

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**FATORES NATURAIS DE MORTALIDADE DE OVOS DE  
*Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA:  
CRAMBIDAE) E DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE COLHEITA DE  
CANA-DE-AÇÚCAR**

**Luan Alberto Odorizzi dos Santos**

Biólogo

**Jaboticabal - São Paulo - Brasil**

**2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**FATORES NATURAIS DE MORTALIDADE DE OVOS DE  
*Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA:  
CRAMBIDAE) E DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE COLHEITA DE  
CANA-DE-AÇÚCAR**

**Luan Alberto Odorizzi dos Santos**

**Orientador:** Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes

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

**Jaboticabal - São Paulo - Brasil**

**Julho de 2013**

Santos, Luan Alberto Odorizzi dos  
S237f Fatores naturais de mortalidade de ovos de *Diatraea saccharalis*  
(Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e diversidade de  
artrópodes em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar /  
Luan Alberto Odorizzi dos Santos. -- Jaboticabal, 2013  
x, 52 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013  
Orientador: Odair Aparecido Fernandes  
Banca examinadora: Edison Ryoti Sujii, Rita de Cassia Bianchi  
Bibliografia

1. Inimigos Naturais. 2. Controle Biológico. 3. Teia Alimentar. 4.  
Diversidade. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 595.7:632.937

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** FATORES NATURAIS DE MORTALIDADE DE OVOS DE *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) E DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES EM DIFERENTES SISTEMAS DE COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR

**AUTOR:** LUAN ALBERTO ODORIZZI DOS SANTOS

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ODAIR APARECIDO FERNANDES

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



Prof. Dr. ODAIR APARECIDO FERNANDES  
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. EDISON RYOTI SUJII  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Brasília/DF



Profa. Dra. RITA DE CASSIA BIANCHI  
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 30 de julho de 2013.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**LUAN ALBERTO ODORIZZI DOS SANTOS-** Nasceu em 29 de agosto de 1988, na cidade de Cândido Mota, SP. Formou-se em Licenciatura e Bacharel em Ciências Biológicas (2011) na Universidade Estadual do Norte do Paraná, Câmpus Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR. Durante toda a graduação trabalhou no Laboratório de Nematologia e Entomologia, sob supervisão da Prof<sup>a</sup>. MSc Nina Maria Silva Risso e orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Laila Herta Mihsfeld, atuando em projetos com controle biológico de *Diatraea saccharalis*, dispersão de *Cotesia flavipes* e práticas laboratoriais em Nematologia Agrícola. Em agosto de 2011, ingressou no mestrado do programa de Entomologia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, sendo bolsista CAPES, no Laboratório de Ecologia Aplicada, sob orientação do Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes.

“Sonhar é uma das melhores coisas da vida, mas o melhor mesmo é acordar e lutar por cada um dos nossos sonhos.”

(Autor desconhecido)

À minha mãe **Alba Tereza Odorizzi**, minha tia **Helena Maria Odorizzi** e  
minha vó **Julia Tavares Odorizzi** por todo o amor e carinho.

**DEDICO**

Aos familiares e amigos que me incentivaram em mais uma etapa.

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por mais esse aprendizado e sua incontestável providência.

À minha família, pelo apoio incansável que recebi durante toda essa jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes, por toda a amizade, conhecimentos passados e pelo exemplo de profissionalismo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da FCAV/UNESP, por todo o conhecimento adquirido nesse tempo.

Ao Dr. Antonio Brescovit e ao Biólogo João Lucas Chavari pela identificação dos aracnídeos

Ao Dr. Rodrigo Feitosa pela identificação dos formicídeos

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade, em especial à Marcia Macri, pela imprescindível ajuda nas questões burocráticas e pela generosa amizade, à Lara Messiano, pela grande amizade e auxílio no laboratório e ao André Muscari pela ajuda no laboratório e amizade.

Ao Eng. Agrônomo Eduardo Garcia, proprietário da fazenda São José, pela hospitalidade e confiança depositada em mim. Agradeço aos funcionários da fazenda Fátima e "Kim", pela ajuda durante as minhas estadias na fazenda.

À Usina São Martinho, em nome da Josy Aparecida dos Santos e Marielly de Castro, pela disposição em contribuir com o envio de materiais biológicos para o desenvolvimento do trabalho.

Aos graduandos em agronomia Daniela da Costa, Audrey Konda e Marcio Pistore Santos e à graduanda em Biologia Laissa Cavallini pelo apoio e auxílio durante todo o experimento em campo e laboratório. Sem vocês não seria possível a realização desse trabalho.

