

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM
SEQUENCIAL DE *Pseudoplusia includens* (WALKER)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), EM DOIS SISTEMAS DE
PLANTIO DE SOJA

Jaqueline Zanon de Moura

Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Agosto - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM
SEQUENCIAL DE *Pseudoplusia includens* (WALKER)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), EM DOIS SISTEMAS DE
PLANTIO DE SOJA

Jaqueline Zanon de Moura

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL - SÃO PAULO – BRASIL
Agosto - 2012

M929d	Moura, Jaqueline Zanon de DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE <i>PSEUDOPPLUSIA INCLUDENS</i> (WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), EM DOIS SISTEMAS DE PLANTIO DE SOJA / JAQUELINE ZANON DE MOURA. – Jaboticabal, 2012 vi, 53 f. : il. ; 28cm Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012 Orientador: José Carlos Barbosa Banca examinadora: Arlindo Leal Boiça Júnior, Francisco Jorge Cividanes, Marília Gregolim Costa, Eulália Maria Sousa Carvalho Bibliografia 1. <i>Glycine max</i>. 2. Índices de dispersão. 3. Modelos probabilísticos. 4. Plantio convencional. 5. Plantio direto I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. CDU 633.34:631.543.8
-------	--

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JAQUELINE ZANON DE MOURA - nascida em 27 de dezembro de 1980 na cidade de Água Boa – MT, filha de Olair Zanon e Odene Borges Zanon é Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal do Piauí - UFPI no ano de 2004. Foi professora substituta na UFPI e na Universidade Estadual do Piauí - UESPI no período de 2005 a 2008, ministrando disciplinas nas áreas de grandes culturas e entomologia. Em 2007 obteve o título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal pela UFPI. Em 2008 passou a compor o quadro de professores efetivos da UFPI, atuando na área de entomologia nos cursos de Engenharia Agrônômica e Engenharia Florestal, onde por três anos ocupou o cargo de Chefe de Curso e compôs o Conselho do Campus. Iniciou o curso de Doutorado Interinstitucional UFPI/UNESP em 2009.

“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.”

(Paulo Freire)

Dedico:

À minha filha Joana Zanon de Moura pela
compreensão nos momentos de ausência.

Agradecimento especial:

Ao meu esposo Sinevaldo Gonçalves de
Moura pelo apoio e incentivo recebidos.

AGRADECIMENTOS

Ao final desta importante jornada cabem meus sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que contribuíram para que este trabalho fosse realizado:

À Deus, por sua proteção e benção que iluminam meus caminhos;

Aos meus pais, Olair Zanon e Odene B. Zanon, que creditaram em mim o sonho e a sede do conhecimento;

Aos meus irmãos, M^a Elizabeth B. Zanon e Odair A. Zanon pelo incentivo recebido;

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pelos conhecimentos transmitidos e lições de simplicidade e humildade demonstradas;

Ao Mestrando Walter Maldonado Júnior pela grande contribuição na análise dos dados e disponibilidade demonstrada;

Aos membros da banca de qualificação e defesa da tese, pelas contribuições inferidas;

A todos os professores e colegas do DINTER UFPI/UNESP pelo carinho com que conduziram as atividades e pelas amizades construídas;

Ao Prof. Dr. Luiz Evaldo de M. Pádua pelos ensinamentos recebidos desde a graduação, mestrado e, por fim, no doutorado;

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto R. e Silva, por ter despertado em mim a “paixão” pela entomologia;

Aos professores, Dr. Egnilson Moura e Dr. José Orlando Piauilino, pelas lições de dignidade, e por serem excelentes formadores educacionais e terem me inspirado a seguir a carreira docente;

Aos estudantes de graduação, especialmente Alcilane A. Silva, Alan A. de Sousa, Arismar P. dos Santos e Kellen Maggioni, que contribuíram com a coleta de dados;

Ao Sr. César Marafon e família pela amizade construída e disponibilidade das áreas para execução da pesquisa, bem como aos funcionários da fazenda 3 irmãos. ;

À Prefeitura Municipal de Bom Jesus-PI, na pessoa do Prefeito Alcindo Piauilino, pelo apoio recebido;

Às Universidades Federal do Piauí e Estadual Paulista pela garantia da execução do programa;

À Prof. Dr^a. Maraísa Lopes pelas contribuições na correção textual;

Enfim, à todos que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho.

SUMÁRIO

ITEM	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMO	v
SUMMARY	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. Generalidades do cultivo da soja.....	3
2.2. Pragas da soja.....	4
2.3. Aspectos biológicos de <i>P. includens</i>	6
2.4. Distribuição geográfica de <i>P. includens</i>	7
2.5. Sistema de cultivo e o controle de pragas.....	8
2.6. Método de amostragem: pano de batida.....	10
2.7. Índices de dispersão.....	12
2.7.1. Razão Variância/ Média (I).....	13
2.7.2. Índice de Morisita (I_δ).....	13
2.7.3. Coeficiente de Green (C_x).....	13
2.7.4. Lei da potência de Taylor.....	13
2.7.5. Expoente k da binomial negativa (k).....	14
2.7.6. Expoente k comum (k_c).....	14
2.8. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial dos insetos.....	15
2.8.1. Distribuição de Poisson.....	15
2.8.2. Distribuição binomial positiva.....	15
2.8.3. Distribuição binomial negativa.....	16
2.9. Outras distribuições contagiosas.....	16
2.10. Amostragem sequencial	17

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Dados gerais.....	19
3.2. Análise dos dados.....	21
3.2.1. Índices de dispersão.....	21
3.2.1.1. Razão Variância/Média.....	21
3.2.1.2. Índice de Morisita.....	21
3.2.1.3. Coeficiente de Green.....	22
3.2.1.4. Lei da potência de Taylor.....	22
3.2.2. Expoente k da distribuição binomial negativa.....	23
3.2.2.1. Estimativa de k pelo método dos momentos.....	23
3.2.2.2. Estimativa de k pelo método da máxima verossimilhança.....	23
3.2.2.3. Estimativa do K comum.....	24
3.2.3. Estudo da distribuição espacial.....	24
3.2.3.1. Distribuição de Poisson.....	24
3.2.3.2. Distribuição Binomial Negativa.....	24
3.2.4. Testes de ajuste das distribuições teóricas de frequência aos dados observados.....	25
3.2.5. Plano de Amostragem Sequencial para levantamento de <i>P. includens</i>	25
3.2.6. Tamanho médio esperado para a amostra.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Distribuição espacial de lagartas de <i>P. includens</i>	29
4.2. Plano de amostragem sequencial.....	33
5. CONCLUSÕES	37
6. REFERÊNCIAS	38
7. APÊNDICE	50

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
Tabela 1. Cronograma de aplicação dos produtos fitossanitários utilizados em área de plantio convencional e sistema de plantio direto de soja na safra 2010/11. Bom Jesus-PI, 2011.	20
Tabela 2. Estádio fenológico, índices de dispersão e testes de ajustes a modelos de distribuição espacial para número de lagartas pequenas e grandes de <i>Pseudoplusia includens</i> por coleta em sistema de plantio convencional de soja. Bom Jesus-PI, 2011	30
Tabela 3. Estádio fenológico, índices de dispersão e testes de ajustes a modelos de distribuição espacial para número de lagartas pequenas e grandes de <i>Pseudoplusia includens</i> por coleta em sistema de plantio direto de soja. Bom Jesus-PI, 2011	321

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Modelo de subdivisão de área para amostragem de insetos objetivando estudo da distribuição espacial.	19
Figura 2. Linhas de decisão do plano de amostragem sequencial para número de lagartas <i>P. includens</i> na cultura da soja com base na Distribuição Binomial Negativa	35
Figura 3. Curva Característica de Operação CO(m) para número de lagartas <i>P. includens</i> na cultura da soja com base na Distribuição Binomial Negativa	35
Figura 4. Número esperado de amostras E(N) do teste da razão da verossimilhança para número de lagartas <i>P. includens</i> na cultura da soja com base na Distribuição Binomial Negativa	36

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE *Pseudoplusia includens* (WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), EM DOIS SISTEMAS DE PLANTIO DE SOJA

RESUMO - O controle de pragas da soja representa até 36,50% do custo de produção. As lagartas desfolhadoras podem comprometer a produção de soja causando desfolhas de até 100%. A dificuldade de controle, associada ao aumento populacional e seriedade dos danos causados colocam a subfamília Plusiinae em destaque nacional, sendo mais abundante a espécie *Pseudoplusia includens* (Walker). Portanto, objetivou-se com este trabalho estudar a distribuição espacial da *P. includens* em dois sistemas de cultivo de soja, bem como, elaborar um plano de amostragem sequencial para a praga. Para monitoramento dos insetos foram realizadas coletas semanais através do método do pano de batida. Estudou-se a distribuição espacial do inseto, através de índices de dispersão e testes de ajuste às principais distribuições de probabilidade. Testaram-se os ajustes às distribuições de Poisson e binomial negativa. Os valores dos índices de dispersão, para lagartas de *P. includens*, em sistema de plantio convencional de soja, indicaram distribuição agregada para as duas categorias de lagartas (pequenas e grandes). Os resultados na área com sistema de plantio direto foram semelhantes. Desta forma, é possível afirmar que lagartas de *P. includens* apresentaram disposição agregada no campo independentemente do sistema de plantio. Lagartas de *P. includens* apresentam disposição agregada no campo independentemente do sistema de plantio. O ajuste do número de lagartas coletadas à distribuição de probabilidades binomial negativa possibilitou a elaboração de plano de amostragem sequencial para monitoramento da praga independentemente do sistema de plantio. O número mínimo de unidades amostrais necessário para tomada de decisão é quatro.

Palavras-Chave: *Glycine max*, índices de dispersão, modelos probabilísticos, plantio convencional, plantio direto

SPATIAL DISTRIBUTION AND SEQUENTIAL SAMPLING PLAN OF *Pseudoplusia includens* (WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), IN TWO PLANTING SOYBEAN SYSTEMS

SUMMARY – The soybean pest control represents to 36.50% of the cost of production. The defoliating caterpillars may compromise the production of soy causing defoliation of up to 100%. The difficulty of control, with increased population and seriously damage the subfamily Plusiinae put into national prominence, being the most abundant species *Pseudoplusia includens* (Walker). Therefore, the aim of this work was to study the spatial distribution of *P. includens* in two systems of land use, as well as develop a sequential sampling plan for the pest. The insects were collected weekly by the ground cloth method. The spatial distribution of the insect was studied, using dispersion indices and testing the main probability distributions. Tested the adjustments to the distributions of Poisson and negative binomial. The values of aggregation index to *P. includens* larvae in conventionally tilled soybean indicated aggregated distribution for the two categories of larvae (small and large). The results in the area with no-tillage system were similar. Caterpillars of *P. includens* present aggregate provision in the field regardless of tillage system. Adjusting the number of caterpillars collected the negative binomial probability distribution enabled the development of sequential sampling plan for monitoring the pest regardless of tillage system. The minimum number of sample units required for decision making is four.

Keywords: *Glycine max*, aggregation index, probabilistic models, conventional tillage, no tillage

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (IBGE, 2012) sendo os Estados Unidos o primeiro. A importância da cultura para o agronegócio brasileiro é evidente, sendo cultivada em todas as regiões brasileiras, principalmente nas áreas de cerrado. No entanto o custo de produção é considerado elevado. Segundo análise, o controle químico das pragas representa uma faixa de 14,6 a 36,50% do custo de produção da soja brasileira, sendo que os produtos fitossanitários podem representar até 30,24% desse custo total estimado entre 1.271,00 a 1.908,00 R\$.ha⁻¹, variando de acordo com o local e a tecnologia empregada. (DEFESA AGRÍCOLA, 2007; BRACH & PEDROSO, 2011; RICHETTI, 2011; CONAB, 2012).

Dentre as principais pragas, encontramos as lagartas desfolhadoras que podem comprometer a produção de soja causando desfolhas de até 100% (HOFFMAN-CAMPO et al., 2000). A principal praga desfolhadora é a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatilis* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). No entanto, atualmente, nas principais regiões produtoras do país, outras lagartas vêm causando danos expressivos à cultura, incluindo lagartas da subfamília Plusiinae. A dificuldade de controle, devido ao hábito dessas lagartas permanecerem no terço inferior da planta, associada ao aumento populacional e à seriedade dos danos causados coloca esta subfamília em destaque nacional.

