Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Distribuição Espacial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em Cana-de-açúcar

Daniele Perassa Costa

Dourados-MS
Março/2009

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Distribuição Espacial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em Cana-de-açúcar

Daniele Perassa Costa

Dr. Honório Roberto dos Santos
Orientador

Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Co-Orientador

Dourados-MS
Março/2009

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Distribuição Espacial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em Cana-de-açúcar

Daniele Perassa Costa

Dr. Honório Roberto dos Santos
Orientador

Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Co-Orientador

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

Dourados-MS
Março/2009

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

632-78 Costa, Daniele Perassa.
C837d

Distribuição Espacial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em Cana-de-açúcar. / Daniele Perassa Costa. – Dourados, MS : UFGD, 2009.
32f.

Orientador: Prof. Dr. Honório Roberto dos Santos
Dissertação (Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Cana-de-açúcar - Broca-da-cana. 2. Insetos – Arranjo espacial. 3. Insetos - Amostragem. I. Título.

"Distribuição Espacial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em Cana-de-açúcar no Estado de Mato Grosso do Sul"

Por

Daniele Perassa Costa

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Entomologia

Prof. Dr. Honório Roberto dos Santos
Orientador - UFGD

Prof. Dr. Amarildo Pasini
Membro Titular - UEL

Pesq. Dr. Harley Nonato de Oliveira
Membro Titular – Embrapa/CPAO

Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro Titular – UFGD

Aprovada em: 5 de março de 2009.

A Deus,

Por estar ao meu lado e me guiar
em cada passo dessa jornada,

Dedico

Aos meus pais Vanderlei e Maria de Lourdes
Por serem exemplo de vida e me
ensinarem a ir à busca dos meus ideais,
com alegria, paciência e determinação.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Honório Roberto dos Santos pela orientação, amizade, disponibilidade, paciência, estímulo constante e por ser exemplo de dedicação profissional;

Ao Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira pela co-orientação, amizade, disponibilidade, paciência e participação na revisão do texto;

Ao Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes, pela disponibilidade, paciência e auxílio na análise dos dados, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, pela concessão de bolsa no último ano de curso;

À Usina Dourados Álcool e Açúcar S/A, especialmente ao Coordenador de Tratos Culturais Wagner Magalhães Rodrigues e ao Gerente Francisco Bevilaqua, pela confiança, amizade, incentivo e por ceder os recursos necessários para a realização dos experimentos; e aos responsáveis pelo monitoramento de pragas, pelo auxílio na realização dos levantamentos de campo;

A amiga Cristina Grijota, pela amizade, acolhimento, paciência, confiança, palavras de incentivo e ajuda para a realização do mestrado;

Aos colegas que me ajudaram no campo: Marlon Bernardi, Stefani Paraizo, Marcelo Schwinguel, Greici Stefan e Elizangela Vargas;

Ao futuro mestre Eduardo Leonel Bottega, pela geoespacialização da área;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da UFGD, pela dedicação, amizade e contribuição para minha formação profissional;

Aos amigos do curso de mestrado: Cassia Lopes, Thiago Montagna, Marcela Duarte, Viviana Torres, Izequias Souza, Jayme Schneider, Marlei Lino, Rose Trindade, Tatiane Perrupato, Stela Soares e Vander Carbonari, obrigada pela amizade e agradável convívio durante a realização das disciplinas;

As amigas Kellen Fávero, Camila Meotti, Carla Cristina Dutra, Marina Dalzochio e Sandra Maria, agradeço pela amizade que conquistamos e pelos momentos de alegrias e preocupações que dividimos durante esta etapa em nossa vida;

Aos amigos de longas datas Francielly, Gracy, Alessandra, Rose, Cássia, Glaucia, Camila e Paulo, obrigada por fazerem parte da minha vida e por serem pessoas extraordinárias;

A minha família que sempre me incentivou nos estudos, obrigada pelo carinho, palavras de incentivo, compreensão e ajuda nos momentos difíceis;

A todos que colaboraram para a realização deste sonho, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

PÁGINA

LISTA DE TABELAS viii
LISTA DE FIGURAS ix
INTRODUÇÃO GERAL 01
RESUMO 06
ABSTRACT 07
INTRODUÇÃO 08
MATERIAL E MÉTODOS 11
RESULTADOS E DISCUSSÃO 18
CONCLUSÃO 26
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 29

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

Tabela 1. Índices de dispersão para distribuição espacial das variáveis colmos com orifício, lagartas e pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) por planta em campo experimental. Mato Grosso do Sul, MS..... 27

Tabela 2. Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pela distribuição Poisson, Binomial Negativa e Binomial Positiva para as variáveis número de colmos com orifício e lagartas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) por planta. Mato Grosso do Sul, MS... 28

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Desenho esquemático do local amostrado para verificação da distribuição espacial de *Diatraea saccharali*s (Lepidoptera: Crambidae)..... 11

Figura 2. Desenho experimental para amostragens de colmos com orifício, lagartas e pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. 12

Figura 3. Figura 3. Valores mensais médios de temperatura máxima (°C) e precipitação (mm), no período de janeiro/outubro de 2008. Dourados, MS.....18

Figura 4. Distribuição espacial de colmos com orifício, ocasionados por *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar variedade SP-803280 no Estado de Mato Grosso do Sul.....22

INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar representa um dos principais produtos agrícolas do Brasil, suas fronteiras são expandidas a cada ano por todo território nacional, e sua área cultivada ocupa 8,98 milhões de hectares, expansão que se deu principalmente em áreas degradadas (CONAB, 2008).

A cana-de-açúcar é originária da Nova-Guiné, foi introduzida no Brasil pelos primeiros colonizadores e logo se disseminou pelos estados brasileiros, pois é ideal para cultivo em regiões tropicais. Desenvolve-se em forma de touceira, sua parte aérea é formada por colmos, folhas, inflorescências e frutos e a subterrânea por raízes e rizomas. Suas características varietais definem o número de colmos por planta, altura e diâmetro do colmo, comprimento e largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres influenciados pelo clima, manejo e pelas práticas culturais realizadas (MAULE et al., 2001; AZEVÊDO et al., 2003; ASSIS et al., 2004).

O setor sucroalcooleiro evidencia posição de destaque no cenário socioeconômico brasileiro, dada sua importância na geração de renda e empregos. Na safra de 2008, foram produzidos 558,72 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, sendo a quantidade recorde. Do volume apresentado, 317,82 milhões de toneladas foram destinados à fabricação de álcool e 240,89 milhões de toneladas em açúcar. Estes números fazem do Brasil o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, açúcar e álcool (CONAB, 2008; FAMASUL, 2008). O Estado de Mato Grosso do Sul ocupa a sétima posição no "ranking" da produção de cana-de-açúcar e apresenta um dos maiores crescimentos do País. O Estado possui 11 usinas instaladas, e a implantação de outras 27 estão em fase de estudo (UNICA, 2008, FAMASUL, 2008).

A cultura da cana-de-açúcar sofre ataque de muitos insetos-praga, tornando-se fator limitante a produção sucroalcooleira. Dentre esses, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) conhecida popularmente como broca-da-cana é considerada a mais importante (BOTELHO, 1992; YAMAUCHI et al., 1997; GALLO et al., 2002).

A fêmea de *D. saccharalis* realiza a oviposição frequentemente na face superior e inferior do limbo foliar, e ocasionalmente na bainha. O número de ovos por postura pode variar de cinco a 50 ovos, podendo cada fêmea ovipositar de 300 a 600 ovos durante seu ciclo de vida. As posturas correspondem a massas de ovos imbricadas,

sendo estes achatados e ovais, medindo aproximadamente 1,16 mm de comprimento e 0,75 mm de largura. São inicialmente de coloração branca, tornando-se amarelo com o desenvolvimento e próximo à eclosão adquirem cor enegrecida (FILHO & LIMA, 2001; FALLEIROS et al., 2003; DOSSI et al., 2006; SANTOS et al., 2007).

De quatro a nove dias após a oviposição ocorre a eclosão das larvas, estas possuem três pares de pernas torácicas, quatro pares de falsas pernas abdominais e um par de falsas pernas anais. Apresentam coloração amarelada, com manchas ou pontuações marrom sobre corpo e cápsula cefálica de pigmentação marron. Há relatos de três a dez instares, mas cinco a seis são comuns, e tempo médio da fase larval é de 20 a 40 dias dependendo da temperatura, e apresentam comprimento de 2 a 30 mm (VICTORIANO & GREGÓRIO, 2004; PINHEIRO et al., 2008).

Anteriormente a fase pupal, as lagartas recém-nascidas alimentam-se, no início, do parênquima das folhas, convergindo, a seguir para a bainha. Depois da primeira ecdise, penetram pela parte mais mole do colmo para se alimentar, abrigar e também para posterior saída do adulto. A pupa é alongada e fina de coloração marrom-amarelada a marrom escuro, mede entre 16 a 20 mm de comprimento e possui tubérculos pontudos e proeminentes nos segmentos distais. A duração desse estádio é normalmente de nove a 14 dias. Os adultos são noturnos e apresentam longevidade entre dois a nove dias, morfologicamente apresentam asas anteriores de coloração amarelo-palha com numerosas linhas estreitas de coloração marrom que se estendem ao longo da mesma. As mariposas medem cerca de 18 a 28 mm de envergadura para os machos e fêmeas com 27 a 39 mm (GUEVARA, 1980; GUEVARA & WIEND, 1980; PARRA, et al., 1999).

O inseto-praga *D. saccharalis* causa danos diretos pela abertura de galerias, que ocasionam perda de peso da cana e provocam a morte das gemas, causando falhas na germinação. E quando a broca faz galerias transversais, provocam o tombamento da cana pelo vento. Nas canas de primeiros meses, a broca produz os secamentos dos ponteiros (coração morto). Os danos indiretos são consideráveis, uma vez que através dos orifícios e galerias penetram fungos que causam podridão vermelha no colmo. Os fungos causadores são *Colletotrichum falcatum* Went e *Fusarium moniliforme* Sheldon, que invertem a sacarose diminuindo a pureza do caldo e dando menos rendimento de açúcar e álcool (GALLO et al., 2002; PARRA et al., 2002; SEGATO et al., 2006).

