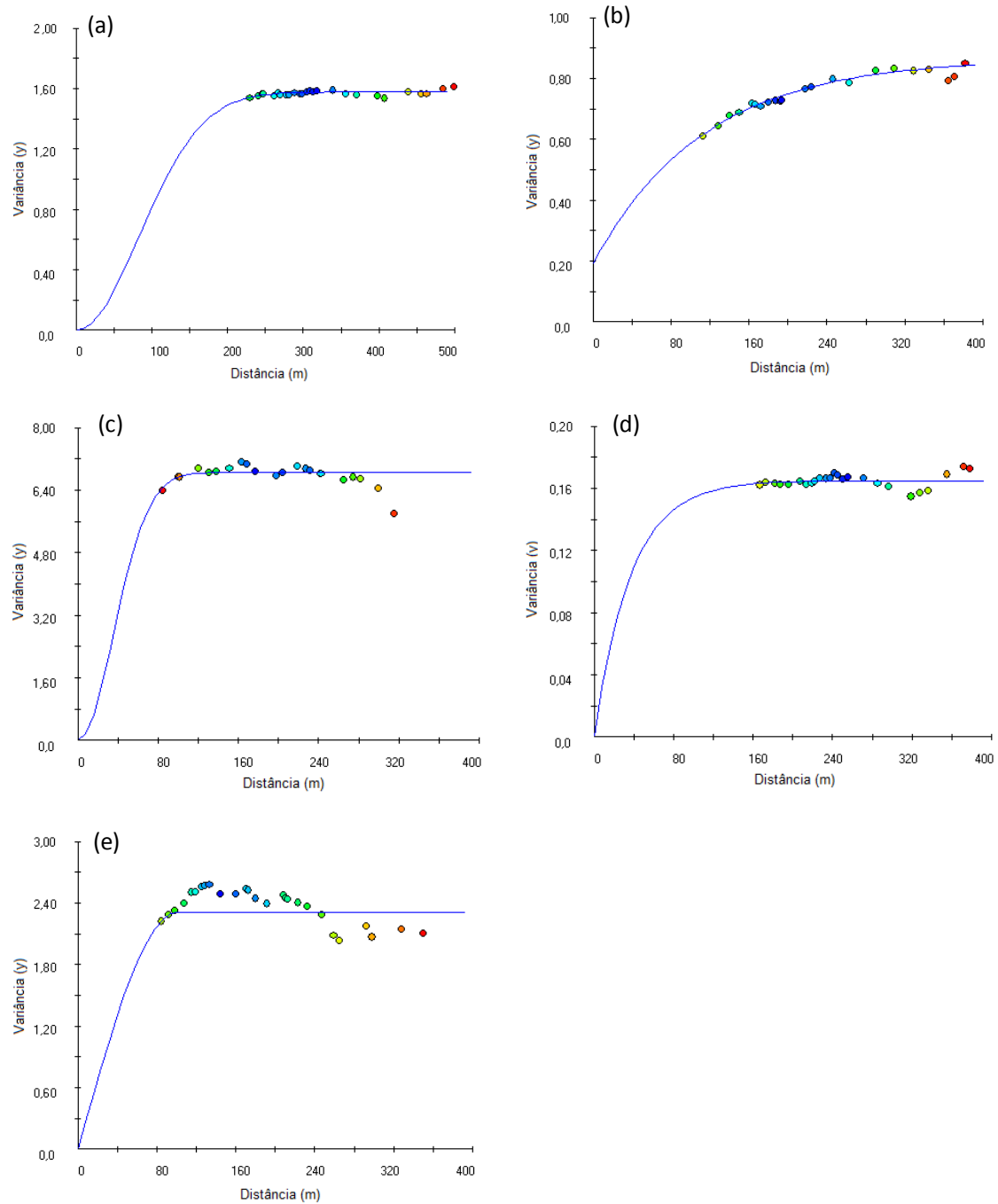


Figura 2 - Semivariogramas unidirecionais ajustados para modelar a distribuição espacial de larvas de *Cyclocephala flavipennis*. Cruz Alta (a), Ijuí (b), Lagoa Vermelha (c), São Francisco de Assis (d) e Vacaria (e), Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

Os semivariogramas para a distribuição espacial de *D. abderus* e de *C. flavipennis*, de acordo com a classificação proposta por Cambardella et al. (1994) demonstraram, de forma geral, forte dependência espacial, uma vez que os valores do efeito pepita foram inferiores a 25% do patamar (Tabela 2 e Tabela 3). Dal Prá et al. (2011) e Oliveira et al. (2005), também encontraram, em seus trabalhos, forte dependência espacial para a distribuição espacial de corós em cereais de inverno e soja, respectivamente. Este comportamento deve ser efeito da baixa mobilidade das espécies, especialmente na fase de larva, e estando a dispersão sob-responsabilidade dos adultos.

A dependência espacial classificada como forte caracteriza a distribuição espacial agregada da praga. O conhecimento sobre a agregação espacial de insetos é importante pela sua associação com a dinâmica populacional das espécies, e a agregação de determinado inseto-praga pode influenciar o sucesso do monitoramento e das medidas de controle (CORLEY, 2007). Segundo Oliveira et al. (2005), a dependência espacial geralmente implica em uma abordagem por meio da geoestatística e utilização de ferramentas da agricultura de precisão para permitir o desenvolvimento de planos de amostragem da população dos insetos. Burgio et al. (2012), relatam que a geoestatística pode ser uma ferramenta eficaz para estudar a distribuição espacial de populações de insetos-praga, a fim de proporcionar um controle de pragas adequado, por meio da identificação das diferentes zonas de infestação e, por consequência, suscetíveis aos danos de pragas.

A determinação do número ideal de amostras para caracterizar a distribuição espacial de determinado parâmetro, por meio do alcance, é um dos principais empregos do semivariograma, pois, conhecendo-se o alcance da dependência espacial, define-se o raio de amostragem (DINARDO-MIRANDA et al., 2011). O alcance permite uma estimativa da distância em que dois pontos possuem correlação espacial, portanto, é a distância mínima entre os pontos de amostragem que são estatisticamente independentes e espacialmente correlacionados (BACCA et al., 2006).

Para a distribuição espacial de *D. abderus* o alcance apresentou como limite inferior valor 72,14m (Tabela 4), representando que para caracterizar de forma segura a distribuição espacial dessa espécie-praga é necessário dois pontos de amostragem por hectare. O valor de limite inferior para identificar a

distribuição espacial de *C. flavipennis* foi de quase 60,00m, dimensão que requer três pontos por hectare.

Tabela 4 – Intervalos de confiança para a estimação do número de amostras para identificar a densidade populacional de corós, em áreas com cereais de inverno no Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

	<i>Diloboderus abderus</i>	<i>Cyclocephala flavipennis</i>
Desvio padrão	10,76	32,09
Tamanho da amostra	6,00	5,00
Nível de confiança	0,05	0,05
Média	80,76m	87,86m
Margem	8,61	28,12
Limite inferior	72,14m	59,73m
Limite superior	89,38m	115,98m

O uso da geoestatística na definição de planos de amostragem foi estudado por Farias et al. (2004), em citros quando estimaram em 53m a 65m o alcance das amostras para avaliar as infestações das cigarrinhas, concluindo que pelo menos um ponto de amostragem, deveria ser feito por hectare, para quantificar as populações de cigarrinhas; de Alves et al. (2005), em estudo sobre variabilidade espacial da broca-do-café, afirmaram que as distâncias máximas entre amostras devem ser de até 66,9m, para o estudo da distribuição espacial da praga; de Dinardo-Miranda et al. (2007) em trabalho de avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar, relatam alcances de 33m a 53m, indicando ser necessários até três pontos de amostragem por hectare para uma estimativa confiável da população.

O número de unidades amostrais necessárias para caracterizar as populações de corós apresentado neste estudo, esse obtido com o uso da

geoestatística foi diferente dos resultados encontrados utilizando a estatística tradicional, relatados por Alvarado (1989), que avaliou populações de larvas de *D. abderus*, e menciona para um nível de confiança de 95%, o número de 117 amostras por hectare, de Costa et al. (1993), em estudo sobre o tamanho de amostras para a extração de insetos de solo, e que cita a necessidade de realização de aproximadamente 542 amostras por hectare, para o mesmo nível de confiança, e ainda dos relatados por Cargnelutti Filho et al. (2011), que cita a variabilidade existente entre áreas e entre locais para a estimativa das populações de corós e que 2.170 trincheiras por hectare forneceriam estimativas de média de densidade populacional de corós, com 95% de confiabilidade de que o erro máximo, independentemente da área e local.

Em uma perspectiva de aplicação destes dados em campo, a realização de 117 trincheiras para estimar a população de larvas de *D. abderus* e *C. flavipennis* pode ser considerada complexa, já amostrar 2.170 trincheiras por hectare para estimar a média de densidade populacional é inviável do ponto de vista econômico e em função do aumento da mão de obra. A aplicabilidade de um método de amostragem está associado ao número de amostras por unidade de área, este tendo influência no custo e no tempo da amostragem, a elevação deste número pode gerar custos impraticáveis, o que entre outras consequências, pode tornar o monitoramento inviável em lavouras comerciais e assim prejudicar o manejo do inseto-praga.