A espécie *Pseudoplusia includens* (WALKER, 1857), conhecida por lagarta-falsa-medideira, destaca-se como predominante entre as espécies da subfamília Plusiinae (HERZOG, 1980). No Brasil, pode ser encontrada em todas as regiões produtoras de soja (MORAES et al., 1991; VENZON & MARTINS FILHO, 1995; DIDONET et al., 1998; 2003; MARSARO JR et al., 2010). Ocorre de forma simultânea à lagarta-da-soja, não sendo rara a ocorrência isolada (PAPA & CELOTO, 2006).

A lagarta-falsa-medideira foi, por muito tempo, considerada praga secundária da soja, podendo eventualmente ocasionar danos à cultura. A ação de parasitóides e

principalmente fungos entomopatógenos, geralmente, resulta em controle biológico natural suficiente (CORSEUIL et al., 1974; MORAES et al., 1991; GAZZONI, 1998). As práticas utilizadas nos cultivos alteram o ambiente natural, podendo favorecer ou prejudicar o desenvolvimento das espécies associadas. O uso de inseticidas de amplo espectro de ação em mistura com herbicidas para dessecação de plantas daninhas, ou em pós-emergência, ou ainda, por ocasião da aplicação de fungicidas (aproveitamento de operações) tem corroborado para a existência de áreas totalmente desequilibradas e com sérios problemas de pragas (EMBRAPA SOJA, 2011).

Para o controle racional de insetos-pragas necessita-se de ferramentas que aumentem a eficiência da utilização de produtos químicos e que facilitem a utilização do manejo integrado de pragas. Neste contexto, o conhecimento da distribuição espacial é um parâmetro de grande importância. As distribuições de probabilidade que descrevem as distribuições espaciais dos insetos-pragas são muito importantes para o estabelecimento de técnicas adequadas de análise estatística dos dados, critérios de amostragem e elaboração de planos de amostragem sequencial, que fundamentam as tomadas de decisões sobre o controle das pragas.

O tempo utilizado para realização de amostragens e determinação do nível de dano econômico constitui-se em um entrave na utilização de planos de manejo integrado de pragas. A elaboração de fichas de amostragem sequencial é uma alternativa para minimizar o problema. FERNANDES et al. (2002) afirma que “a amostragem sequencial tem se mostrado mais rápida e confiável que a amostragem convencional”, BARBOSA (1992) a caracteriza por utilizar número variável de unidades amostrais, ao contrário da amostragem convencional que utiliza número fixo de unidades amostrais.

Com este trabalho objetivou-se estudar a distribuição espacial da lagarta-falsa-medideira, *P. includens*, em sistema de plantio convencional e sistema de plantio direto de soja e estabelecer um plano de amostragem sequencial para a praga.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Generalidades do cultivo da soja

O Cerrado é a segunda maior região biogeográfica do Brasil, se estende por 25% do território nacional, engloba um terço da biota brasileira e 5% da flora e fauna mundiais, abrange doze estados do Brasil. No Estado do Piauí, os Cerrados representam 37% da sua extensão territorial, perfazendo uma área de 93 mil Km² (MITTERMEIER et al., 1999).

No cerrado piauiense o período chuvoso se estende de novembro a março (MEDEIROS, 1996), com precipitação média anual variando de 865 a 1.094mm, dos quais cerca de 50% concentram-se no trimestre de janeiro a março (ANDRADE JÚNIOR & BASTOS, 1997). O clima predominante é o tropical subúmido quente, inserindo-se também, em menor escala, o tipo tropical semi-árido quente. Já a temperatura média situa-se entre 23 e 24°C (EMBRAPA, 1999).

Considerado, até a década de 1970, desfavorável para a agricultura devido às limitações naturais - solo com alta acidez, fator limitante para o cultivo, através da calagem e correção solo, tem se mostrado viável para agricultura. Com isso, a exploração dos cerrados vem ganhando lugar de destaque no cenário nacional e internacional.

Nas últimas três décadas tem-se observado expressivo aumento das atividades agrícolas em áreas do cerrado, com intensa substituição da vegetação nativa por áreas cultivadas, especialmente para produção de alimentos, fibra e energia (RESCK, 1998).

A soja é uma das culturas agrícolas de maior importância econômica no contexto mundial. Devido a essa condição especial, tal cultura conseguiu se aproximar mais da maximização da produtividade, através da associação do uso racional e eficiente do ambiente com o melhoramento genético (VELLO, 1992). Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de grãos dessa oleaginosa, com uma produção de

74.941.773 toneladas em 2011 (IBGE, 2012), os Estados Unidos se destaca como maior produtor.

Em 2012, no Estado do Piauí foram plantados 447,3 mil hectares de soja, tendo o Piauí se destacado como terceiro maior produtor dessa oleaginosa no Nordeste com uma produtividade de 2.842 kg.ha^{-1} , o Maranhão como segundo com 518,2 mil hectares e o Estado da Bahia que é o maior produtor do Nordeste com 1.043,9 mil hectares plantados (CONAB, 2012).

Com vistas a altos rendimentos, o processo produtivo da soja é norteado por fatores condicionantes desde a implantação da cultura até a colheita. Entre tais fatores, o equilíbrio das populações de insetos figura como um dos mais importantes, tanto no contexto econômico, como no ambiental (WEIRICH NETO, 2004).

2.2. Pragas da soja

A cultura da soja é atacada por diversos insetos-pragas que podem causar danos geralmente significativos ao rendimento da cultura desde o plantio até a pós-colheita.

Para o controle das principais pragas da soja recomenda-se a utilização do “Manejo Integrado de Pragas”, que visa um controle racional dos insetos-pragas, por meio da compatibilização de diferentes táticas disponíveis (GAZZONI, 1994). Para atender a tal objetivo é fator primordial conhecer as espécies de pragas, seus níveis de ataque e os danos já causados, com os quais se podem tomar a decisão acertada quanto à necessidade de medidas de controle.

Logo após a germinação, a partir do início do estágio vegetativo, vários insetos como o bicudo-da-soja (*Sternechus subsignatus*), a lagarta elasm (*Elasmopalpus lignosellus*), os corós (*Scarabaeoidea*) e os percevejos-castanhos-da-raiz (*Scaptocoris castanea* e *Atarsocoris brachiariae*) danificam a cultura. Posteriormente, a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) e vários outros desfolhadores atacam as plantas, ocorrendo em maior número durante as fases vegetativas e de floração. Com o início da fase reprodutiva, surgem os percevejos

sugadores de vagens e sementes (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros*), dentre outras espécies, que causam danos desde a formação das vagens até o final do enchimento dos grãos. A soja pode, também, ser atacada por outras espécies de insetos, consideradas pragas esporádicas, cujos aumentos populacionais são determinados por alterações climáticas, ou outros fatores, como, por exemplo, os sistemas de produção específicos de cada região (EMBRAPA, 2000).

A lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (HUBNER, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) figura como principal praga desfolhadora. No entanto, atualmente, nas principais regiões do país, outras lagartas vêm causando danos expressivos à cultura, incluindo a lagarta-falsa-medideira, *P. includens* (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-enroladeira-das-folhas, *Omiodes indicata* (FABRICIUS, 1775) (Lepidoptera: Pyralidae) e várias outras espécies do gênero *Spodoptera* como a lagarta-das-vagens, *S. eridania* (CRAMER, 1782), a lagarta-do-catucho-do-milho, *S. frugiperda* (SMITH, 1707) e *S. cosmioides* (WALKER, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) (EMBRAPA, 2006).

Tem-se observado picos populacionais de falsa-medideira na cultura da soja, havendo situações em que há predominância dessa praga em relação à lagarta-da-soja. Este fato tem gerado uma série de dúvidas nos agentes de assistência técnica em relação ao controle. Possivelmente, seja um problema resultante de desequilíbrios causados pelo uso inadequado de inseticidas (aplicações preventivas, produtos não seletivos etc.). O que pode ser dito em termos de orientação e de cuidados visando o controle de falsas-medideiras em soja é que os níveis de ação (tamanho e densidade de lagartas e desfolhamentos críticos) são os mesmos usados para *A. gemmatalis*. Entretanto, deve ser levado em conta que a falsa-medideira é mais voraz, normalmente não circula no topo da planta (localiza-se mais dentro da folhagem) e é mais tolerante a inseticidas (produtos e doses) que a lagarta-da-soja (SOSA-GÓMEZ, 2006), necessitando de pesquisas específicas para implantação de um manejo adequado, não sendo prudente utilizar-se apenas de recomendações elaboradas para a lagarta-da-soja.

O controle químico de *P. includens*, a principal tática de controle utilizada pelos agricultores, não tem sido eficiente em algumas regiões, principalmente pelo hábito das

lagartas permanecerem na porção inferior da planta e assim a calda inseticida não as atinge. Desta forma, o controle exige o uso de produtos em doses elevadas, o que diminui ainda mais a população dos inimigos naturais existentes na cultura. Como consequência desse desequilíbrio biológico, a lagarta-falsa-medideira, que sempre teve importância secundária na cultura, agora está se tornando um grande problema à produtividade da soja (MOLINA, 2007).

2.3. Aspectos biológicos de *P. includens*

No Brasil, em criações de laboratório, foi observado que o ovo de *P. includens* é depositado de forma isolada, com diâmetro de 0,52 mm a 0,53 mm, de cor amarelo brilhante com 31 a 33 cristas radiais e distintas costas transversais. O período de incubação, a 25°C, é de três dias. A viabilidade dos ovos pode variar de 39,7% a 100%, sendo essas diferenças, relacionadas, principalmente, às metodologias utilizadas nas pesquisas (MITCHEL, 1967; JENSEN et al., 1974; BEACH & TODD, 1985).

Nos primeiros instares, as larvas selecionam as folhas mais tenras, alimentando-se daquelas com pequena quantidade de fibras (KOGAN & COPE, 1974) tornando-se menos exigentes à medida que se desenvolvem. Até o terceiro instar, as lagartas deixam intactas regiões da epiderme; entretanto, a partir do quarto instar, consomem grandes áreas, mantendo, íntegras apenas as nervuras principais, o que confere um aspecto rendilhado característico às folhas atacadas (HERZOG, 1980) e diferindo do ataque de *A. gemmatilis*.

A lagarta apresenta coloração verde-clara, com linhas longitudinais esbranquiçadas no dorso, podendo no sexto instar medir 35 mm. Possui apenas dois pares de falsas pernas abdominais, movimentando-se arqueando o corpo como se estivesse “medindo palmos”. O ciclo da fase larval da falsa-medideira pode durar cerca de 15 dias e, durante esse período, pode consumir até 200cm² de área foliar da soja (EMBRAPA, 2000).

O início para transformação em pré-pupa é visualizado por uma acentuada mudança de coloração. Nesta transformação em pré-pupa ocorrem alterações no

sistema hormonal, envolvendo: parada na alimentação, mudança para coloração verde amarela uniforme, liberação do último “pellet” fecal de coloração amarelo brilhante, início da construção do casulo, perda de mobilidade e transformação em pupa (VASQUEZ, 1986).

No campo, para se transformar em pupa, a lagarta de *P. includens*, geralmente, enrola-se nas folhas e tece um fino casulo de seda (SHOREY et al., 1962). A pupa possui coloração verde clara brilhante, mantendo esta coloração até 48 horas antes da emergência, quando adquire a coloração marrom escura (VASQUEZ, 1986).

Os adultos apresentam coloração marrom acinzentada, com duas manchas prateadas no primeiro par de asas; em repouso, as asas da mariposa formam um ângulo de, aproximadamente, 90 graus. O acasalamento ocorre à noite e os ovos são depositados individualmente, a maioria na face inferior das folhas (EMBRAPA, 2006). A longevidade é muito variável podendo variar de 9,8 até 18,2 dias (MASON & MACK, 1984). O número total médio de ovos pode variar de 144 a 1.953 ovos, sendo que 80 a 90% são colocados até o sétimo dia da fase adulta (VASQUEZ, 1986).

2.4. Distribuição geográfica de *P. includens*

A subfamília Plusiinae compreende espécies que são importantes pragas agrícolas, sendo que entre as lagartas que atacam a soja *P. includens* é a espécie mais abundante, tendo distribuição restrita ao hemisfério ocidental, ocorrendo desde o norte dos EUA até o sul da América do Sul (EICHLIN & CUNNINGHAM, 1978; ALFORD & HAMMOND JUNIOR, 1982).