Aos amigos do APECOLAB Natalia Naranjo, Andrea Varella, Alexandre Menezes Netto, Juliana Alonso, Daniel Caixeta, José Rossato, Marcelo Lontro, Mariele Fernandes, Dayane Andrade, Guilherme Rezende, por todas as conversas, risadas e sobre tudo pelos momentos felizes que compartilhamos.

Aos amigos da Pós-Graduação, Jaqueline Midori, Marina Funichelo, Jacob Crossariol, Daniela Viana, Marília Lara, Fabricio Valente, em especial aos amigos Diego Fraga e Diego Olympio.

Ao graduando em agronomia da UENP/CLM Maurilio Condo Bagio e aos graduandos em agronomia pela FAFRAM Leonardo Turco e André Pires pelo auxílio nos experimentos em campo.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1.Importância econômica da cana-de-açúcar.....	3
2.2.Biologia de <i>Diatraea saccharalis</i> .....	2
2.3. Fatores Naturais de Mortalidade.....	4
2.4.Mudança no sistema de produção: efeitos e consequências.....	5
2.5. Tabela de vida ecológica.....	6
3. Literatura Citada.....	7
<b>CAPÍTULO 2 – FATORES NATURAIS DE MORTALIDADE DE OVOS DE <i>Diatraea saccharalis</i> (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM DOIS SISTEMAS DE COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR</b>	11
Resumo.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
2.1. Caracterização da área de estudo.....	13
2.2. Avaliação dos fatores de mortalidade.....	13
2.3. Classificação dos fatores de mortalidade .....	14
2.4. Identificação dos inimigos naturais .....	14
2.5. Análise dos dados .....	15
2.5.1.Tabela de vida multidecremental e análise de mortalidade	15
insubstituível .....	
3. RESULTADOS .....	15
4. DISCUSSÃO .....	20
5. LITERATURACITADA .....	22
<b>CAPÍTULO 3 – ANÁLISE FAUNÍSTICA E ÍNDICE ECOLÓGICOS DA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES EDÁFICOS EM SISTEMA CONVENCIONAL E ORGÂNICA DE CANA-DE-AÇÚCAR</b>	26
Resumo .....	26
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
2.1. Caracterização da área de estudo.....	28
2.2. Método de coleta .....	28
2.3. Identificação dos artrópodes coletados.....	28
2.4. Análises faunísticas .....	29
3. RESULTADOS.....	29
3.1 .Dominância.....	41
3.2. Abundância.....	43
3.2 .Frequência.....	43
3.4.Constância.....	44
4. DISCUSSÃO.....	45
5. LITERATURACITADA .....	47
<b>CAPÍTULO 4 –CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	52

## **FATORES NATURAIS DE MORTALIDADE DE OVOS *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) E DIVERSIDADE DE ARTRÓPODES EM DIFERENTES SISTEMAS DE COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Este trabalho teve como objetivo comparar a artropodofauna edáfica e os fatores naturais de mortalidade dos ovos da broca-da-cana *Diatraea saccharalis* em dois sistemas de colheita de cana-de-açúcar: convencional e orgânica. Dessa forma, avaliou-se a hipótese que a mudança do sistema de colheita em cana-de-açúcar altera a comunidade de artrópodes de solo e conseqüentemente o controle natural dos ovos de *D. saccharalis*. O estudo foi conduzido em um talhão de cana-de-açúcar cultivado em sistema convencional e o outro em sistema orgânico, sendo ambos da variedade RB5536, de sétimo corte e quarto mês de desenvolvimento, em Jaboticabal, SP. Os resultados mostraram que os índices de diversidade e ecológicos tiveram valores semelhantes; entretanto, a riqueza de espécies de predadores e onívoros foi maior no sistema orgânico do que no sistema convencional. Quando se avaliou a contribuição dos agentes de mortalidade nos dois sistemas, notou-se que no sistema convencional, de forma geral, houve maior mortalidade dos ovos. Isso pode estar ligado à menor complexidade deste agroecossistema que pode levar ao aumento do forrageamento por recurso alimentar.