Com relação ao tamanho da trincheira Alvarado (1989), menciona que o melhor tamanho de unidade amostral para o levantamento da população de *D. abderus*, foi de 25cm x 50cm, Silva; Costa (1998), observaram que o maior valor médio de larvas por metro quadrado foi obtido com o tamanho da unidade de amostra de 25cm x 25cm, Costa et al. (1993), citam que o número de insetos encontrados é maior em unidades amostrais maiores e tende a ocorrer o inverso no caso da variação relativa da média.

A implantação de um programa de manejo integrado de corós é dependente da aferição de suas populações, assim é necessária a definição do número de pontos de amostragem a serem realizados em determinada área, no início do período de ocorrência dos insetos. As informações apresentadas neste trabalho, de uma perspectiva aplicada, podem ser usadas para o monitoramento de larvas de *D. abderus* e de *C. flavipennis*, sugerindo uma

distância ideal para a realização das amostragens, ou seja, o tamanho da amostra necessária para caracterizar a distribuição espacial destes insetos, e ainda permitem definir o tipo de distribuição espacial, podem ainda, fornecer uma ferramenta para melhorar a sustentabilidade econômica e ambiental do manejo de corós, permitindo a estimativa da distribuição espacial destes insetos de solo.

3.4 Conclusões

Os alcances, tendo como base o limite inferior, são de 72,00m e 59,00m para larvas de *D. abderus* e de *C. flavipennis*, respectivamente.

O número de trincheiras por hectare para a caracterização da população de larvas de *D. abderus* e de *C. flavipennis* em cereais de inverno no estado do Rio Grande do Sul é de duas e três trincheiras, respectivamente.

3.5 Referências bibliográficas

ALVARADO, L. Amostragem de inseto de solo. In: ATA REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE INSETOS DE SOLO, 2., 1989, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1989. p. 34-37.

ALVES, M. C. et al. Análise geoestatística da variabilidade espacial da Broca-do-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.

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2003. 165 p.

BACCA, T. et al. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.119, p.39-45, 2006.

BARRIGOSI, J. A. F. Distribuição espacial e amostragem de pragas de solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 10., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 1 CD-ROM.

BURGIO, G. et al. Optimization of *Agriotes sordidus* monitoring in northern Italy rural landscape, using a spatial approach. **Bulletin of Insectology**, v.65, n.1, p.123-131, 2012.

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

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Dimensionamento de amostra na estimação da população de corós em áreas de campo nativo e de cultivo no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1300-1306, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n8/a6611cr4351.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2012.

CARRASCO, P. C. Nugget effect, artificial or natural? **The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy**, v. 10, p.229-305, 2010.

CORLEY, J. C.; VILLACIDE, J. M.; BRUZZONE, O. A. Spatial dynamics of a *Sirex noctilio* woodwasp population within a pine plantation in Patagonia, Argentina. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.125, p.231-236, 2007.

COSTA, E. C. **Avaliação da eficiência de cinco métodos de levantamento de artrópodes associados a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1978. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

COSTA, E. C.; GRUTZMACHER, A. D.; LINK, D. Eficiência do tamanho da unidade e da amostra na extração de algumas espécies de insetos de solo.. In: IV REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE INSETOS DE SOLO, 4.,1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA/Trigo - SEB, 1993. p. 149-151.

DAL PRÁ, E. et al. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1689-1694, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n10/a12611cr5040.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2012.

DINARDO-MIRANDA, L. L. et al. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.66, n.3, p.449-455, 2007. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/brag/v66n3/a11v66n3.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2012.

DINARDO-MIRANDA, L. L. et al. Variabilidade espacial de populações de *Diatraea saccharalis* em canaviais e sugestão de método de amostragem. **Bragantia**, v.70, n.3, p.577-585, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n3/aop1311.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2012.

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

FERGUSON, A. W. et al. Spatial distribution of pest insects in oilseed rape: implications for integrated pest management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.95, p.509-521, 2003.

GIOTTO, E. CR CAMPEIRO 6 - Sistema de gerenciamento de propriedade rural, 2006.

HIGLEY, L. G.; PETERSON, R. K. D. **Initiating sampling programs**, Boca Raton: CRC Press, 1994. p.119-136.

HUIJBREGTS, C. J. **Regionalized variables and quantitative analysis of spatial data**. In: DAVIS, J. C.; MCCULLAGH, M. J. eds. Display and analysis of spatial data. New York, John Wiley, 1975. p.38-53.

LAINETTI, D. O. et al. Controle de escarabeídeos rizófagos na cultura da cana-de-açúcar com nematóides entomopatogênicos. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO 9., 2003, Catanduva. **Anais...** Catanduva: Instituto Biológico, 2003. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/IX_RIFIB/lainetti.PDF>. Acesso em: 12 jan. 2012.

LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. S.; CORSI A. C. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER**, DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Laboratório de Geomatemática, Texto Didático 08, 21 p. 2002.

MINASNY, B.; MCBRATNEY, A. B.; WHELAN, B. M. VESPER version 1.62. Australian Centre for Precision Agriculture, The University of Sydney, 2006.

OLIVEIRA, C. M. et al. Análise da distribuição espacial de corós na cultura da soja em plantio direto no cerrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., 2005, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 4 p.

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S. **Manejo integrado de corós em trigo e culturas associadas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 9 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 203). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co203.htm>. Acesso em: 12 jul. 2011.

SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C. Tamanho e número de unidades de amostra de solo para amostragem de larvas de *Diloboderus abderus* (Sturm) (Coleoptera: Melolonthidae) em plantio direto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.2, p.193-197, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aseb/v27n2/v27n2a04.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2013.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. 419 p.

3. CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO GEOESTATÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE LARVAS DE *Phyllophaga triticophaga*

Resumo

Entre as espécies de Escarabeídeos encontradas que causam danos nas Américas se encontram os membros do gênero *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae), dentre esses, o coró-do-trigo, *Phyllophaga triticophaga*, constitui uma das principais pragas de solo em cereais de inverno, no Brasil. O trabalho teve por objetivo caracterizar, com uso da geoestatística, a distribuição espacial de larvas de *P. triticophaga*. O estudo foi realizado nos anos de 2010 e 2012, em lavouras de aveia no município de Coxilha e Salto do Jacuí, Rio Grande do Sul. O perímetro das áreas foi demarcado com receptor de sistema de posicionamento global e as grades de amostragem tiveram dimensão de 60m x 60m. A densidade populacional foi estimada com abertura de uma trincheira em cada ponto amostral. As análises da variabilidade espacial e da dependência espacial foram feitas por meio de semivariograma e classificadas segundo Cambardella et al. (1994). Já os mapas foram gerados a partir dos dados de contagem de larvas em campo. Os semivariogramas indicam a presença de dependência espacial da variável nas áreas de avaliação. As grades de amostragem mostraram-se apropriadas para caracterizar a distribuição espacial de larvas de *P. triticophaga*. A distribuição espacial de *P. triticophaga* é agregada e este conhecimento pode aprimorar o manejo da praga.

Palavras-chave: agricultura de precisão; semivariograma; krigagem; aveia; corós.

GEOSTATISTICS CHARACTERIZATION THE SPATIAL DISTRIBUTION OF LARVAE *Phyllophaga triticophaga*

Abstract

Among the species of scarabs found causing damage in the Americas there are members of the genus *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae), among these, *Phyllophaga triticophaga*, which is a major soil pests in cereals winter in Brazil. The study aimed to characterize, using geostatistics, spatial distribution of larvae of *P. triticophaga*. The study was conducted in the years 2010 and 2012 crops of oats in the municipality of Salto do Jacuí and Coxilha, Rio Grande do Sul. The perimeter of areas was demarcated with receiver global positioning system and the sampling grids have dimension 60m x 60m. The population density was estimated by opening a trench at each sample point. Analyses of the spatial variability and spatial dependence were made by semivariogram and classified Cambardella et al. (1994). Since the maps were generated from the data counting larvae in the field. The semivariograms indicate the presence of spatial dependence of the variable in the assessment area. The sampling grids shown to be suitable to characterize the spatial distribution of larval *P. triticophaga*. The spatial distribution of *P. triticophaga* is aggregated and their knowledge can improve the pest management.

Keywords: precision farm; semivariogram; kriging; oat; white grubs.

2.1 Introdução

O gênero *Phyllophaga*, apresenta cerca de 860 espécies em toda a América (EVANS; SMITH, 2007), sendo considerado um dos mais importantes, pelos danos que suas espécies são capazes de causar em culturas agrícolas. No Brasil, ocorrem 31 espécies do gênero *Phyllophaga*, das quais *P. capillata* (Blanchard), *P. cuyabana* (Moser) e *P. triticophaga* podem ser consideradas pragas em sistemas agrícolas (OLIVEIRA et al., 2004; SALVADORI; SILVA, 2004; OLIVEIRA et al., 2007).

