

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM
SEQUENCIAL PARA *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DE SOJA
TRANSGÊNICA RR[®]**

Leticia Serpa dos Santos

Engenheira Agrônoma

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM
SEQUENCIAL PARA *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DE SOJA
TRANSGÊNICA RR[®]**

Leticia Serpa dos Santos

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2014

S237d Santos, Leticia Serpa dos
Distribuição espacial e plano de amostragem sequencial para
Piezodorus guildinii (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) na
cultura de soja transgênica RR[®] / Leticia Serpa dos Santos. – –
Jaboticabal, 2014
iii, 47 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientador: José Carlos Barbosa

Co-orientador: Antonio Carlos Busoli

Banca examinadora: Arlindo Leal Boiça Junior, Júlio Cesar
Guerreiro

Bibliografia

1. *Glycine max*. 2. Dispersão. 3. Percevejo-verde-pequeno. 4.
Binomial Negativa. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.75:633.34

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

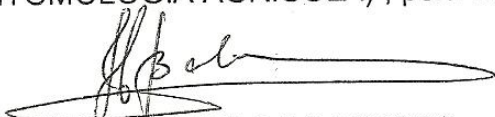
TÍTULO: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL PARA *Piezodorus guildinii* (WESTWOOD, 1837) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DE SOJA TRANSGÊNICA RR[®]

AUTORA: LETICIA SERPA DOS SANTOS

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSE CARLOS BARBOSA

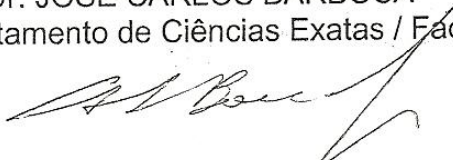
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO CARLOS BUSOLI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. JOSE CARLOS BARBOSA

Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. JULIO CESAR GUERREIRO

Universidade Estadual de Maringá / Umuarama/PR

Data da realização: 28 de fevereiro de 2014.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

LETICIA SERPA DOS SANTOS – Filha de Jair Fernandes dos Santos e Valdisa Lucia Aguilar Serpa, natural de Catanduva, SP, nascida no dia 13 de janeiro de 1988. Formada no curso de Agronomia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) – Unidade de Cassilândia, MS no ano de 2011. No ano de 2012 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP – Campus de Jaboticabal, SP.

As minhas irmãs Isabela e Beatris Serpa dos Santos, pelo amor, apoio e cumplicidade e a Rafael Leonardo Pereira pela capacidade de amar.

Ofereço

A minha avó Anna Aguilar Serpa, pelo carinho, amor, incentivo e confiança dispensados durante todo o tempo.

Homenageio

Aos meus pais Valdisa Serpa e Jair Fernandes dos Santos, pelo incentivo, compreensão, amor incondicional, durante toda a minha trajetória acadêmica.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por eu existir e colocar em meu caminho pessoas maravilhosas que me deram amor e me ajudaram nas horas que mais precisei.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós Graduação de Entomologia Agrícola, pela oportunidade concedida para a realização desse curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Carlos Barbosa por abrir as portas do mestrado, pela orientação, apoio e importante colaboração no desenvolvimento e finalização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli pela coorientação, oportunidade, confiança, ensinamentos, paciência e dedicação durante a condução deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa para realização do curso.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Entomologia Agrícola, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos meus pais Valdisa L. Aguilar Serpa e Jair Fernandes dos Santos pela paciência e por simplesmente terem acreditado em mim.

Aos meus irmãos Isabela e Beatris Serpa dos Santos e Pedro Fernandes dos Santos pelos momentos alegres que sempre me proporcionam.

Ao Rafael Leonardo Pereira por me dar força, paz, carinho, muito amor e também por me aguentar nas horas mais difíceis.

Ao meu grande amigo Leandro Aparecido de Souza pelas orientações, ajuda, e pelas mãos estendidas nos momentos de maiores dificuldades.

Ao técnico Agrícola Alex Antonio Ribeiro, pelo auxílio na preparação e implantação deste experimento.

Aos funcionários e amigos do Departamento de Fitossanidade Lígia Dias Tostes Fiorezzi, Roseli Pessoa e José Altamiro de Souza.

Aos amigos e companheiros do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas Fabrício Iglesias Valente, Daniela de Lima Viana, João Henrique Carvalho, Diego Felisbino Fraga, Oniel Jeremias, José Fernando Jurca Grigolli, João Rafael De Conte Carvalho Alencar, Diego Olympio Peixoto Lopes, Jacob Crosariol Netto, pela união, profissionalismo e auxílio na condução deste trabalho.

Aos amigos do curso de Pós-graduação (Entomologia Agrícola), Marilene Aparecida da Costa, Mirian Maristela Kubota, Wellington Ivo Eduardo, Renato Franco Moraes, Ezequias Teófilo Correia, Débora Maria Ferreira Cauto, pela amizade.

Aos demais amigos que conquistei durante o período que estive na FCAV/UNESP.

E todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 A cultura da soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill).....	03
2.2 Percevejos da soja.....	04
2.3 Descrição e aspectos biológicos de <i>Piezodorus guildinii</i>	06
2.4 Amostragem de pragas	07
2.5 Índices de Dispersão.....	08
2.5.1 Razão Variância/Média.....	09
2.5.2 Índice de Morisita.....	09
2.5.3 Coeficiente de Green.....	10
2.5.4 Expoente k da distribuição Binomial Negativa.....	10
2.6 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial dos insetos.....	10
2.6.1 Distribuição de Poisson.....	11
2.6.2 Distribuição Binomial Positiva.....	11
2.6.3 Distribuição Binomial Negativa.....	12
2.7 Expoente k comum.....	12
2.8 Amostragem Sequencial.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Índices de Dispersão.....	15
3.1.2 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial dos insetos.....	17
3.2 Amostragem Sequencial.....	18
3.2.1 Curva característica de operação.....	21
3.2.2 Tamanho médio esperado para a amostra.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Distribuição espacial de ninfas e adultos de <i>P. guildinii</i>	23
4.1.1 Índices de Dispersão.....	23
4.1.2 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial de <i>P. guildinii</i>	27
4.1.3 Estimativa do k comum.....	29
4.2 Plano de amostragem Sequencial.....	29
4.2.1 Plano de amostragem sequencial para ninfas de 4º e 5º mais adultos para campos de produção de grãos e sementes na cultura da soja.....	29
5. CONCLUSÕES.....	35
6. REFERÊNCIAS.....	36
7. APÊNDICE.....	46

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL PARA
Piezodorus guildinii (Westwood, 1837) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA
CULTURA DA SOJA TRANSGÊNICA RR®**

RESUMO – Os percevejos são os principais insetos pragas da cultura da soja, e dentre as espécies responsáveis por causarem redução na produtividade e na qualidade dos grãos, destaca-se a espécie *Piezodorus guildinii*. O objetivo deste trabalho foi determinar a distribuição espacial dos diferentes instares ninfais e da fase adulta de *P. guildinii* em uma cultivar de soja transgênica RR, e elaborar planos de amostragem sequencial para grãos e sementes. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2012/2013, em Jaboticabal, SP, numa área de 30 ha, onde foi selecionado um campo de 10.000 m², subdividido em 100 parcelas de 10 m x 10 m. A cultivar utilizada foi a SYN 9070 RR, tolerante a herbicida. Nas amostragens foram anotados o número de ninfas do 1º ao 5º instar e o número de adultos por metro em duas linhas de plantio, pelo método da “batida de pano”. Para o estudo da dispersão dos insetos na área, foram utilizados os seguintes índices: razão variância/média, índice de Morisita, coeficiente de Green e expoente k da distribuição binomial negativa. Para o estudo dos modelos probabilísticos que descrevem a distribuição espacial dos insetos, foram testados os ajustes às distribuições de Poisson e binomial negativa. Ninfas de 1º ao 3º instares, 3º instar, 4º e 5º instares, adultos e 4º e 5º intares mais adultos, apresentaram distribuição agregada. No teste de ajuste às distribuições de probabilidade, a distribuição binomial negativa apresentou um bom ajuste para ninfas e adultos de *P. guildinii*. Foram desenvolvidos planos de amostragem seqüenciais para percevejos de 4º e 5º instar ninfal e adultos para grãos e sementes, e os números máximos de amostras esperados para se tomar a decisão foram de 23 e 29 para grãos e sementes, respectivamente.

Palavras-Chave: *Glycine max*, dispersão, percevejo-verde-pequeno, binomial negativa

**SPATIAL DISTRIBUTION OF *Piezodorus guildinii* (WESTWOOD, 1837)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) ON TRANSGENIC SOYBEAN RR®**

ABSTRACT – Stinkbugs are the main group of soybean insect pests, and among the species that cause losses in yield and quality, *Piezodorus guildinii* is the most important one. The objective of this work was to determine the spatial distribution of different ninfal instars and adults of *P. guildinii* in RR transgenic soybean cultivar, and make sequential sampling plans to grains and seeds. The experiment was carried out in Jaboticabal, SP, Brazil, during the 2012/2013 cropping season. It was chosen one of 30-hectare of commercial field, and then it was divided into 100 sampling units of 10 x 10 m each one. It was used the cultivar SYN 9070 RR, which is tolerant to glyphosate. It was recorded the number of nymphs from 1st to 5th instars, as well as, adults by the drop-cloth method. In order to study the dispersion of insects in the field, the following indexes were obtained: variance-to-mean ratio, Morisita's Index, Green's Coefficient, and k exponent of negative binomial distribution. To study the probabilistic models that describe the spatial distribution of insect pests, the data were fitted to Poisson and binomial distributions. It was concluded that nymphs of 1st-3rd, 3rd, 4th-5th instars; adults; and 4th, 5th instars plus adults had an aggregated distribution in experimental field, and the negative binomial distribution was the best probabilistic model for nymphs and adults of *P. guildinii*. There were returned sequential sampling plans of nymphs of 4th and 5th instar and adults to grains and seeds, and the expected maximum numbers of samples in order to take the decision were 23 and 29 to grains and seeds.

Keywords: *Glycine max*, dispersion, red banded stinkbug, negative binomial

1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das culturas de maior importância econômica no mundo atual, constituindo-se em uma das principais fontes de proteína para alimentação humana e dos animais. No Brasil a produção na safra 2012/2013 foi de 82,68 milhões de toneladas, com área plantada 27.348,0 mil hectares, sendo Mato Grosso o maior estado produtor de soja, com um crescimento na área cultivada de 698,1 mil hectares (CONAB, 2013).

Como todas as culturas, esta oleaginosa pode ter sua produtividade reduzida devido a inúmeros fatores bióticos e o que mais afeta diretamente a sua produtividade é o ataque de pragas (RIBEIRO; COSTA, 2000).

Os principais insetos associados à cultura da soja são os percevejos, por atacarem diretamente as sementes nas vagens e as lagartas, por causarem redução foliar nas plantas (PANIZZI et al., 2012).

Piezodorus guildinii (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) é um percevejo que está distribuído em todas as regiões produtoras de soja no Brasil, causando maiores danos em comparação às outras espécies, devido ao comportamento de alimentação na qual a inserção e retirada dos estiletes danificam as paredes celulares introduzindo enzimas digestivas nas plantas (DEPIERI; PANIZZI, 2011). Levantamentos têm mostrado que, a maioria da população de percevejos que está causando danos à soja é composta por formas jovens, sendo estas, ninfas de terceiro, quarto e quinto instar, e os prejuízos são semelhantes àqueles causados pelos adultos à cultura (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009).

Estratégias de manejo de *P. guildinii* na cultura da soja devem incluir a adoção de medidas de controle com base nos níveis populacionais da espécie, monitorados por meio de amostragens periódicas durante o período reprodutivo da cultura e o conhecimento dos níveis de dano econômico e de controle. Portanto, procedimentos adequados de amostragem são necessários para não haver o risco de serem tomadas decisões equivocadas quanto ao uso de agrotóxicos (CORRÊA-FERREIRA, 2012).