No Brasil, a espécie *P. includens* pode ser encontrada na cultura da soja, em todas as regiões produtoras, desde o Rio Grande do Sul até Roraima (MORAES et al., 1991; VENZON & MARTINS FILHO, 1995; DIDONET et al., 1998, 2003; MARSARO JR et al., 2010).

É um inseto polífago, alimentando-se de aproximadamente 73 espécies de plantas pertencentes a 29 famílias. Dentre as plantas hospedeiras, há culturas de grande importância econômica, como a soja, o algodão, o feijão, a fava, o fumo, o

girassol, o tomate, o gergelim, o milho, e várias hortaliças (EICHLIN & CUNNINGHAM, 1978; HERZOG, 1980; SAUNDERS et al., 1998).

A lagarta-falsa-medideira foi por muito tempo considerada praga secundária da soja, podendo eventualmente ocasionar danos à cultura. A ação do parasitóide, *Copidosoma truncatellum* (DALMAN, 1820) (Hymenoptera: Encyrtidae) e principalmente de fungos entomopatógenos, como por exemplo *Nomuraea rileyi* (FARLOW), geralmente, determina um controle biológico natural eficiente (CORSEUIL et al., 1974; GAZZONI, 1998).

Entretanto, com o aumento do plantio direto no país, a maioria dos produtores de soja, quando aplicam herbicidas pós-emergentes logo no início do desenvolvimento da cultura, tem utilizado a tecnologia equivocada de misturar aos herbicidas, inseticidas de amplo espectro de ação, como os piretróides, afetando todo o complexo de inimigos naturais presentes na cultura, desencadeando altos picos populacionais de insetos, como de *P. includens* (MOSCARDI, 2008).

2.5. Sistema de cultivo e o controle de pragas

A transformação de ambientes naturais para sistemas agrícolas tem levado à degradação do solo em consequência de sua exploração inadequada (FONSECA et al., 2007). Neste sentido, a adoção de sistemas de manejo do solo considerados conservacionistas, como o sistema de plantio direto (SPD), tem-se apresentado como alternativa viável para assegurar a sustentabilidade do uso agrícola do solo, principalmente nos Latossolos (SILVA et al., 2000; BAYER et al., 2004), considerados ácidos, com baixa fertilidade natural e potencial de produção condicionado ao uso de corretivos e fertilizantes (AZEVEDO et al., 2007).

O sucesso do SPD decorre do acúmulo de palhada, propiciado pelas culturas de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais, possibilitando a criação de um ambiente favorável à recuperação e à manutenção da qualidade do solo (KLIEMANN & BRAZ, 2006). Comumente, o SPD está associado à rotação de culturas anuais, que propicia mudanças nas propriedades químicas do solo (SILVEIRA & STONE, 2001;

SOUZA & ALVES, 2003; MALLARINO & BORGES, 2006; MURAGE et al., 2007; THOMAS et al., 2007).

O manejo integrado de pragas pode ser beneficiado pelo plantio direto na palha, pois com a abundância de palhada sobre a superfície do solo, ocorre maior diversidade de espécies, o que conseqüentemente, tende ao equilíbrio natural das populações (MARODIM et al., 1998). Nesse processo o papel dos predadores e patógenos como agentes naturais de controle deve ganhar relevância, pois os primeiros encontrarão ambientes favoráveis para a sobrevivência e reprodução, e os últimos para a manutenção de seus potenciais de inóculo (GASSEN, 2001).

No entanto, a crescente utilização de fungicidas para o controle da ferrugem asiática e outros fitopatógenos em soja, podem estar contribuindo, também, para a redução de fungos entomopatógenos importantes para o controle natural de *P. includens* e outros *Plusiinae* (NAKAYMA et al. 1979; LIVINGSTON et al., 1980; SOSA-GÓMEZ, 2006; SANTOS, 2007), levando ao aumento populacional desses insetos em várias regiões do País. Entre as safras de 2003/2004 a 2007/2008 vários picos populacionais de *P. includens* foram constatados em diversos estados brasileiros (MS, GO, SP e PR), ocorrendo isoladamente ou associados à lagarta-da-soja, onerando os custos de produção e os riscos de intoxicação e de poluição do meio ambiente por produtos utilizados no controle da praga (ALEXANDRE, 2010).

Os Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) incluem importantes espécies predadoras associadas ao solo (PFIFFNER & LUKA, 2000). Os carabídeos são conhecidos como predadores polípagos, estando incluídos entre suas presas os afídeos, larvas de lepidópteros e lesmas. Para aumentar a efetividade de carabídeos e estafilínídeos como agentes de controle biológico de pragas, há necessidade de se avaliar a influência das culturas e outros tipos de habitats presentes nos agroecossistemas para identificar componentes que proporcionem as melhores condições para esses predadores atuarem sobre as pragas (HOLLAND & LUFF, 2000). Ressalta-se ainda que as condições do solo em sistemas de plantio direto elevam a densidade e a diversidade desses besouros predadores (HOUSE & STINNER, 1983).

A amostragem correta dos insetos é de suma importância para auxiliar no manejo e tomada de decisão sobre o controle das pragas. O método de coleta influencia na quantificação da comunidade e deve revelar as espécies representativas e a abundância relativa de cada uma delas. Deve ser diferente para grupo de insetos, pois estes apresentam variabilidade de hábitos e a variabilidade de hábitos das espécies e da vegetação da área de coleta são determinantes na escolha da técnica de coleta para cada grupo de insetos (CAMPOS et al., 2000). Os métodos de amostragem de pragas mais utilizados em lavouras de soja são a rede entomológica e o pano de batida (DREES & RICE, 1985).

2.6. Método de amostragem: pano de batida

O uso do pano de batida na amostragem de pragas da soja no Brasil foi instituído a partir de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa, e adotado pelas comissões regionais de pesquisa da soja (GAZZONI, 1994).

O pano de batida, como técnica de amostragem, foi descrito por BOYER & DUMAS (1969) e modificado por SHEPARD et al. (1974), sendo usado para determinar populações de insetos-pragas em lavouras com espaçamentos entre linhas reduzidos. O método tem sido utilizado principalmente para amostrar artrópodes com baixa mobilidade ou que se localizam na parte inferior das plantas. Constitui-se de um tecido branco medindo 1m de comprimento, sustentado lateralmente por duas hastes que ultrapassam o comprimento do pano (GUEDES et al., 2006). De acordo com HOFFMANN-CAMPO et al. (2000), este método é adotado para o monitoramento de lagartas desfolhadoras, percevejos sugadores, bem como de alguns inimigos naturais.

Para que se possa avaliar a infestação das pragas na lavoura, sugere-se que o número de insetos seja anotado em cada ponto de amostragem, para posterior cálculo da média da lavoura. Quanto maior o número de amostragens realizadas na área, maior será a segurança de previsão correta da infestação de insetos-pragas na lavoura. Sendo assim, recomendam-se seis amostragens para lavouras de até 10 ha, oito para

lavouras de até 30 ha e 10 para lavouras de até 100 ha. Para propriedades maiores recomenda-se a divisão em talhões de 100 ha (EMBRAPA, 2011; GALLO et al., 2002).

Segundo BARBOSA (1992), a Amostragem Sequencial caracteriza-se por utilizar amostras de tamanho variável e são testadas hipóteses sobre os parâmetros sem a necessidade de estimá-los. Assim, formulada uma hipótese, podemos aceitá-la, rejeitá-la, ou continuar amostrando, baseado nos resultados acumulados de cada amostragem. Portanto, em cada amostragem toma-se uma dessas três decisões. Na prática, quando as densidades populacionais são muito altas ou muito baixas são necessárias poucas amostras para se tomar a decisão de controlar ou não a praga. O número de amostras aumenta no caso de densidades populacionais intermediárias (ESTEFANEL, 1977).

Os níveis de controle, bem como as técnicas de amostragens recomendadas nos Estados Unidos e aquelas utilizadas em programas de monitoramento das populações de insetos, foram desenvolvidos quando a soja era semeada com espaçamento de 0,80m entre linhas. Para DREES & RICE (1985), estes níveis e técnicas de amostragem não são aplicáveis em menores espaçamentos entre linhas, como os adotados atualmente. Fato semelhante ocorreu no Brasil, onde os espaçamentos foram sistematicamente reduzidos. Desta forma, há a necessidade de desenvolver e aperfeiçoar métodos de amostragem que possibilitem avaliar, com eficiência e praticidade, a população de insetos em espaçamentos menores. ZEISS & KLUBERTANZ (1993) consideram que um programa de amostragem deve ser eficiente e de fácil operação para ter boa aceitação pelos agricultores e extencionistas.

Para o controle racional de insetos-pragas necessita-se de métodos mais eficientes que possam substituir os métodos tradicionais de controle, os quais consistem no controle imediato da praga com a utilização de produtos químicos, sem que haja o monitoramento da lavoura, através de amostragens para verificar a densidade populacional. Neste contexto, o conhecimento da distribuição espacial, através do estudo dos índices de dispersão, bem como, dos modelos probabilísticos que a descreve constitui-se em ferramenta básica para elaboração de planos de amostragem sequencial.

2.7. Índices de dispersão

Os índices de dispersão 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).

WYNNE (1962) relatou que a formação de grupos de insetos agregados constitui um mecanismo muito importante na regulação de atividades sociais e de reprodução. COHEN (1971) reconheceu que se pode aceitar certa probabilidade de que um indivíduo se una a outro, ou ao grupo em uma probabilidade mais ou menos diferente de que abandone o grupo. Sobre esta base, pode-se construir um modelo probabilístico muito simples, sendo que o tamanho e a composição do grupo influenciem mais sobre a probabilidade de abandoná-lo do que sobre a probabilidade de agregar-se.

O fenômeno de agregação dos indivíduos obedece a fatores de natureza física e biológica. Sobre os de natureza física, existe o caso hipotético em que nem todos os pontos do espaço têm a mesma probabilidade de serem ocupados por um indivíduo. Sobre os de natureza biológica, há certos pontos onde as condições e fatores que afetam a sobrevivência são mais favoráveis que outros, tendo entre ambos, lugares intermediários (RABINOVICH, 1980; MARGALEF, 1986).

De acordo com GREEN (1966) e TAYLOR (1984), um índice desejável deve possuir alguns atributos, como: - deve resultar valores reais e contínuos para todo grau de agregação; - deve ser pouco influenciado pelo número de unidades amostrais, pelo tamanho da unidade ou pelo número total de indivíduos; - deve ser fácil de calcular; - ter uma interpretação biológica.

Para RABINOVICH (1980) não há um índice perfeito que satisfaça todas as condições desejáveis. Para se escolher um índice mais adequado é necessário ter algum conhecimento sobre a distribuição espacial dos insetos e uma ideia da variabilidade das áreas a comparar.

A agregação, em condições homogêneas do espaço ocupado pelos organismos, ocorre quando existe uma interação positiva ou negativa entre vários fatores, dentre os quais é possível distinguir: - Locais de hibernação ou estivação, postura, alimentação; - Influência do clima (umidade, temperatura, vento, luminosidade); - Reprodução: exerce

uma atração a outros organismos mediante feromônios, sons ou habitat adequado; - Ação desuniforme de parasitos ou predadores (MESINA, 1986).

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

2.7.1. Razão Variância/ Média (I)

Este índice também é chamado de índice de dispersão e se baseia na relação entre a variância (s^2) e a média ($\hat{m}$), e é utilizado para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade. Valores obtidos desta razão menores que 1 indicam uma disposição espacial uniforme, onde a variância é sempre menor que a média; valores iguais ou próximos a 1 indicam disposição ao acaso, onde a variância é igual ou próxima da média e valores maiores que 1 indicam disposição contagiosa, onde a variância é maior que a média (RABINOVICH, 1980).

2.7.2. Índice de Morisita (I_2)

Este índice é independente do tamanho da unidade amostral, mas depende muito da quantidade de amostras, sendo, portanto um bom índice quando o número de unidades amostrais for o mesmo nos campos sob comparação. Apresenta valor igual a 1 para distribuição espacial ao acaso, valores menores que 1 indicam uma distribuição uniforme e maiores que 1 distribuição contagiosa (ELLIOTT, 1979).

2.7.3. Coeficiente de Green (Cx)

Segundo GREEN (1966) este índice varia de zero (para distribuições aleatórias) a 1 (para o máximo contágio positivo). 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.