GALLO et al (2002) relatam que em trabalhos desenvolvidos pela ESALQ/USP, COPERSUCAR e UFSCar mostram que para cada 1% de intensidade de

infestação de *D. saccharalis*, ocorre prejuízos de 0,25% de açúcar, 0,20% de álcool e 0,77% de peso. Dados do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), informam que para uma produtividade de 80 toneladas de cana-de-açúcar por hectare, as perdas para cada 1% de infestação da broca são de 616 quilos de cana, 28 quilos de açúcar e 16 litros de álcool. Em virtude dos relevantes prejuízos ocasionados pela praga, torna-se indispensável seu controle. O controle das pragas por meio de insetos ajuda a reduzir os custos de produção. Enquanto o combate às pragas dos canaviais com o uso de inseticida custa R$ 45 por hectare, o controle por meio do parasitóide *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) custa R$ 15 e por meio de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenopera: Trichogrammatidae) R$ 36 (ASCANA, 2008). Além dos inimigos naturais, podem ser utilizados como medidas de prevenção o plantio de variedades resistentes ou tolerantes e eliminação de plantas hospedeiras nas proximidades (SEGATO et al., 2006).

Para um programa de monitoramento de insetos em culturas é necessário que se desenvolva um plano de amostragem e que este processo seja fundamentado em princípios básicos de estatística e no conhecimento da distribuição espacial, do ciclo de vida e do comportamento do inseto (KUNO, 1991). O padrão de distribuição espacial influencia a dinâmica das populações, podendo ocorrer diferenças no impacto de diversos agentes em função das variações espaciais entre os indivíduos. O conhecimento do modelo de distribuição espacial dos insetos-pragas no campo é fundamental para estabelecer um plano adequado de amostragem e assim garantir a correta utilização das estratégias de controle, além da otimização de técnicas de amostragem (FERNANDES et al., 2002).

São três as disposições básicas que descrevem os arranjos espaciais ocupados pelos insetos: disposição ao acaso ou aleatória, disposição regular ou uniforme e disposição agregada ou contagiosa (TAYLOR, 1984). Para estudar o modelo de distribuição dos insetos no campo são utilizados vários índices de agregação ou dispersão. O índice razão variância/média também denominado índice de dispersão (I), compreende a relação entre variância/média. O índice de Morisita ($I\sigma$) é independente do tipo de distribuição e do número de unidades amostrais. E o expoente K é a medida inversa do grau de agregação de insetos. Dentre as distribuições de freqüências, as mais utilizadas para estudo da disposição espacial dos insetos são as distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa (BELLOWS, 1986).

Não existem relatos nas bibliografias consultadas, sobre o modelo de distribuição espacial de *D. saccharalis* no Estado de Mato Grosso do Sul. Contudo, sabe-se que os fatores ambientais (temperatura, radiação solar, umidade e solo) são diferenciados entre os estados brasileiros. É importante destacar, que a partir da definição do padrão de distribuição espacial de *D. saccharalis* é possível à elaboração de um plano de amostragem de acordo com as condições ambientais verificadas, proporcionando alto nível de precisão com menor custo e maior eficiência na tomada de decisão do controle. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo determinar a distribuição espacial de *D. saccharalis*, em cultivo comercial da cana-de-açúcar.

Daniele Perassa Costa
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD)
C. Postal 533, CEP 79840970, Dourados, MS.
daniperassa@gmail.com

Distribuição Espacial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em Cana-de-açúcar

Daniele Perassa Costa[1]
Honório Roberto dos Santos[2]
Marcos Gino Fernandes[3]
Fabricio Fagundes Pereira[4]

[1]UFGD – Fundação Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD)
daniperassa@gmail.com

[2]UFGD – Fundação Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD)
hrsantos@ufgd.edu.br

[3]UFGD – Fundação Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD)
marcosfernandes@ufgd.edu.br

[4]UFGD – Fundação Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados. (UFGD)
ffpereira@ufgd.edu.br

Distribuição Espacial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em Cana-de-açúcar

RESUMO – A lagarta *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) é a principal praga da cultura da cana-de-açúcar, ocasionando danos durante todo o ciclo vegetativo. O conhecimento da distribuição espacial do inseto é primordial ao desenvolvimento de planos de amostragens e técnicas de controle em sistemas de culturas agrícolas. Este trabalho objetivou determinar a distribuição espacial de *D. saccharalis*, em cultivo comercial de cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em talhão de cana-de-açúcar variedade SP-803280, pertencente à Usina Dourados Álcool e Açúcar S/A, situada em Dourados/Mato Grosso do Sul, no período de janeiro a outubro de 2008. Foram realizadas 21 amostragens observando-se as variáveis colmos com orifício, lagartas e pupas de *D. saccharalis*, em cana numa área de aproximadamente 22.500 m^2 dividido em 100 parcelas de 225 m^2 (15 m x 15 m). Os índices de dispersão utilizados para a definição do modelo de distribuição espacial foram: razão variância/média (*I*), índice de Morisita ($I\sigma$) e o expoente *K* da distribuição binomial negativa. Também se testou os ajustes às distribuições de probabilidade de Poisson, binomial negativa e binomial positiva. As variáveis de distribuição espacial; colmos com orifícios e números de lagartas se ajustaram a distribuição binomial negativa (agregada) e Poisson (aleatória), respectivamente, na área de estudo. Com base na distribuição espacial das lagartas de *D. saccharalis* recomenda-se que a amostragem seja realizada aleatoriamente com maior número possível de amostras no talhão, para que a quantidade estimada de lagartas seja a mais próxima da real.

PALAVRAS-CHAVE: broca-da-cana, arranjo espacial, amostragem.

ABSTRACT: The sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) is one the most important pest of the sugarcane crop caused damage all through vegetative cycle. Knowledge of the spatial distribution of insects is important to the development of sampling plans and techniques in control crops systems. This main of this study were to determine the spatial distribution of *D. saccharalis* in commercial sugarcane crop. The experiment was conducted on sugarcane field variety SP-803280, the Usina Dourados Álcool e Açúcar S/A, during January to October of 2008 in the municipality of Dourados, Mato Grosso do Sul. We perform 21 samples it was observed variables culms hole, larvae and pupae of *D. saccharalis*, in an area of approximately 22,500 m^2 divided into 100 plots of 225 m^2 (15 m x 15 m). The indices of dispersion used to define the model of spatial distribution were: variance/mean (I), Morisita index (Iσ) and the exponent K of the negative binomial distribution. We also tested the settings of the probability distributions of the Poisson, negative binomial and binomial positive. The variables of spatial distribution; culms with holes and numbers of caterpillars fit the negative binomial distribution (aggregated) and Poisson (random), respectively in the studied area. Based on the spatial distribution of larvae of *D. saccharalis* is recommend that random sampling is performed with larger number possible of samples available in the field, so that the estimated quantity of caterpillars is the closest to the real.

KEY WORDS: sugarcane borer, spatial arrangement, sampling

INTRODUÇÃO

A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), é nativa do hemisfério ocidental sendo a espécie mais amplamente distribuída do gênero. Trata-se de uma espécie polífaga, sendo uma das principais pragas, ocorrendo durante todo ciclo da cana-de-açúcar (SEGATO et al., 2006; WHITE et al., 2008).

Os danos ocasionados por *D. saccharalis* podem ser classificados em diretos e indiretos. Os danos diretos decorrem da alimentação do inseto caracterizando-se pela perda de peso correspondente à abertura das galerias, morte da gema apical (coração-morto), encurtamento do entrenó, quebra da cana, enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais. Os danos indiretos, considerados mais importantes, são provocados pela entrada de microrganismos (fungos e bactérias) prejudicando o processo de produção de açúcar e álcool (BOTELHO & MACEDO, 2002; GALLO et al., 2002).

Para a realização do controle de *D. saccharalis*, o conhecimento da distribuição espacial, ciclo de vida e comportamento do inseto é primordial ao desenvolvimento de planos de amostragens em sistemas de culturas agrícolas (BOIÇA et al., 1997; SEGATO et al., 2006). O monitoramento da broca é realizado por meio da quantidade de lagartas e serve para se definir o momento exato a ser adotada uma medida de controle (BOTELHO, 1992; BOTELHO et al., 1995; CAMPOS-FARINHA & CHAUD-NETTO, 2000; PARRA et al., 2002).

O desenvolvimento de planos de amostragem baseiam-se na distribuição espacial de insetos no campo (FERNANDES et al., 2002; 2003). A forma de disposição dos organismos no ambiente é uma característica ecológica da espécie, resultante do nascimento, morte e migração de indivíduos (ODUM, 1988, RICKLEFS, 2003). São três as disposições básicas que descrevem os arranjos espaciais ocupados pelos insetos: disposição ao acaso ou aleatória, disposição regular ou uniforme e disposição agregada ou contagiosa (TAYLOR, 1984).

Fatores como mudança climática, alimento disponível, ação de inimigos naturais e aplicação de inseticidas podem interferir, ao menos por um determinado período, no padrão de distribuição espacial da espécie, ou às vezes interferir somente na densidade populacional das pragas. O padrão de distribuição de uma praga pode variar ao longo do tempo (TAYLOR 1984; KUNO, 1991). No entanto, uma população que,

caracteristicamente, apresenta distribuição tipo agregada, pode alternar esse modelo para aleatório ou regular devido a influência de fatores bióticos ou abióticos, verificou-se essa alternância em uma população de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (FERNANDES et al., 2002).

Existem vários índices de agregação ou dispersão que são utilizados para estimar a disposição espacial dos insetos. Há vantagens e desvantagens em relação aos diferentes índices de dispersão, no entanto, é recomendado que mais de um índice seja estimado, antes de se emitir uma conclusão a respeito da disposição espacial de uma determinada espécie de inseto (MOLLET et al.,1984). Entre os índices mais utilizados podem ser citados: razão variância/média (I); índice de Morisita ($I\sigma$); expoente K da distribuição binomial negativa (K).