Para estabelecer um plano de amostragem sequencial e garantir a correta utilização das estratégias de controle, além da otimização de técnicas de amostragem, é fundamental o conhecimento do modelo de distribuição espacial da praga na cultura (FERNANDES et al., 2002; MARTINS et al., 2010).

O tipo de distribuição espacial de populações de insetos segue padrões que podem ser de maneira regular (uniforme), aleatória, ou, ainda, agregada (contagiosa) (RICKLEFS, 2003), enquanto que os modelos de probabilidade que descrevem estes tipos são binomial positiva, Poisson ou binomial negativa, respectivamente (PERECIN; BARBOSA, 1992).

Após o conhecimento da distribuição espacial, são elaborados os planos de amostragem sequencial, modelo este que caracteriza-se por utilizar amostras de tamanho variável ao invés de fixar um número de amostras para uma determinada área. Neste tipo de amostragem são testadas hipóteses sobre os parâmetros sem a necessidade de estimá-los (BARBOSA, 1992). A amostragem sequencial possui a vantagem de reduzir o número total de unidades amostrais por área, e consequentemente o tempo de amostragem e os custos (WALD 1945; 1947).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar a distribuição espacial dos diferentes instares ninfais e de insetos na fase adulta de *P. guildinii* em uma cultivar de soja transgênica RR, e elaborar planos de amostragem sequencial para grãos e sementes de soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

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

A planta de soja pertencente à família Fabaceae e ao gênero *Glycine* L., que compreende 15 espécies. A planta de soja cultivada nos dias atuais apresenta-se muito diferente de seus ancestrais, sendo que estes eram plantas rasteiras que se desenvolviam na Costa Leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Yangtse, na China. É uma das culturas mais antigas, sendo conhecida e explorada no Oriente há mais de cinco mil anos (EMBRAPA, 2011).

Com as chuvas inicia-se o ciclo anual da soja, que se desenvolve por um período de 80 a 200 dias, dependendo do cultivar, e apresenta dois estádios de desenvolvimento, o vegetativo (estabelecimento e desenvolvimento) e o reprodutivo (florescimento e maturação) (NEUMAIER et al., 2000).

Na Ásia a cultura da soja era inicialmente cultivada como forrageira, entretanto, em 1941 a área destinada para a produção de grãos nos Estados Unidos, Brasil e Argentina superou a destinada para produção forrageira, que desapareceu em meados dos anos 60 (EMBRAPA, 2004).

Esta planta vem passando por transformações genéticas que visam facilitar o seu manejo e a soja geneticamente modificada que tem como característica principal a tolerância ao herbicida glifosato (GM_{RR}) retrata o avanço da biotecnologia nos últimos anos. A resistência ao herbicida glifosato foi obtida com a introdução da região t-DNA e o gene marcador de seleção, do gene correspondente à isoforma da enzima EPSPS (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase; E.C. 2.5.1.19, CP4 EPSPS), com peptídeo sinal, da via do chiquimato, resistente ao glifosato, mantendo ativa a via biossintética de aminoácidos aromáticos nas plantas. Essa via de biossíntese é inibida em genótipos de soja não modificada (NM), sem a isoforma CP4 EPSPS (BOHM; ROMBALDI, 2010).

Em relação aos estudos sobre ocorrência de pragas em cultivares de soja transgênica, a variação da população de pragas como: *Euschistus heros* (Fabricius,

1798), *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837), *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 e *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) na soja geneticamente modificada foi atribuída à possível alteração da composição botânica, e não necessariamente a cultivar da soja em questão. As diferenças observadas se devem entre os tratamentos com plantas daninhas e não com a variedade convencional e transgênica (BRONDANI et al., 2008).

A cultura da soja pode sofrer o ataque de diversas pragas durante os seus estádios de desenvolvimento. Entre as principais pragas destacam-se os percevejos pentatomídeos que preferem se alimentar diretamente nas sementes e podem causar distúrbios fisiológicos nas plantas (soja louca), reduzindo a produção e a qualidade das sementes (BELORTE, et al. 2003). O período crítico de ocorrência dos percevejos pentatomídeos é entre os estádios de desenvolvimento e de enchimento de vagens (PANIZZI et al., 1979). Ao longo dos anos, verificaram-se grandes mudanças no sistema de produção de soja no Brasil e, paralelamente, mudanças também ocorreram com as populações de percevejos presentes nessa cultura (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

2.2 Percevejos da soja

Os percevejos (Heteroptera: Pentatomidae) são os principais insetos associados à cultura da soja, por atacarem diretamente as sementes nas vagens (PANIZZI et al., 2012). As espécies de percevejos mais abundantes no Brasil são *Euschistus heros heros* (Fabricius, 1798), *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) e *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (CORRÊA-FERREIRA; PERES, 2003).

Ao se alimentar das sementes, os percevejos injetam saliva contendo enzimas digestivas e sugam o conteúdo liquefeito (TODD; HERZOG, 1980), desse modo, danificam diretamente os tecidos, tornando-as chochas e enrugadas, afetando a produção e a qualidade dos grãos (PANIZZI; SLANSKY, 1985).

O ataque de percevejos pode causar o aborto de grãos e vagens, reduzir o vigor e germinação das sementes, reduzir o teor de óleo dos grãos, causar distúrbios fisiológicos retardando a maturação (soja louca), e ainda transmitir patógenos como o

fungo *Nematospora corily* Peglion, causador da mancha fermento nos grãos (VILLAS-BÔAS et al., 1990; SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1995; BOETHEL et al., 2000; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002).

O complexo de percevejos da soja causa danos com intensidades variáveis, sendo este dano dependente da espécie, da densidade populacional, do estágio de desenvolvimento das plantas, da suscetibilidade dos genótipos de soja e da época de semeadura (SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1995; GAZZONI; MALAGUIDO, 1996; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; BELORTE et al., 2003; CORRÊA-FERREIRA, 2005). A suscetibilidade aos danos está relacionada com a fenologia da planta de soja, assim, como com o desempenho biológico dos percevejos (PANIZZI, 1991; PANIZZI; ALVES, 1993; OLIVEIRA; PANIZZI, 2003).

O aumento das populações em função dos diferentes estádios da soja depende da fonte nutricional adequada (SCHUMANN; TODD, 1982). Com o surgimento das vagens, a soja torna-se nutricionalmente mais adequada para o desenvolvimento dos percevejos, aumentando as populações de ninfas principalmente, já no final do desenvolvimento das vagens e enchimento de grãos, a população aumenta muito, atingindo o seu pico na maturação fisiológica da cultura, sendo este considerado um período crítico (PANIZZI; VIVAN, 1997).

A colonização das lavouras de soja pelos percevejos se inicia pelas bordas, devido a sua chegada de áreas com soja em um estágio mais avançado (PANIZZI et al., 1980), sendo que esta inicia no final da fase vegetativa, ou logo após a floração (PANIZZI; VIVAN, 1997). Adultos de *P. guildinii* e *N. viridula* se movem a maiores distâncias no período vegetativo do que no período reprodutivo da soja, talvez esta maior movimentação no período vegetativo seja provavelmente pela necessidade de busca por fontes nutricionais mais adequadas e que nem sempre estão disponíveis (COSTA; LINK 1982). Além da movimentação dos adultos pelo vôo, ninfas de quarto e quinto instares se deslocam mais no sentido das linhas que nas entrelinhas (PANIZZI et al., 1980).

2.3 Descrição e aspectos biológicos de *Piezodorus guildinii*

O percevejo-verde-pequeno é nativo da Região Neotropical, tendo se adaptado a explorar a soja como fonte nutricional. Tem ampla distribuição, ocorrendo na maioria das regiões produtoras de soja do país. Trata-se de uma espécie polífaga em estádios mais avançados distribuem-se pela planta (EMBRAPA, 2002).

O adulto de *P. guildinii*, mede aproximadamente 9 mm de comprimento, apresentando em geral coloração verde com uma lista transversal marrom-avermelhada na altura do pronoto, região que liga a cabeça ao tórax, que é uma característica inconfundível para identificação da espécie. No final de sua vida pode apresentar coloração amarelada (PANIZZI et al., 2012).

As posturas são compostas por ovos de coloração preta em forma de barril, com a presença de uma pilosidade na extremidade superior, depositada em fila dupla em número de 11 a 15 ovos, sobre as vagens ou mais raramente em ambas as faces das folhas, caules e ramos. O período de incubação varia de 3 a 9 dias (PANIZZI; SMITH, 1977).

As ninfas recém-eclodidas apresentam comportamento gregário, isto é, permanecem próximas à postura e não se alimentam, iniciando sua alimentação a partir do segundo instar e tornando-se mais vorazes do terceiro instar em diante (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999; PANIZZI, et al., 2012). As ninfas apresentam um abdome volumoso, e inicialmente possuem coloração preta e avermelhada, tornando-se esverdeadas a partir o 4º instar (FRAGA, OCHOA, 1972).

Os danos de *P. guildinii* aumentam com o desenvolvimento da praga, causando prejuízos no 4º e 5º instar e na fase adulta, além de causar maiores prejuízo na semente quando comparado aos demais percevejos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; DEPIERI; PANIZZI, 2011).

2.4 Amostragem de pragas

De acordo com Wilson (1985), o conhecimento do modelo de distribuição espacial de pragas e inimigos naturais é o fator chave no desenvolvimento de métodos de amostragens em sistemas de culturas.

A amostragem é um dos procedimentos básicos e indispensáveis ao Manejo Integrado de Pragas, sendo importante para o conhecimento do momento em que se deve iniciar a aplicação de métodos de controle (GUEDES et al., 2006).

Não há um método de amostragem universal para avaliar insetos (SILVEIRA NETO et al., 1976). O método mais adequado deve ser baseado em princípios básicos da estatística e no conhecimento da distribuição espacial, do ciclo de vida e do comportamento do inseto. Além disso, é importante considerar a questão econômica, pois nenhum plano de amostragem será considerado bom se este não for economicamente viável. Um plano racional no controle de pragas procura evitar o aumento do custo de produção devido a excessivas aplicações de inseticidas, e o conhecimento da distribuição da praga é de fundamental importância para definir um plano de amostragem (BARBOSA; PERECIN, 1982).

Para estudar a distribuição espacial de um inseto é necessário primeiramente definir o tamanho de cada unidade amostral, o número de unidades amostrais, bem como estipular como estas amostras serão alocadas na área experimental (COSTA, 2009).

Três tipos de distribuições básicas descrevem a maneira como o inseto se distribui no espaço: ao acaso ou aleatória, onde todos os pontos em um espaço têm a mesma probabilidade de serem ocupados por um organismo e a presença de um indivíduo não altera a posição de outro; regular ou uniforme, onde a ocorrência de um indivíduo limita a ocorrência de vizinhos na mesma unidade e; contagiosa ou agregada, em que a presença de um indivíduo aumenta a chance de encontrar outro na mesma unidade (RICKLEFS, 2003).

Alguns estudos relataram a distribuição agregada de pragas em citros, como as cochonilhas *Selenaspidus articulatus* (PERRUSO; CASSINO, 1997), *Orthezia praelonga*

Douglas segundo Costa et al. (2006) e, a cigarrinha *Dilobopterus costalimai* Young por Maruyama et al. (2002). Em culturas como o amendoazeiro, o tripses *Enneothrips flavens* apresentou a mesma distribuição, segundo Marcelino (1996). O percevejo-marrom-da-soja *Euschistus heros* em plantas de soja também ocorre de forma agregada (SOUZA et al., 2013) e, assim como, lagartas pequenas de *Spodoptera frugiperda* em milho (FARIAS et al., 2001). Em algodoeiro, *Alabama argillacea* encontrou-se a mesma distribuição agregada para lagartas pequenas, médias e grandes (FERNANDES et al., 2003).

A distribuição espacial é uma característica ecológica da espécie, explicada pela dinâmica populacional como um produto de crescimento dos indivíduos, como nascimento, morte e migração (TAYLOR, 1984).