O coró-do-trigo, *P. triticophaga*, constitui uma das principais pragas de solo em cereais de inverno. Apresenta hábito subterrâneo, e a época de semeadura de cereais de inverno coincide com a ocorrência de larvas no terceiro ínstar, fase essa, em que o inseto apresenta maior capacidade de consumo e como consequência, de dano. Este, decorre do ataque a sementes, plântulas e plantas desenvolvidas (SALVADORI, 2002).

Populações de insetos normalmente se distribuem espacialmente em densidades heterogêneas. Essa característica é de suma importância para o desenvolvimento de processos de amostragem, para a compreensão de relações ecológicas, e ainda para o desenvolvimento de estratégias racionais de manejo de insetos-praga (ROSSI et al., 1992).

A aplicação de métodos geoestatísticos, para quantificar os padrões espaciais em dados de contagem de insetos, é relativamente nova e há apenas algumas aplicações publicadas. Nesse sentido, quando se relaciona a utilização da geoestatística para determinar o padrão de distribuição de pragas, a quantidade de trabalhos publicados é ainda escassa, citam-se os trabalhos de Farias et al., 2004; Blackshaw; Vernon, 2006; Farias et al., 2008; Dal Prá et al., 2011; Dinardo-Miranda et al., 2011.

Desse modo, o trabalho teve por objetivo utilizar técnicas geoestatísticas para analisar a distribuição espacial de larvas de *P. triticophaga* em lavouras de aveia no estado do Rio Grande do Sul.

2.2 Material e métodos

O trabalho foi realizado nos anos de 2010 e 2012, em áreas cultivadas com aveia (*Avena strigosa* Schreb.), situadas nos municípios de Coxilha (coordenada central 28°5'9.96"S e 52°15'48.99"W), e Salto do Jacuí (coordenada central 29°0'13.24"S e 53°14'59.05"W), Rio Grande do Sul, coordenadas oriundas do sistema de referência *World Geodetic System* (WGS-84).

O perímetro das áreas foi demarcado com um sistema de posicionamento global (GPS) com posicionamento absoluto, vinculado a computador-de-mão (Pocket PC) (Figura 3). Utilizou-se o programa computacional CR-CAMPEIRO 6 (GIOTTO, 2006), tecnologia móvel, para gerar as grades regulares de amostragem, com espaçamento de 60m x 60m, que representa 0,36 hectares, resultando em 31 pontos amostrais em cada área.

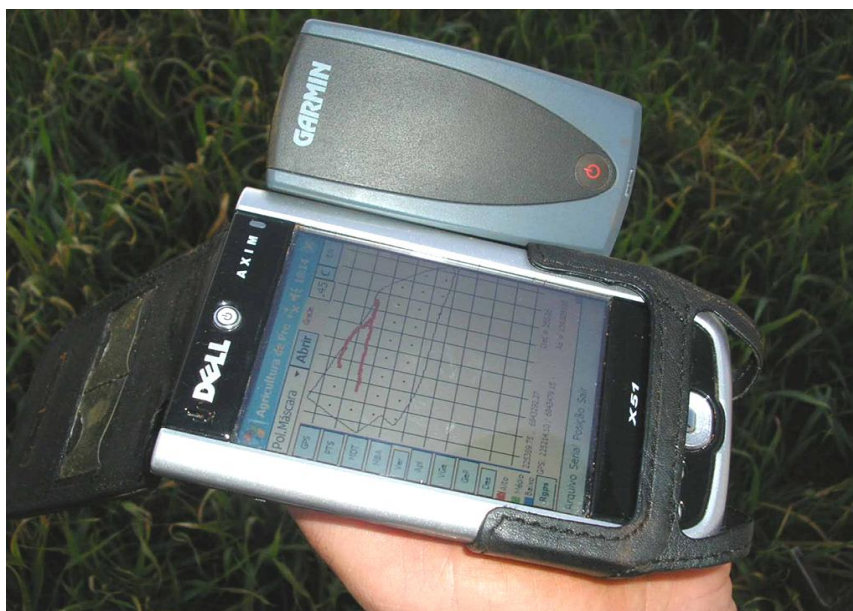


Figura 3 – Equipamento utilizado para a amostragem de larvas de *Phyllophaga triticophaga*, no Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

Os pontos para amostragem de larvas de *P. triticophaga* foram localizados com o equipamento de GPS, a contagem de larvas foi realizada a partir da abertura de trincheiras no solo (Figura 4), com dimensões de 0,50m x 0,20m x 0,20m (comprimento, largura e profundidade, respectivamente), similares às propostas por Salvadori; Pereira (2006) para corós.



Figura 4 – Trincheira utilizada para a amostragem de larvas de *Phyllophaga triticophaga*, no Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

Os dados relativos ao número de indivíduos encontrados foram submetidos à análise estatística descritiva, para obtenção dos parâmetros: média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, curtose, assimetria, valor máximo e valor mínimo, essas obtidas com o auxílio do programa BIOESTAT 5.0 (AYRES et al., 2007).

A seguir, procedeu-se à análise geoestatística dos dados, usando semivariogramas e interpolação por *krigagem* ordinária para confecção dos mapas de distribuição espacial de insetos, gerados a partir do programa computacional ArcGIS 9.3 (ESRI, 2004). Esses foram confeccionados, a partir

dos dados da contagem de larvas de *P. triticophaga*, e com o número de classes variando de acordo com a densidade populacional, entretanto, com intervalo fixo (um coró por trincheira). Ainda, procedeu-se à sobreposição de planos de informação, com a inserção do perímetro da área no arquivo gerado pela *krigagem*.

Para definir a dependência espacial, utilizou-se a classificação de Cambardella et al. (1994) que considera dependência espacial fraca quando a razão entre o patamar e o efeito pepita é menor ou igual a 25%, moderada quando essa é superior a 25% e menor ou igual a 75% e dependência forte quando maior que 75%.

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

2.3 Resultados e discussão

Os resultados referentes à análise descritiva para a distribuição de larvas de *P. triticophaga* são apresentados na tabela 5. Os coeficientes de curtose e de assimetria estão próximos de zero e um, respectivamente. Segundo Dinardo-Miranda et al. (2011), valores de assimetria e de curtose próximos a zero e três, respectivamente, indicam a distribuição normal dos dados.

A população de larvas de *P. triticophaga*, apresentou coeficiente de variação (CV) elevado (93,50% e 207,50%), com diferenças elevadas entre as contagens máxima e mínima (Tabela 5). Todavia, esta variação dos dados é típica em variáveis relacionadas a insetos devido à sua distribuição desuniforme nas áreas de cultivo (DINARDO-MIRANDA et al., 2007).

Tabela 5 – Estatística descritiva para a distribuição de larvas de *Phyllophaga triticophaga*. Coxilha e Salto do Jacuí, Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

Parâmetros	Valores	
	Coxilha (2010)	Salto do Jacuí (2012)
Tamanho da amostra	31,00	31,00
Mínimo	0,00	0,00
Máximo	5,00	1,00
Amplitude Total	5,00	1,00
Mediana	1,00	0,00
Média Aritmética	1,48	0,19
Variância	1,92	0,16
Desvio Padrão	1,39	0,40
Coeficiente de Variação	93,50%	207,50%
Assimetria	0,71	1,63
Curtose	-0,04	0,70

A análise de tendência foi realizada a partir da análise gráfica do programa computacional ArcGis 9.3, o qual gera uma função quadrática, porém existe elevada dispersão de pontos em torno do modelo, refletindo a inexistência de tendência quadrática nos dados (LUNDGREN, 2004).

A confecção dos semivariogramas (Figura 5) partiu da construção de semivariogramas experimentais para as direções de 45°, 90°, 135° e 180°, constatou-se a não existência de padrão anisotrópico, assim, foram construídos semivariogramas unidirecionais.

Os modelos geoestatísticos esférico, exponencial e gaussiano foram testados, no entanto, o que apresentou melhor ajuste relativo à caracterização da distribuição espacial de *P. triticophaga* foi o modelo esférico.