O índice razão variância/média é o mais comum, também denominado índice de dispersão I, esse índice serve para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade, compreende a relação entre a variância e a média. O índice de Morisita ($I\sigma$) tem a vantagem de ser relativamente independente da média e do número total de indivíduos (MORISITA, 1959; 1962). O expoente K da distribuição binomial negativa é uma medida inversa do grau de agregação.

O conhecimento das distribuições de probabilidade que descrevem as disposições espaciais de insetos-praga são importantes para o estabelecimento de planos de amostragens, estudos ecológicos, análises estatísticas e, consequentemente na decisão sobre o controle de pragas (TAYLOR, 1984). Dentre todas as distribuições de freqüências, as mais utilizadas para estudo da disposição espacial dos insetos são as distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa.

A distribuição de Poisson evidencia uma distribuição aleatória, sendo a variância igual à média ($s^2 = \hat{m}$), utilizada quando a população do organismo está distribuída aleatoriamente em um ambiente. Tem como hipótese que todos os indivíduos têm a mesma probabilidade de ocupar um determinado local, onde a presença de um indivíduo não afeta a de outro. A distribuição binomial positiva caracteriza-se por ter a variância menor do que a média ($s^2 < \hat{m}$). Essa distribuição acontece quando a ocorrência de um indivíduo limita a ocorrência de indivíduos vizinhos na mesma unidade. E a distribuição binomial negativa, descreve as populações em que a variância é maior que a média ($s^2 > \hat{m}$). Este tipo de distribuição tem como hipótese que a presença de um indivíduo aumenta a probabilidade de ocorrência de indivíduos nas plantas vizinhas (TAYLOR, 1961; KUNO, 1991).

Tanto os índices de agregação ou dispersão, como as distribuições de probabilidade são importantes para predizer o modelo de distribuição espacial do inseto em estudo, facilitando a avaliação dos danos potenciais na cultura e aprimorando as formas de amostragens e controle de pragas.

O trabalho objetivou determinar o padrão de distribuição espacial de colmos atacados, lagartas e pupas *D. saccharalis*, em cultivo comercial de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido em talhão de cana-de-açúcar pertencente a Usina Dourados Álcool e Açúcar S/A, situada em Dourados/MS (latitude 22° 07’ 04” S; longitude 55° 01’ 42” W) no período de janeiro a outubro de 2008. A área analisada corresponde a 11,6766 ha e a brotação da soqueira ocorreu em novembro de 2007, com a variedade SP-803280 (considerada suscetível a praga *D. saccharalis*) e espaçamento 1,5 m entre linhas (Fig. 1). Após o plantio foram realizados duas aplicações de herbicidas para o controle de ervas daninhas com Gamit 1,5L + Velpark 1,5kg ha. Entre 80 a 90 dias após o plantio efetuou-se o segundo com os herbicidas Advance 2,5kg + MSMA 0,5 ha.

O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho Distroférrico, cuja textura apresenta maior influência de areia, sendo, por vezes, bastante “soltos”. Desenvolvem-se a partir de arenitos, profundos e drenados, porosos e permeáveis, com avançado estágio de intemperização e processo intensivo de lixiviação. De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é denominado Cwa, mesotérmico úmido com predominância de chuvas no verão (EMBRAPA, 2005).

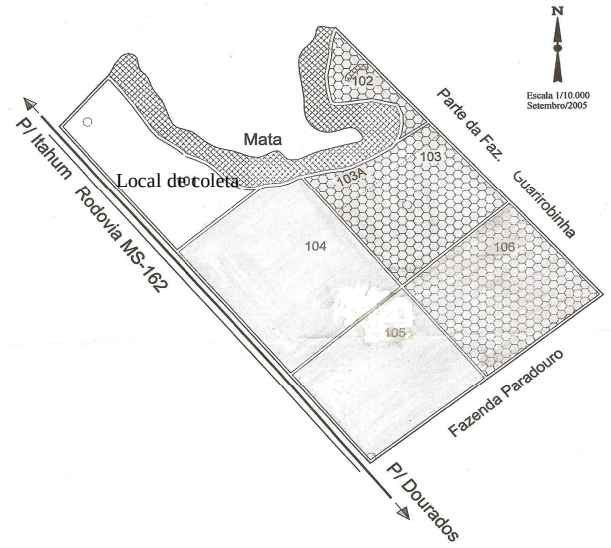


Figura 1. Desenho esquemático do local amostrado para verificação do padrão de distribuição espacial de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), Dourados/MS.

Instalação do experimento

O experimento foi constituído por um talhão, contendo 130 linhas de cana com 150 m de comprimento, correspondendo a uma área de aproximadamente 22.500 m^2. O campo foi dividido em 100 parcelas de 225 m^2 (15 m x 15 m). A cada dez entrelinhas de cana deixavam-se três fileiras de cana como bordadura entre as parcelas. As marcações foram realizadas utilizando-se piquetes numerados de modo a facilitar os pontos de amostragem (Fig. 2).

Foi determinado apenas uma área, pois esta, é pertencente a Usina Dourados Álcool e Açúcar S/A, existindo o período de corte, o qual não poderia coincidir com o período de amostragem e coleta dos dados. Outro fator determinante para escolha do local é devido sua localização, onde parte das parcelas adjacentes a mata, assim, proporcionando ambientes diferenciados entre estas.

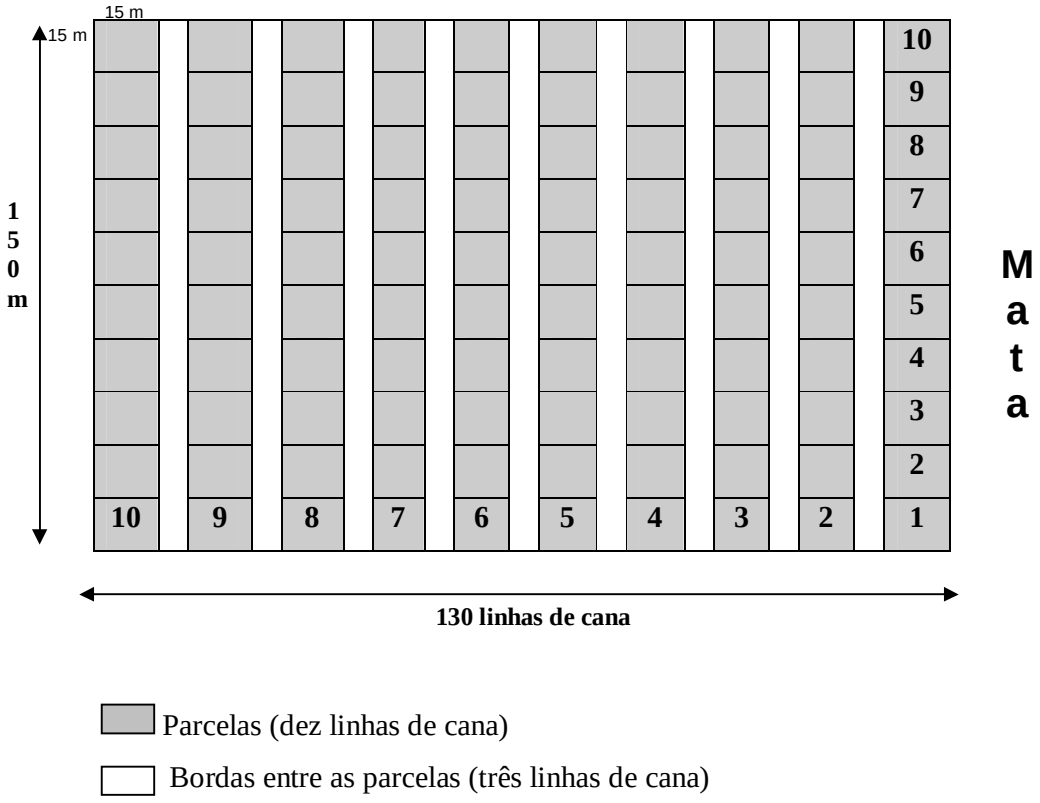


Figura 2. Desenho experimental para amostragens de colmos com orifício, lagartas e pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar.

Metodologia de avaliação

O experimento foi avaliado quinzenalmente durante o período de janeiro a outubro de 2008, totalizando-se 21 avaliações na área de estudo. Durante a realização da amostragem foi utilizado um cordão de naylon com 15 m de comprimento contendo duas estacas em suas pontas. Identificado o local das parcelas através dos piquetes, o cordão era esticado a cada 15 m por dez vezes, correspondendo às dez parcelas.

O método de amostragem foi: (i) avaliação aleatória de duas touceiras de cana, totalizando 200 por coleta; (ii) remoção de toda palha da base ao ápice das touceiras para verificação da existência de orifício; (iii) quando presente (o orifício), cortava-se a cana longitudinalmente para constatação do estádio das lagartas de *D. saccharalis*; (iv) demarcação da quantidade de colmos infestados e o estádio da praga encontrado em planilha.

Análise dos dados

Após tabulados os dados, o modelo de distribuição espacial de *D. saccharalis,* foi determinado utilizando os seguintes índices de dispersão e distribuição teórica de frequência:

Índices de dispersão

Razão variância/média ou Índice de dispersão *I*: este índice é utilizado para medir o desvio de um arranjo dos dados na condição de aleatoriedade. Valores iguais à unidade indicam um arranjo espacial ao acaso, menor que a unidade indicam uma disposição espacial regular ou uniforme, e valores significativamente maiores que a unidade indicam um arranjo agregado.

Este índice é dado por:

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}} \qquad (1)$$

sendo,

s^2 = variância amostral;

$\hat{m}$ = média amostral.

O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão,

$$X^2 = I \,.\, (N\text{-}1) \qquad (2)$$

sendo,

I – valor do índice de dispersão *I*;

N – número total de unidades amostrais.