De acordo com Barbosa (1992), há necessidade de se conhecer as distribuições de frequência dos números de indivíduos de cada espécie-praga para estudos sobre a distribuição de insetos, adotando-se critérios de amostragem para estimar os parâmetros populacionais. Também utiliza-se modelos matemáticos para descrever a dispersão espacial das pragas, estimar os erros das variáveis populacionais, verificar os efeitos de fatores ambientais sobre os parâmetros populacionais e as mudanças das populações no tempo e no espaço (BROWN; CAMERON, 1982).

Para descrever as formas de distribuição de uma população devem ser utilizados os índices de Agregação e as Distribuições de frequência.

2.5. Índices de Dispersão

Vários índices de dispersão ou de agregação são utilizados para medir a disposição espacial dos insetos. Estes são utilizados para medir o grau de aleatoriedade dos arranjos espaciais e sua aplicação é imprescindível em estudos ecológicos ou métodos de amostragem (GREEN, 1966).

De acordo com Green (1966) e Taylor (1984), um índice ideal deve possuir alguns atributos, como: 1) deve resultar valores reais e contínuos para todo grau de agregação; 2) deve ser pouco influenciado pelo número de unidades amostrais, pelo

tamanho da unidade ou pelo número total de indivíduos; 3) deve ser fácil de calcular; 4) ter uma interpretação biológica.

Para Rabinovich (1980) não há um índice perfeito que satisfaça todas estas condições desejáveis. Portanto, para se escolher um índice adequado é necessário ter algum conhecimento sobre a distribuição espacial dos insetos e uma idéia da variabilidade das áreas a comparar, como o número e tamanho das unidades amostrais.

A seguir, são apresentados os principais índices utilizados para medir o grau de agregação de insetos.

2.5.1 Razão Variância/Média

O índice razão variância/média é o mais comum, conhecido também como índice de dispersão. Este índice é a relação entre a variância e a média, onde o afastamento da aleatoriedade pode ser testado no teste qui-quadrado com N-1 graus de liberdade, $\chi^2 = (N-1) s^2/m$ (ELLIOTT, 1979).

Este índice é utilizado para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade (RABINOVICH, 1980). Segundo Southwood (1978), este índice possui limitações que residem na influência do tamanho da unidade de amostragem, na quantidade de indivíduos observados.

2.5.2 Índice de Morisita

Este índice foi desenvolvido por Morisita em 1962 e possui a vantagem de ser relativamente independente do tipo de distribuição e do número de unidades amostrais (SILVEIRA NETO, 1976).

A limitação deste índice deve-se a muita influência recebida pela quantidade de amostras, sendo necessário equiparar o número de unidades amostradas nos campos em comparação (MARCELINO, 1996).

2.5.3 Coeficiente de Green

Este índice varia de zero (para distribuições aleatórias) a 1 (para no máximo contágio positivo) e valores negativos indicam uma distribuição uniforme. Muito utilizado para testar distribuições contagiosas, este índice é indicado para comparar amostragens dentro de uma mesma área amostral (GREEN, 1966).

2.5.4 Expoente k da distribuição Binomial Negativa

Este parâmetro é um indicador de agregação de artrópodes, e isto ocorre quando os dados se ajustam a distribuição binomial negativa (SOUTHWOOD, 1978; ELLIOTT, 1979).

Os métodos mais utilizados para o cálculo deste índice são o método dos momentos, desenvolvido por Anscombe (1949) e o método da máxima verossimilhança (BLISS; FISCHER, 1953).

Os valores de k negativos indicam uma distribuição uniforme, valores entre 0 e 2 indicam uma distribuição altamente agregada, valores entre 2 e 8 agregação moderada e valores superiores a 8 distribuição ao acaso (SOUTHWOOD, 1978).

2.6 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial dos insetos

O conhecimento das distribuições de probabilidade que descrevem as distribuições espaciais dos insetos pragas, obtidas a partir dos dados de contagens, é muito importante para o estabelecimento de técnicas adequadas de análise estatística dos dados, critérios de amostragem e decisão sobre o controle das pragas (BARBOSA; PERECIN, 1982).

De acordo com Pielou (1969), o termo distribuição refere-se à maneira de expressar a forma como os possíveis valores de uma variável se distribuem com diferentes frequências, em certo número de classes possíveis.

A distribuição de frequência dos indivíduos de cada espécie de inseto, em cada cultura vai indicar a distribuição de probabilidade de ocorrência da praga em determinada cultura estudada (COSTA, 2009).

Há modelos matemáticos que proporcionam a interpretação da distribuição de determinado organismo, e explicam o relacionamento entre a variância e a média de uma população. Dentre os modelos, encontram-se o de distribuição de Poisson, a distribuição binomial negativa e a distribuição binomial positiva (ELLIOT, 1979; TAYLOR, 1984).

2.6.1 Distribuição de Poisson

É o melhor modelo matemático que descreve a disposição ao acaso ou aleatória do inseto (ELLIOTT, 1979; RABINOVICH, 1980). Caracteriza-se por ter a variância igual à média ($\sigma^2 = m$) e admite a hipótese que todos os indivíduos possuem a mesma probabilidade de ocupar um lugar no espaço, e a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro (SOUTHWOOD, 1978; ELLIOT, 1979; TAYLOR, 1984).

2.6.2 Distribuição Binomial Positiva

A distribuição binomial positiva é um modelo que leva em consideração o valor da variância sendo menor que o valor da média ($\sigma^2 < \mu$) como característica principal. Esta distribuição descreve melhor a proporção de plantas atacadas pelos insetos, sendo que nestes casos, as variâncias são geralmente inferiores a média (BARBOSA, 1985).

A série de probabilidades é obtida pela expansão do binômio $(p + q)^k$, onde k é o número máximo de indivíduos que a unidade amostral poderá conter; p é a probabilidade de que qualquer espaço seja ocupado por um indivíduo e q é a probabilidade de não ocorrer à presença desse indivíduo (GREIG-SMITH, 1964).

2.6.3 Distribuição Binomial Negativa

A distribuição binomial negativa, segundo Taylor (1984), foi introduzida por Greenwood e Yule em 1920, que descreveram que populações onde o resultado da variância se apresenta maior que o valor da média ($\sigma^2 > \mu$), significaria uma agregação de indivíduos. Esta distribuição ocorre quando a presença de um indivíduo aumenta a chance de encontrar outro na mesma unidade amostral (ELLIOTT, 1979).

Os parâmetros desta distribuição são a média aritmética (μ) e o expoente k , que é considerado como uma medida do grau de agregação da população.

Se o valor de k é muito alto ($k \rightarrow \infty$), a distribuição binomial negativa se aproxima da série de Poisson; quando o valor de k tende a zero, a distribuição binomial negativa tende para a série logarítmica (SOUTHWOOD, 1978).

2.7 Expoente k comum

De acordo com Bliss e Owen (1958), este expoente pode ser calculado a partir de dados provenientes de diferentes áreas ou de uma mesma área dividida em blocos. Ele é utilizado quando existe um mesmo grau de agregação em diferentes amostragens, podendo ser calculado quando não há dependência entre as médias e os valores de k . Sua aplicação é de fundamental importância para a utilização da técnica de amostragem sequencial e na transformação de dados para a elaboração de análises de variância e teste t , sendo que quando o valor de k é constante para uma praga, o nível de agregação é uma característica da espécie (ELLIOTT, 1979).

2.8 Amostragem Sequencial

A amostragem sequencial é caracterizada por utilizar um conjunto de amostras de número variável ao invés de número fixo de amostragem por área estudada. Neste tipo de amostragem, são testadas hipóteses sobre os parâmetros sem a necessidade de estimá-los. Depois de formulada uma hipótese, as unidades amostrais são

examinadas em sequência até que os resultados acumulados tornem possível a decisão de aceitá-la, rejeitá-la ou continuar amostrando. E assim, a cada amostragem toma-se uma dessas três decisões (BARBOSA, 1992).

A amostragem sequencial se baseia no teste sequencial da razão de verossimilhança, e tem a vantagem de reduzir o número de amostragens e consequentemente o tempo de amostragem total, assim como os custos, sendo que em certos casos, requer em média, amostras com um terço do tamanho que seria utilizado com a amostragem de tamanho fixo (WALD 1945; 1947).

São necessários três requisitos básicos para o desenvolvimento de um plano de amostragem sequencial para insetos: 1) obtenção de uma função de densidade de probabilidade que descreve a distribuição das contagens dos indivíduos de uma população; 2) estabelecimento de um nível de controle na forma de duas densidades populacionais críticas, tais que o dano ocorra se a população da variável escolhida ultrapasse o limite superior e não ocorra dano se a população ficar abaixo do limite inferior estabelecido, 3) estabelecimento de uma seleção de níveis máximos de probabilidade de cometer erros na decisão sobre densidades populacionais, ou seja, a probabilidade α de estimar uma densidade populacional não prejudicial como sendo prejudicial (erro tipo I) e a probabilidade β de estimar uma densidade populacional prejudicial como não sendo (erro tipo II) (RUESNIK; KOGAN 1975).

À medida que for descoberta a distribuição espacial do inseto o primeiro requisito é atendido. O nível de dano econômico na forma de duas densidades críticas é um dos pontos mais difíceis para estabelecimento do plano, pois para estabelecimento destes níveis são necessários estudos com observação do ciclo da cultura, fisiologia da planta, ciclo e prejuízos da praga e custo de produção, sendo muitas vezes baseados em resultados experimentais de outros países ou no conhecimento de nível prático dos agricultores. Com relação às probabilidades de cometer erros, os índices utilizados são baseados em estudos realizados em outros países (FERNANDES, 2002).

3.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012/2013, na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP- Campus de Jaboticabal, SP, Brasil, em uma área comercial de 30 ha de soja, cujas coordenadas são: latitude 21° 14' 05" S, longitude 48° 17' 09" W e altitude de 615, 01 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é classificado como Cwc (subtropical com chuvas no verão) e com temperatura média anual de 28° C.

Foi selecionado um campo, e demarcada uma área de 100 m de comprimento por 100 m de largura, totalizando 10.000 m² (1 ha), sendo subdividida em 100 parcelas de 100 m² (10 m x 10 m), sub-áreas consideradas unidades amostrais e identificadas por números de 1 a 100.

A cultivar utilizada foi SYN 9070 RR pertencente ao grupo de maturação precoce (transgênica com tolerância ao herbicida glifosato), sendo semeada em 15/11/2012. A emergência das plantas ocorreu cinco dias após o plantio e a área experimental consistiu de 222 linhas, com 0,45 m de espaçamento entre plantas e densidade de plantio de 330 mil plantas por hectare. Na área experimental não foram realizadas pulverizações de inseticidas durante o experimento para evitar qualquer interferência nos resultados. Em cada unidade amostral (100 m² de área) foram examinados ao acaso cinco pontos amostrais, os quais foram constituídos de 2 m de linha de plantas na cultura e o nível de percevejos estimados pelo método de pano de batida.

As amostragens foram realizadas durante todo o período vegetativo e reprodutivo da cultura da soja através da técnica do pano de batida, este com 1 m de comprimento e 0,5 m de largura, ligado a duas varas de madeira. Entretanto, somente foi possível realizar as análises no estágio de enchimento de grão (R5) até maturação plena (R8) (FEHR; CAVINESS, 1977), totalizando quatro épocas de amostragens, devido à baixa incidência deste pentatomídeo na área nos estádios fenológicos anteriores.

Em cada unidade amostral foi anotado o número de ninfas e adultos, e para análise dos dados, a população de percevejo foi dividida em categorias visando estudar o comportamento de *P. guildinii* em cada uma delas, sendo: ninfas de 1º ao 3º, por se alimentarem menos e causarem menores danos; ninfas de 3º, por ser o instar que inicia dispersão em busca de alimento; ninfas de 4º e 5º instares, por causarem danos semelhantes aos adultos; adultos, por causarem os maiores danos; e o número de 4º e 5º instares mais adultos; por ser o nível de controle deste percevejo na cultura da soja.