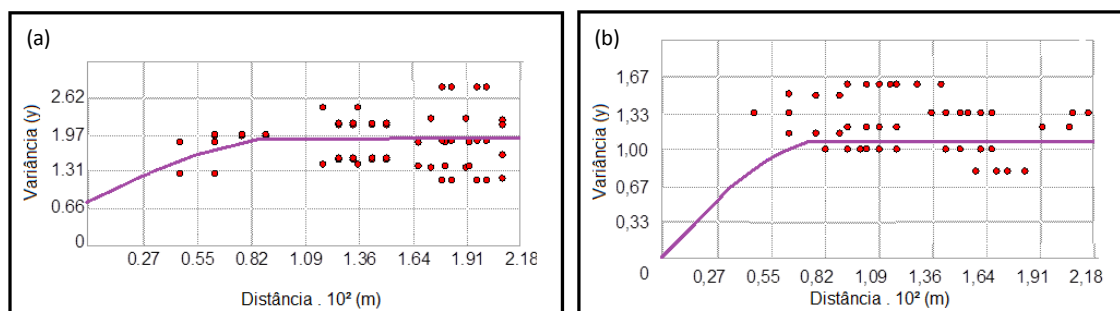


Figura 5 – Semivariogramas ajustados pelo modelo esférico para larvas de *Phyllophaga triticophaga*. Coxilha (a) e Salto do Jacuí (b), Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

O efeito pepita, que representa a descontinuidade atribuída a erros de amostragens ou ainda a erros não explicados, apresentou valor de 0,7 e zero, para as lavouras em Coxilha e Salto do Jacuí, respectivamente, denotando o ajuste adequado do semivariograma e da dimensão da grade amostral, pois, quando o valor do efeito pepita é próximo a zero, denota que as amostras contêm informações espaciais significativas. Caso contrário, deve-se mudar a escala das amostras (grade amostral) para reduzir o efeito pepita a fim de obter dados adequados de distribuição espacial (SHAO-KUI et al., 2005).

O patamar apresentou valores de 1,15 e 1,06 e o alcance de 102,67m e 80,08m para Coxilha e Salto do Jacuí, respectivamente. O alcance representa a distância na qual há dependência espacial entre as amostras (GARCIA, 2006), demonstrando assim, que os espaçamentos das grades amostrais utilizados (60m x 60m), foram adequados, pois são inferiores aos alcances obtidos, proporcionando a caracterização da distribuição espacial de larvas de *P. triticophaga* de forma adequada. Segundo Shao-Kui et al. (2005), a amostra deve ser tomada em uma escala maior, para extrair maior quantidade de informações espaciais, ainda menciona que quando a população de pragas é irregular, o número de amostras deve aumentar, a fim de obter informações espaciais suficientes. Carvalho et al. (2002), mencionam que os pontos localizados em uma área cujo raio de amostragem seja igual ao valor do alcance, possuem maior semelhança entre si, do que os separados por distâncias maiores.

A estimativa do número de pontos amostrais, para a avaliação da variabilidade espacial de insetos-praga, pode ser considerada um dos principais usos dos semivariogramas, pois, no momento em que se determina o valor do alcance, pode-se definir as dimensões da grade de amostragem. Além disso, o número de amostras depende do tipo de distribuição (agregada, aleatória ou uniforme) dos insetos-praga (SHAO-KUI et al., 2005).

A dependência espacial pode ser classificada como forte, de acordo com a classificação de Cambardella et al. (1994), pois, o valor do efeito pepita foi inferior a 25% do valor do patamar. Esse resultado evidencia que as larvas de *P. triticophaga* se distribuem de forma agregada na área.

A distribuição populacional de larvas de *P. triticophaga*, nas áreas de avaliação (Figura 6), apresenta acúmulo de indivíduos em determinados locais das lavouras, demonstrando o comportamento agregado dessa espécie, concordando com resultados de Oliveira et al. (2004) e de Dal Prá et al. (2011), que relatam a distribuição agregada para espécies dessa família de insetos.

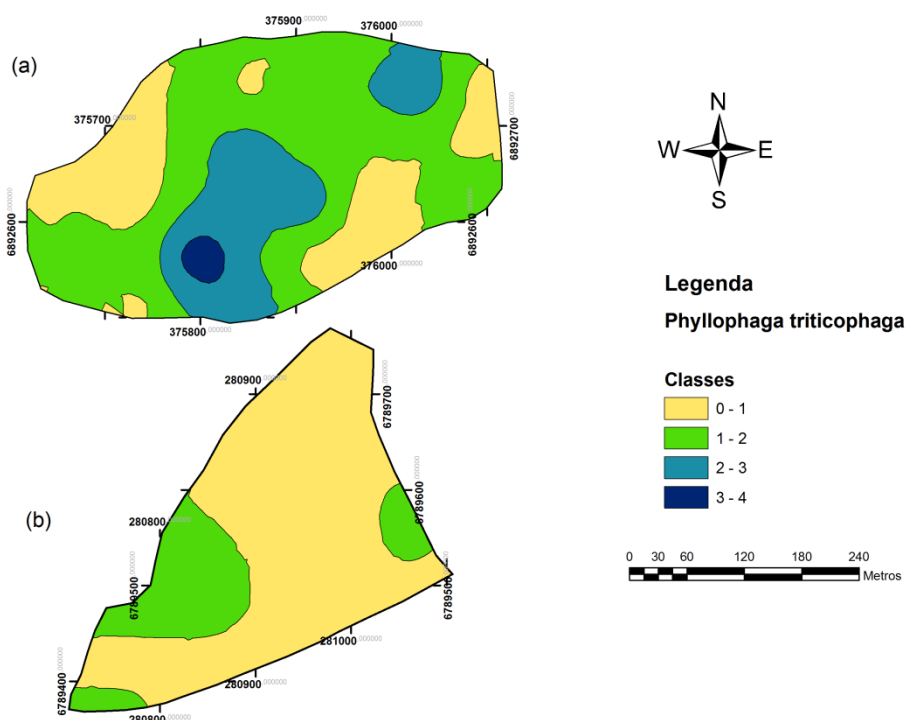


Figura 6 – Mapa da distribuição espacial de larvas de *Phyllophaga triticophaga* em lavoura de aveia. Coxilha (a) e Salto do Jacuí (b), Rio Grande do Sul, 2010 e 2012.

O comportamento agregado dos insetos-praga e o grau de heterogeneidade na distribuição espacial das pragas influenciam na perda de rendimento dos cultivos agrícolas, pois em altas densidades de pragas, as plantas são menos capazes de compensar os danos e assim é provável que a distribuição agregada de pragas, tenha um impacto maior sobre a cultura do que o previsto, para uma população equivalente de pragas que está distribuída aleatoriamente ou uniformemente (FERGUSON et al., 2003).

Atualmente, os procedimentos relativos a tecnologia de informação, ao sistema de informação geográfica e a geoestatística estão tecnologicamente avançados, mas é provável que essas tecnologias evoluam consideravelmente ao longo da próxima década. Pois, os procedimentos geoestatísticos em geral não foram incorporados nos programas computacionais recentemente disponíveis. Além disso, pacotes geoestatísticos não apresentam uma rotina operacional acessível e é provável que interfaces de usuário intuitivas sejam desenvolvidas no futuro, tornando assim estas ferramentas disponíveis para um público mais amplo.

2.4 Conclusões

A análise dos semivariogramas permite modelar a variabilidade espacial de larvas de *P. triticophaga*.

A distribuição espacial de larvas de *P. triticophaga* é do tipo agregada.

A grade de amostragem de 60m x 60m é apropriada para caracterizar a distribuição espacial de larvas de *P. triticophaga*.

As informações apresentadas nesse estudo demonstraram a viabilidade do uso da geoestatística no estudo da distribuição espacial de larvas de *P. triticophaga*, e na definição de planos de amostragem para essa espécie.

2.5 Referências bibliográficas

AYRES, M. et al. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamiraua. Belém, Pará, 2007.

BLACKSHAW, R. P.; VERNON, R. S. Spatio temporal stability of two beetle populations in non-farmed habitats in an agricultural landscape. **Journal of Applied Ecology**, v.43, n.4, p.680-689, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2006.01167.x/pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

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

CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1151-1159, 2002.

DAL PRÁ, E. et al. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1689-1694, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n10/a12611cr5040.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2012.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; PERECIN, D. Variabilidade espacial de populações de *Diatraea saccharalis* em canaviais e sugestão de método de amostragem. **Bragantia**, v.70, n.3, p.577-585, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n3/aop1311.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2012.

DINARDO-MIRANDA, L. L. et al. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar, **Bragantia**, v.66, n.3, p.449-455, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n3/a11v66n3.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2012.

ESRI. Redlands: Environmental Systems Research Institute. ArcGIS, 2004.

EVANS, A. V.; SMITH, A. B. T. **An electronic checklist of the new world chafers (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae)**. 2007, 349 p. Disponível em: <<http://www.museum.unl.edu/research/entomology/Guide/Scarabaeoidea/>>

Scarabaeidae/Melolonthinae/Melolonthinae-Catalog/Diplotaxini.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2011.

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

FARIAS, P. R. S. et al. Spatial analysis of the distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and losses in maize crop productivity using geostatistics. **Neotropical Entomology**, v.37, n.3, p.321-327, 2008.

FERGUSON, A. W. et al. Spatial distribution of pest insects in oilseed rape: implications for integrated pest management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.95, p.509-521, 2003.

GARCÍA, F. J. M. Analysis of the spatio-temporal distribution of *Helicoverpa armigera* Hb. in a tomato field using a stochastic approach. **Biosystems Engineering**, v.93, n.3, p.253-259, 2006. Disponível em: <<http://people.oregonstate.edu/kaserjo/Garcia2006.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2012.