Com N-1 graus de liberdade, compara-se o valor do qui-quadrado calculado (X^2) com o qui-quadrado tabelado (χ^2) e não rejeita-se a aleatoriedade (I=1) se:

$$\chi^2_{(N\text{-}1\ gl;\ \alpha=0{,}025)} > X^2 > \chi^2_{(N\text{-}1\ gl;\ \alpha=0{,}975)}$$

Índice de Morisita: o índice de Morisita é relativamente independente da média e do número total de indivíduos. Entretanto, é rigorosamente influenciado pela quantidade de amostras. Valores do índice de Morisita próximos à unidade indicam um arranjo aleatório, valores superiores à unidade indicam disposição agregada, e valores inferiores à unidade indicam um arranjo uniforme.

Morisita (1959, 1962) desenvolveu a seguinte fórmula:

$$I_\delta = N \frac{(\sum_{i=1}^{N} x_i^2 - \sum_{i=1}^{N} x_i)}{(\sum_{i=1}^{N} x_i)^2 - \sum_{i=1}^{N} x_i} \qquad (3)$$

sendo,

N – número total de amostras;

x_i – número de insetos na i-ésima unidade amostral.

A aleatoriedade da distribuição é rejeitada quando:

$$X_\delta^2 > \chi^2_{(N-1gl,\alpha=0{,}05)}$$

Expoente *K* da distribuição binomial negativa: este índice é frequentemente influenciado pelo tamanho das unidades amostrais. Quando o número de unidades amostrais por amostra são os mesmos, evidencia-se um bom índice de dispersão. Trata-se de uma medida inversa do grau de agregação, valores negativos indicam uma

distribuição regular ou uniforme. Valores positivos próximos de 0 indicam disposição agregada e valores superiores a 8 indicam uma disposição ao acaso.

A estimativa de K foi realizada pelo métodos dos momentos:

$$k = \frac{m^2}{(s^2 - m)} \qquad (4)$$

onde,

$\hat{m}$ – média amostral;

s^2 – variância amostral.

Neste índice como critério de distribuição espacial, tem-se:

K < 2 e positivo = Distribuição altamente agregada

K de 2 a 8 = Distribuição moderadamente agregada

K > 8 = Distribuição aleatória ou ao acaso

K< 0 = Distribuição regular ou uniforme

Distribuições teóricas de frequências

Foram testados os ajustes das distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para as variáveis colmos com orifício e lagartas de *D. saccharalis*. Não se realizou as distribuições teóricas de frequência para a variável pupas devido a insuficiência de dados, não obtendo classes suficientes para o cálculo.

Distribuição de Poisson: caracteriza-se por apresentar a variância igual a média ($s^2 = \hat{m}$), sendo estimada por s^2 e $\hat{m}$, é também denominada distribuição aleatória. As fórmulas recorrentes para cálculo de série das probabilidades são:

$$P(0) = e^{-\hat{m}} \qquad (5)$$

e

$$P(x) = \frac{\hat{m}}{x}.P(x-1) \qquad (6)$$

onde,

$x = 1,2,3,...,\alpha$

e – base do logaritmo neperiano (*e* = 2,718282);

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

$\hat{m}$ - média amostral.

Distribuição Binomial Positiva: caracteriza-se por apresentar variância menor que a média ($s^2 < \hat{m}$), esse modelo matemático descreve a distribuição regular. Sua função probabilística é:

$$P(x) = \frac{k!}{x!(k-x)!}.p^x.q^{(k-x)} \qquad (7)$$

Onde k é um número inteiro e positivo e x é o número de vezes que o evento ocorre. As fórmulas de recorrência para calcular as probabilidades de x ocorrência são:

$$P(0) = q^k \qquad (8)$$

e

$$P(x) = \frac{p}{q}.\frac{(k-x+1)}{x}.P(x-1) \qquad (9)$$

onde,

x = 1,2,3,...,k

p – é a probabilidade de que qualquer espaço seja ocupado por um indivíduo;

q – não ocorrer a presença do indivíduo;

k – tamanho da unidade amostral.

Distribuição Binomial Negativa: caracteriza-se por apresentar variância maior que a média ($s^2 > \hat{m}$), indicando distribuição agregada. Possui dois parâmetros, média ($\hat{m}$) e o expoente k ($k > 0$).

As probabilidades são calculadas pelas fórmulas recorrentes:

$$P(0) = (1+\frac{m}{k})^{-k} \qquad (10)$$

e

$$P(x) = \frac{k+x-1}{x}.(\frac{m}{m+k}).P(x-1) \qquad (11)$$

onde,

x = 1,2,3...

P(x) – probabilidade de encontrar uma unidade amostral que contém x indivíduos;

$\hat{k}$ – estimativa do expoente k da binomial negativa obtida pelo método dos momentos.

Teste de ajuste das Distribuições Teóricas de Frequência aos Dados Observados: o ajuste das distribuições de frequência foi verificado através do teste qui-quadrado de aderência (X^2), o qual consiste em comparar as frequências observadas com as frequências esperadas. O valor da estatística do teste é dado por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i} \qquad (12)$$

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.

Para realizar o teste qui-quadrado fixou-se uma frequência esperada mínima igual a 1. O número de graus de liberdade associado à estatística X^2 é dado por:

$$GL = N_c - N_p - 1 \qquad (13)$$

onde,

GL – número de graus de liberdade;

N_c – número de classes da distribuição de frequências;

N_p – número de parâmetros estimados na amostra.

O critério do teste foi rejeitar o ajuste da distribuição estudada ao nível de 5% e 1% de probabilidade se:

$$X^2 \geq \chi^2$$

onde,

χ^2 – distribuição de qui-quadrado tabelado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Injúrias provocadas por lagartas de *D. saccharalis* em colmos de cana soca foram constadas durante todo o período de avaliação (Tabela 1). BOTELHO & MACEDO (2002), relatam que no Estado de São Paulo, cana de ano e meio plantadas nos primeiros meses do ano, a ocorrência da lagarta *D. saccharalis* se torna mais frequente no início da primavera (setembro-outubro), atingindo os elevados índices no começo do ano seguinte, coincidindo com o verão nessa região. Nas canas de ano, plantadas nos meses de setembro a outubro, os problemas se acentuam no início do ano seguinte e são crescentes até o começo do inverno (junho-julho). Em soqueiras, o ataque pode se concentrar quase que exclusivamente nos meses quentes e úmidos.

Os maiores picos de colmos com orifício em cana soca, ocorreram nos meses de julho, agosto e setembro (Tabela 1). Conforme a figura 3, os meses referentes aos picos de colmos com orifício, não correspondem aos meses de maiores índices de precipitação e temperatura. Um dos fatores que pode ter influenciado na ocorrência de lagartas é a diferença regional entre os estados. Onde o solo, temperatura, umidade e fotoperíodo são distintos.

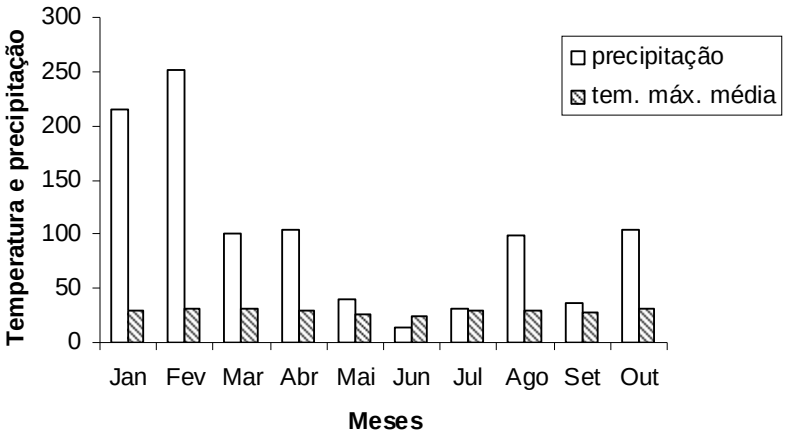
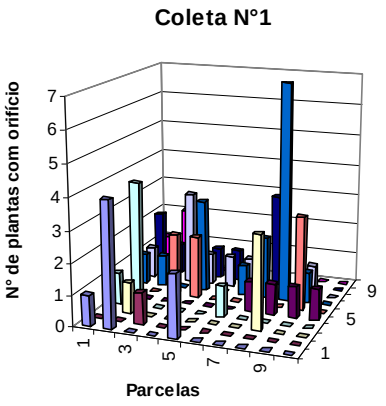


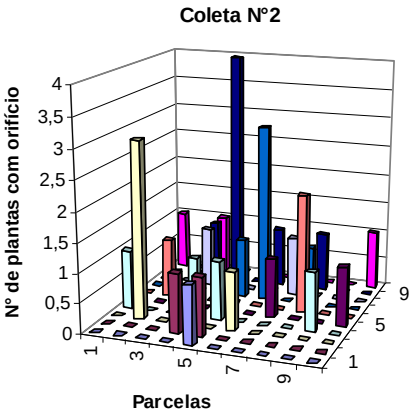
Figura 3. Valores mensais médios de temperatura máxima (°C) e precipitação (mm), no período de janeiro/outubro de 2008. Dourados, MS.

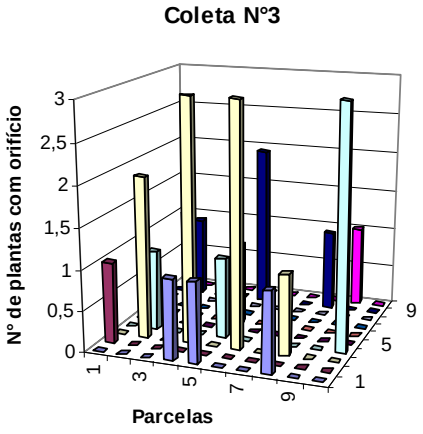
As parcelas dos pontos 1 a 3 onde foram realizadas as avaliações estavam adjacentes a um fragmento de mata (Fig. 2). Nas parcelas próximas a mata foram diagnosticadas as menores distribuições de colmos com orifício (Fig. 4).