Em todas as datas de amostragem, foram calculadas as médias e as variâncias de cada categoria estudada, para posteriormente calcular os índices de dispersão. Estes índices utilizados para se verificar o grau de agregação do percevejo verde pequeno *P. guildinii*, descritos a seguir, foram calculados com o uso do programa Excel®.

3.1 Índices de Dispersão

Razão Variância/Média. É o índice mais comum, também chamado índice de dispersão. É a relação entre a variância e a média ($I = s^2/m$), utilizada para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade, em que valores iguais a 1 indicam distribuição espacial aleatória, valores menores que 1, distribuição uniforme e valores maiores que 1, distribuição agregada (RABINOVICH, 1980). O afastamento da aleatoriedade pode ser testado pelo teste de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade, $\chi^2 - 1 (n-1) s^2/m$ (ELLIOTT, 1979).

Índice de Morisita. De acordo com Morisita (1962), o índice é dado pela fórmula:

$$Id = n \frac{\sum [x(x-1)]}{\sum x(\sum x - 1)} = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

onde: n = número de unidades amostrais; x = número de ninfas ou de adultos por parcela.

O índice de Morisita é igual a 1 para a distribuição aleatória, é maior que 1 para distribuições contagiosas e menor que 1, para distribuições regulares ou uniformes. O afastamento da aleatoriedade pode ser testado por:

$$X_d^2 = I_d (\sum x_i - 1) + n - \sum x_i \sim \chi_{(n-1)}^2$$

Se $X_d^2 \geq \chi_{(n-1)g.l.;0,05}^2$, rejeita-se a hipótese de aleatoriedade da distribuição.

Coeficiente de Green. Neste índice, valores negativos indicam padrão de distribuição uniforme, enquanto valores positivos indicam padrão agregado (GREEN, 1966). Baseia-se na razão variância/média da distribuição e é dado por:

$$C_x = \frac{(s^2 / \hat{m}) - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1}$$

onde: s^2 = variância amostral; m = média amostral; x_i = número de ninfas ou de adultos por parcela.

Expoente k da distribuição binomial negativa. A estimativa inicial dos valores de k foi obtida pelo método dos momentos, dado por:

$$k = \frac{m^2}{s^2 - m}$$

e, posteriormente, pelo método da máxima verossimilhança:

$$N \ln(1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}}) = \sum_{i=1}^{nc} \left(\frac{A(x_i)}{\hat{k} + x_i} \right)$$

onde: N = número de unidades amostrais, $A(x)$ = soma das frequências de valores maiores que x , nc = número de classes da distribuição de frequências e x_i = número de ninfas ou de adultos por parcela.

Valores negativos indicam distribuição uniforme, valores baixos e positivos ($k < 2$), disposição altamente agregada, valores variando de dois a oito indica uma agregação moderada e valores superiores a oito, distribuição aleatória (ELLIOTT, 1979).

3.1.2 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial de pragas

Em cada data de amostragem foram testados os ajustes da distribuição de Poisson e da distribuição binomial negativa. Apenas estes modelos foram testados, pois à maioria das datas tiveram valores de variância superior a média. O modelo apresenta bom ajuste aos dados originais, quando as frequências observadas e esperadas são próximas. Essa proximidade foi testada pelo teste de qui-quadrado, dado por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$

onde, FO_i = Frequência observada na classe i ; FE_i = Frequência esperada na classe i ; n_c = número de classes da amostra.

O número de graus de liberdade do χ^2 é dado por:

$$v = n_c - n_p - 1$$

onde: n_c = número de classes da distribuição de frequências; n_p = número de parâmetros estimados na amostra.

Distribuição de Poisson. É a distribuição que melhor representa a distribuição espacial aleatória dos insetos e caracteriza-se por apresentar variância igual à média ($\sigma^2 = \mu$). As fórmulas para o cálculo da série de probabilidades são dadas por:

$$P_{(x)} = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

onde, $P_{(x)}$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral, λ é o parâmetro da distribuição ($\lambda = \mu = \sigma^2$), e é a base do logaritmo Neperiano (Natural) = 2,71828.

Distribuição binomial negativa. Apresenta a variância maior do que a média ($\sigma^2 > \mu$) e possui dois parâmetros, a média (m) e o expoente k ($k > 0$). A série de probabilidades pode ser calculada para uma amostra, através da fórmula recorrente dada por:

$$P(x) = \frac{P(x-1).R.(k+x-1)}{x}, \quad x = 1, 2, 3, \dots$$

Em que,

$$P(0) = \left(1 + \frac{m}{k}\right)^{-k}$$

$$R = \frac{m}{k+m}$$

e, m é a média amostral, k é a estimativa do expoente k da binomial negativa, $P(x)$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral.

3.2 Amostragem Sequencial

Foram construídos dois planos de amostragem sequenciais, um para soja destinada a grãos para a indústria, e outro para soja destinada a sementes. Os planos foram elaborados para amostragem de ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos, sendo que a

tomada de decisão de controle é realizada quando se encontra nas amostragens ninfas maiores que 5 mm (4º e 5º ínstar e adultos) (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Os planos foram baseados no Teste Sequencial da Razão de Verossimilhança (TSRV) proposto por Wald (1945). O TSRV permite testar, com o menor número esperado de amostras, as hipóteses $H_0: m = m_0$ vs. $H_1: m = m_1$, onde m representa médias de infestação, e $m_1 > m_0$. A rejeição de H_0 , ou seja, aceitação de H_1 pode indicar a necessidade de aplicação de métodos de controle dos insetos, e a aceitação de H_0 , indica a não aplicação (BARBOSA, 1992).

Dados de levantamentos de insetos pragas, geralmente se caracterizam por apresentar variância maior que a média, sugerindo a utilização de uma distribuição do tipo contagiosa. Dentre estas, a mais utilizada é a distribuição binomial negativa. Neste caso, as fórmulas utilizadas para a aplicação do TSRV, são apresentadas a seguir. A dedução é baseada nos conceitos originalmente desenvolvidos por Wald (1945).

Na construção do plano de amostragem sequencial para campos de soja destinada a grãos, o nível de controle (m_1) adotado foi de 4,0 percevejos maiores que 5 mm (4º e 5º ínstar mais adultos) por pano de batida e o nível de segurança (m_0) adotado foi fixado em 2,0 percevejos maiores que 5 mm (4º e 5º ínstar mais adultos), com base na hipótese $H_0: m_0 = 2,0$ versus $H_1: m_1 = 4,0$. E para os campos de produção de soja para sementes, o nível de controle (m_1) foi fixado em 2,0 percevejos maiores que 5 mm por pano de batida. O nível de segurança (m_0) foi fixado em 1,0 percevejos maiores que 5 mm com base na hipótese $H_0: m_0 = 1,0$ versus $H_1: m_1 = 2,0$.

O nível de controle adotado teve como base a circular técnica da Embrapa Soja (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000) e o nível de segurança (m_0) foi obtido com base na metade dos níveis de controle (limite inferior) para a produção de grãos e sementes.

Os valores para os erros tipo I e II foram $\alpha = \beta = 0,05$, sendo este valor o mais indicado para estudos com insetos. Os valores de h_0 , h_1 e α foram determinados em função do tipo de distribuição espacial da praga, que seguiu o modelo da binomial negativa neste caso, através das equações abaixo (YOUNG; YOUNG, 1998):

$$h_0 = \frac{\ln\left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)}{\ln\left[\frac{m_1(m_0+k)}{m_0(m_1+k)}\right]}$$

$$h_1 = \frac{\ln\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)}{\ln\left[\frac{m_1(m_0+k)}{m_0(m_1+k)}\right]}$$

$$a = k \frac{\ln\left(\frac{m_1+k}{m_0+k}\right)}{\ln\left[\frac{m_1(m_0+k)}{m_0(m_1+k)}\right]}$$

O teste consiste em:

a) Rejeitar H_0 (aceitar H_1), se existir um tamanho de amostra N^* , tal que:

$$aN + h_0 < S < aN + h_1, \text{ para } N = 1, 2, \dots, N^*-1, \text{ e}$$

$$S \geq aN^* + h_1$$

b) Aceitar H_0 se existir um tamanho de amostra N^* , tal que:

$$aN + h_0 < S < aN + h_1, \text{ para } N = 1, 2, \dots, N^*-1, \text{ e}$$

$$S \leq aN^* + h_0$$

Onde,

N = número de unidades amostrais a serem utilizadas na amostragem

S = soma das contagens.

Em resumo, tomando-se um sistema ortogonal de dois eixos, e plotando-se S nas ordenadas e N nas abscissas, continua-se amostrando sucessivamente até que o valor de

S situa-se acima ou sobre a reta $(\alpha N^* + h_1)$, quando rejeita-se H_0 ; abaixo ou sobre a reta $(\alpha N^* + h_0)$, quando aceita-se H_0 .

3.2.1 Curva característica de operação

Além das retas obtidas, é conveniente expressar a curva característica de operação, denotada por $CO(m)$, que fornece a probabilidade de aceitar H_0 em função da média m , para valores pré-estabelecidos de α e β . Na dedução, Wald (1945) emprega uma variável auxiliar h que depende de m , resultando:

$$CO(m) = \frac{[(1-\beta)/\alpha]^h - 1}{[(1-\beta)/\alpha]^h - [\beta/(1-\alpha)]^h}, \quad h \neq 0$$

$$CO(m) = \frac{\ln[(1-\beta)/\alpha]}{\ln[(1-\beta)/\alpha] - \ln[\beta/(1-\alpha)]}, \quad h = 0, \quad m = a.$$

Onde,

α = erro tipo I;

β = erro tipo II.

Nas distribuições binomiais negativas com k comum, a relação entre h e m é dada por:

$$\frac{m}{k} = \frac{1 - (q_0/q_1)^h}{[(p_1 q_0)/(p_0 q_1)]^h - 1}, \quad h \neq 0.$$

Esta relação permite expressar $CO(m)$ em função de m , arbitrando h , onde, k = expoente k da distribuição binomial negativa obtido pelo método de máxima verossimilhança ou pelo método dos momentos;

$$p_0 = m_0/k;$$

$$p_1 = m_1/k;$$

$$q_0 = 1 + p_0;$$

$$q_1 = 1 + p_1;$$

3.2.2 Tamanho médio esperado para a amostra

A curva de tamanho esperado $E(N)$ que fornece o tamanho médio esperado de amostra para a decisão sobre a aceitação ou não de H_0 foi calculada para o plano através da expressão (YOUNG; YOUNG, 1998):

$$E[N] = \frac{h_1 + (h_0 - h_1) \cdot CO(m)}{m - a}, \quad h \neq 0$$

Esta função permite expressar o número esperado de amostras como função de m . Por outro lado, se na prática pretende-se fixar o tamanho da amostra, recomenda-se o máximo valor esperado para $E[N]$, no TSRV correspondente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Distribuição espacial de ninfas e adultos de *P. guildinii*

4.1.1 Índices de Dispersão

Os resultados obtidos indicam que a razão variância/média (I) para ninfas de 1º ao 3º instar de *P. guildinii*, tiveram valores maiores que um, em todas as datas de amostragem (Tabela 1), o que indica disposição agregada da população. Pelo resultado do índice de Morisita (I_d), verifica-se que em todas as épocas de amostragem os valores foram, também, superiores a um, corroborando com o índice razão variância/média dessa categoria, ou seja, possível indicação de distribuição agregada das ninfas de 1º ao 3º instar (Tabela 1).

Para o coeficiente de Green (C_x) também foi obtido valores positivos que indicam um padrão agregado (GREEN, 1966), em todas as épocas de amostragem (Tabela 1). O expoente k da distribuição binomial negativa apresentou na maioria das amostragens valores variando de 0 a 2, indicando uma disposição altamente agregada. Todos estes resultados dos testes demonstram que ninfas de 1º ao 3º instares distribuem-se de maneira agregada na área de soja.