2.7.4. Lei da potência de Taylor

Este índice foi desenvolvido por TAYLOR (1961), e de acordo com o autor, a variância e a média tendem a aumentar juntas, o valor da variância pode ser expresso como uma potência da média: $s^2 = a\hat{m}^b$

Os coeficientes a e b são os coeficientes de Taylor, que descrevem a relação entre a variância e a média e fornecem estimativas do padrão de agregação do inseto. O coeficiente ou parâmetro a é um fator relativo ao ambiente, conhecido como fator de amostragem, sendo afetado principalmente pelo tamanho da unidade amostral envolvida. O coeficiente ou parâmetro b (expoente da Lei de Taylor) é um índice de agregação, característico e constante para cada espécie, sendo a população agregada quando b é maior que 1, ao acaso quando b é igual 1 e uniforme quando b é menor que 1 (TAYLOR, 1961).

2.7.5. Expoente K da binomial negativa (K)

Este índice só deve ser utilizado quando os dados se ajustarem à distribuição binomial negativa (ELLIOT, 1979), e sua desvantagem é ser dependente do número de unidades amostrais e seu valor influenciado pelo tamanho da unidade amostral, permitindo comparações seguras quando o tamanho e o número das unidades amostrais são os mesmos.

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

2.7.6. Expoente K comum (K_c)

Utilizado quando existe um mesmo grau de agregação em diferentes amostragens, o K comum pode ser calculado quando não há dependência entre as médias e os valores de K . A aplicação deste índice 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 . Quando o valor de K é constante para uma praga, o nível de agregação é uma característica da espécie (ELLIOTT, 1979).

2.8. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial dos insetos

A distribuição de frequência dos indivíduos de cada espécie de inseto, em cada cultura indica a distribuição de probabilidade de ocorrência da praga em determinada cultura estudada.

As distribuições de probabilidade que descrevem as distribuições espaciais dos insetos-pragas são muito importantes para o estabelecimento de técnicas adequadas de análise estatística dos dados, critérios de amostragem e decisão sobre o controle das pragas (BARBOSA & PERECIN, 1982).

Geralmente a distribuição do inseto segue um modelo matemático aceitável para explicar os relacionamentos entre a variância e a média de uma população.

2.8.1. 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 apresentar 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.

2.8.2. Distribuição binomial positiva

De acordo com RABINOVICH (1980) é o modelo matemático que melhor representa a disposição regular ou uniforme do inseto onde a variância é sempre menor que a média ($\sigma^2 < m$).

Esta distribuição normalmente ocorre quando a presença de um indivíduo limita a presença de outros indivíduos na mesma unidade, comum no canibalismo entre indivíduos (PERECIN & BARBOSA, 1992).

A função de probabilidades é obtida pela expansão do binômio $(p+q)^K$, onde p é a probabilidade de que um espaço qualquer seja ocupado por um indivíduo; $q = 1 - p$ é

a probabilidade de não ocorrer a presença deste indivíduo e K é o número máximo de indivíduos que a unidade amostral poderá conter (GREIG-SMITH, 1964).

2.8.3. Distribuição binomial negativa

Este modelo de distribuição apresenta a variância maior que a média ($\sigma^2 > m$) e ocorre quando a presença de um indivíduo aumenta a chance de outro na mesma unidade, propiciando uma distribuição contagiosa ou agregada de insetos (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. A série de probabilidades desta binomial é obtida através da expansão de $(q - p)^k$, onde $p = \frac{\mu}{K}$, em que μ é estimado através da média aritmética, $q = 1 - p$, e K é estimado através do método dos momentos, pelo da proporção de zeros ou pelo da máxima verossimilhança (GREIG-SMITH, 1964).

Quando 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).

2.9. Outras distribuições contagiosas

Existem outras distribuições em que a variância é significativamente maior que a média e que são denominadas de contagiosas. Dentre elas se destacam a distribuição de Neyman tipo A e a logarítmica (BIANCO, 1982).

O modelo da distribuição logarítmica descreve situações onde a distribuição binomial negativa tem valores pequenos de K (SOUTHWOOD, 1971), e segundo PIELOU (1977), a distribuição logarítmica é considerada um caso de binomial negativa com a classe zero truncada e o parâmetro K tendendo para zero.

Esta distribuição, segundo BOSWELL & PATIL (1971) citados por TAYLOR (1978), apresenta bons ajustes à dados de captura de insetos em armadilhas

luminosas; número de espécies de plantas para vários tamanhos de unidades amostrais; crescimento populacional em taxas constantes de nascimentos, mortes, migrações, considerando a distribuição logarítmica como um limite para a binomial negativa.

A distribuição de Neyman tipo A é útil para descrever o padrão de larvas que tenham eclodido recentemente de massas de ovos dispostas ao acaso (ELLIOT, 1979). PIETERS & STERLING (1973) mencionaram que esta distribuição apresenta os seguintes pressupostos: - Que as massas de ovos estejam dispostas aleatoriamente; - Que o número de sobreviventes de cada massa de ovos se ajuste a uma distribuição de Poisson; - Que as larvas migrem igualmente em todas as direções; - Que exista uma distância limite para o movimento das larvas.

2.10. Amostragem Sequencial

A amostragem sequencial de pragas caracteriza-se por utilizar número variável de unidades amostrais, sendo geralmente menor que o número de unidades amostrais da amostragem convencional que é fixo, em certos casos, requer em média, amostras com um terço do tamanho que seria utilizado com a amostragem de tamanho fixo, tendo maior praticidade e tornando-se mais viável economicamente. Baseia-se no teste seqüencial da razão de verossimilhança (WALD 1945; 1947). Neste tipo de amostragem são testadas hipóteses sobre os parâmetros sem a necessidade de estimá-los (BARBOSA, 1992). Segundo o mesmo autor, 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 a cada amostragem realizada.

De acordo com RUESINK & KOGAN (1975), três requisitos básicos são necessários para o desenvolvimento de um plano de amostragem seqüencial para insetos: a obtenção de uma função de probabilidades que descreva a distribuição das contagens dos insetos; a determinação de duas densidades populacionais críticas, tais que o dano econômico ocorrerá se a população da variável escolhida ultrapassar o limite superior previamente estabelecido, e não ocorrerá dano caso a população

permaneça abaixo do limite inferior estabelecido e, a seleção de níveis máximos de probabilidade de cometer erros na decisão sobre densidades populacionais, isto é, a probabilidade α de predizer uma densidade populacional não prejudicial como sendo prejudicial, chamada de erro do tipo I, e a probabilidade β de predizer uma densidade prejudicial como sendo não prejudicial, esta chamada de erro do tipo II.

O nível de limiar econômico na forma de duas densidades populacionais críticas, tem sido um dos entraves para o desenvolvimento de planos seqüenciais no Brasil. O estabelecimento desses níveis populacionais normalmente requer estudos de longa duração, envolvendo observações do ciclo da cultura, fisiologia da planta, prejuízos da praga, custo de controle e valor da produção, sendo esses estudos normalmente escassos no Brasil. No entanto, algumas vezes é preferível que, em vez de esperar a obtenção de todos os dados definitivos com os quais torne-se possível iniciar um programa de manejo de pragas, incluindo o estabelecimento de planos sequenciais, empregue-se a melhor informação existente e os conhecimentos adquiridos pela prática para se delinear um manejo experimental de pragas (BARBOSA, 1992).

A mesma situação deve ser observada em relação às probabilidades de erro tipo I (α) e erro tipo II (β), ou seja, probabilidades α e β de predizer a densidade populacional não prejudicial como sendo prejudicial, e de predizer uma densidade populacional prejudicial como sendo não prejudicial, respectivamente.

É conveniente a adoção de planos de amostragem sequenciais, cuja aplicação resulta em uma redução no tempo e custo da amostragem em relação à amostragem convencional (STERLING, 1975).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Dados gerais

O monitoramento foi realizado em propriedade particular (9° 49' 04" Sul e 44° 49' 11" Oeste), situada na localidade Serra do Quilombo, no município de Bom Jesus-PI, na safra agrícola 2010/2011. Segundo ANDRADE JÚNIOR et al. (2004) o clima da região onde se localiza o município é Subúmido seco C1, pela classificação THORNTHWAITTE & MATHER (1955). A altitude da área experimental é de 630 m.

Foram utilizadas duas áreas de cultivo de soja, uma com sistema de plantio convencional e uma com sistema de plantio direto. Cada área foi subdividida em 144 parcelas de 10 x 10m cada (Figura 1). As parcelas da periferia foram utilizadas como bordadura (44) e nas demais foram realizadas amostragens semanais (100), a partir do estágio vegetativo V3 até o estágio R8 da cultura, consoante FEHR & CAVINESS (1979). Os insetos foram coletados através do método do pano de batida, descrito em EMBRAPA SOJA (2011), em três pontos aleatórios. Para análise dos dados as lagartas foram classificadas em duas categorias: lagartas pequenas (< 0,5 cm) e lagartas grandes (> 0,5 cm).

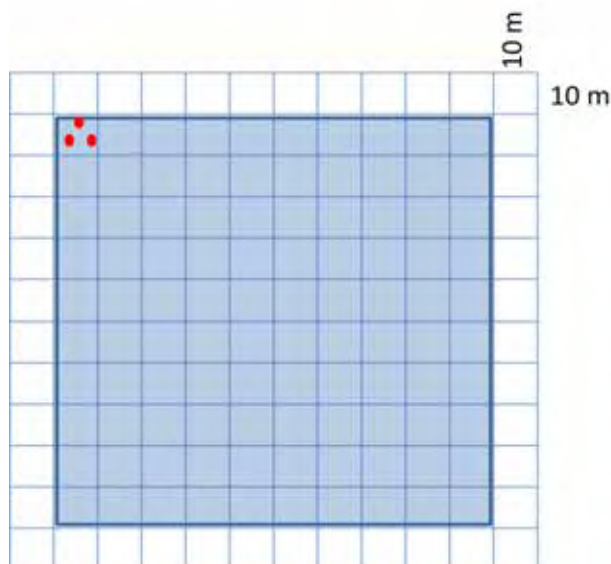


Figura 1. Modelo de subdivisão de área para amostragem de insetos objetivando estudo da distribuição espacial.

A área de plantio convencional foi semeada em 28 de outubro de 2010, sendo este o segundo ano de cultivo de soja, durante o primeiro ano cultivou-se arroz. Foram aplicadas quatro toneladas de calcário por ha, sendo sua distribuição dividida em dois anos. Antes do plantio, foram realizadas operações de subsolagem, gradagem de aração e de nivelamento. A cultivar de soja utilizada foi a Mon Soy – 9144 RR (variedade tardia). A população foi de 11 plantas por metro e espaçamento de 45 centímetros entre linhas.

A área de sistema de plantio direto foi semeada em 03 de dezembro de 2010, sendo este o décimo segundo ano sob esse sistema de plantio na área, sendo cultivado milho no ano anterior. A cultivar de soja utilizada foi a Mon Soy – 9350 (variedade tardia). O espaçamento foi o mesmo que o empregado no plantio convencional.

Foram aplicados via semente, em ambas as áreas os inseticidas fipronil e thiamethoxam; os fungicidas fludioxonil e difenoconazol e, fertilizante líquido (zinco, molibdênio e cobre). As aplicações dos produtos fitossanitários utilizados pós plantio estão descritas na Tabelas 1.

Tabela 1. Cronograma de aplicação dos produtos fitossanitários utilizados em área de plantio convencional e sistema de plantio direto de soja na safra 2010/11. Bom Jesus-PI, 2011.

	Data	DAP	Produto	Composição	Dose.ha ⁻¹
Plantio convencional	15/11/10	17	Herbicida	Glifosato	2,5L
	15/11/10	17	Inseticida	Profenofós + Lufenuron	250mL
	20/11/10	22	Nutriente	Cloreto de Potássio	140Kg
	20/12/10	52	Herbicida	Glifosato	2L
	20/12/10	52	Inseticida	Profenofós + Lufenuron	300mL
	20/12/10	52	Fungicida	Azoxistrobina + Coproconaz	300mL
	20/12/10	52	Fungicida	Triofanato-metílico	500mL
	19/01/11	82	Fungicida	Azoxistrobina + Coproconazol	300mL
	19/01/11	82	Fungicida	Triofanato-metílico	500mL
	19/01/11	82	Inseticida	Tiametoxam + Lambda-cialotrina	200mL
Sistema de plantio direto	10/01/11	37	Nutriente	Cloreto de Potássio	120Kg
	20/01/11	47	Inseticida	Profenofós + Lufenuron	300mL
	20/01/11	47	Herbicida	Fluazifope-P-butílico;	500mL
	18/02/11	75	Inseticida	Profenofós + Lufenuron	300mL
	18/02/11	75	Fungicida	Azoxistrobina + Coproconazol	900mL
	18/02/11	75	Fungicida	Triofanato-metílico	350mL
	14/03/11	99	Fungicida	Azoxistrobina + Coproconazol	300mL
	14/03/11	99	Fungicida	Triofanato-metílico	500mL
	14/03/11	99	Inseticida	Tiametoxam + Lambda-cialotrina	200mL
	14/03/11	99	Inseticida	Profenofós	1L

DAP = Dias após plantio; L = litro; mL = mililitro; Kg = quilograma

3.2. Análise dos dados

3.2.1. Índices de dispersão

Os índices de dispersão utilizados para análise de agregação e para o estudo da distribuição espacial das lagartas estão descritos abaixo:

3.2.1.1. Razão Variância/Média

Este teste baseia-se na igualdade entre a média e a variância da distribuição de Poisson. Quanto mais próximo da unidade, maior o grau de aleatoriedade da distribuição (LI & FITSPATRICK, 1997).