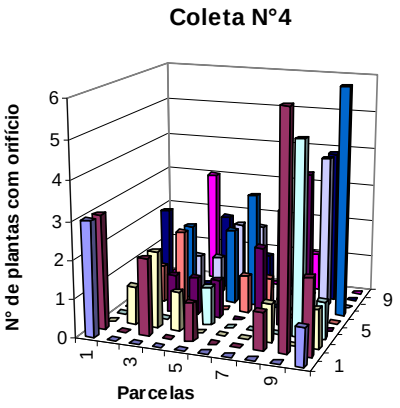
A diversificação da paisagem nas proximidades das culturas pode fornecer, por exemplo, recursos essenciais (néctar e pólen) para a manutenção de populações de inimigos naturais de espécies pragas, aumentando assim sua abundância (ALTIERI et al. 2003).

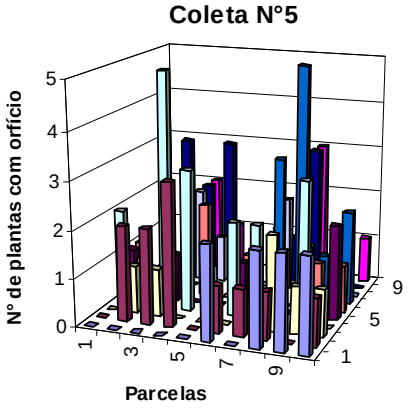
MURTA et al (2008), testou o efeito de remanescentes de Mata Atlântica no controle biológico de *Euselasia apisaon* (Lepidoptera: Radionidae) por *Trichogramma maxacalli* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em eucalipto. Os resultados sugerem que a regulação natural de *E. apisaon* por *T. maxacalli* pode ser aumentada com a preservação de fragmentos de vegetação nativa no entorno de plantios de eucalipto. ZANUNCIO et al (1998), também testou a importância de formações vegetais no controle de pragas. O estudo comprovou que a diversidade de adultos de lepidópteros desfolhadores é menor para Lepidoptera em geral.