Os índices de dispersão indicam que os imaturos de 1º ao 3º instar distribuem-se de forma agregada, isto devido ao comportamento de oviposição das fêmeas deste pentatomídeo, de colocarem os seus ovos agupados em massas no formato de fileiras duplas, e o número de ovos por postura variando de 11 a 20 ovos (SILVA; PANIZZl, 2008). Além disso, as ninfas de primeiro instar eclodem e permanecem ao redor do corion dos ovos da postura e não se alimentam. No segundo instar, as ninfas iniciam a alimentação (PANIZZl, 1991). A partir do terceiro instar as ninfas são mais ativas e começam a dispersar, tornando-se mais vorazes e competindo por espaço e alimento (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZl, 1999).

O índice razão variância/média (I) para ninfas de 3º instar de *P. guildinii* apresentou valores maiores que um, na maioria das datas de amostragens, o que indica disposição agregada, porém na primeira data de amostragem de ninfas de 3º instar, obteve-se o índice de variância/média (I) aproximadamente igual a um, indicando uma disposição de insetos aleatória. Isto se deve provavelmente ao fato da baixa incidência desta categoria nesta data de amostragem. Resultados semelhantes foram obtidos pelo teste do índice de Morisita (I_d), que na maioria das épocas de amostragens os valores foram, também, superiores a um, ou seja, indicando também distribuição agregada (Tabela 1).

Para o coeficiente de Green (C_x), com exceção da primeira data de amostragem, os valores foram positivos indicando um padrão agregado para esta categoria. O expoente k da distribuição binomial negativa apresentou na maioria das amostragens valores variando de 0 a 2, indicando uma disposição altamente agregada. Desse modo, ninfas de 3º instares também apresentaram distribuição agregada no presente ensaio. Neste estágio, apesar de ainda não se locomoverem a grandes distâncias, as ninfas se dividem em grupos menores e dependendo da disponibilidade de alimentos, podem se dispersar em busca de outras plantas para sua alimentação, e assim começarem a causar danos, semelhante aos adultos (PANIZZl, 1991).

Para ninfas de 4º e 5º instares, foi observado valores da relação s^2/m superiores a um, ou seja, a disposição nesses instares também foi agregada. Resultados semelhantes foram obtidos para o índice de Morisita. E de acordo com o coeficiente de Green (C_x), em todas as épocas de amostragem foram obtidos valores positivos que também indicam um padrão agregado.

O expoente k da distribuição binomial negativa estimado pelo método da máxima verossimilhança apresentou valores variando de 0 a 2 na maioria das amostragens, indicando uma disposição altamente agregada, como nos três instares iniciais. Estes resultados demonstram que ninfas de 4º e 5º instares distribuem-se de maneira agregada na área de cultivo de soja, se dispersando em pequenos grupos e atacando plantas em “reboleiras”. Verifica-se que este índice também confirma os resultados obtidos anteriormente nos índices razão variância/média e de Morisita.

De acordo com Souza et al. (2013), imaturos de 4º e 5º instares de *E. heros* apresentaram uma disposição espacial variando entre moderadamente agregada à aleatória, resultado que difere dos resultados obtidos para *P. guildinii* no presente trabalho, sendo que esta espécie apresentou uma distribuição moderadamente agregada a altamente agregada.

As ninfas de *P. guildinii*, diferentemente dos adultos se locomovem em distâncias relativamente pequenas, até 12 m a partir da postura de onde eclodiram, sendo as maiores distâncias percorridas por ninfas do 4º e 5º instar, diminuindo o comportamento gregário (PANIZZI et al., 1980).

Os índices razão variância/média para adultos de *P. guildinii* em todas as épocas de amostragem foram superiores a um, indicando disposição também agregada na cultivar. Os índices de Morisita obtidos corroboram com os resultados do índice razão variância/média.

Para o coeficiente de Green (C_x) em todas as épocas de amostragem também foi obtido valores positivos que indicam um padrão agregado. E os resultados do expoente k da distribuição binomial negativa para a população de adultos indicam que a distribuição foi altamente agregada (k variando de 0 a 2). Estes valores reforçam os resultados obtidos nos índices razão variância/média, de Morisita e de Green obtidos anteriormente para adultos de *P. guildinii*.

Os índices razão variância/média para dados conjuntos de ninfas de 4º e 5º instares mais adultos de *P. guildinii* nas amostragens, também foram superiores a um, indicando uma disposição agregada. Os valores do índice de Morisita obtidos corroboram com os resultados do índice razão variância/média, e de acordo com os valores do índice coeficiente de Green (C_x), a população desta categoria tem uma possível indicação de distribuição agregada, pois em todas as épocas de amostragem os valores foram positivos.

Os resultados do expoente k da distribuição binomial negativa indicam que a distribuição de ninfas de 4º e 5º instares mais adultos variou de altamente agregada (0 a 2) a agregação moderada (2 a 8). Estes valores reforçam os resultados obtidos nos índices razão variância/média e índice de Morisita.

Tabela 1. Médias, variâncias e índices de dispersão para número de ninfas e adultos de *P. guildinii* na cultura da soja. Jaboticabal - SP, Brasil 2012/2013.

Ninfa/Adulto	Índices	Épocas de Amostragem			
		93 DAE	100 DAE	107 DAE	114 DAE
1º, 2º e 3º instar	<i>M</i>	0,4900	0,5100	1,3000	0,8100
	<i>s</i> ²	0,5555	1,9696	2,5758	2,4787
	<i>I = s</i> ² / <i>m</i>	1,1335	3,8619	1,9813	3,0601
	<i>Id</i>	1,2755	6,6667	1,7531	3,5494
	<i>X</i> ² <i>Id</i>	112,2245 ^{NS}	382,3333**	196,1538**	302,9506**
	<i>Cx</i>	0,0027	0,0572	0,0076	0,0257
	<i>k</i> mom	3,6682	0,1782	1,3247	0,3932
	<i>k</i> máx.ver	3,6670	0,2039	1,2230	0,3206
3º instar	<i>M</i>	0,2500	0,2300	0,6600	0,4800
	<i>s</i> ²	0,2298	0,8052	1,0549	1,0804
	<i>I = s</i> ² / <i>m</i>	0,9191	3,5006	1,5984	2,2508
	<i>Id</i>	0,6667	12,2530	1,9114	3,6348
	<i>X</i> ² <i>Id</i>	91,0000 ^{NS}	346,5652**	158,2424**	222,8333**
	<i>Cx</i>	-0,0033	0,1136	0,0092	0,0266
	<i>k</i> mom	-3,0938	0,0920	1,1029	0,3837
	<i>k</i> máx.ver	-(¹)	0,1733	1,5250	0,2812
4º e 5º instar	<i>M</i>	0,2100	0,7200	1,5800	1,3700
	<i>s</i> ²	0,2282	1,0925	4,3067	4,9829
	<i>I = s</i> ² / <i>m</i>	1,0865	1,5173	2,7257	3,6371
	<i>Id</i>	1,4286	1,7214	2,0882	2,9197
	<i>X</i> ² <i>Id</i>	107,5714 ^{NS}	150,2222**	269,8481**	360,0803**
	<i>Cx</i>	0,0043	0,0072	0,0109	0,0193
	<i>k</i> mom	2,4255	1,3916	0,9156	0,5195
	<i>k</i> máx.ver	2,4245	1,2542	0,7798	0,6414
Adultos	<i>M</i>	0,5200	0,6100	0,6400	0,7200
	<i>s</i> ²	0,9188	0,8868	1,1216	1,2743
	<i>I = s</i> ² / <i>m</i>	1,7668	1,4537	1,7525	1,7699
	<i>Id</i>	2,4887	1,7486	2,1825	2,0736
	<i>X</i> ² <i>Id</i>	174,9231**	143,9180**	173,5000**	175,2222**
	<i>Cx</i>	0,0150	0,0075	0,0119	0,0108
	<i>k</i> mom	0,6781	1,3444	0,8505	0,9352
	<i>k</i> máx.ver	0,6047	1,2495	0,7234	0,7600
4º e 5º instar mais Adultos	<i>M</i>	0,7300	1,3300	2,2200	2,0900
	<i>s</i> ²	1,1688	2,1223	6,0117	7,6383
	<i>I = s</i> ² / <i>m</i>	1,6010	1,5957	2,7079	3,6546
	<i>Id</i>	1,8265	1,4468	1,7651	2,2635
	<i>X</i> ² <i>Id</i>	158,5068**	157,9774**	268,0901**	361,8134**
	<i>Cx</i>	0,0083	0,0045	0,0077	0,0127
	<i>k</i> mom	1,2145	2,2325	1,2998	0,7873
	<i>k</i> máx.ver	1,2170	2,4760	1,1265	0,9100

m = média amostral; *s*² = variância amostral; *I* = razão variância/média; *Id* = índice de Morisita; *X*² *Id* = teste de afastamento da aleatoriedade para *Id*; *Cx* = coeficiente de Green; *k* mom = *k* pelo método dos momentos; *k* máx.ver = *k* pelo método da máxima verossimilhança; **Significativo a 1% de probabilidade;

^{NS} Não significativo a 5% de probabilidade; (¹) *s*² < *m*; DAE= dias após a emergência das plantas

4.1.2 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial de *P. guildinii*

Os testes de ajustes da distribuição binomial negativa para dados amostrais de ninfas de 1º ao 3º instares de *P. guildinii*, indicam que ninfas jovens apresentaram um ajuste muito bom a este tipo de distribuição (Tabela 2), sendo que todas as amostragens apresentaram os valores do teste de qui-quadrado não significativos. Assim, verifica-se que o arranjo espacial das ninfas de 1º, 2º e 3º instares, apresentou distribuição espacial agregada na cultura de soja.

Ninfas de 3º instar apresentaram em todas as amostragens valores do teste de qui-quadrado não significativos, ajustando-se melhor à distribuição binomial negativa, portanto, ninfas neste estágio apresentaram também distribuição espacial agregada. No entanto, na segunda data de amostragem, o valor de qui-quadrado foi menor para o teste de ajuste de Poisson, mas ajustou-se com maior confiabilidade ao modelo da binomial negativa, devido ao maior número de graus de liberdade em relação ao teste de Poisson (Tabela 2).

Com relação às ninfas de 4º e 5º instares, nas quatro épocas de amostragens, correspondente às fases fenológicas da cultura mais atacada pelos percevejos, os dados ajustaram-se à binomial negativa, ou seja, a distribuição também agregada da população na área.

A distribuição agregada em todos os instares indica, que quando as ninfas tem alimento disponível, tendem a se movimentar pouco, independente do estágio que se encontram, visando a economia de energia. Portanto só se movimentam quando há alguma necessidade, como a busca por alimento, abrigo ou outro fator vital (PANIZZI, 1991).

Nos resultados dos testes para adultos de *P. guildinii*, os ajustes também foram obtidos pelo teste da distribuição binomial negativa, indicando também uma distribuição espacial da população de adultos, de maneira agregada. A distribuição dos dados amostrais conjuntos de ninfas de 4º e 5º instares e mais os adultos, também

apresentaram a mesma forma de distribuição espacial, isto é, são encontrados de forma agregada na área de soja.

Costa et al. (1988) também estabeleceu um plano de amostragem sequencial para percevejos na cultura da soja soja, utilizando o método do pano-de-batida. E de acordo com esses autores a distribuição de percevejos se ajustou a uma distribuição binomial negativa, sendo esses resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Tabela 2. Resultados do teste qui-quadrado (X^2) para ajuste das distribuições de Poisson e Binomial Negativa, aos dados de ninfas e adultos de *P. guildinii* na cultura da soja. Jaboticabal - SP, Brasil 2012/2013.