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}}$$

onde,

s^2 = variância amostral

$\hat{m}$ = média amostral

O teste de afastamento da aleatoriedade foi obtido por rejeitar a aleatoriedade se:

$$\chi^2 = I \cdot (n-1) \geq \chi^2_{(n-1) \text{ gl}, \alpha};$$

onde,

n = número de unidades amostrais.

3.2.1.2. Índice de Morisita

Este índice indica que a distribuição é aleatória quando igual a 1, contagiosa quando é maior que 1 e regular quando menor que 1 (MORISITA, 1962).

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

onde:

n = número de unidades amostrais

x = número de lagartas/parcela

$\sum x$ = somatória dos indivíduos presentes nas unidades amostrais.

O afastamento da aleatoriedade será testado por:

$$X_\delta^2 = I_\delta (\sum x_i - 1) + n - \sum x_i \sim \chi^2_{(n-1)}.$$

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

3.2.1.3. Coeficiente de Green

Este índice baseia-se na razão variância/média da distribuição e, varia de negativo para distribuição uniforme, 0 para distribuições ao acaso até 1 para máximo contágio (GREEN, 1966).

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

onde:

s^2 = variância amostral

$\hat{m}$ = média amostral

x = número de lagartas/parcela

$\sum x_i$ = somatória dos indivíduos presentes nas unidades amostrais

O afastamento da aleatoriedade foi testado pela expressão:

$$C_x(1-\alpha) = \left[\frac{X^2(1-\alpha)}{n-1} - 1 \right] / (n\hat{m} - 1)$$

onde:

$X^2(1-\alpha)$ = valor de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade a um nível α de significância,

n = número de lagartas coletadas por unidade amostral.

Se o valor de C_x é superior ao valor de $C_x(1-\alpha)$ rejeita-se a aleatoriedade (DAVIS, 1993).

3.2.1.4. Lei da potência de Taylor

A Lei da potência de Taylor baseia-se na relação entre a variância e a média. O parâmetro b é um índice de agregação, sendo a população agregada quando b é maior que 1, ao acaso quando b é igual a 1 e uniforme quando b é menor que 1 (TAYLOR, 1961).

$$s^2 = a \cdot \hat{m}^b$$

onde:

s^2 = variância amostral

$\hat{m}$ = média amostral

O parâmetro a é um fator relativo ao ambiente, aos procedimentos de amostragem e ao tamanho da unidade amostral envolvida (BOEVE & WEISS, 1998).

3.2.2. Expoente K da distribuição binomial negativa

3.2.2.1. Estimativa de K pelo método dos momentos

A estimativa de K pelo método dos momentos é obtida igualando-se os dois primeiros momentos da distribuição às suas estimativas amostrais, resultando na seguinte expressão (ANSCOMBE, 1950):

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

onde:

s^2 = variância amostral

$\hat{m}$ = média amostral

3.2.2.2. Estimativa de K pelo método da máxima verossimilhança

A estimativa de K por este método é o valor que iguala os dois membros da equação (BLISS & FISHER, 1953):

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

onde:

N = número de unidades amostrais

$\ln$ = logaritmo neperiano

$\hat{m}$ = média amostral

$\hat{k}$ = estimativa do valor de K

x_i = número de lagartas/parcela

$A(x_i)$ = soma das frequências de valores maiores que x_i

nc = número de classes da distribuição de frequências

O método de estimação é iterativo, por tentativa e erro, até que se consiga a igualdade entre os dois membros da equação, estabelecendo previamente uma

margem de erro. O cálculo pode ser iniciado com o valor de K obtido pelo método dos momentos e assim obter a convergência mais rapidamente.

3.2.2.3. Estimativa do K comum

Para se estimar o valor do K comum e testar sua homogeneidade para a série de amostras, ou seja, um valor de K que represente a maioria das datas de amostragem foi utilizado o método proposto por BLISS & OWEN (1958), conhecido como método da regressão ponderada.

3.2.3. Estudo da distribuição espacial

Para estudo da distribuição espacial testaram-se os ajustes às distribuições de Poisson e binomial negativa aos dados de número de lagartas coletadas por unidade amostral.

3.2.3.1. Distribuição de Poisson

A distribuição de Poisson, também conhecida como distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual a média ($\sigma^2 = \mu$).

As fórmulas recorrentes para o cálculo da série de probabilidades são apresentadas em JOHNSON & KOTZ (1969) e são dadas por:

$$P(0) = e^{-m}$$

$$P(x) = \frac{m}{x} \cdot P(x-1), \text{ para } x = 1, 2, 3, \dots;$$

onde,

e = base do logaritmo neperiano ($e=2,718282\dots$);

$P(x)$ = probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade amostral;

$\hat{m}$ = média amostral.

3.2.3.2. Distribuição Binomial Negativa

Essa distribuição se caracteriza por apresentar a variância maior do que a média ($\sigma^2 > \mu$) e possui 2 parâmetros, a média (m) e o parâmetro K ($K > 0$).

As probabilidades foram calculadas pelas fórmulas recorrentes dadas por JOHNSON & KOTZ (1969):

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

$$P(x) = \frac{k+x-1}{x} \cdot \left(\frac{m}{m+k}\right) \cdot P(x-1) \quad , \text{ para } x = 1, 2, 3, \dots$$

O valor de K foi obtido pelo método da máxima verossimilhança (BLISS & FISHER, 1953).

3.2.4. Testes de ajuste das distribuições teóricas de frequência aos dados observados

O ajuste das distribuições de frequência será verificado através do teste Qui-quadrado de aderência (X^2), que consiste em comparar as frequências observadas com as frequências esperadas pela distribuição. O valor da estatística do teste é dada por:

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

onde,

N_c = número de classes da distribuição de frequências;

FO_i = frequência observada na i -ésima classe;

FE_i = frequência esperada na i -ésima classe.

O número de graus de liberdade associado à estatística X^2 será dado por: $G.L. = N_c - N_p - 1$, onde,

N_c = número de classes da distribuição de frequências;

N_p = número de parâmetros estimados na amostra.

O critério do teste será de rejeitar o ajuste da distribuição estudada ao nível $\alpha=0,05$ de probabilidade se $X^2 \geq X^2_{(N_c - N_p - 1, \alpha)}$.

3.2.5. Plano de amostragem sequencial para levantamento de *P. includens*

Para elaboração do plano de amostragem sequencial foi utilizado como base o Teste Sequencial da Razão de Verossimilhança (TSRV) segundo WALD (1947). A finalidade do plano é testar, com o menor número possível de unidades amostrais, as

hipóteses H0 e H1. A hipótese H0 indica que a população está abaixo do nível de segurança e, portanto, aceitá-la significa que não há a necessidade de controle da praga, enquanto a hipótese H1 indica que a população está acima do nível de controle, sendo que sua aceitação demonstra que é necessária a aplicação de táticas de controle. Os valores de h_0 , h_1 e a foram determinados em função do tipo de distribuição espacial da praga, que, neste caso seguiu o modelo da binomial negativa (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 H0 (aceitar H1), se existir um tamanho de amostra N^* , tal que:

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

$S \geq aN^* + h_1$.

b) Aceitar H0 se existir um tamanho de amostra N^* , tal que:

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

$S \leq aN^* + h_0$.

Onde,

N = número de unidades amostrais a serem utilizadas na amostragem

S = soma das contagens.

Para elaboração do Plano de Amostragem Sequencial foi adotado o nível de controle (m_1) de três lagartas e o nível de segurança (m_0) de uma lagarta por três panos de batida, com base nas médias obtidas nas coletas. Com auxílio do K comum (K_c), determinado como 2,1933, construiu-se o plano de amostragem sequencial. Os valores utilizados para os erros tipo I e II foram $\alpha = \beta = 0,05$. Optou-se por esses valores pela maior segurança na obtenção dos resultados e possibilidade de tomada de decisão com o mínimo de pontos amostrados. Assim, o limite de decisão superior a partir do qual aceita-se H_1 : $m_1 = 3$ é: $S_1 = 4,6803 + 1,4243 N$. Já o limite de decisão inferior para aceitação de H_0 : $m_0 = 1$ é: $S_0 = -4,6803 + 1,4243 N$, sendo N o número de amostras efetuadas.

Com os dados das retas obtidas, foi construída a ficha de amostragem sequencial e 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 a e b . Na dedução, WALD (1945) emprega uma variável auxiliar h que depende de m , resultando:

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

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 (K comum) obtido pelo método da regressão ponderada de BLISS & OWEN (1958).

3.2.6. Tamanho médio esperado para a amostra

Outra função importante elaborada foi o tamanho médio esperado para a amostra, para a decisão sobre a aceitação ou rejeição de H_0 . Esta função permite expressar o número esperado de amostras como função de m .

É denotada por $E[N]$ e depende de m , através da expressão (YOUNG & YOUNG, 1998):

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

4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

4.1. Distribuição espacial de lagartas de *P. includens*

Estão apresentadas, na Tabela 2, as médias, as variâncias e os índices de dispersão calculados para cada data de amostragem no sistema de plantio convencional.

Os índices de dispersão para lagartas grandes de *P. includens* em sistema de plantio convencional de soja indicaram que a relação variância/média (I) apresentou valores maiores que a unidade em todas as amostragens, sendo que, para as lagartas pequenas apenas em uma coleta (09) o índice foi menor que um (Tabela 2). Esses resultados corroboram os encontrados por FERNANDES et al. (2002), os autores afirmam que quando a média for muito baixa, ou seja, poucos indivíduos forem encontrados no campo, os índices de dispersão não resultaram em conclusões confiáveis.

O índice de Morisita ($I\delta$) demonstrou resultados coincidentes com a razão variância/média (I). Os valores obtidos também foram maiores que a unidade, na maioria das coletas, para lagartas pequenas e grandes, sendo menor que a unidade apenas para lagartas pequenas em uma coleta (09), cuja média foi muito baixa (Tabela 2).

De maneira geral, pode-se afirmar que os valores dos índices de dispersão, para lagartas de *P. includens*, em sistema de plantio convencional de soja, indicaram distribuição agregada para as duas categorias (pequenas e grandes). Estes resultados corroboram os encontrados por STECCA (2011) que analisou a distribuição espaço-temporal de lagartas desfolhadoras de soja (*A. gemmatilis*, *P. includens* e *S. eridania*), e concluiu que as lagartas apresentaram comportamento agregado, dado o crescimento da população. Assim, sugere-se maior possibilidade de ajuste às distribuições teóricas existentes para descrever esse tipo de arranjo espacial. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade de obterem-se ajustes com distribuições não agregadas, pois

em baixas densidades populacionais, existe a tendência de ajuste dos dados à distribuição de Poisson que descreve distribuição aleatória.