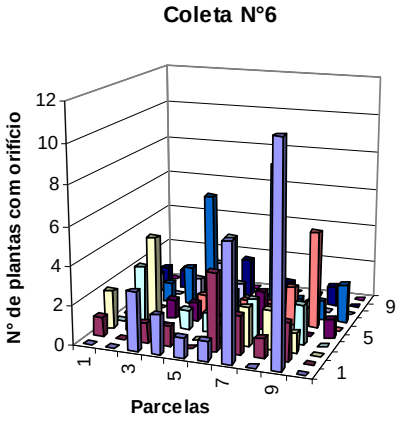


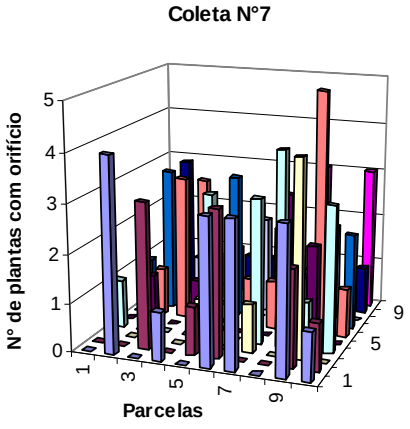


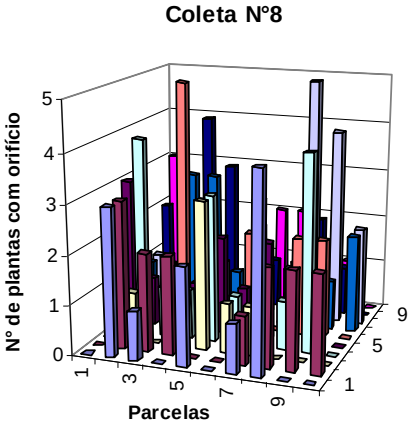


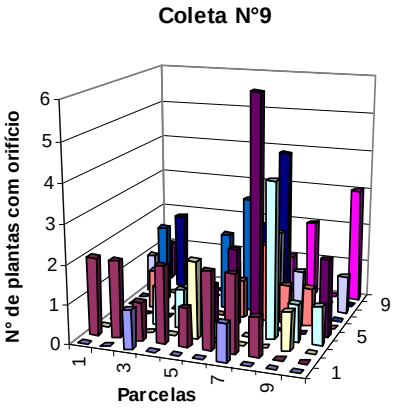


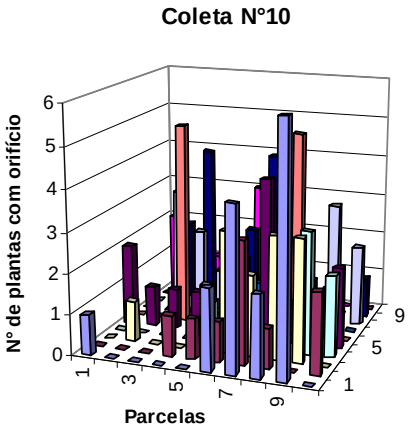

Coleta N°5
N° de plantas com orifício
Parcelas

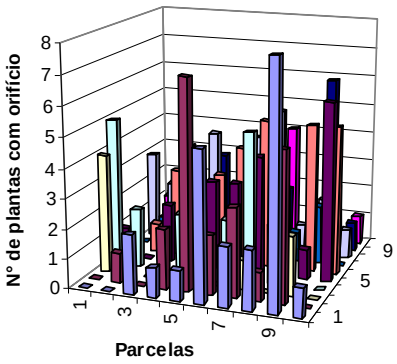

Coleta N°6
N° de plantas com orifício
Parcelas

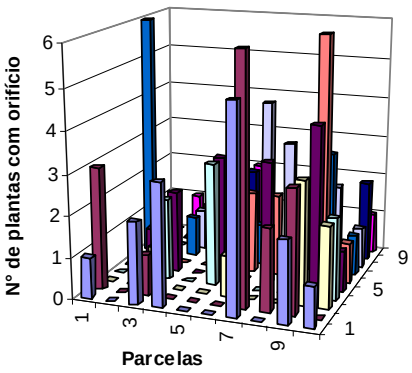

Coleta N°7
N° de plantas com orifício
Parcelas

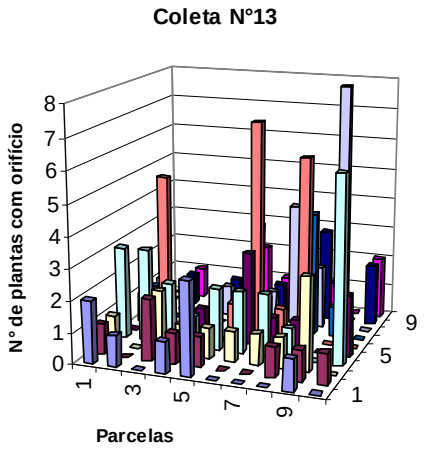

Coleta N°8
N° de plantas com orifício
Parcelas

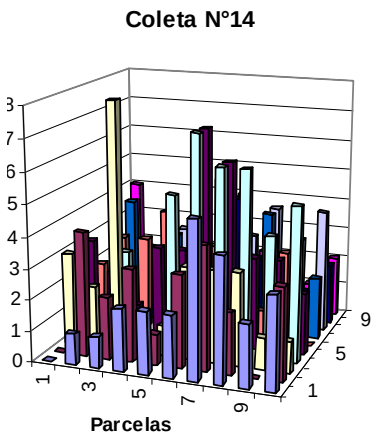

Coleta N°9
N° de plantas com orifício
Parcelas

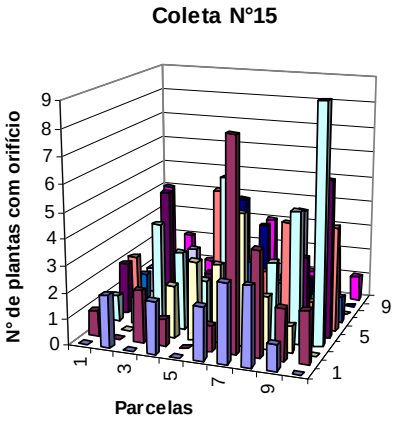

Coleta N°10
N° de plantas com orifício
Parcelas

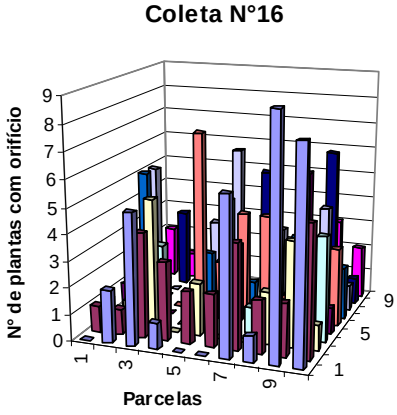

Coleta N°11
N° de plantas com orifício
Parcelas

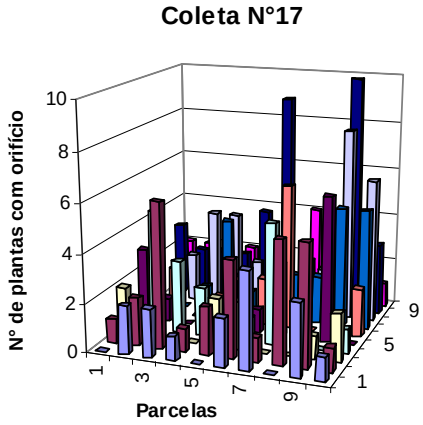

Coleta N°12
N° de plantas com orifício
Parcelas

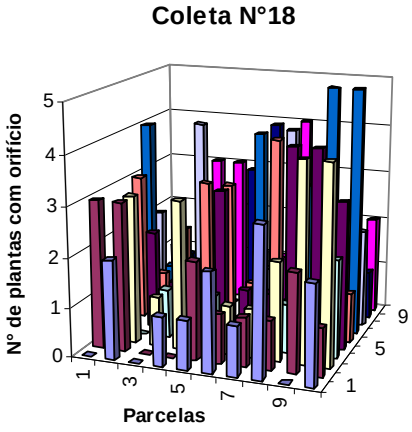

Coleta N°13
N° de plantas com orifício
Parcelas

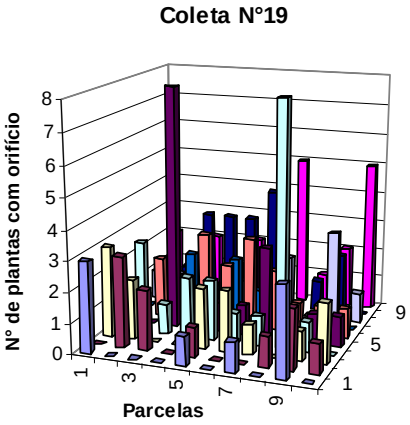

Coleta N°14
Parcelas

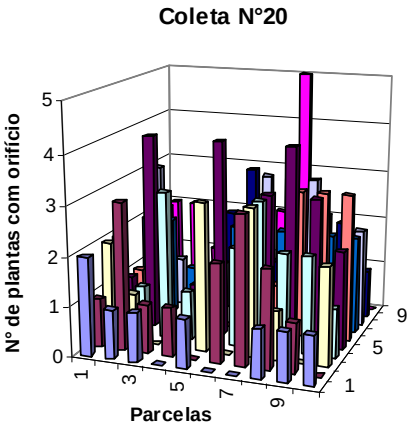

Coleta N°15
N° de plantas com orifício
Parcelas


Coleta N°16
Nº de plantas com orifício
Parcelas


Coleta N°17
N° de plantas com orifício
Parcelas


Coleta N°18
N° de plantas com orifício
Parcelas


Coleta N°19
N° de plantas com orifício
Parcelas


Coleta N°20
N° de plantas com orifício
Parcelas

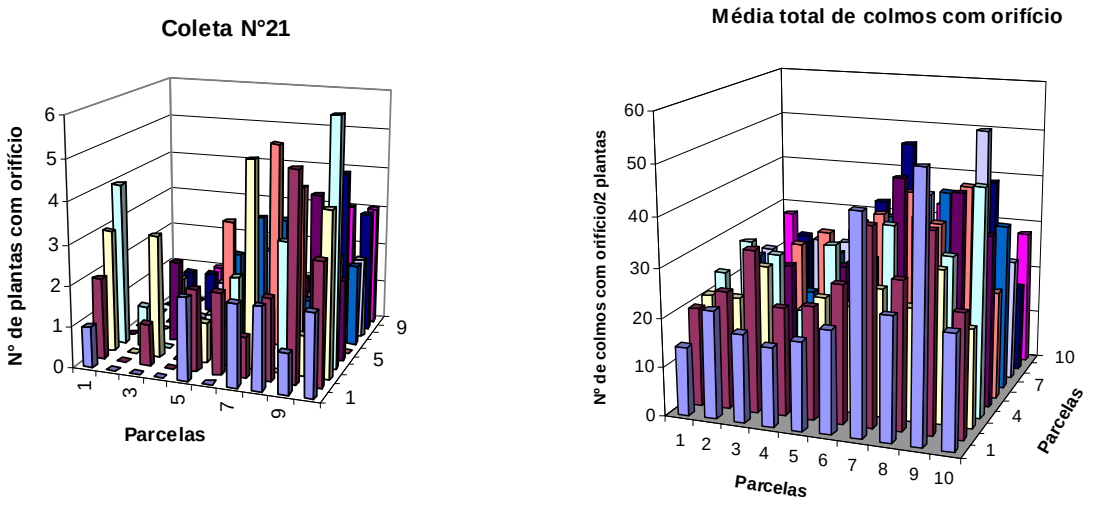


Figura 4. Distribuição espacial de colmos com orifício, ocasionados por *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar variedade SP-803280 no Estado de Mato Grosso do Sul.

Por meio da análise dos índices de dispersão (Tabela 1), observa-se que as distribuições de colmos com orifício em cana-de-açúcar se apresentam agregadas de acordo com todos os índices de dispersão estimados. A maioria dos valores da razão variância/média (*I*) e do índice de Morisita (I_δ) foram significativamente maiores que a unidade e os baixos valores do expoente *K* da distribuição binomial negativa reafirmam a distribuição agregada. Entre as amostragens de colmos com orifício alguns valores da variância/média (8ª, 9ª, 14ª, 18ª e 20ª coleta) e do índice de Morisita (14ª, 18ª e 20ª coleta) não diferiram estatisticamente de um. Entretanto, as avaliações permitem confirmar ao tipo de distribuição altamente agregada, pois 85,7% das amostragens apresentaram valores calculados superiores a unidade. Esse tipo de distribuição para a variável colmos com orifício era esperado, pois as fêmeas de *D. saccharalis* ovipositam em grupos de forma embricada, e após a eclosão, as lagartas migram para a região do cartucho da planta à procura de abrigo e alimento (GALLO et al, 2002; PARRA et al, 2002).

Os índices de distribuição espacial para a variável lagarta indicam variação na dispersão da praga, tendendo à aleatoriedade (Tabela 1). A razão variância/média mostra que em apenas sete coletas (8ª, 11ª, 13ª, 14ª, 15ª, 16ª e 17ª), os valores estão

superiores a unidade, e em 66,6% das amostragens estes não diferem de um estatisticamente, permitindo inferir o arranjo desses insetos ao acaso no campo. Além deste, os resultados obtidos para o índice de Morisita foram próximos dos observados para a razão variância/média. O índice *K* da distribuição binomial negativa indicou que lagartas de *D. saccharalis* estão distribuídas aleatoriamente no campo, porém com tendência para uniformidade, pois 52,4% dos valores de *K* são negativos. A maioria das amostragens possuem médias baixas, ou seja, os índices de agregação não resultam em conclusões confiáveis quando a população é reduzida. Com base nos dados, as maiores médias correspondem aos valores superiores à unidade. Dessa forma, é necessário a verificação de ajuste com as distribuições de frequência existentes. Em baixas densidades populacionais, ocorre a tendência de ajuste dos dados à distribuição de Poisson que descreve a distribuição aleatória.

A variável pupas apresentou médias inferiores (Tabela 1), provavelmente devido a ação de inimigos naturais e também por apresentarem um período de duração dessa fase de vida mais curto em relação a larval. Os únicos valores para o cálculo dos índices de dispersão para esta variável foram obtidos na 5ª, 6ª e 20ª avaliação. Destes, a 5ª e 20ª são menores que a unidade para variância/média e todo o conjunto ao índice de Morisita. O *K* da distribuição binomial negativa apresentou valores que indicam aleatoriedade. Entretanto, é necessário maior quantidade de indivíduos por amostras para a realização dos cálculos de distribuição espacial.

Observa-se, em colmos com orifício (Tabela 2), o teste de aderência de Qui-quadrado (X^2) para o ajuste à distribuição binomial negativa. Pode-se verificar que a distribuição binomial negativa ajustou-se aos dados em 95,2% das avaliações realizadas. O ajuste dos dados a este tipo de distribuição está de acordo com os índices de dispersão testados, os quais mostraram distribuição agregada. A variância é superior à média, sendo esta a característica deste tipo de distribuição. Apenas os resultados da 7ª amostragem não se ajustou a esta distribuição de frequência.

Os resultados de ajuste à binomial negativa obtidos neste estudo, são comparáveis aos dados de FARIAS et al (2001) e FERNANDES et al (2002) que encontraram ajuste à distribuição binomial negativa em trabalhos com lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho e algodão, respectivamente. Esta semelhança comportamental entre espécies de lepidópteros pode ser devido à oviposição em grupo das massas de ovos, onde, as larvas tendem ao agrupamento nos primeiros ínstares. Outro estudo comprovando a

distribuição agregada foi realizado por RODRIGUES (2008) em algodoeiro, com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), (Lepidoptera: Noctuidae).

Outro fator que pode ter influenciado esse tipo de distribuição é caracterizado pelo comportamento da lagarta. Em alguns casos, quando ocorre inundação da galeria no colmo a lagarta tende a sair, abrindo orifício em outro entrenó no mesmo colmo (PARRA et al, 2002). E também o fato da planta conter vários colmos, facilita a procura por alimento neste local, não havendo necessidade de buscá-lo em locais distantes.

Através do teste do qui-quadrado para a variável colmos com orifício à distribuição binomial positiva (Tabela 2), percebe-se que o ajuste não foi satisfatório. Esse modelo não se ajustou a 95,2% ou seja, em vinte datas de amostragem é confirmado o não ajuste da uniformidade pela elevada quantidade de qui-quadrado com significância ao nível de 1% e 5% nesta distribuição.

Outro modelo de estudo dos dados é a distribuição de Poisson (Tabela 2). Em colmos com orifício ocorreu ajuste de 71,4% das avaliações (1ª, 2ª, 3ª, 5ª, 8ª, 9ª, 10ª, 12ª, 13ª, 14ª, 15ª, 18ª, 19ª, 20ª e 21ª). Não se pode considerar a distribuição de colmos com orifício aleatório, em virtude da binomial negativa apresentar melhor ajuste, inferindo a distribuição agregada.

Para a variável lagartas a distribuição binomial negativa não apresentou ajuste (Tabela 2). Em apenas três datas de amostragem (15ª, 16ª e 17ª avaliação) houve ajuste na distribuição binomial negativa, em 80,95% dos dados não foi possível a realização do teste devido o número insuficiente de classes. Os resultados obtidos para lagartas não demonstraram o mesmo ajuste a distribuição binomial negativa como visto para colmos com orifício. FARIAS et al (2001) relata que a medida que as lagartas de *S. frugiperda* se desenvolvem ocorre uma dispersão na área em virtude de mortalidade natural dos indivíduos ou busca de maior disponibilidade de alimento e proteção contra os inimigos naturais. Outro fator citado anteriormente são os valores das médias inferiores que tendem a se ajustar a distribuição de Poisson.

A variável lagartas para a distribuição binomial positiva, evidencia que os resultados são semelhantes ao da distribuição binomial negativa, onde 80,95% dos dados não contêm classes suficientes para os cálculos de ajustes. Apenas as amostragens 14ª, 15ª e 16ª resultaram em valores não significativos indicando uniformidade. No entanto, o tipo uniforme de arranjo espacial pode ser considerado descartado tanto para lagartas como para colmos com orifício.