Ninfa/Adulto	Épocas de Amostragem	Poisson		Binomial Negativa	
		X^2	GL	X^2	GL
1º, 2º e 3º ínstar	93 DAE	2.3964 ^{NS}	2	1.7770 ^{NS}	3
	100 DAE	30.3452**	2	3.3082 ^{NS}	3
	107 DAE	48.4171**	4	4.0450 ^{NS}	5
	114 DAE	35.2694**	2	2.3184 ^{NS}	4
3º ínstar	93 DAE	0.2896 ^{NS}	1	0.0653 ^{NS}	2
	100 DAE	2.7263 ^{NS}	1	4.2918 ^{NS}	2
	107 DAE	2.0250 ^{NS}	2	0.6388 ^{NS}	2
	114 DAE	32.1631**	2	3.3491 ^{NS}	3
4º e 5º ínstar	93 DAE	0.8597 ^{NS}	1	0.6552 ^{NS}	1
	100 DAE	7.5534*	2	1.0926 ^{NS}	2
	107 DAE	80.8210**	4	6.9083 ^{NS}	6
	114 DAE	52.7548**	4	8.5430 ^{NS}	5
Adultos	93 DAE	14.1983**	2	0.2339 ^{NS}	3
	100 DAE	8.5990*	2	0.3611 ^{NS}	2
	107 DAE	13.8260**	2	3.8495 ^{NS}	3
	114 DAE	17.9041**	2	1.2425 ^{NS}	3
4º e 5º ínstar mais Adultos	93 DAE	9.2343**	2	2.4822 ^{NS}	4
	100 DAE	5.6320 ^{NS}	4	3.2398 ^{NS}	4
	107 DAE	76.9799**	5	6.6744 ^{NS}	7
	114 DAE	56.6762**	5	8.7231 ^{NS}	6

X^2 = Estatística do teste qui-quadrado; g.l. = número de graus de liberdade do qui-quadrado; **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{NS}Não significativo a 5 % de probabilidade; DAE= dias após a emergência das plantas.

4.1.3 Estimativa do k comum

Como o teste de aderência das frequências observadas para número de ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos de *P. guildinii* apresentou ajuste à distribuição binomial negativa, optou-se por ajustar este modelo de distribuição com um k comum (k_c) que representasse a maioria das amostragens, e esse valor foi 1,1381.

Pode-se observar que o valor do qui-quadrado foi não significativo para ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos de *P. guildinii*, sendo atendidas as condições necessárias para a obtenção de um k comum, segundo Bliss e Owen (1958) (Tabela 3).

Tabela 3. Índices de k comum (K_c) para ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos de *P. guildinii* na cultura da soja. Jaboticabal - SP, Brasil 2012/2013.

Estádio de desenvolvimento	K_{comum}	Teste para homogeneidade de K_{comum}
		χ^2
Ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos	1,1381	4,3592

χ^2 = Estatística do teste qui-quadrado; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo a 5 % de probabilidade.

4.2 Plano de Amostragem Sequencial

4.2.1 Plano de amostragem sequencial para ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos para campos de produção de grãos e sementes na cultura da soja

O objetivo do plano de amostragem sequencial é tornar a amostragem mais rápida e eficiente, e para sua construção utilizou-se para campos de produção de grãos o nível de controle (m_1) de 4,0 percevejos maiores que 5 mm (4º e 5º ínstar mais adultos) por pano de batida e o nível de segurança (m_0) de 2,0 percevejos maiores que 5 mm, com base na hipótese $H_0: m_0 = 2,0$ versus $H_1: m_1 = 4,0$. E para campos de produção de sementes o nível de controle (m_1) foi fixado em 2,0 percevejos maiores que 5 mm por pano de batida e o nível de segurança (m_0) foi fixado em 1,0 percevejos

maiores que 5 mm com base na hipótese $H_0 : m_0 = 1,0$ versus $H_1 : m_1 = 2,0$, com valores para os erros tipo I e II : $\alpha = \beta = 0,05$.

Com a utilização do k comum obtido (1,1381) construiu-se os planos de amostragem sequenciais de ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos de *P. guildinii* para campos de produção de grãos e sementes na forma de gráfico (Figura 1 e 2). A partir da reta superior se rejeita H_0 , ou seja, controla, e abaixo da inferior se aceita H_0 , não controla.

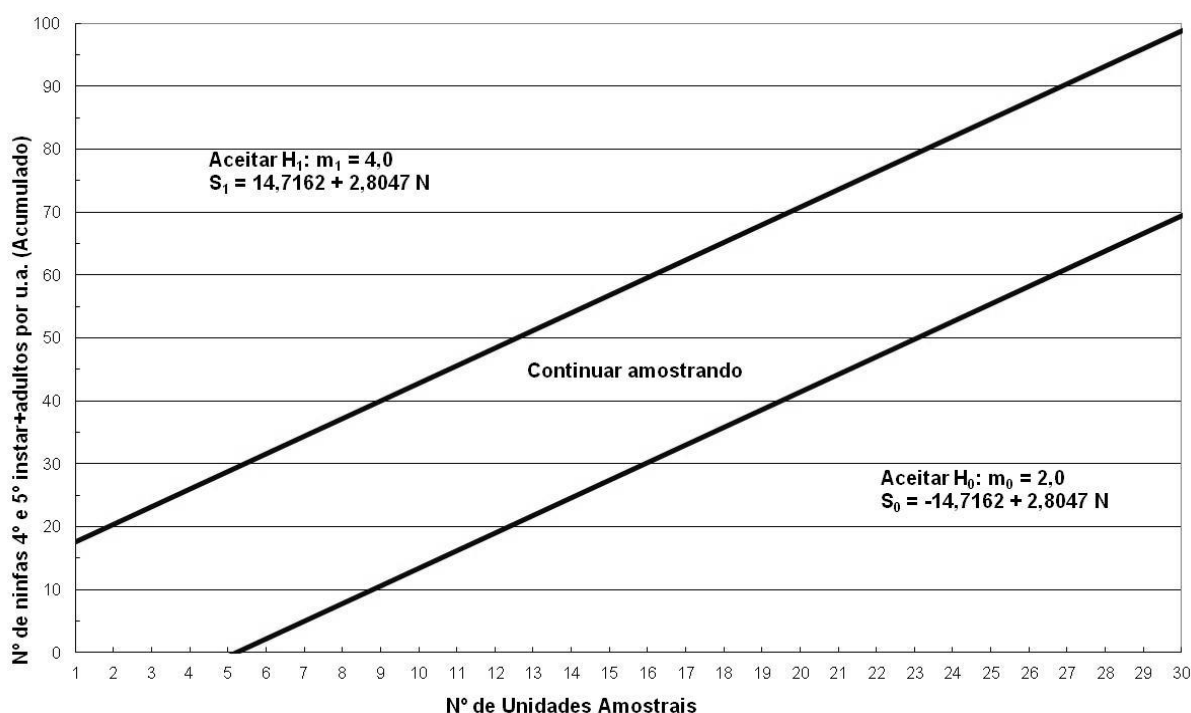


Figura 1. Linhas de decisão do plano de amostragem sequencial para o número de ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida em campos de produção de grãos, com base na distribuição Binomial Negativa para a soja.

A partir da Figura 1 e 2 foi possível confeccionar uma ficha de campo (Tabelas 1 e 2 do Apêndice) para facilitar o trabalho de amostragem sequencial no campo de produção de grãos e sementes. Para cada valor de N é calculado o valor de S , a partir das equações S_1 e S_0 . A coluna da esquerda na tabela representa os pontos da reta S_0 (limite inferior do gráfico) e a da direita os pontos da reta S_1 (limite superior).

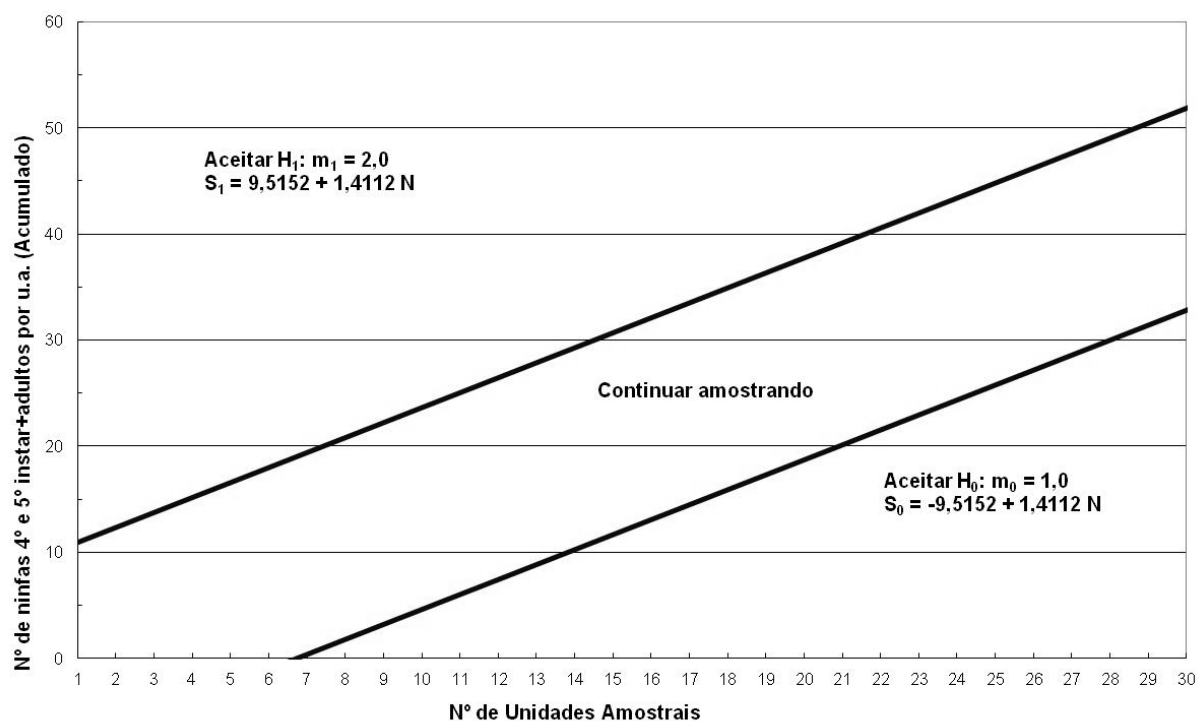


Figura 2. Linhas de decisão do plano de amostragem sequencial para o número de ninfas de 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida em campos de produção de sementes, com base na distribuição Binomial Negativa para a soja.

O procedimento é feito da seguinte maneira: percorre-se a área, realizando a batida de pano ao acaso e realiza-se a contagem de ninfas de 4º e 5º instar e adultos encontrados; esse número vai sendo acumulado após cada unidade amostral ou pano de batida. A cada unidade amostrada compara-se o valor acumulado com os valores dos limites do gráfico (inferior e superior). Se o valor total acumulado estiver abaixo da linha inferior (limite inferior), deve-se parar a amostragem e aceitar H_0 , optando-se por não controlar a praga. Quando o total acumulado estiver acima da linha superior (limite superior), deve-se parar a amostragem, rejeita-se H_0 e aceita-se H_1 , optando-se pelo controle da praga. Se o valor acumulado permanecer entre as duas linhas, deve-se continuar amostrando até atingir o número máximo esperado de ninfas e adultos para a tomada de decisão. Em caso de suspensão da amostragem, deve-se repeti-la antes da próxima amostragem programada, que deve ser de uma semana (CÔRREA-FERREIRA, B.S, 2012)

A Curva Característica de Operação CO(m) indica a probabilidade de tomar uma decisão correta para um determinado nível de infestação. Verifica-se que quando a média for de 2,0 na Figura 3 e 1,0 percevejos maiores que 5 mm (4º e 5º ínstar mais adultos) por pano de batida na Figura 4, o teste possui 95% de probabilidade de aceitar H_0 , não recomendando o controle e, quando a média for de 4,0 na Figura 3 e 2,0 percevejos maiores que 5 mm (4º e 5º ínstar mais adultos) por pano de batida na Figura 4, a probabilidade de aceitar H_0 é de 5%, isto é, a probabilidade de se recomendar o controle é de 95%.