GIOTTO, E. CR CAMPEIRO 6 - Sistema de gerenciamento de propriedade rural, 2006.

LUNDGREN, W. J. C. **Uso da Co-Krigagem na caracterização da variabilidade espacial da condutividade hidráulica**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Biometria) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

OLIVEIRA, L. J. et al. Coró-da-soja. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (eds.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2004. 544 p.

OLIVEIRA, L. J. et al. Feeding and oviposition preference of *Phyllophaga cuyabana* (Moser) (Coleoptera: Melolonthidae) on several crops. **Neotropical Entomology**, v.36, n.5, p.759-764, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v36n5/a18v36n5.pdf>>. Acesso em: 12 de jan. 2011.

ROSSI, R. E. et al. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. **Ecological Monographs**, v.62, n.2, p.277-314, 1992.

SALVADORI, J. R. **Avaliação de alternativas no controle químico do coró *Phyllophaga triticophaga*, em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 4 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 22). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do22.htm>. Acesso em: 05 dez. 2011.

SALVADORI, J. R.; SILVA, M. T. B. Coró-do-trigo. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo, 2004. p.211-232.

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S. **Manejo integrado de corós em trigo e culturas associadas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006, 9 p. (Comunicado Técnico, 203).

SHAO-KUI, G. et al. Spatial heterogeneity and population risk analysis of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in China. **Insect Science**, v.12, p.255-262, 2005. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1005-295X.2005.00032.x/pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2011.

4. CAPÍTULO III

DANO DE LARVAS DE CURCULIONÍDEOS DAS RAÍZES EM SOJA

Resumo

No Brasil, foram encontradas espécies dos gêneros *Naupactus* e *Pantomorus*, ocorrendo em áreas de soja, essas podem causar danos às sementes e às raízes do cultivo, diminuindo a população de plantas e a produtividade. O trabalho teve por objetivo caracterizar os danos desses insetos-praga em lavoura de soja. O trabalho foi realizado na safra agrícola 2010/2011, em área pertencente à Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. As larvas de curculionídeos das raízes foram alocadas nas parcelas no momento da semeadura da soja, em quatro níveis populacionais, sendo esses, zero, um, dois e três larvas por parcela. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Os critérios avaliados foram, o impacto dos danos do complexo de larvas de curculionídeos das raízes na população inicial de plantas de soja e na produtividade da cultura. As análises de regressão entre o número de larvas curculionídeos das raízes, população de plantas e produtividade de soja, demonstram que a regressão linear apresentou melhor ajuste, assim as equações foram elaboradas a partir dessa. A população de plantas foi afetada pelo aumento dos níveis populacionais, a qual apresentou redução de quase 50%, quando comparado o tratamento que apresenta a ausência de larvas, com o tratamento com 12 larvas por metro quadrado. Com relação à produtividade, observou-se que a partir de oito larvas por metro quadrado, houve diferenças estatísticas na produtividade da soja, em comparação ao tratamento com ausência de larvas de curculionídeos das raízes.

Palavras-chave: pragas de solo; população de plantas; produtividade.

DAMAGE OF LARVAE WEEVILS ROOTS IN SOYBEANS

Abstract

In Brazil, species of the genera *Naupactus* and *Pantomorus*, occurring in soybean areas were found, it can cause damage to the seeds and roots of the crop, reducing the plant population. The study aimed to characterize the damage these insect pests in soybean crop. The study was conducted in the crop year 2010/2011, in an area belonging to the Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande Sul. The larvae weevils roots were the main plots at the time of soybean planting in four population levels, these being, zero, one, two and three larvae per plot. The experimental design was completely randomized with four treatments and six replications. The criteria evaluated were, the influence of damage larvae weevils roots in the initial population of soybean plants and crop productivity. Regression analysis between the number of larvae weevils roots, plant population and soybean yield, demonstrate that the linear regression showed a better adjustment, so the equations were developed from that. The plant population was affected by the increase in population levels which decreased by almost 50% compared to treatment presents the absence of larvae, to treatment with 12 larvae per square meter. With regard to productivity, it was observed that from eight larvae per square meter statistical differences on soybean yield, compared to treatment with absence of larvae root weevils.

Keywords: soil pests, plant population; productivity.

4.1 Introdução

Os gêneros *Pantomorus* e *Naupactus* são naturalmente distribuídos na Região Neotropical (SCATAGLINI et al., 2005), tendo sua maior diversidade nas áreas tropicais e subtropicais da América do Sul (LANTERI; MORRONE, 1995). Na América do Sul, a ocorrência de espécies desses gêneros, vulgarmente chamados de curculionídeos das raízes, foi relatada por Lanteri et al. (1994) e por Alzugaray et al. (1998). No Brasil, foram referidas 14 espécies da família Curculionidae ocorrendo em citros por Guedes (2003) e cinco espécies do gênero *Naupactus* e uma do gênero *Pantomorus*, ocorrendo em áreas de soja, relatadas por Bortolotto (2008).

As larvas de curculionídeos das raízes podem causar danos às sementes e às raízes de cultivos, diminuindo a população de plantas e aumentando a produção de raízes laterais, pelas plantas, para compensarem a perda da raiz principal (QUINTELA et al., 2012). Bortolotto et al. (2007) relatam que a coincidência de larvas grandes com o período inicial de desenvolvimento das plântulas pode acarretar em perdas na população de plantas e como consequência na produção.

Os conceitos de nível de dano econômico (NDE) e nível de controle (NC) são considerados pilares do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (STEJSKAL, 2002; STEJSKAL; LUKAS, 2002). No Brasil, são raros os autores que tem realizado trabalhos que relatem danos de insetos-praga em cultivos agrícolas, dentre esses menciona-se, Silva (1997); Silva (2000); Silva; Costa (2002); Azevedo; Bleicher (2002); Fazolin; Estrela (2004) e Duarte et al. (2010).

A falta de conhecimento sobre a influência das injúrias e as decisões de controle muitas vezes baseadas em conceitos pessoais podem resultar em tratamentos inadequados à cultura, trazendo consequências severas do ponto de vista ambiental e econômico (AZEVEDO; BLEICHER, 2002).

O trabalho teve por objetivo quantificar o impacto dos danos de larvas de curculionídeos das raízes na produtividade de lavoura de soja.

4.2 Material e métodos

O trabalho foi realizado na safra agrícola 2010/2011, em área pertencente à Universidade Federal de Santa Maria, situada no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, com coordenada central 29°42'53"S e 53°44'4"W, oriundas do sistema de referência *World Geodetic System* (WGS-84).

O experimento foi realizado em campo, no qual a cultivar de soja Fundacep 55 foi semeada com espaçamento de 0,50m entre linhas e com densidade de 280.000 plantas por hectare, representando sete plantas por parcela. As parcelas possuíam dimensão de 0,50m x 0,50m de comprimento e de largura (0,25 m²) e foram confeccionadas com chapas de offset, com 50 cm x 15 cm (comprimento, "altura"), sendo essas, colocadas no solo a profundidade de 10 a 12 cm, com o intuito de evitar o deslocamento de larvas entre parcelas (Figura 7). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições, representados pelos níveis de infestação de larvas de curculionídeos das raízes.

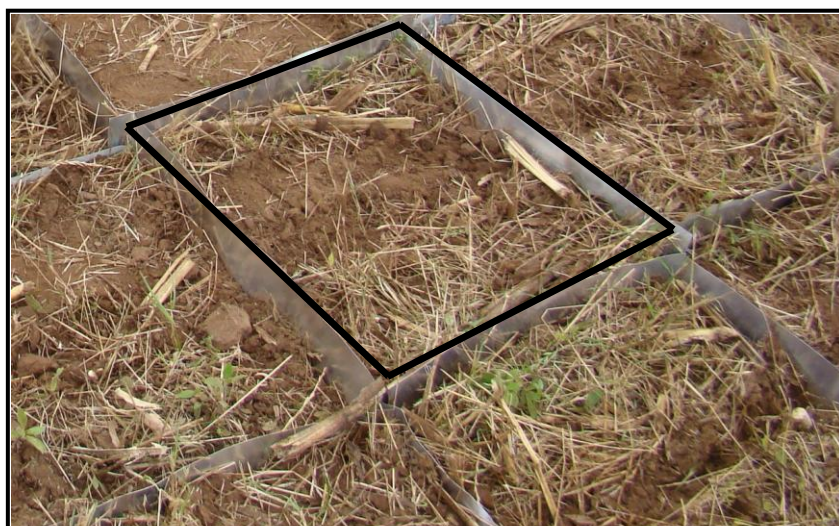


Figura 7 – Parcela utilizada para avaliação dos danos de curculionídeos das raízes em soja. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

As espécies do complexo de curculionídeos das raízes utilizadas no estudo foram *Naupactus peregrinus*, *Naupactus alternevittatus* e *Pantomorus viridis squamosus*.