Por outro lado, o ajuste para a variável lagartas à distribuição de Poisson foi relativamente melhor que na binomial negativa. Em um total de 21 avaliações nove (4ª, 7ª, 8ª, 9ª, 14ª, 15ª, 16ª, 17ª, e 18ª) possuem suficiência de classes, indicando uma provavel distribuição aleatória como vista por JESUS & REDAELLI (2008) através das larvas do minador-do-citrus *Phyllocnistis citrella* (Stainton,1856) (Lepidoptera: Gracillariidae) em folhas de Montenegrina e Murcott. HERNÁNDEZ-MENDOZA et al (2008) e MELO et al (2006), também encontraram ajuste a aleatoriedade para o lepidóptero *S. frugiperda* em milho. Apesar da confirmação das frequências de agregação, é importante ressaltar que as médias foram baixas, e a possibilidade de obter-se ajustes com distribuições não agregadas em baixas densidades populacionais são maiores (distribuição de Poisson).

Várias formas de amostragens são vistas em trabalhos sobre distribuição espacial. Outro modelo de estudo que poderia ser utilizado para a realização da distribuição espacial de *D. saccharalis*, obtendo dados de interesse prático, seria através do tamanho das lagartas. Normalmente, quando as lagartas se encontram em tamanho pequeno (menor que 1,5 cm), a agregação é mais intensa. FARIAS et al (2001) e FERNANDES et al (2002) relatam que à medida que estas se desenvolvem, o modelo de distribuição agregado se torna menos acentuado, e nos últimos ínstares apresentam tendência a aleatoriedade. Nesse sentido, seria interessante comparar os dados entre diferentes modelos amostrais.

CONCLUSÃO

Portanto, após a realização dos testes de ajustes aos dados é possível afirmar que *D. saccharalis* ocorre de forma agregada em cana-de-açúcar variedade SP-803280, uma vez que as injurias em colmos com orifício são ocasionadas por estas lagartas. Com base na distribuição espacial das lagartas de *D. saccharalis* recomenda-se que a amostragem seja realizada aleatoriamente com maior número possível de amostras no talhão, para que a quantidade estimada de lagartas seja a mais próxima da real.

É importante salientar ainda, que os resultados obtidos nesta etapa de investigação são importantes por gerar informações sobre o arranjo espacial de *D. saccharalis* no canavial. O próximo passo será elaborar um plano de amostragem sequencial para definir com maior precisão a quantidade de lagartas a serem amostradas, para que o custo com esta estratégia de manejo seja reduzido e se possa obter maior eficiência na tomada de decisão de controle das populações desse inseto em cana-de-açúcar.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, pela concessão de bolsa;

À Usina Dourados Álcool e Açúcar S/A, por ceder os recursos necessários para a realização dos experimentos.

Tabela 1. Índices de dispersão para distribuição espacial das variáveis colmos com orifício, lagartas e pupas de *Diatraea saccharalis* por planta em campo experimental. Mato Grosso do Sul, MS.

Coleta	Colmos com orifício					Lagartas					Pupas				
	$\hat{m}$	s^2	I	I_δ	k	$\hat{m}$	s^2	I	I_δ	k	$\hat{m}$	s^2	I	I_δ	k
1ª	0,62	1,32	2,03 **	2,59 **	0,62 ^{AG}	0,03	0,02	0,97 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,48 ^{AL}	0	0	-	-	-
2ª	0,33	0,48	1,47 **	2,46 **	0,69 ^{AG}	0,02	0,01	0,98 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,98 ^{AL}	0,01	0,01	1	-	-
3ª	0,25	0,41	1,64 **	3,66 **	0,38 ^{AG}	0,02	0,01	0,98 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,98 ^{AL}	0	0	-	-	-
4ª	0,86	1,81	2,11 **	2,29 **	0,77 ^{AG}	0,16	0,17	1,10 ^{NS}	1,66 ^{NS}	1,58 ^{AL}	0	0	-	-	-
5ª	0,97	1,26	1,30 *	1,31 *	3,22 ^{AG}	0,2	0,20	1,01 ^{NS}	1,05 ^{NS}	19,8 ^{AL}	0,03	0,02	0,97 ^{NS}	-206,18 ^{NS}	-1,48 ^{AL}
6ª	1,12	3,27	2,92 **	2,71 **	0,58 ^{AG}	0,04	0,03	0,96 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,32 ^{AL}	0,03	0,04	1,65 **	-202,44 ^{NS}	0,04 ^{AG}
7ª	1,06	1,61	1,52 **	1,49 **	2,03 ^{AG}	0,15	0,14	0,99 ^{NS}	0,95 ^{NS}	-22,27 ^{AL}	0	0	-	-	-
8ª	1,28	1,63	1,27 ^{NS}	1,21*	4,57 ^{AG}	0,37	3,93	10,62 **	27,47 **	0,03 ^{AG}	0	0	-	-	-
9ª	0,76	1,23	1,62 ^{NS}	1,82 **	1,21 ^{AG}	0,09	0,10	1,14 ^{NS}	2,77 ^{NS}	0,62 ^{AL}	0	0	-	-	-
10ª	1,14	1,87	1,64 **	1,56 **	1,75 ^{AG}	0,09	0,08	0,91 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,11 ^{AL}	0,01	0,01	1	-	-
11ª	1,76	3,41	1,94 **	1,53 **	1,86 ^{AG}	0,16	0,21	1,35 *	3,33 *	0,45 ^{AG}	0	0	-	-	-
12ª	1,15	2,04	1,78 **	1,67 **	1,47 ^{AG}	0,04	0,03	0,96 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,32 ^{AL}	0	0	-	-	-
13ª	1,25	2,45	1,96 **	1,76 **	1,29 ^{AG}	0,19	1,08	5,70 **	26,90 **	0,04 ^{AG}	0	0	-	-	-
14ª	2,54	2,79	1,10 ^{NS}	1,03 ^{NS}	25,16 ^{AL}	0,3	0,47	1,58 **	2,98 **	0,51 ^{AG}	0,01	0,01	1	-	-
15ª	1,89	3,08	1,63 **	1,33 **	2,97 ^{AG}	0,13	0,23	1,81 **	7,69 **	0,16 ^{AG}	0	0	-	-	-
16ª	2,02	4,16	2,06 **	1,52 **	1,90 ^{AG}	0,19	0,25	1,34 *	2,92 *	0,54 ^{AG}	0	0	-	-	-
17ª	2,11	4,17	1,98 **	1,46 **	2,15 ^{AG}	0,24	0,42	1,77 **	4,34 **	0,30 ^{AG}	0,01	0,01	1	-	-
18ª	1,66	1,86	1,12 ^{NS}	1,07 ^{NS}	13,57 ^{AL}	0,21	0,18	0,89 ^{NS}	0,47 ^{NS}	-1,98 ^{AL}	0,01	0,01	1	-	-
19ª	1,41	2,22	1,57 **	1,40 **	2,44 ^{AG}	0,05	0,04	0,95 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,23 ^{AL}	0,01	0,01	1	-	-
20ª	1,54	1,26	0,81 ^{NS}	0,88 ^{NS}	-8,50 ^{AL}	0,08	0,07	0,92 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,13 ^{AL}	0,02	0,01	0,98 ^{NS}	0^{NS}	-1,98^{AL}
21ª	1,47	2,13	1,44 **	1,30 **	3,27 ^{AG}	0,04	0,03	0,96 ^{NS}	0 ^{NS}	-1,32^{AL}	0	0	-	-	-

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^{NS} - Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{AG} - Agregado; ^{AL} - Aleatório; $\hat{m}$ - média; s^2 - variância.

Tabela 2. Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pela distribuição Poisson, Binomial Negativa e Binomial Positiva para as variáveis número de colmos com orifício e lagartas de *Diatraea saccharalis* por planta. Mato Grosso do Sul, MS.

Coleta	Data	Poisson				Binomial Negativa				Binomial Positiva			
		Colmos com orifício		Lagartas		Colmos com orifício		Lagartas		Colmos com orifício		Lagartas	
		X^2	GL	X^2	GL	X^2	GL	X^2	GL	X^2	GL	X^2	GL
1ª	25/01/08	17,4631^{NS}	6	0,0027^{i}	0	1,6003^{NS}	5	0,0002^{i}	0	17,7243*	5	0,0006^{i}	0
2ª	08/02/08	0,4842^{NS}	3	0,0008^{i}	0	4,6897^{NS}	2	0,0001^{i}	0	2,5582^{NS}	2	0,0002^{i}	0
3ª	22/02/08	5,4977^{NS}	2	0,0008^{i}	0	4,1245^{NS}	1	0,0001^{i}	0	12,5616**	1	0,0002^{i}	0
4ª	07/03/08	20,9835**	5	0,9611^{NS}	1	1,0577^{NS}	4	0,2020^{i}	0	37,8757**	4	0,1422^{i}	0
5ª	21/03/08	3,6035^{NS}	4	0,0890^{i}	0	1,2397^{NS}	3	0,0610^{i}	0	20,8213**	3	1,2345^{i}	0
6ª	04/04/08	28,4553*	10	0,0064^{i}	0	9,8754^{NS}	9	0,0003^{i}	0	53,2847**	9	0,0016^{i}	0
7ª	18/04/08	28,1393**	4	0.0011^{NS}	1	16,2989**	3	0,0042^{i}	0	36,3749**	6	0,0537^{i}	0
8ª	02/05/08	5,9714^{NS}	4	0,2098^{NS}	2	0,8121^{NS}	3	0,6864^{i}	0	40,3694**	3	0,9621^{i}	0
9ª	16/05/08	9,4392^{NS}	5	0.0452^{NS}	1	3,7461^{NS}	4	0,0001^{i}	0	27,3984**	4	0,0792^{i}	0
10ª	30/05/08	15,8667^{NS}	5	0,0746^{i}	0	1,1055^{NS}	4	0,0008^{i}	0	47,0334**	4	0,0195^{i}	0
11ª	13/06/08	39,5467**	7	10,1790*	1	5,8063^{NS}	6	2,6620^{i}	0	583,393**	6	0,8683^{i}	0
12ª	27/06/08	12,8512^{NS}	5	0,0064^{i}	0	2,1221^{NS}	4	0,0003^{i}	0	49,0372**	4	0,0016^{i}	0
13ª	11/07/08	9,5624^{NS}	7	0,0126^{i}	0	9,2872^{NS}	6	0,0004^{i}	0	40,0277**	6	0,0032^{i}	0
14ª	25/07/08	4,2940^{NS}	7	2,5543^{NS}	2	3,4187^{NS}	6	8,19,68*	1	-56,0641**	6	7,5309^{NS}	1
15ª	08/08/08	11,3495^{NS}	8	1,6398^{NS}	2	2,0321^{NS}	7	2,3680^{NS}	1	153,570**	7	1,9056^{NS}	1
16ª	22/08/08	41,7662**	8	2,1988^{NS}	2	2,9322^{NS}	7	0,0025^{NS}	1	-1422,68**	7	0,6473^{NS}	1
17ª	05/09/08	30,7107**	9	6,4673^{NS}	2	11,123^{NS}	8	0,3693^{NS}	1	-234,401**	8	14,9371**	1
18ª	19/09/08	8,6981^{NS}	4	0,2436^{NS}	1	7,2485^{NS}	3	0,0103^{i}	0	124,106**	3	0,0118^{i}	0
19ª	03/10/08	8,0574^{NS}	7	0,0126^{i}	0	4,9114^{NS}	6	0,0004^{i}	0	51,8727**	6	0,0032^{i}	0
20ª	17/10/08	2,2150^{NS}	4	0,0522^{i}	0	0,6843^{NS}	3	0,0007^{i}	0	37,8471**	3	0,0136^{i}	0
21ª	31/10/08	13,6499^{NS}	5	0,0064^{i}	0	2,9857^{NS}	4	0,0003^{i}	0	112,419**	4	0,0016^{i}	0