Tabela 2. Estádio fenológico, índices de dispersão e testes de ajustes a modelos de distribuição espacial para número de lagartas pequenas e grandes de *Pseudoplusia includens* por coleta em sistema de plantio convencional de soja. Bom Jesus-PI, 2011

Índices		Coletas										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
EF		V4	V5	V6	V8	R1	R2	R3	R4	R5	R7	R8
Lagartas Pequenas (<0,5 cm)	m	9,07	0,00	3,01	8,93	3,48	4,74	3,85	1,06	0,81	2,22	1,64
	s ²	25,803	-	4,7171	30,6516	4,6158	6,457	8,2298	1,3903	0,7413	3,7895	2,556
	I	2,8449	-	1,5671	3,4324	1,3264	1,3622	2,1376	1,3116	0,9152	1,707	1,5585
	I _δ	2,2016	-	1,1872	1,27	1,0931	1,0758	1,2933	1,2938	0,8951	1,3167	1,3392
	χ ² I _δ	281,64 [*]	-	117,52 ^{ns}	87.407 ^{**}	131,31 [*]	104,51 ^{ns}	127,03 [*]	129,85 [*]	90,60 ^{ns}	168,99 ^{**}	154,29 ^{**}
	Cx	0,002	-	0,0019	0,0027	0,0009	0,0008	0,003	0,003	-0,0011	0,0032	0,0034
	b	1,4005										
	k _{mom}	4,9163	-	5,3074	3,6712	10,6628	13,0856	3,3843	3,4017	-9,552	3,1401	2,9364
	k _{máx.ver.}	5,5231	-	5,4962	3,9368	10,9713	12,7427	3,3664	3,1532	-7,1666	-7,1666	2,5616
	χ ² P	75,38 ^{**}	-	21,32 ^{**}	109,32 ^{**}	9,30 ^{ns}	9,06 ^{ns}	55,43 ^{**}	10,09 [*]	0,59 ^{ns}	32,17 ^{**}	16,83 ^{**}
χ ² BN	15,26 ^{ns}	-	4,60 ^{ns}	18,46 ^{ns}	6,92 ^{ns}	10,47 ^{ns}	14,21 ^{ns}	2,21 ^{ns}	0,64 ^{ns}	10,35 ^{ns}	5,39 ^{ns}	
Lagartas Grandes (>0,5 cm)	m	0,89	0,62	0,1	0,51	1,07	4,99	3,04	3,68	2,09	1,43	0,12
	s ²	1,5938	4,3188	0,1919	0,8989	1,0759	8,212	4,1802	4,0582	2,6282	2,1264	0,1269
	I	1,7908	6,9658	1,9191	1,7626	1,0055	1,6457	1,3751	1,1028	1,2575	1,487	1,0572
	I _δ	1,8897	10,682	11,111	2,5098	1,0051	1,1284	1,1225	1,0277	1,1226	1,3395	1,5152
	χ ² I _δ	177,29 [*]	4.601 ^{**}	190,00 ^{**}	174,49 ^{**}	99,54 ^{ns}	522,85 ^{**}	111,13 ^{ns}	109,17 ^{ns}	124,49 ^{**}	147,21 ^{**}	104,67 ^{ns}
	Cx	0,009	0,0978	0,1021	0,0152	0	0,0013	0,0012	0,0001	0,0012	0,0034	0,0052
	b	0,9305										
	k _{mom}	1,1254	0,1039	0,1088	0,6688	195,423	7,7281	8,1052	35,809	8,1164	2,9365	2,0965
	k _{máx.ver.}	1,1358	0,0379	0,0707	0,6245	195,425	6,0957	8,187	44,872	9,71	3,0765	2,285
	χ ² P	26,19 ^{**}	90,36 ^{ns}	-	13,84 ^{**}	0,79 ^{ns}	35,06 ^{**}	11,97 ^{ns}	21,90 ^{**}	7,27 ^{ns}	5,91 ^{ns}	-
χ ² BN	3,76 ^{ns}	12,59 ^{**}	0,071 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,77 ^{ns}	15,65 ^{ns}	8,05 ^{ns}	20,60 ^{**}	4,32 ^{ns}	4,18 ^{ns}	-	

EF = Estádio fenológico (Ferr e Caviness, 1979); m = média; s^2 = variância; I = razão variância/média; I_{δ} = índice de Morisita; $\chi^2 I_{\delta}$ = teste de afastamento da aleatoriedade para I_{δ} ; Cx = coeficiente de Green; b = expoente da Lei de Taylor; k_{mom} = parâmetro K estimado pelo método de momentos; $k_{m\acute{a}x.ver.}$ = parâmetro K estimado pelo método da máxima verossimilhança; $\chi^2 P$ = teste qui-quadrado de aderência à distribuição de Poisson; $\chi^2 BN$ = teste quadrado de aderência a distribuição Binomial Negativa; * = significativo no nível de 5%; ** = significativo no nível de 1%; ns = não significativo; - = dados insuficientes.

Verificadas complementarmente pelo teste de qui-quadrado, que na maioria das coletas (1, 4, 5, 7, 8, 10 e 11) apresentou resultados significativos, confirmaram-se as informações de que a disposição espacial da *P. includens* apresentou-se de forma agregada no sistema de plantio convencional de soja. Com base nestes resultados para o afastamento da aleatoriedade, pode-se afirmar que o coeficiente de Green, mesmo com valores mais baixos, também indicou a agregação, o parâmetro b da Lei de Taylor confirma os resultados indicando distribuição agregada (Tabela 2).

Com relação ao parâmetro K estimado pelo método dos momentos este se apresentou, na maioria das coletas, com valores maiores que dois para lagartas pequenas (exceto 09) e grandes (exceto 01, 02, 03 e 04). Quando estimado pelo método da máxima verossimilhança, os resultados foram semelhantes, geralmente, maiores que dois para lagartas pequenas (exceto 09 e 10) e grandes (exceto 01, 02, 03 e 04), o que é mais um indicativo de uma distribuição agregada (Tabela 2). Esses resultados concordam com MARUYAMA et al. (2002), que citam o fato de que a disposição dos insetos, comumente, tende a agregação no campo.

No sistema de plantio direto (Tabela 3) pode-se observar resultados muito semelhantes aos do sistema de plantio convencional (Tabela 2). A razão variância/média foi maior que a unidade e, o índice de Morisita, testado com o teste de qui-quadrado, diferenciou-se, na maioria das coletas, em cerca de 1% de probabilidade da unidade (Tabela 3). Da mesma forma que no sistema de plantio convencional, pode-se afirmar que o coeficiente de Green e o parâmetro b da Lei de Taylor apresentaram resultados que indicam a agregação da lagarta *P. includens*.

Para estudar a distribuição de frequência da praga, efetuaram-se os ajustes dos dados às distribuições de Poisson e binomial negativa. Nos dois sistemas de cultivo a distribuição binomial negativa apresentou melhores ajustes. Apenas nas coletas 2 e 8 para lagartas grandes no sistema de plantio convencional e na coleta 8 para lagartas grandes do sistema de plantio direto houve significância aos valores do teste qui-quadrado (Tabelas 2 e 3). O ajuste da maioria dos dados à distribuição binomial negativa em ambos os sistemas de cultivo e tamanho de lagartas está de acordo com os índices de dispersão testados, os quais mostraram distribuição agregada de

Pseudoplusia includens na cultura da soja. Assim, esse modelo de distribuição do número de lagartas coletadas por unidade amostral na cultura da soja permite a elaboração de planos de amostragem seqüenciais para uso no manejo integrado de pragas.

Tabela 3. Estádio fenológico, índices de dispersão e testes de ajustes a modelos de distribuição espacial para número de lagartas pequenas e grandes de *Pseudoplusia includens* por coleta em sistema de plantio direto de soja. Bom Jesus–PI, 2011

Índices		Coletas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EF		V4	V6	V8	R1	R2	R3	R4	R5	R7	R8
Lagartas Pequenas (<0,5 cm)	m	1,65	2,67	1,94	2,6	2,64	13,28	6,91	2,52	0,77	0,19
	s ²	4,0076	3,5163	4,6226	4,101	3,8691	47,153	15,546	2,8178	0,926	0,1959
	l	2,4288	1,3168	2,3828	1,5773	1,4656	3,5507	2,2526	1,1182	1,203	1,0308
	l ₀	1,8625	1,118	1,7093	1,2207	1,1753	1,1903	1,18	1,0466	1,265	1,1696
	X ² l ₀	184,39**	130,38*	235,90**	156,15**	145,09**	351,52**	68,310**	110,70 ^{ns}	119,10**	102,05 ^{ns}
	Cx	0,0087	0,0012	0,0072	0,0022	0,0017	0,0019	0,0018	0,0005	0,003	0,0017
	b	1,2481									
	k _{mom}	1,1548	8,424	1,403	4,5036	5,6705	5,6064	5,5069	21,326	3,792	6,1619
	k _{máx.ver.}	1,4534	0,5585	1,4459	3,9828	5,0551	4,8229	6,2725	25,292	3,361	7,6924
	X ² P	-	19,17**	11,67 ^{ns}	43,76**	26,63**	17,09**	176,15**	41,92**	5,85 ^{ns}	3,42 ^{ns}
	X ² BN	-	4,34 ^{ns}	4,89 ^{ns}	9,42 ^{ns}	7,23 ^{ns}	7,28 ^{ns}	22,10 ^{ns}	8,16 ^{ns}	4,97 ^{ns}	1,23 ^{ns}
Lagartas Grandes (>0,5 cm)	m	0,12	1,46	1,44	3,54	2,95	2,98	5,45	3,95	0,00	0,52
	s ²	0,1269	1,6853	1,9863	5,1802	3,7854	6,3834	7,4217	4,8763	-	0,6158
	l	1,0572	1,1543	1,3793	1,4633	1,2832	2,1421	1,3618	1,2345	-	1,1841
	l ₀	1,5152	1,1053	1,2626	1,1299	1,0954	1,3807	1,0658	1,0589	-	1,3575
	X ² l ₀	104,67 ^{ns}	114,27 ^{ns}	136,56**	144,87**	127,03*	136,69**	103,52 ^{ns}	104,83 ^{ns}	-	117,23 ^{ns}
	Cx	0,0052	0,0011	0,0026	0,0013	0,001	0,0038	0,0007	0,0006	-	0,0036
	b	1,0893									
	k _{mom}	2,0965	9,4632	3,796	7,6403	10,418	2,6092	15,064	16,845	-	2,8238
	k _{máx.ver.}	2,287	8,31	0,9962	6,9595	10,467	2,2415	13,664	18,355	-	2,9837
	X ² P	-	9,21 ^{ns}	5,30 ^{ns}	19,29*	7,02 ^{ns}	54,49**	19,05*	19,11*	-	0,82 ^{ns}
	X ² BN	-	7,18 ^{ns}	6,18 ^{ns}	6,65 ^{ns}	1,97 ^{ns}	13,22 ^{ns}	9,18 ^{ns}	15,76*	-	0,95 ^{ns}

EF = Estádio fenológico (Ferr e Caviness, 1979); m = média; s² = variância; l = razão variância/média; l₀ = índice de Morisita; X² l₀ = teste de afastamento da aleatoriedade para l₀; Cx = coeficiente de Green; b = expoente da Lei de Taylor; K_{mom} = parâmetro K estimado pelo método de momentos; K máx. ver. = parâmetro K estimado pelo método da máxima verossimilhança; X² P = teste quadrado de aderência a distribuição de Poisson; X² BN = teste qui-quadrado de aderência à distribuição Binomial Negativa; * = significativo no nível de 5%; ** = significativo no nível de 1%; ns = não significativo; - = dados insuficientes.

Observa-se, em geral, a menor ocorrência de lagartas grandes em relação às pequenas (Tabelas 2 e 3), provavelmente devido à ação de agentes naturais de controle que ocorrem durante todo o ciclo de vida da praga e/ou eficiência dos métodos de controle utilizados pelo produtor. MORAES et al. (2001) afirmaram que espécies de *Plutellinae* apresentam flutuação populacional irregular ao longo do ciclo da soja. As populações têm dificuldades de se estabelecerem por períodos maiores que um mês devido à presença de parasitóides e patógenos (MORAES et al., 1991).

4.2. Plano de amostragem sequencial

Objetivando a utilização dos dados em programas de manejo integrado de pragas da soja elaborou-se um plano de amostragem sequencial a partir dos dados fornecidos pelas equações das retas superior e inferior, plotando-se S nas ordenadas e N nas abscissas (Figura 2), sendo recomendado o seguinte procedimento: amostrar aleatoriamente três pontos da área monitorada observando quantas lagartas (*P. includens*) com tamanho maior que 0,5 cm caem sobre o pano. A seguir o número de lagartas é acumulado a cada unidade amostrada (três panos). O valor acumulado é confrontado com as linhas de decisão. Quando o total acumulado situar-se abaixo da linha de decisão inferior aceita-se H_0 , suspende-se a amostragem, optando-se por não controlar a praga. Quando o total acumulado se situar acima da linha de decisão superior, aceita-se H_1 , recomendando o controle da praga. Se o valor acumulado permanecer entre as duas linhas, deve-se continuar amostrando até atingir o número máximo esperado de unidades amostrais para a tomada de decisão, quando se suspende a amostragem. Ressalta-se a necessidade de amostrar no mínimo quatro unidades amostrais para possibilitar a tomada de decisão, sendo este valor considerado baixo quando comparados à metodologia de amostragem convencional. A partir da Figura 2 foi elaborada uma ficha de amostragem sequencial (Apêndice).