As larvas do complexo de curculionídeos das raízes foram alocadas nas parcelas no momento da semeadura da soja, em quatro níveis populacionais, sendo esses, zero (testemunha), um, dois e três larvas por parcela, o que representa zero, quatro, oito e 12 larvas por metro quadrado. Para avaliação da população presente na área foi realizada avaliação prévia, com a abertura de trincheiras com dimensão de 0,50m x 0,20m x 0,20m, comprimento, largura e profundidade, respectivamente, relata-se a ausência de indivíduos (larvas) na área experimental antes da semeadura da soja.

Os critérios avaliados foram a influência dos danos de larvas de curculionídeos das raízes na população inicial de plantas de soja e na produtividade da cultura. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), a relação entre o nível de infestação de larvas, população de plantas e a produtividade, foi expressa pelas análises de regressão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância, por meio do programa estatístico SOC (EMBRAPA, 1997), na qual foram considerados critérios básicos da estatística, como normalidade, obtida com o auxílio do teste de Anderson-Darling, e a homogeneidade de variância, avaliada com o uso do teste de Bartlett, pelo pacote estatístico ACTION R (THE R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING, 2007).

Na ausência de normalidade, relativa aos dados de produtividade, utilizou-se a transformação dos dados com a fórmula, $\text{Log.}(x)$, para proporcionar a uniformização e a normalidade aos dados, com o auxílio do programa computacional BIOESTAT 5.0 (AYRES et al., 2007).

A análise de trilha é uma análise de correlação entre as variáveis independentes de um modelo de regressão, e que mede os efeitos diretos e indiretos de cada uma destas variáveis independentes, sobre a variável dependente, sendo essa, realizada para cada caráter, foi obtida com o auxílio do programa computacional SAEG (SAEG, 2007).

4.3 Resultados e discussão

Os resultados relativos à influência dos diferentes níveis populacionais de larvas de curculionídeos das raízes, na população de plantas de soja e na produtividade da mesma são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 – Níveis populacionais de larvas de curculionídeos das raízes, população de plantas e produtividade (gramas), em soja. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

Nº larvas/Parcela	Nº larvas/m ²	População de plantas	Produtividade
0	0	6,16 a*	109,67 a
1	4	5,50 ab	112,67 a
2	8	4,33 bc	98,33 ab
3	12	3,50 c	75,00 b

* Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A população de plantas foi afetada pelo aumento dos níveis populacionais (Figura 8), que resultou em redução de quase 50% das plantas, quando comparado o tratamento “testemunha” com ausência de larvas com o tratamento com 12 larvas por metro quadrado.

Com relação a produtividade, se observou que embora a população de plantas tenha sido afetada com a infestação de quatro larvas por metro quadrado, essa não resultou em perdas de produtividade da soja.

A partir de oito larvas por metro quadrado foram observadas diferenças estatísticas na população de plantas, em comparação ao tratamento “testemunha” sem larvas de curculionídeos das raízes (Tabela 6).



Figura 8 – Redução na população de plantas de soja causada por larvas de curculionídeos das raízes. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

As análises de regressão entre o número de larvas curculionídeos das raízes, população de plantas e produtividade de soja (Apêndice A e B), demonstram que a regressão linear foi a que apresentou melhor ajuste, assim as equações foram elaboradas a partir da regressão linear, em função desses resultados.

Por meio da equação de regressão, entre os níveis de larvas de curculionídeos das raízes e a população de plantas (Figura 9), foi possível obter os valores estimados para as diferentes densidades populacionais do inseto, no intervalo de zero a doze larvas. Mesmo, no tratamento com uma larva por parcela (quatro por m^2), é possível observar que ocorre também a diminuição de aproximadamente uma planta, por parcela.

Resultados semelhantes do efeito dos danos de larvas de curculionídeos das raízes, foram mencionados por Quintela et al. (2012), que relatam danos na população de plantas em feijão, chegando a aproximadamente 50%, e que a morte das plantas geralmente ocorre nas últimas fases do desenvolvimento, especialmente quando existe a necessidade de água e aumento de nutrientes.

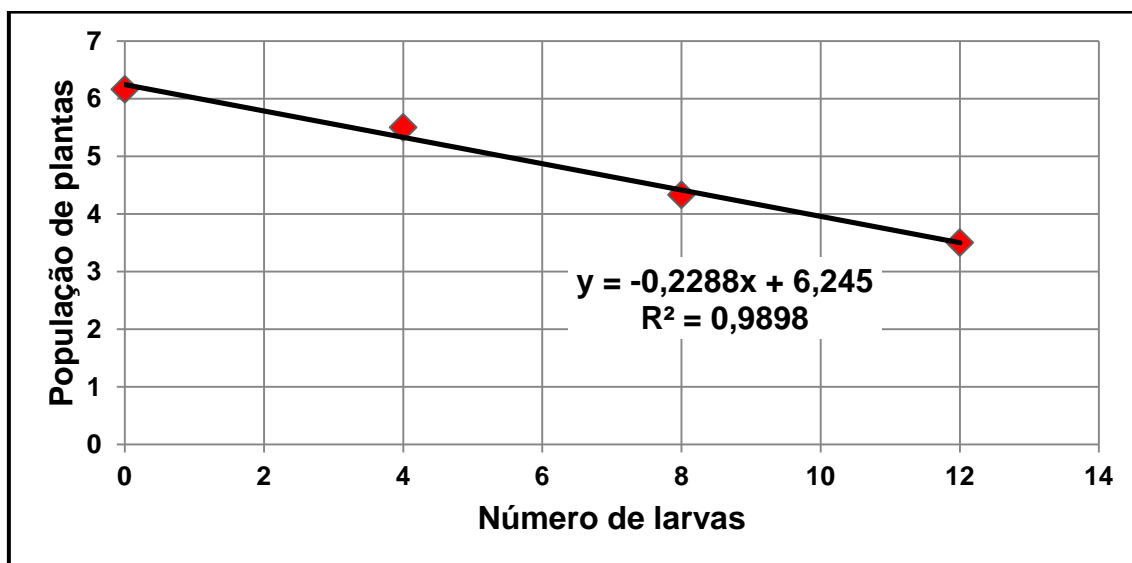


Figura 9 – Regressão linear entre a população de plantas de soja (por parcela) e níveis de larvas de curculionídeos das raízes (por m²). Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

A influência das larvas de curculionídeos das raízes, no rendimento de grãos de soja, pode ser visualizado na figura 10, com a equação que relacionou as densidades populacionais e o rendimento de grãos. Observa-se que não ocorreu redução na produtividade da soja no tratamento com quatro larvas por metro quadrado, fato provavelmente associado à plasticidade e a capacidade da soja em recuperar-se dos danos radiculares.

Segundo, Hughes (1988) quando as plantas são submetidas a algum tipo de estresse, essas são capazes de realizar alterações fisiológicas, morfológicas e anatômicas, que resultam em mudanças no seu metabolismo, e assim minimizam os efeitos do estresse na sua produtividade. Em trabalho sobre o rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas, Rambo et al. (2003), relatam que a plasticidade consiste na capacidade de a planta alterar sua morfologia e componentes do rendimento, a fim de adequá-los à condição imposta pelo arranjo de plantas.

O nível populacional de oito larvas por metro quadrado gerou redução de 10,34% na produtividade de soja, enquanto a densidade de 12 larvas por metro quadrado acarretou perda de 31,61% em relação a testemunha, menciona-se que a equação possibilita a obtenção do percentual de perda em cada densidade populacional estudada.

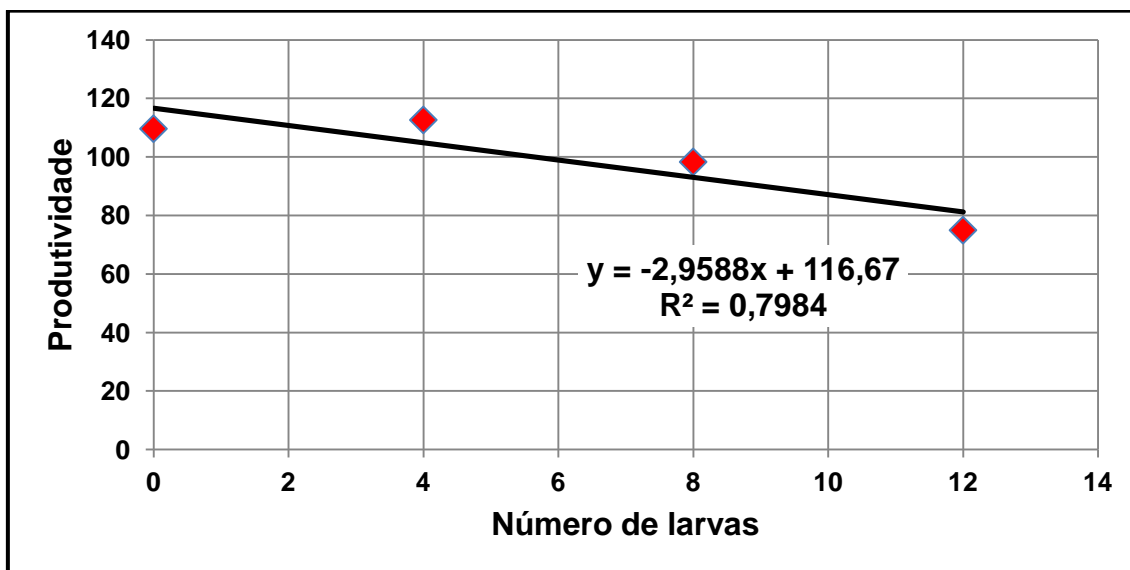


Figura 10 – Regressão linear entre a produtividade (gramas) de plantas de soja e níveis de larvas de curculionídeos das raízes (por m²). Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