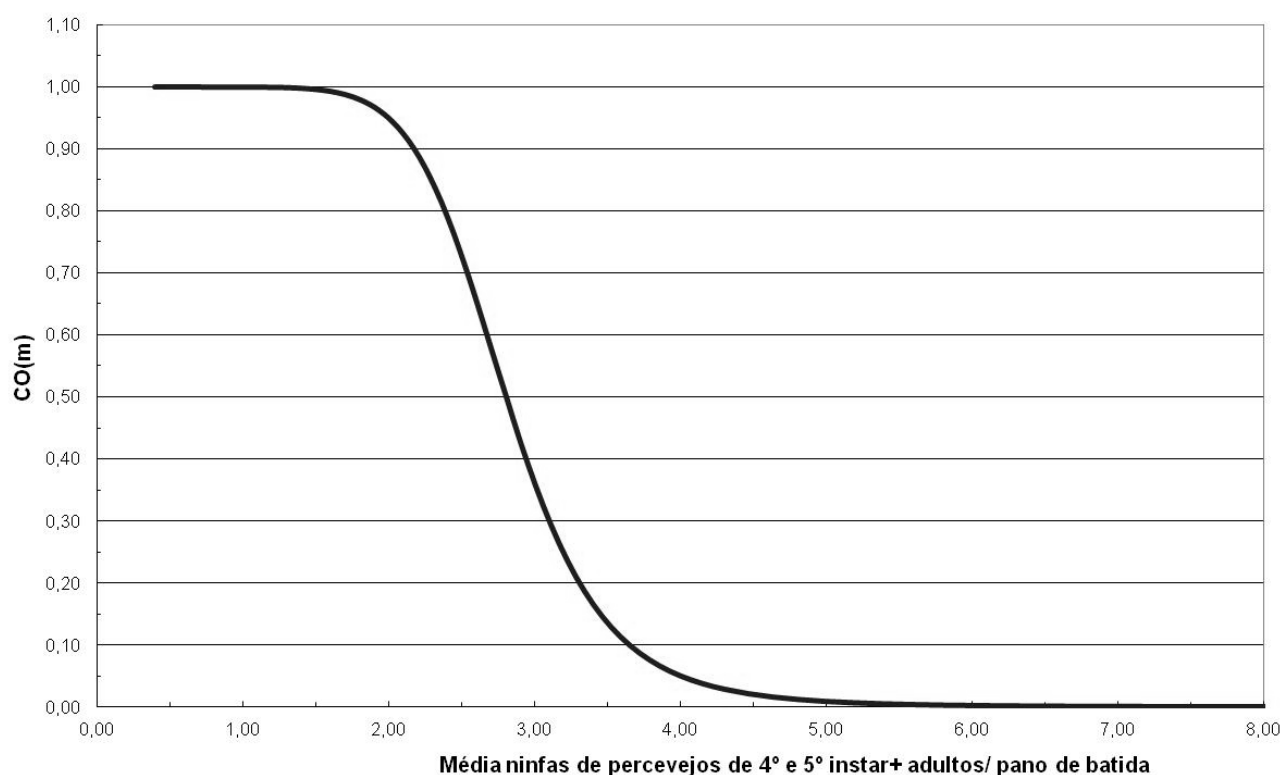


Figura 3. Curva Característica de Operação CO(m) do plano de amostragem para ninfas de 4º e 5º ínstar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida em campos de produção de grãos de soja.

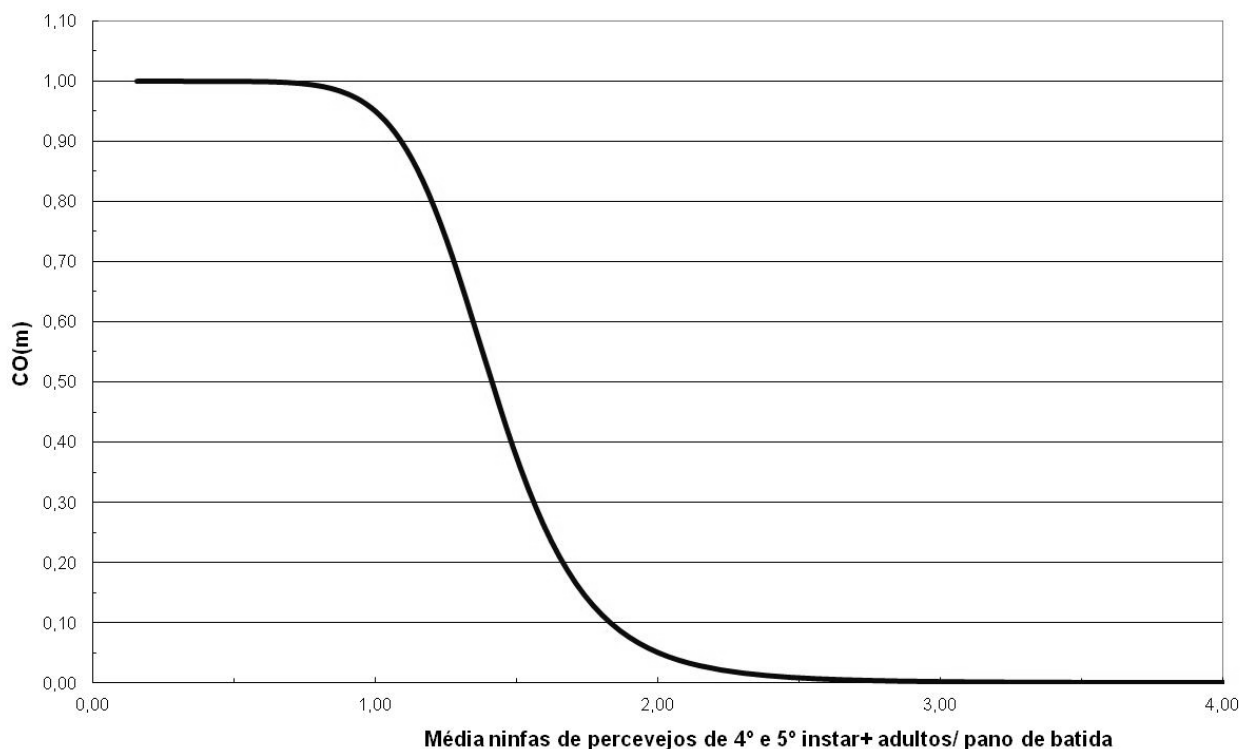


Figura 4. Curva Característica de Operação CO(m) do plano de amostragem para ninfas de 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida em campos de produção de semente de soja.

Em seguida, obteve-se o número esperado de amostras $E(N)$ para o número médio de ninfas 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida. Pode-se observar que o tamanho máximo esperado de amostras para campos de produção de grãos é de 23 unidades amostrais ou pano de batida (Figura 5), e em campos de produção de sementes, o tamanho esperado da amostra é de 29 unidades amostrais ou pano de batida (Figura 6).

Para uma infestação média de 4,0 ninfas de 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida em campos de produção de grãos, o número esperado de amostras é dez (Figura 5). E para uma infestação média de 2,0 ninfas de 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida em campos de produção de sementes, o número esperado de amostras é 15 (Figura 6).

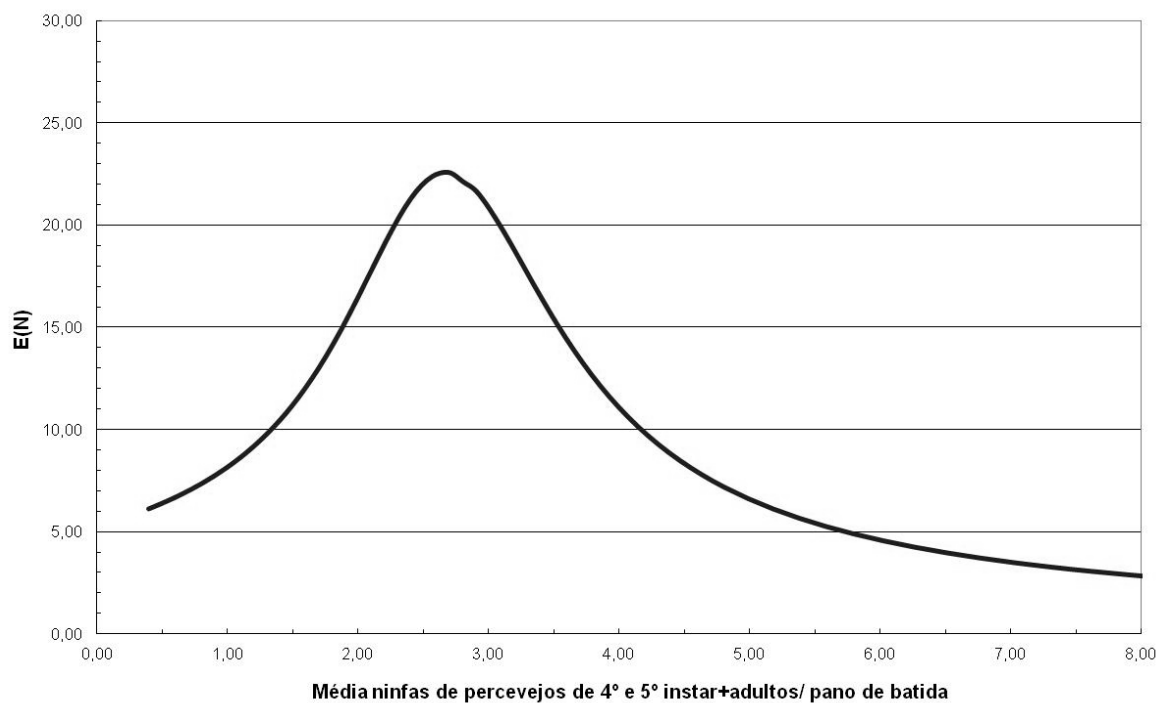


Figura 5. Curva do tamanho esperado de amostras do plano de amostragem sequencial para o número de ninfas de 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida em campos de produção de grãos de soja.

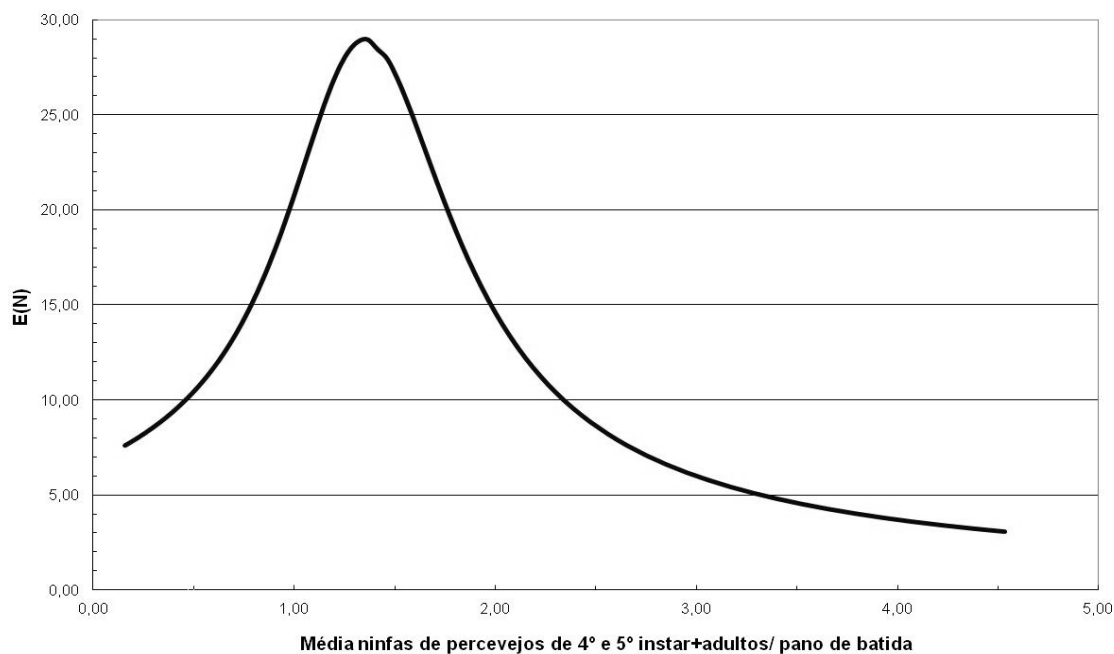


Figura 6. Curva do tamanho esperado de amostras do plano de amostragem sequencial para o número de ninfas de 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* por pano de batida em campos de produção de sementes de soja.