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^{NS} - Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{i}– Insuficiência de classes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos. 2003.

ASCANA. Órgão informativo da associação dos plantadores de cana do Médio Tietê – Lençóis Paulista. **Informativo**, setembro de 2008, edição 83, ano 8. 2008.

ASSIS, P. C. O.; LACERDA, R. D.; AZEVEDO, H. M.; NETO, J. D.; FARIAS, C. H. A. Resposta dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar a diferentes lâminas de irrigação e adubação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, p. 1219-1230. 2004.

AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; CARNEIRO, P. C. S.; QUEIROZ, A. C.; BARBOSA, M. H. P.; FERNANDES, A. M.; RENNÓ, F. P. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*.). **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 32, n. 6, p.1431-1442. 2003.

BELLOWS JR., T. S. Impact of developmental variance on behavior of models for insect populations. **Researches on Population Ecology**, v. 28, n. 1, p. 53-62. 1986.

BOIÇA JR., A. L.; LARA, F. M.; BELLODI, M. P. Influência de variedades de cana-de-açúcar, incorporadas em dieta artificial, no desenvolvimento de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) e no seu parasitismo por *Cotesia flavipes* (Cam.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 3, p. 537-542. 1997.

BOTELHO, P. S. M. Quinze anos de controle biológico da *Diatraea saccharalis* utilizando parasitóides. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 254-262. 1992.

BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; MAGRINI, E. A.; HADDAD, M. L.; RESENDE, L. C. L. Efeito do número de liberações de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) no parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Scientia Agricola**, v. 52, n. 1, p. 65-69. 1995.

BOTELHO, P. S. M & MACEDO, N. Descrição e bioecologia de *D. saccharalis*. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA, B. S. C.; BENTO, J. M. S. **Controle Bilógico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, cap. 25, p. 411-412. 2002.

CAMPOS-FARINHA, A. E. C. & CHAUD-NETTO, J. Biologia reprodutiva de *Cotesia flavipes* (Camerom) (Hymenoptera: Braconidae). Avaliação do número de posturas, prole e razão sexual do parasitóide em relação ao tamanho do hospedeiro *Diatraea saccharalis* Frabricius (Lepidoptera: Piralidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 67, n. 2, p. 249-252. 2000.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira cana-de-açúcar safra 2008, segundo levantamento, agosto 2008. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasilia: Conab, 2008.

DOSSI, F. C. A.; CONTE, H.; ZACARO, A. A. Histochemical caracterization of the embryonic stages in *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Entomological Society of América**, v. 99, n. 3, p. 1206-1212. 2006.

EMPRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Dados sobre classificação de solos. Disponíveis em http://www.embrapa.gov.br/imprensa/artigos/2005/artigo.2005-12-29.0496100287/. Acesso em 01 dez. 2008.

FALLEIROS, A. M. F.; BOMBONATO, M. T. S.; GREGÓRIO, E. A. Ultrastructural and quantitative studies of hemocytes in the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Brasilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 2, p. 287-294. 2003.

FAMASUL. Federação da Agricultura e Pecuaria de MS. Apresenta dados recentes sobre cana-de-açúcar. Disponíveis em http://www.famasul.com.br/index.php?ir=busca/index.php. Acesso em: 01 out. 2008.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 681-689. 2001.

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

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

FILHO, L. M. & LIMA, J. O. G. Massa de ovos de *Diatraea saccharalis* (Frab.) (Lepidoptera: Pyralidade) em cana-de-açúcar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por T*richogramma spp*. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de campo. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 483-487. 2001.

FIORIO, P. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; Cronologia e impacto ambiental do uso da terra na microbacia hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 671-679. 2000.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. ed. Fealq, Piracicaba, São Paulo. 2002.

GUEVARA, L. A. C. Freqüência de cópula da *Diatraea saccharalis* (Fabr. 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em condições de campo e laboratório. **Agropecuária Técnica**, v. 1, n. 1, p. 24-31. 1980.

GUEVARA, L. A. C. & WIEND, F. M. Aspectos da biologia, em condições de campo, da broca da cana-de-açúcar. **Agropecuária Técnica**, v. 1, n. 1, p. 32-39. 1980.

HERNÁNDEZ-MENDOZA, J. L.; LÓPEZ-BARBOSA, E. C.; GARZA-GONZÁLEZ, E.; MAYEK-PÉREZ, N. Spatial distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize landraces grown in Colima, Mexico. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 28, n. 3, p. 126-129. 2008.

JESUS, C. R. & REDAELLI, L. R. Spatial distribution of *Phyllocnistis citrella* Staintin (Lepidoptera: Gracillariidae) larvae in three scales. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 1, p. 205-210. 2008.

KUNO, E. Sampling analysis of insect populations. **Annual Review Entomology**, v. 36, n. 1, p. 285-304. 1991.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JR., G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 2, p. 295-301. 2001.

MELO, E. P.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E.; CESSA, R. M. A.; SALOMÃO, J. L.; NOGUEIRA, R. F. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 689-697. 2006.

MOLLET, J. A.; TRUMBLE, J. T.; SEVACHERIAN, V. Comparison of dispersion and regression ondices for *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae) populations in cotton. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 6, p. 1511-1514. 1984.

MORISITA, M. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. **Memoirs of the Faculty of Science**, v. 2, p. 215-235. 1959.

MORISITA, M. Is index, a measure of dispersion of individuals. **Research in Population Ecology**, v. 4, n.1, p.1-7.1962.

MURTA, A. F.; KER, F. T. O.; COSTA, D. B.; ESPIRITO-SANTO, M. M.; FARIA, M. L. Efeitos de remanescentes de Mata Atlântica no controle biológico de *Euselasia apisaon* (Dahman) (Lepidoptera: Riodinidae) por *Trichogramma maxacalli* (Voegelé e Pointel) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 229-232. 2008.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 434. 1988.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA, B. S. C.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, cap. 25, p. 411-412. 2002.

PARRA, J. R. P.; MILANO, P.; CONSOLI, F. L.; ZERIO, N. G.; HADDAD, M. L. Efeito da nutrição de adultos e da umidade na fecundidade de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil,** v. 28, n. 1, p. 49-57. 1999.

PINHEIRO, D. O.; QUAGIO-GRASSIOTO, I.; GREGÓRIO, E. A. Morphological regional differences of epithelial cells along the midgut in *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) larvae. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 4, p. 413-419. 2008.
RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 542. 2003.

RODRIGUES, T. R. **Distribuição espacial de insetos em algodoeiro *Bt* e não *Bt***. Dourados, MS. 2008. 56p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados.

SANTOS, D. C.; GREGÓRIO, E. A.; MORAES, R. L. M. S. Programmed cell death during early oogenesis in the *Diatraea saccharal*is germarium. **Acta Microscopia**, v. 16, n. 1-2, p. 311-312. 2007.

SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2. 2006.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 29, n. 1, p. 321-357, 1984.

TAYLOR, L, R. Aggregation, variance and the mean. **Nature**, v. 189, n. 4766, p. 732-735. 1961.

UNICA. União da Indústria de cana-de-açúcar. Apresenta dados recentes sobre cana-de-açúcar. Disponíveis em http://www.unica.com.br/. Acesso em 01 out. 2008.

VICTORIANO, E. & GREGÓRIO, E. A. Ultrastructure of the Lyonet's glands in larvae of *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae). **Biocel**, v. 28, n. 2, p. 165-169. 2004.

ZANUNCIO, J. C.; MEZZOMO, J. A.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, A. C. Influence of strips of native vegetation on Lepidoptera associated with Eucalyptus cloeziana in Brazil. **Forest ecology and management**, v. 108, n. 1-2, p. 85-90. 1998.

YAMAUCHI, M. N.; GOBBI, N.; CHAUD-NETTO, J.; CAMPOS-FARINHA, A. E. Relationship between number of ovipositions of *Cotesia flavipes* (Cam.) and number of descendants emerged from its host. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil.** v. 26, n. 1, p. 87-91. 1997.

WHITE, W. H.; VAITOR, R. P.; DUFRENE, E. O.; RICHARD JR, E. P.; TEW, T. L. Re-evaluation of sugarcane borer (Lepidoptera:Crambidae) bioeconomics in Lousiana. **Crop Protection**, v 27, n. 9, p. 1256-1261. 2008.