A matriz de correlação de Pearson (Tabela 7) apresenta o efeito negativo entre as variáveis, resultado que indica que com o aumento de uma larva curculionídeos das raízes, a população de plantas e a produtividade de soja foi reduzida em aproximadamente 80% e 55%, respectivamente. Esse resultado concorda com o apresentado por Silva (1997), que em estudo dos níveis de controle de *D. abderus* em trigo menciona que os coeficientes de correlação negativos demonstram a alta relação entre produtividade de trigo com o nível de infestação de *D. abderus*, indicando que decresce a produtividade com o aumento do número de larvas. O mesmo autor menciona ainda, considerando estes resultados para *D. abderus* em trigo, que a

contagem de larvas pode ser utilizada para amostragem do nível populacional do inseto, porque esta correlacionada com a produtividade, similarmente ao observado em soja para curculionídeos.

Tabela 7 – Coeficientes de correlação de Pearson entre o número de larvas de curculionídeos das raízes, número de plantas e produtividade, em soja. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

Variável	Variável	Correlação	Significância
Produtividade	Nº de larvas	-0.550	0.003
Produtividade	Nº de plantas	0.558	0.002
Nº de larvas	Produtividade	-0.550	0.003
Nº de larvas	Nº de plantas	-0.808	0.000
Nº de plantas	Produtividade	0.558	0.002
Nº de plantas	Nº de larvas	-0.808	0.000

Apesar da não possibilidade de generalização desse conjunto de dados, em virtude do número de experimentos realizados e de elevado número espécies de curculionídeos das raízes existentes, os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que o complexo de larvas destes, possuem alto potencial de dano para a cultura da soja. Essa informação serve de base para a tomada de decisão, visando a ampliação de táticas de manejo para larvas de curculionídeos das raízes. Menciona-se que os danos aos cultivos agrícolas podem variar de um ano para outro, dependendo de fatores como a produtividade da cultura, o tipo de solo e o estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre o ataque do inseto-praga.

4.4 Conclusões

Em altas infestações (acima de quatro larvas por metro quadrado), os curculionídeos das raízes podem causar até 55% de perdas na produção de soja.

A produtividade da soja decresce aproximadamente 120 kg/ha para cada larva de curculionídeos das raízes, acrescida por metro quadrado.

4.5 Referências bibliográficas

ALZUGARAY, R. et al. **Situación de los insectos del suelo en Uruguay**. In: Avances en el estudio de la diversidad, importancia e manejo de los coleópteros edafícolas americanos. Memorias. Puebla: SME; BUAP, p.151-164, 1998.

AYRES, M. et al. Bioestat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas. Belém-PA, Mamirauá/CNPq, 2007.

AZEVEDO, F. R.; BLEICHER, E. Nível de controle para a mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring na cultura do melão. **Ciência Agrônômica**, v.33, n.1, p.25-28, 2002.

BORTOLOTTO, O. C. et al. Flutuação populacional de curculionídeos das raízes (*Naupactus* sp.) na cultura da soja em duas profundidades de solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE PRAGAS DE SOLO, 10., 2007. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados. 2007, p.215-218.

BORTOLOTTO, O. C. **Ocorrência e aspectos bioecológicos dos curculionídeos das raízes em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DUARTE, M. M.; ÁVILA, C. J.; ROHDEN, V. S. **Nível de Dano do Percevejo Barriga-Verde *Dichelops melacanthus* na Cultura do Trigo *Triticum aestivum* L.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 5 p. (Comunicado Técnico).

EMBRAPA. Ambiente de software NTIA. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, 1997.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V. Determinação do Nível de Dano Econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola. **Neotropical Entomology**, v.33, n.5, p.631-637, 2004.

GUEDES, J. V. C. **Identificação e bioecologia de curculionídeos das raízes dos citros de São Paulo e Minas Gerais**. 2003. 95 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

HUGHES, G. Modelling the effect of spatially heterogeneous pest injury on crop yields. **Crop Research**, v.28, p.137-144, 1988.

LANTERI, A. A.; DÍAZ, N. B.; MORRONE, J. J. Identificación de las espécies. In: LANTERI, A. A. **Bases para el control integrado de los gorgojos de la alfafa**. La Plata: De la Campana Ediciones, cap.3, p.49-54, 1994.

LANTERI, A. A.; MORRONE, J. J. Cladistics of the *Naupactus leucoloma* species group, *Atrichonotus*, and *Eurymetopus* (Coleoptera: Curculionidae). **Revista da Sociedade Entomológica da Argentina**, v.54, p.99–112, 1995.

QUINTELA, E. D. et al. First Record of *Teratopactus nodicollis* (Coleoptera: Curculionidae) in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris*). **Neotropical Entomology**, v.41, n.3, p.252-253, 2012. Disponível em: <<http://rd.springer.com/article/10.1007/s13744-012-0025-0>>. Acesso em: 10 mai. 2012.

RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.405-411, 2003.

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SCATAGLINI, M. A.; LANTERI, A. A.; CONFALONIERI, V. A. Phylogeny of the *Pantomorus-Naupactus* complex based on morphological and molecular data (Coleoptera: Curculionidae). **Cladistics**, v.21, p.131-142, 2005.

SILVA, M. T. B. Níveis de Controle de *Diloboderus abderus* (Sturm) em Trigo no Plantio Direto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.3, p.435-440, 1997.

SILVA, M. T. B. Nível de Controle e Danos de *Sternechus subsignatus* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae) em Soja, no Sistema de Plantio Direto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.4, p.809-816, 2000.

SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C. Nível de controle de *Diloboderus abderus* em aveia preta, linho, milho e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.7-12, 2002.

STEJSKAL, V. Inversion relationship between action threshold and economic/aesthetic injury level for the control of urban and quarantine pests. **Journal Pest Science**, v.75, p.158-16, 2002.

STEJSKAL, V.; LUKAS, J. **Distinguishing injury from damage and post-harvest projection**, In: CREDLAND P.; ARMITAGE, D.; BELL, C.; HIGLEY, E. (eds.), *Advances in Stored Product Protection*. CABI Publishing, Wallingford, 1071 p., 2002.

THE R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. *Software Action - R versão 2.5.1*, 2007.

APÊNDICES

Apêndice A – Análise estatística do dano de larvas de curculionídeos das raízes na população de plantas de soja.

Descrição das variáveis e fatores do modelo

Fatores	# Níveis	Níveis			
trat	4	1	2	3	4

Variável dependente: y

Numero de observações lidas : 24
Numero de observações utilizadas : 24

Quadro de análise de variância

Variável Dependente: y

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados Sequencial	Quadrado médio	Valor F	PR > F
trat	3	25.45833333	8.48611111	12.8903	0.000
Resíduo	20	13.16666667	0.65833333		
Total	23	38.62500000			

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados Parcial	Quadrado médio	Valor F	PR > F
trat	3	25.45833333	8.48611111	12.8903	0.000

Media : 4.87500000
Raiz Quad. QMres. : 0.81137743
Coef. Variação : 16.64363958

Comparação de parâmetros do modelo

Variável: y

Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR> T
-2.04972898	0.33124345	6.1880	0.000

Comparação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Graul	1	25.20833333	25.20833333	38.2911	0.000
Erro	20	13.16666667	0.65833333		

Comparação de parâmetros do modelo

Variável: y

Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR> T
-0.08333333	0.33124345	0.2516	0.804

Comparação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
------------	----	-------------------	----------------	---------	--------

Grau2	1	0.04166667	0.04166667	0.0633	0.804
Erro	20	13.16666667	0.65833333		

Teste "Tukey" para a Variável: "y."
g.l = 20 qme = 0.6583 alfa = 0.05
medias ligadas com uma mesma letra não são
significativamente diferentes.

trat	n	y	grupo
1	6	6.166667	a
2	6	5.500000	a b
3	6	4.333333	b c
4	6	3.500000	c

Descrição das variáveis do modelo

Variável independente : x1

Variável dependente : y

Numero de observações lidas : 24

Numero de observações utilizadas: 24

Estadísticas Descritivas

Variável	Media	Variância	Desvio Padrão
y	4.87500000	1.67934783	1.29589653
x1	6.00000000	20.86956522	4.56832193

Matriz de Correlações e Níveis Descritivos do Teste Ho:Correl=0

	y	x1
y	1 (0.000)	
x1	-0.8079 (0.000)	1 (0.000)