Em seguida, obteve-se a Curva Característica de Operação $CO(m)$ (Figura 3), que indica a probabilidade de tomar uma decisão correta para um determinado nível de infestação. Quando a média de população de *P. includens* é de uma lagarta em três panos de batida, a probabilidade de aceitar H_0 é de 95%, ou seja, o teste indica não

recomendar o controle com apenas 5% de probabilidade de recomendar o controle quando esse não for necessário, portanto, incorrendo no erro Tipo I. Quando a média é de duas lagartas por três panos de batida, o teste tem somente 30% de probabilidade de aceitar H_0 e não recomendar o controle. Com média de três lagartas a probabilidade de incorrer no erro Tipo I e não recomendar o controle quando esse for necessário é de 5%, a partir desse valor é de praticamente, 0%. Conforme aumenta o valor da média de lagartas encontradas por unidade amostral diminui a probabilidade de aceitar H_0 .

Os resultados obtidos para número esperado de amostras $E(N)$ do teste da razão da verossimilhança para número de lagartas de *P. includens* ($>0,5\text{cm}$) por três panos de batida estão representados na Figura 4. Assim, com esses resultados para uma infestação de aproximadamente 1,5 lagartas por três panos de batida ocorrerá o número máximo de 8 unidades amostrais necessárias. Para uma infestação de três lagartas por pano de batida, serão utilizadas aproximadamente três unidades amostrais, e acima de cinco lagartas por planta, em média, serão utilizadas aproximadamente duas unidades amostrais para se tomar uma decisão.

Como lagartas pequenas ($<0,5\text{ cm}$) e grandes ($>0,5\text{ cm}$) de *P. includens* apresentam distribuição agregada na cultura da soja, o plano de amostragem sequencial proposto pode ser utilizado para qualquer tamanho de lagarta ou para a população total, independente do tamanho dos indivíduos.

Recomenda-se que o plano seja utilizado de acordo com os princípios do manejo integrado de pragas em talhões uniformes (topografia, tipo de solo, manejo, variedade, etc.) e respeitando a disponibilidade de equipamentos.

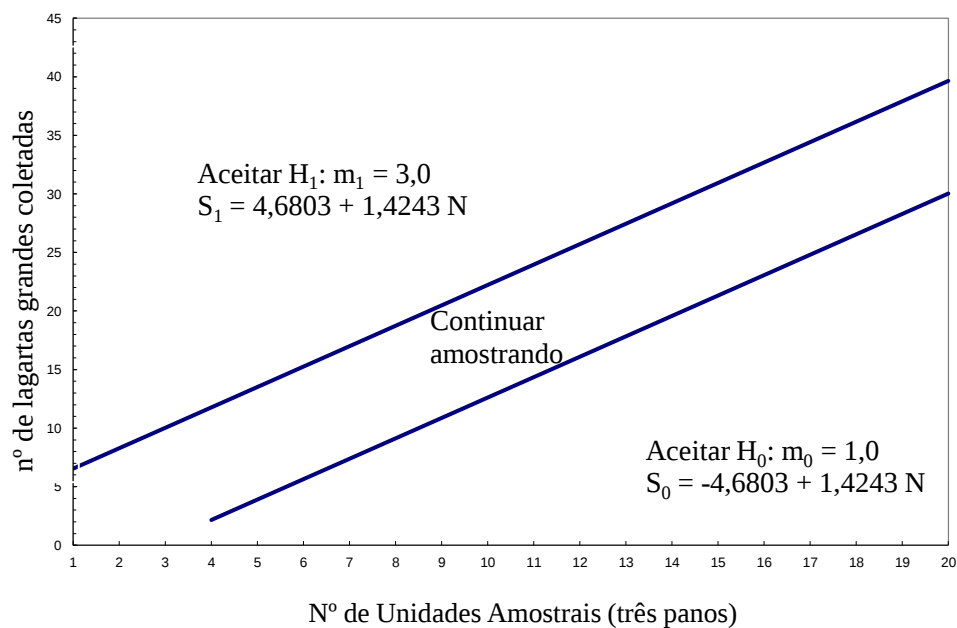


Figura 2. Linhas de decisão do plano de amostragem sequencial para número de lagartas grandes (>0,5 cm) de *P. includens* na cultura da soja com base na Distribuição Binomial Negativa

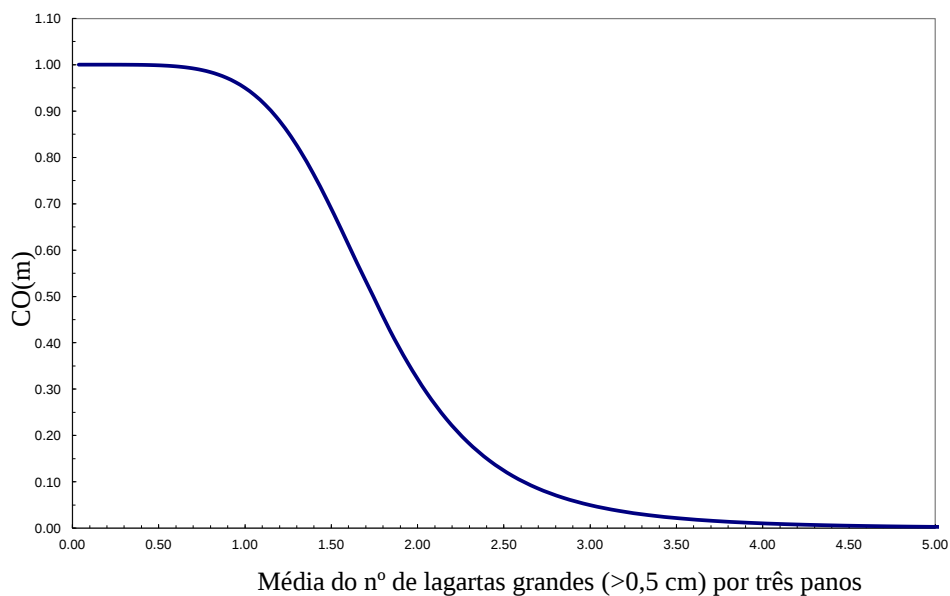


Figura 3. Curva Característica de Operação CO(m) para número de lagartas *P. includens* na cultura da soja com base na Distribuição Binomial Negativa

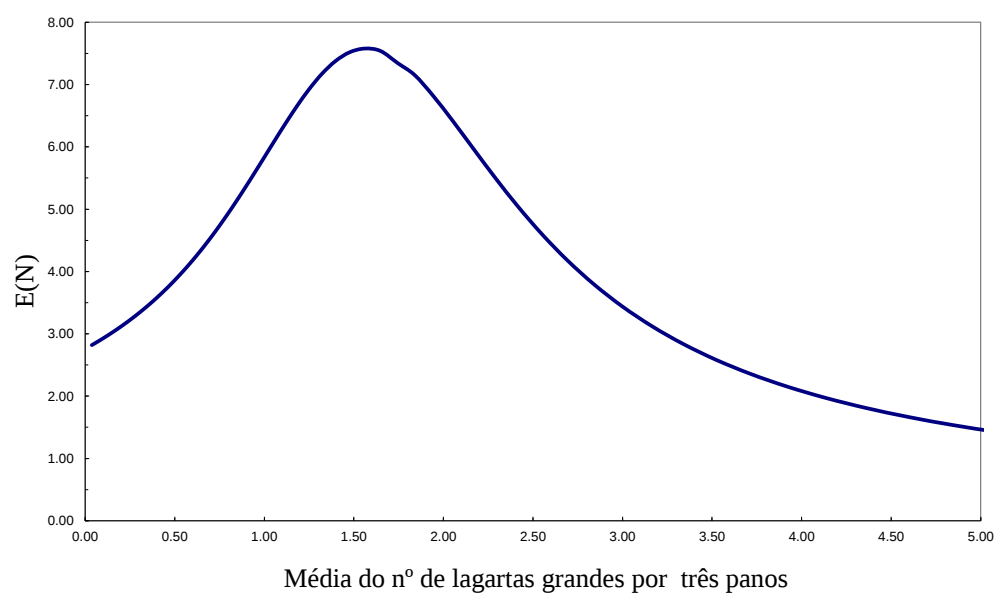


Figura 4. Número esperado de amostras $E(N)$ do teste da razão da verossimilhança para número de lagartas *P. includens* na cultura da soja com base na Distribuição Binomial Negativa

5. CONCLUSÕES

Lagartas de *P. includens* apresentam disposição agregada no campo independentemente do sistema de plantio. O ajuste do número de lagartas coletadas à distribuição de probabilidades binomial negativa possibilitou a elaboração de plano de amostragem sequencial para monitoramento da praga independentemente do sistema de plantio. O número mínimo de unidades amostrais necessário para tomada de decisão é quatro.

6. REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, T. M. **Estratégias para o manejo integrado da *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae, Plusiinae) em soja**. 2010. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- ALFORD, A. R.; HAMMOND JUNIOR, A. N. Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Louisiana soybeans ecosystems as determined with loop lure-baited traps. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 75, n. 4, p. 647-650, 1982.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A. **Precipitação pluviométrica provável em municípios do Cerrado Piauiense**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997. 22p. (Documentos, 25).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M. de. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004.
- ANSCOMBE, J. F. Sample theory of negative binomial and logarithmic series distributions. **Biometrika**, Cambridge, v. 37, n. 3/4, p. 352-82, 1950.
- AZEVEDO, D. M. P.; LEITE, L. F. C.; TEIXEIRA NETO, M. L.; DANTAS, J. S. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 32-40, 2007.
- BARBOSA, J. C. Amostragem sequencial. In: FERNANDES, O. A.; CORREIA, A. C. B.; DE BORTOLI, S. A. **Manejo integrado de pragas e nematóides**. Jaboticabal: FUNEP, 1992, v. 2, p. 205-211.
- BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, n. 2, p.181-91, 1982.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 677-683, 2004.

BEACH, R. M.; TODD, J. W. Toxicity of Avermectin to caterpillar and adult *Soybean looper* (Lepidoptera: Noctuidae) and influence on caterpillar feeding and adult fertility and fecundity. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v. 78, p. 1125-1128, 1985.

BIANCO, R. **Disposicion espacial de *Aeneolamia* spp. (Homoptera: Cercopidae) en praderas de gramineas tropicales**. 1982. 123 f. Tese de Maestria (Maestria de Ciencias) – Institucion de Ensenanza e Investigacion en Ciencias Agricolas, Colegio de Post graduados, Chapingo, 1982.

BLISS, C. I.; FISHER, R. A. Fitting the negative binomial distribution to biological data. **Biometrics**, Cambridge, v. 9, n. 2, p. 176-200, 1953.

BLISS, C. I.; OWEN, A. R. G. Negative binomial distributions with a common K. **Biometrika**. London, v. 45, n. 1/2, p. 37-58, jun. 1958. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2333044>> Acesso em: 20 abr. 2011.

BOYER, W. P.; DUMAS, B. A. Plant shaking methods for soybean insect survey in Arkansas. In: _____. **Survey methods for some economic insects**. USDA: Department of Agriculture Research Service, 1969, p.92-94.

BRACH, D. L.; PEDROSO, R. S. **Custo de produção da cultura da soja safra 2011/2012. Tecnologia e Produção: Soja e milho 2011/2012**. Fundação MS, 2011. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/news.php>>. Acesso em: 03 jul. 2012.

CAMPOS, W. G.; PEREIRA, D. B. S.; SCHOEREDER, J. H. Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 29, n. 3, p. 381-389, 2000.

COHEN, J. E. **Casual groups of monkeys and men**. Cambridge: Harvard University, 1971. 120 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo primeiro levantamento, agosto de 2012. Brasília: Conab, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_08_27_09_50_57_boletim_portugues_agosto_2012.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2012.

CORSEUIL, E.; CRUZ, F. Z.; MEYER, L. M. C. **Insetos nocivos a soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS – Faculdade de Agronomia, 1974. 36p.

DAVIS, P. M. Statistics for describing populations. In: L. P. PEDIGO; G. D. BUNTIN. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 33-54.

DEFESA AGRÍCOLA. [S.l.]: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola, ano 3, n. 6, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.andef.com.br/arquivos/defesa/Defesa6.pdf>>. Acesso em: 11 de março, 2011.