5. CONCLUSÕES

- A distribuição espacial da população de ninfas de 1º ao 3º instares, 3º instar, 4º e 5º instares, adultos, e 4º e 5º mais adultos distribuem-se de forma agregada na cultura de soja e a distribuição binomial negativa foi o modelo probabilístico que melhor se ajustou aos dados;
- O número máximo de unidades amostrais esperado, para se tomar a decisão, encontra-se em torno de 23 em campos para produção de grãos e 29 em campos para produção de sementes.

6. REFERÊNCIAS

ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distributions. **Biometrics**, Alexandria, v.5, n. 2, p. 165-173, 1949.

BARBOSA, J. C. A amostragem sequencial. In: FERNANDES, O. A.; CORREIA A. C. B.; DE BORTOLI S. A. (Ed.). **Manejo integrado de pragas e nematoides**. Jaboticabal: Funep, 1992, p. 205-211.

BARBOSA, J. C. **Distribuições de probabilidade como base para análises estatísticas, amostragem e estratégias de manejo de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) na cultura da cana-de-açúcar**. 1985. 131 f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 181-191, 1982.

BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M. Levantamento de percevejos pentatomídeos em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) na região de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 447-451, 2003.

BLISS, C. I.; FISHER, R. A. Fitting the negative binomial to biological data and a note on the efficient fitting of the negative binomial. **Biometrics**, Alexandria, v. 9, n. 1, p. 176-200, 1953.

BLISS, C. I.; OWEN, A. R. G. Negative binomial distributions with a common k . **Biometrika**, London, v. 45, n. 1, p. 37-58, 1958.

BOETHEL, D. J.; RUSSIN, J. S.; WIER, A. T.; LAYTON, M. B.; MINK, J. S. BOYD, M. L. Delayed maturity associated with southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) injury at various soybean phenological stages. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 3, p. 707-712, 2000.

BOHM, G. M. B.; ROMBALDI, C. V. Transformação genética e aplicação de Ifosato na microbiota do solo, fixação biológica de nitrogênio, qualidade e segurança de grãos de soja geneticamente modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 213- 221, 2010.

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

BROWN, M. W.; CAMERON, E. A. Spatial distribution of adults of *Ooencyrtus kuvanae* (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasite of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v.114, p.1109-1120, 1982.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos 2012/2013. Quarto Levantamento, Jan/2013**. Brasília: CONAB, 2012, 34 p.

CÔRREA-FERREIRA, B.S. Amostragem de pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F., (Ed.). **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Brasília: EMBRAPA, 2012. cap. 9, p. 631-672.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, London, v. 4, p. 145-150, 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 15 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 67).

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PERES, W. A. A. Comportamento da população dos percevejos-pragas e a fenologia da soja. In: CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Soja orgânica: alternativas para o manejo dos insetos praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 27-32.

COSTA, E.C.; LINK, D.; ESTEFANEL, V. Plano de amostragem sequencial para percevejos em soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 17, p. 51-60, 1988.

COSTA, E. C.; LINK, D. Dispersão de adultos de *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) em soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 51-57, 1982.

COSTA, M. G. **Distribuição espacial e amostragem seqüencial de ninfas e adultos de *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) na cultura de citros**. 2009. 26 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

COSTA, M. G. **Distribuição espacial e amostragem sequencial de *Orthezia praelonga* Douglas (Hemiptera: Ortheziidae) na cultura de citros**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

DEPIERI, R.A.; PANIZZI, A.R. 2011. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40: p. 197-203.

ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates**. 2. ed. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1979. 157 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja: história**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33>. Acesso em: 02 jan. 2014.

EMBRAPA. Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias para a produção de soja região central do Brasil**. Londrina, 2004.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Grãos**, Cruz das Almas: EMBRAPA, 2002. 126 p. (Boletim de pesquisa, 7)

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem sequencial (presença ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.4, p. 691-95, 2001.

FEHR, W.R; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa, 1977.

FERNANDES, M. G; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Neotropical Entomology**. Londrina, v.32, n. 1, p. 107-115, 2003.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, p. 203- 211, 2002.

FRAGA, C.P.; OCHOA, L.H. Aspectos morfológicos y biológicos de *Piezodorus guildinii* (West.) (Hemiptera: Pentatomidae). **IDIA- Supl.**, v. 28, p. 103-117, 1972.

GAZZONI, D. L.; MALAGUIDO, A. B. Effect of stink bug on yield, seed damage and agronomic traits of soybeans (*Glycine max*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. 759-767, 1996.

GREEN, R. H. Measurement of non-randomness in spatial distributions. **Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 8, p. 1-7, 1966.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. Washington: Butterworth, 1964. 256p.

GUEDES, J. V. C.; FARIAS, J. R.; GUARESCHI, A.; ROGGIA, S.; LORENTZ, L. A. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1299-1302, 2006.

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

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S.G.; SHEPARD, M.; OLIVEIRA, E.B.; BORGO, A. Pilot insect pest management program for soybean in southern Brazil. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 70, p. 659-663, 1977.

KÖPPEN, W. **Climatology: a study of the climates of the terra**. Fondo de Cult Economica: Ciudad de México, 1948.

MARCELINO, M. C. S. **Distribuição espacial e amostragem sequencial de *Enneothrips flavens* (Moulton, 1941) (Thysanoptera, Thripidae) na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 1996. 169 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

MARTINS, G.L.M.; VIEIRA, M.R.; BARBOSA, J.C.; DINI, T.A.; MANZANO, A.M.; ALVES, B.M.S.; SILVA, R.M. Distribuição Espacial de *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae) na Cultura da Seringueira. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39: p. 703-708, 2010.

MARUYAMA, W. I.; BARBOSA, J. C.; FERNANDES, M. G.; YAMAMOTO, P. T. Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 35-40, 2002.

MORISITA, M. I_d -index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 4, p.1-7, 1962.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. In: BONATO, E. R. (Ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2000. p. 19-44.

OLIVEIRA, E. D. M.; PANIZZI, A. R. Performance of nymphs and adults of *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) on soybean pods at different developmental stages. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 187-192, 2003.

PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; SILVA, F.A.C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F., (Ed.). **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Brasília: Embrapa, 2012. cap. 5, p. 335-420.

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

PANIZZI, A. R.; ALVES, R. M. L. Performance of nymphs and adults of the southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to soybean pods at different phenological stages of development. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 86, n. 4, p. 1089-1093, 1993.

PANIZZI, A. R. Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 7, p. 253-287.

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

PANIZZI, A. R.; GALILEO, M. H. M.; GASTAL, H. A. O.; TOLEDO, J. F. F.; WILD, C. H. Dispersal of *Nezara viridula* and *Piezodorus guildinii* nymphs in soybeans. **Environmental Entomology**, College Park, v. 9, n. 1, p. 293-297, 1980.

PANIZZI, A. R.; SMITH, J. G.; PEREIRA, L. A. G.; YAMASHITA, J. Efeito dos danos de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, 1., 1979, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1979. v. 2, p. 59-78.

PANIZZI, A. R.; SMITH, J. G. Biology of *Piezodorus guildinii*: oviposition, development time, adult sex ratio, and longevity. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 70, n. 1, p. 35-39, 1977.

PERECIN, D.; BARBOSA, J. C. Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio. **Revista Matemática e Estatística**, Jaboticabal, v. 10, p. 207-216, 1992.

PERRUSO, J. C.; CASSINO, P. C. R. Plano de Amostragem Presença-Ausência para *Selenaspidus articulatus* (Morg.) (Homoptera: Diaspididae) na Cultura da Laranja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 321-26, 1997.

PIELOU, E. C. **An introduction to mathematical ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1969. 286 p.

RABINOVICH, J. E. **Introduccion a la ecologia de poblaciones animales**. México, CECSA, 1980. 313p.

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

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Koogan: Guanabara, 2003.

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

RUESNIK, W. G.; KOGAN, M. The quantitative basis of pest management and measuring. In: METCALF, R. L.; LUCKMANN, W. H. **Introduction to insect pest management.** New York: John Wiley & Sons, 1975. p. 309-51.

SCHUMANN, F. W.; TODD, J. W. Population dynamics of the southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in relation to soybean phenology. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, n. 4, p. 748-753, 1982.

SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. The adequacy of artificial oviposition substrates for laboratory rearing of *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Heteroptera, Pentatomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 131-134, 2008.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia de insetos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

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

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods.** 2nd. ed. New York: John Wiley & Sons, 1978. 525 p.

SOUZA, L.A.; BARBOSA, J.C.; GRIGOLLI, J.F.J.; FRAGA, D.F.; JR MALDONADO, W.; BUSOLI, A.C. Spatial Distribution of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 42, p. 412-418, 2012.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.29, p.321-357, 1984.

TODD, J. W.; HERZOG, D. C. Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D. C. (Ed.). **Sampling methods in soybean entomology**, New York: Springer-Verlag, 1980. p. 438-478.

VILLAS-BÔAS, G. L.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, M. C. N.; COSTA, N. P.; ROESSING, A. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Efeito de diferentes populações de percevejos sobre o rendimento e seus componentes, características agronômicas e qualidade de semente de soja**. Londrina: Embrapa CNPSo, 1990. 43 p. (Boletim de Pesquisa, 1).

WALD, A. Sequential tests of statistical hypothesis. **Annals Mathematical Statistics**, Ann Arbor, v. 16, n. 2, p. 117-186, 1945.

WALD, A. **Sequential analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1947. 211p.

WILSON, L. T. Estimating the abundance and impact of arthropod natural enemies on IPM systems. In: HOY, M. A., HERZOG, D.C. (Ed.). **Biological control in agricultural IPM systems**. London: Academic Press, 1985. p.303-322.

YOUNG, L. J.; YOUNG, J. H. **Statistical ecology**: a population perspective. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 565p.

7.APÊNDICE

Tabela 1. Ficha de campo para amostragem sequencial de ninfas 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* para campos de produção de grãos de soja.

Nº de Amostra	Limite Inferior (Não Controlar)	Nº de ninfas 4º e 5º instar+Adultos (Acumulado)	Limite Superior (Controlar)
1	-		18
2	-		21
3	-		24
4	-		26
5	-		29
6	2		32
7	4		35
8	7		38
9	10		40
10	13		43
11	16		46
12	18		49
13	21		52
14	24		54
15	27		57
16	30		60
17	32		63
18	35		66
19	38		69
20	41		71
21	44		74
22	46		77
23	49		80
24	52		83
25	55		85
26	58		88
27	61		91
28	63		94
29	66		97
30	69		99

Tabela 2. Ficha de campo para amostragem sequencial de ninfas 4º e 5º instar mais adultos de *P. guildinii* para campos de produção de sementes de soja.

Nº de Amostra	Limite Inferior (Não Controlar)	Nº de ninfas 4º e 5º instar+Adultos (Acumulado)	Limite Superior (Controlar)
1	-		11
2	-		13
3	-		14
4	-		16
5	-		17
6	-		18
7	-		20
8	1		21
9	3		23
10	4		24
11	6		26
12	7		27
13	8		28
14	10		30
15	11		31
16	13		33
17	14		34
18	15		35
19	17		37
20	18		38
21	20		40
22	21		41
23	23		42
24	24		44
25	25		45
26	27		47
27	28		48
28	30		50
29	31		51
30	32		52