Quadro de análise de variância

Variável Dependente : y

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Modelo	1	25.20833333	25.20833333	41.3354	0.0000
Resíduo	22	13.41666667	0.60984848		
Total	23	38.62500000			

Parâmetro	Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR > T
-----------	------------	---------------	----------	---------

Coef. linear	6.25000000	0.26673768	23.4313	0.000
x1	-0.22916667	0.03564432	6.4293	0.000

```
-----
Media          :          4.875
Raiz Quad. QMres. :          0.780928
Coef. Variação :        16.0190352
Coef. Determinação :        0.6526429
Coef. Determinação Ajust.:        0.636854
```

Descrição das variáveis do modelo

Variáveis independentes : x1 , x2

Variável dependente : y

Numero de observações lidas : 24

Numero de observações utilizadas: 24

Estadísticas Descritivas

Variável	Media	Variância	Desvio Padrão
y	4.87500000	1.67934783	1.29589653
x1	6.00000000	20.86956522	4.56832193
x2	56.00000000	3272.34782609	57.20443887

Matriz de Correlações e Níveis Descritivos do Teste Ho:Correl=0

	y	x1	x2
y	1 (0.000)		
x1	-0.8079 (0.000)	1 (0.000)	
x2	-0.7836 (0.000)	0.9583 (0.000)	1 (0.000)

Quadro de análise de variância

Variável Dependente : y

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Modelo	2	25.25000000	12.62500000	19.8224	0.0000
Resíduo	21	13.37500000	0.63690476		
Total	23	38.62500000			

```
-----
Parâmetro          Estimativa   Desvio Padrão   Valor |T| PR > |T|
```

Coef. linear	6.20833333	0.31755827	19.5502	0.000
x1	-0.19791667	0.12749251	1.5524	0.136
x2	-0.00260417	0.01018150	0.2558	0.801

```
-----
Media          :          4.875
Raiz Quad. QMres. :      0.7980631
Coef. Variação :     16.3705258
Coef. Determinação :     0.6537217
Coef. Determinação Ajust.: 0.6207428
```

Quadro de análise de variância

Variável Dependente : y

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Modelo	3	25.45833333	8.48611111	12.8903	0.0001
Resíduo	20	13.16666667	0.65833333		
Total	23	38.62500000			

```
-----
Parâmetro          Estimativa      Desvio Padrão  Valor |T|  PR > |T|
Coef. linear       6.16666667      0.33124345    18.6167   0.000
x1                  -0.03472222     0.31774154     0.1093   0.914
x2                  -0.04166667     0.07020632     0.5935   0.560
x3                   0.00217014     0.00385772     0.5625   0.580
```

```
-----
Media          :          4.875
Raiz Quad. QMres. :      0.8113774
Coef. Variação :     16.6436396
Coef. Determinação :     0.6591154
Coef. Determinação Ajust.: 0.6079827
```

SOC

```
-----
obs  trat  rep  y  x1  x2  x3
-----
1    1    1    5  0   0   0
2    1    2    7  0   0   0
3    1    3    7  0   0   0
4    1    4    5  0   0   0
5    1    5    7  0   0   0
6    1    6    6  0   0   0
7    2    1    6  4  16  64
8    2    2    5  4  16  64
9    2    3    7  4  16  64
10   2    4    4  4  16  64
11   2    5    6  4  16  64
12   2    6    5  4  16  64
13   3    1    4  8  64  512
14   3    2    4  8  64  512
15   3    3    4  8  64  512
16   3    4    5  8  64  512
17   3    5    5  8  64  512
18   3    6    4  8  64  512
19   4    1    3  12 144 1728
20   4    2    3  12 144 1728
21   4    3    4  12 144 1728
22   4    4    4  12 144 1728
23   4    5    4  12 144 1728
24   4    6    3  12 144 1728
```

Apêndice B – Análise estatística do dano de larvas de curculionídeos das raízes na produtividade de plantas de soja.

Descrição das variáveis e fatores do modelo

Fatores # Níveis Níveis
trat 4 1 2 3 4

Variável dependente: y

Numero de observações lidas : 24
Numero de observações utilizadas : 24

Quadro de análise de variância

Variável Dependente : y

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados Sequencial	Quadrado médio	Valor F	PR > F
trat	3	0.12643333	0.04214444	4.3726	0.016
Resíduo	20	0.19276667	0.00963833		
Total	23	0.31920000			

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados Parcial	Quadrado médio	Valor F	PR > F
trat	3	0.12643333	0.04214444	4.3726	0.016

Media : 1.98000000
Raiz Quad. QMres. : 0.09817501
Coef. Variação : 4.95833403

Comparação de parâmetros do modelo

Variável: y

Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR> T
-0.12969194	0.04007978	3.2358	0.004

Comparação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Graul	1	0.10092000	0.10092000	10.4707	0.004
Erro	20	0.19276667	0.00963833		

Comparação de parâmetros do modelo

Variável: y

Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR> T
-0.06500000	0.04007978	1.6218	0.121

Comparação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Grau2	1	0.02535000	0.02535000	2.6301	0.121
Erro	20	0.19276667	0.00963833		

Comparação de parâmetros do modelo

Teste "Tukey" para a variável: "y."
 g.l = 20 qme = 0.0096 alfa = 0.05
 medias ligadas com uma mesma letra não são
 significativamente diferentes.

trat	n	y	grupo
2	6	2.045000	a
1	6	2.033333	a
3	6	1.980000	a b
4	6	1.861667	b

Descrição das variáveis do modelo

Variável independente : x1

Variável dependente : y

Numero de observações lidas : 24

Numero de observações utilizadas: 24

Estatísticas Descritivas

Variável	Media	Variância	Desvio Padrão
y	1.98000000	0.01387826	0.11780603
x1	6.00000000	20.86956522	4.56832193

Matriz de Correlações e Níveis Descritivos do Teste Ho:Correl=0

	y	x1
y	1 (0.000)	
x1	-0.5623 (0.004)	1 (0.000)

Quadro de analise de variância

Variável Dependente : y

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Modelo	1	0.10092000	0.10092000	10.1715	0.0042
Resíduo	22	0.21828000	0.00992182		
Total	23	0.31920000			

Parâmetro	Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR > T
Coef. linear	2.06700000	0.03402272	60.7535	0.000
x1	-0.01450000	0.00454648	3.1893	0.004

Media : 1.98
 Raiz Quad. QMres. : 0.0996083
 Coef. Variação : 5.0307234
 Coef. Determinação : 0.3161654
 Coef. Determinação Ajust.: 0.285082

Descrição das variáveis do modelo

Variáveis independentes : x1 , x2

Variável dependente : y

Numero de observações lidas : 24
 Numero de observações utilizadas: 24

Estatísticas Descritivas

Variável	Media	Variância	Desvio Padrão
y	1.98000000	0.01387826	0.11780603
x1	6.00000000	20.86956522	4.56832193
x2	56.00000000	3272.34782609	57.20443887

Matriz de Correlações e Níveis Descritivos do Teste Ho:Correl=0

	y	x1	x2
y	1 (0.000)		
x1	-0.5623 (0.004)	1 (0.000)	
x2	-0.6194 (0.001)	0.9583 (0.000)	1 (0.000)

Quadro de análise de variância

Variável Dependente : y

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Modelo	2	0.12627000	0.06313500	6.8721	0.0051
Resíduo	21	0.19293000	0.00918714		
Total	23	0.31920000			

Parâmetro	Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR > T
Coef. linear	2.03450000	0.03813962	53.3435	0.000
x1	0.00987500	0.01531220	0.6449	0.526
x2	-0.00203125	0.00122283	1.6611	0.112

Media : 1.98
 Raiz Quad. QMres. : 0.0958496
 Coef. Variação : 4.8408881
 Coef. Determinação : 0.3955827
 Coef. Determinação Ajust.: 0.3380192

SOC

obs	trat	rep	y	x1	x2	x3
1	1	1	2.0400	0	0	0
2	1	2	2.1300	0	0	0
3	1	3	2.0600	0	0	0
4	1	4	1.9400	0	0	0
5	1	5	2.1000	0	0	0
6	1	6	1.9300	0	0	0
7	2	1	2.0500	4	16	64
8	2	2	2.1200	4	16	64
9	2	3	2.1000	4	16	64
10	2	4	2.1000	4	16	64
11	2	5	1.9800	4	16	64
12	2	6	1.9200	4	16	64
13	3	1	2.0300	8	64	512
14	3	2	2.0800	8	64	512
15	3	3	1.7600	8	64	512
16	3	4	1.9300	8	64	512
17	3	5	2.0100	8	64	512
18	3	6	2.0700	8	64	512
19	4	1	1.8300	12	144	1728
20	4	2	1.8300	12	144	1728
21	4	3	1.7500	12	144	1728
22	4	4	1.8700	12	144	1728
23	4	5	2.0600	12	144	1728
24	4	6	1.8300	12	144	1728