DIDONET, J.; FRAGOSO, D. de B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, G. R. dos. Flutuação populacional de pragas e seus inimigos naturais em soja no projeto Rio Formoso – Formoso do Araguaia, TO, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 1, n. 28, p. 67-74. 1998.

DIDONET, J.; SARMENTO, R. de A.; AGUIAR, R. W. de S; SANTOS, G. R. dos; ERASMO, E. A. L. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Pragas y Agroecologia**, Costa Rica, n. 69, p. 50-57, 2003.

DREES, B. M.; RICE, M. E. The vertical beat sheet: a new device for sampling soybean insects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 6, p. 1507-1510, 1985.

EICHLIN, T. D.; CUNNINGHAM, H. B. **The Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) of America North of Mexico, Emphasizing genitalic and larval morphology.** U. S. Department of Agriculture, 1978. 122 p. (Technical Bulletin, n. 1567).

ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates.** 2. ed. Westmoreland: The Ferry House, 1979. 157 p.

EMBRAPA SOJA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Soja. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013.** Londrina. 2011. 261p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, n. 15).

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA – EMBRAPA SOJA. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado.** Londrina, 2000. 70 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa – Serviço de Produção de Informação (SPI), 1999. 396 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção da Soja: região central do Brasil.** Londrina: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225 p.

ESTEFANEL, V. **A amostragem sequencial baseada no teste sequencial da razão de probabilidade e seu uso no controle da lagarta-da-soja no Estado do Rio Grande do Sul.** 1977. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1977.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Iowa State Ames: University, 1979. 12p.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 203-211, 2002.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R. da; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo Vermelho Distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 22-30, 2007.

GASSEN, D. N. As pragas sob plantio direto nos Cerrados. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 1999, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2001. p. 123-43.

GAZZONI, D. L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agronômica da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1229-1237, 1998.

GAZZONI, D. L. **Manejo de pragas da soja: uma abordagem histórica**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 72p.

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

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

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

HERZOG, D. C. Sampling soybean looper on soybean. In: KOGAN, M; HERZOG, D.C. (Ed.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980, p.141-168.

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. 70p. (Circular técnica, 30).

HOLLAND, J. M.; LUFF, M. L. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, n. 2, p. 109–129, 2000.

HOUSE, G. J.; STINNER, B. R. Arthropods in no-tillage soybean agroecosystems: Community composition and ecosystem interactions. **Environmental Management**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 23–28, 1983.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. [S.l.], jul. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201207_7.shtm> Acesso em: 23 ago. 2012.

JENSEN, R. L.; NEWSOM, L. D.; GIBBENS, J. The soybean looper: effects of adult nutrition on oviposition, mating frequency, and longevity. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v. 67, n. 4, p. 467- 470, 1974.

JOHNSON N. L.; KOTZ, S. **Discrete distributions**. Boston: Houghton Mifflin Company. 1969.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 36, n. 1, p. 21- 28, 2006.

KOGAN, M.; COPE, D. Feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 3. Food intake, utilization and growth in the soybean looper, *Pseudoplusia includes*. **Annals of the Entomological Society of America**, [S.l.], v. 67, n. 1, p. 66-72, 1974.

LI, S. Y.; FITZPATRICK, S. M. Monitoring *Obliquebanded leafroller* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae and adults on raspberries. **Environmental Entomology**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 170–177, 1997.

LIVINGSTON, J. M.; MCLEOD, P. J.; YEARIAN, W. C.; YOUNG, S. Y. Laboratory and field evaluation of nuclear polyhedrosis virus of the soybean looper *Pseudoplusia includens*. **Journal of the Georgia Entomological Society**, [S.l.], v. 15, p. 134-139, 1980.

MALLARINO, A. P.; BORGES, R. Phosphorus and potassium distribution in soil following long-term deep-band fertilization in different tillage systems. **Soil Science Society of America Journal**, [S.l.], v. 70, n. 2, p. 702-707, 2006.

MARGALEF, R. Sucesión y Evolución: su proyección biogeográfica. **Paleontoloiya y Evolucion**, Monserrat, v. 20, p. 7-26, 1986.

MARODIM, V. S.; COSTA, E. C.; THUM A. B.; OHSE, S. O plantio direto e sua influência na população faunística nas culturas de *Oryza sativa* e *Zea mays*. **Revistas das Faculdades de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 5, n. 1, p. 83-88, 1998.

MARSARO, JR. A. L.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SILVA, W. R. da; GRIFFEL, S. C. P. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no Estado de Roraima. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 71-76. 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.

MASON, L. J.; MACK, T. P. Influence of temperature on oviposition and adult female longevity for the soybean looper, *Pseudoplusia includes* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 13, n. 2, p. 379-383, 1984.

MEDEIROS, R. M. **Isoietas médias mensais e anuais do estado do Piauí**. Teresina: Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Irrigação - Departamento de Hidrometeorologia, 1996. 24p.

MESINA, R.R.V. **Disposição espacial de *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acarina: Tetranychidae) e determinação do número de amostras na macieira**. 1986. 88 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

MITCHEL, E. R. Life history of *Pseudoplusia includes* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of the Georgia Entomological**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 53-57, 1967.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C. G. **Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. México: Agrupación Sierra Madre. Monterrey, 1999. 431p.

MOLINA, A. **Soja: expectativa x frustração**. Embrapa: Famasul. 2007. Disponível em: <www.embrapa.br/Famasul.htm> Acesso em: 12 dez. 2010.

MORAES, C. M. de; MESCHER, M. C.; TUMLINSON, J. H. Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. **Nature**, [S.l.], v. 410, p. 577–580, 2001.

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

MORISITA, M. I δ -Index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, [S.l.], v. 4, p. 1-7, 1962.

MOSCARDI, F. Problemática das populações dos insetos-praga em desequilíbrio e a retomada do MIP. In: XXX REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 3., 2008, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: [s.n], 2008.

MURAGE, E. W.; VORONEY, P. R.; KAY, B. D.; DEEN, B.; BEYAERT, R. P. Dynamics and turnover of soil organic matter as affected by tillage. **Soil Science Society of America Journal**, [S.l.], v. 71, n. 4, p. 1363-1370, 2007.

NAKAYAMA, K.; BASTOS, H. S.; SANTOS, J. C. C.; NAKANO, O. Ação de diversos inseticidas sobre a lagarta de *Trichoplusia ni* (Hubner, 1802) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade de Entomologia do Brasil**, Londrina, v. 8, n. 2, p. 357-366, 1979.

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

PERECIN, D.; BARBOSA, J. C. Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 10, p. 207-16, 1992.

PIFFNER, L.; LUKA, H. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, [S.l.], v. 78, n. 3, p. 215–222, 2000.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 385p.

PIETERS, E. P.; STERLING, W. L. Interferences on the distributions of cotton arthropods in Texas. **Environmental Entomology**, College Park, v. 2, n. 5, p. 863-867, 1973.

RABINOVICH, J. E. **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. México: Continental, 1980. 313 p.

RESCK, D. V. S. Agricultural intensification systems and their impact on soil and water quality in the Cerrados of Brazil. In: LAL, R. **Soil quality and agricultural sustainability**. Michigan: Ann Arbor Press, 1998. p. 288-300.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2011/2012 em Mato Grosso do Sul**. Dourados-MS: Embrapa, 2011. (Comunicado Técnico, 168).

RUESINK, W. G.; M. KOGAN. The quantitative basis of pest management and measuring. In: R. L. METCALF; W. H. LUCKMANN (Ed.). **Introduction to insect pest management**. New York: John Wiley & Sons Inc, 1975. p. 309-351

SANTOS, W. J. Manejo das Pragas do Algodão com destaque para o Cerrado Brasileiro. In: FREIRE E. C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. 2007. p. 403-521.

SAUNDERS, J. L.; COTO, D. T.; KING, A. B. S. **Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central**. 2. ed. Turrialba, Costa Rica, América Central: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1998. 305p.

SHEPARD, M.; CARNER, G. R.; TURNIPSEED, S. G. A comparison of three sampling methods for arthropods in soybeans. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 3, n. 2, p. 227-232, 1974.

SHOREY, H. H.; ANDRES, L. A.; HALE, R. L. The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). I. Life history and behavior. **Annals of the Entomological Society of America**, Knoxville, v. 55, n. 5, p. 591-597, 1962.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 191-199, 2000.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Teores de nutrientes e matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 387-394, 2001.

SOSA-GÓMEZ, D.R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos**. 2006. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf> Acesso: 22 dez. 2010.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. London: Chapman and Hall, 1971. 391p.
_____. _____. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1978. 525 p.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférico de cerrado sobre diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 133-139, 2003.

STECCA, C. dos S. **Distribuição espaço-temporal e futuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2011.

STERLING, W. L. Sequential sampling of cotton insect populations. In: Beltwide Cotton Prod. Res. Congr., 1975, New Orleans. **Proceedings...** New Orleans, 1975. p. 133-135

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

_____. The density dependence of spatial behaviour and the rarity of randomness. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 383-406, 1978.

THOMAS, G. A.; DALAL, R. C.; STANDLEY, J. No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics. **Soil & Tillage Research**, [S.l.], v. 94, n. 2, p. 295-304, 2007.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

VAZQUEZ, W. R. C. **Biologia comparada de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em dietas naturais e artificiais e efeito de um vírus de poliedrose nuclear na sua mortalidade e no consumo da área foliar da soja**. 1986. 164 f. Tese (Doutorado em Entomologia)– Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1986.

VELLO, N. A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento de soja na ESALQ/USP. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, Piracicaba, 1991. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992, p. 60-81.

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

WALD, A. Sequential tests of statistical hypotheses. *Annals of Mathematical Statistics*, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 117-186, 1945.

WALD, A. *Sequential Analysis*. New York: Wiley, 1947. Unpaged.

WEIRICH NETO, P. H. **Importância de atributos agronômicos para qualificação da semeadura do milho (*Zea mays* L.) no sistema plantio direto na região dos Campos Gerais-PR**. Campinas: Editora Unicamp, 2004.

WYNNE, E. V. C. **Animal dispersion in to social behavior**. London: Boyd, 1962. 230p.

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

ZEISS, M. R.; KLUBERTANZ, T. H. Sampling programs for soybean arthropods. In: PEDIGO, L. P.; BUNTIN, G. D. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1993. cap. 19, p.539-601.

APÊNDICE

Ficha de campo para amostragem sequencial da lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivo de soja com utilização de pano de batida

Número de unidades amostrais	Limite inferior (não controlar)	Número acumulado de lagartas coletadas (>0,5 cm)	Limite superior (controlar)
1			7
2			8
3			10
4	2		12
5	4		14
6	6		15
7	7		17
8	9		19
9	11		20
10	13		22
11	14		24
12	16		26
13	18		27
14	20		29
15	21		31
16	23		33
17	25		34
18	27		36
19	28		38
20	30		40
21	32		41
22	34		43
23	35		45
24	37		47
25	39		48
26	40		50
27	42		52
28	44		54
29	46		55
30	47		57
31	49		59
32	51		61
33	53		62
34	54		64
35	56		66
36	58		68
37	60		69
38	61		71

Continuação (Parte 2)

Número de unidades amostrais	Limite inferior (não controlar)	Número acumulado de lagartas coletadas (>0,5 cm)	Limite superior (controlar)
39	63		73
40	65		74
41	67		76
42	68		78
43	70		80
44	72		81
45	74		83
46	75		85
47	77		87
48	79		88
49	81		90
50	82		92
51	84		94
52	86		95
53	88		97
54	89		99
55	91		101
56	93		102
57	94		104
58	96		106
59	98		108
60	100		109
61	101		111
62	103		113
63	105		115
64	107		116
65	108		118
66	110		120
67	112		122
68	114		123
69	115		125
70	117		127
71	119		128
72	121		130
73	122		132
74	124		134
75	126		135
76	128		137
77	129		139
78	131		141
79	133		142
80	135		144

Continuação (Parte 3)

Número de unidades amostrais	Limite inferior (não controlar)	Número acumulado de lagartas coletadas (>0,5 cm)	Limite superior (controlar)
81	136		146
82	138		148
83	140		149
84	142		151
85	143		153
86	145		155
87	147		156
88	148		158
89	150		160
90	152		162
91	154		163
92	155		165
93	157		167
94	159		169
95	161		170
96	162		172
97	164		174
98	166		176
99	168		177
100	169		179