**Palavras-chave:** inimigos naturais, controle biológico, teia alimentar, diversidade

## **NATURAL MORTALITY FACTORS OF EGGS *DIATRAEA SACCHARALIS* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) AND ARTHROPOD DIVERSITY IN DIFFERENT SUGARCANE SYSTEMS**

This study aimed to compare the edaphic fauna of arthropods and the natural mortality factors of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*, eggs in conventional and organic sugarcane systems. Thus, the hypothesis that changing of sugarcane harvest system alters the edaphic arthropods community and consequently the natural control of eggs of *D. saccharalis* was evaluated. The study was conducted in conventional and organic sugarcane systems, variety RB5536, seventh ratoon and fourth month of development in Jaboticabal municipality, SP, Brazil. The results showed that the diversity and ecological indices were similar; however, the species richness of predator and omnivores was higher in the organic than in the conventional system. When assessing the contribution of mortality agents in both systems, it was observed that in the conventional sugarcane, generally, there was higher egg mortality. This may be related to the the lower complexity of this agroecosystem which leads to the increase of foraging for food resources.

**Key words:** natural enemies, biological control, food web, diversity.

## CAPÍTULO 1- Considerações gerais

### 1. Introdução

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo. Estima-se que a produção seja de 600 milhões de toneladas colhidas em aproximadamente oito milhões de hectares em 2011 (CONAB, 2011). O cultivo de cana-de-açúcar é realizado em diversos sistemas de produção, sendo que o convencional inclui a utilização do fogo que é empregado antes da colheita para facilitar principalmente o trabalho manual e a colheita de cana crua realizada por colhedoras mecanizadas.

O sistema de colheita mecânica sem a adoção de queima é uma realidade na cultura desde a década de 1990 (RIPOLI, RIPOLI 2009). Este sistema altera o microclima do solo e favorece determinadas pragas, tais como a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae), que atualmente, com a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) são importantes pragas na cultura de cana-de-açúcar (MENDONÇA, 2005; GARCIA *et al.* 2006).

Para o controle da broca-da-cana pode-se realizar o controle químico e o biológico; entretanto o controle químico tem sua eficiência limitada pelo hábito broqueador desta praga durante a fase larval. Dessa forma, o uso do parasitoide *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) é o mais comumente utilizado (PARRA *et al.* 2002) para o controle de lagartas e *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle dos ovos (PINTO *et al.* 2003).

A diversidade de agentes de controle (parasitoides, predadores e entomopatógenos) que ocorrem naturalmente controlando as diversas espécies de *Diatraea* é alta (MENDONÇA, 1996). Entre esses agentes, os predadores considerados generalistas já eram mencionados por Luff (1983) como agentes eficazes na regulação das populações das pragas, pois podem regular a predação de acordo com o tamanho da população do inseto praga.

Assim, os objetivos do presente trabalho foram (I) avaliar os fatores naturais de mortalidade dos ovos da broca-do-colmo e (II) analisar a diversidade de artrópodes em diferentes sistemas de produção de cana-de-açúcar, de modo a melhor compreender a dinâmica populacional desta importante praga.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1. Importância econômica da cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar é uma planta do gênero *Saccharum* e da família Poacea. É considerada uma planta C4, por possuir grande eficiência fotossintética, além de alto rendimento de matéria verde, fibras e energia em curto período (COSTA *et al.* 2001). O Brasil é o maior produtor e exportador de açúcar do mundo, sendo responsável por aproximadamente 20% da produção e 40% das exportações mundiais (ÚNICA, 2009).

A colheita da cana-de-açúcar na safra 2011/12 foi de 588,915 milhões de toneladas. A área cultivada de cana-de-açúcar estimada para a safra 2011/2012 foi de 8.434,3 mil hectares, distribuídos em todos Estados produtores. O Estado de São Paulo é o maior produtor com 52,6% (4.436,53 mil hectares), seguido por Minas Gerais com 9,00% (759,21 mil hectares), Goiás com 7,97% (672,43 mil hectares) e Paraná com 7,26% (612,25 mil hectares) (CONAB, 2011).

Atualmente, a cultura assume posição de grande destaque no cenário econômico mundial e isto ocorre porque seus produtos e subprodutos representam uma importante fonte de recursos para a população: açúcar, álcool, vinhaça, melaço, aguardente e o bagaço são os principais produtos e subprodutos economicamente importantes (CONAB, 2011).

Todavia, com a diminuição das reservas petrolíferas e o conseqüente aumento de preço, o mundo aponta agora para novas tecnologias renováveis na geração de energia através da biomassa. A energia capturada pela palha da cana pode ser transformada em combustível (álcool etílico ou óleos vegetais) e eletricidade, pela combustão da matéria seca não utilizada no processo de elaboração dos combustíveis, o que gerou 7800 MWh durante a safra 2009 (RIPOLI; RIPOLI, 2009). Já o esmagamento de cana para a produção de açúcar no ano de 2011 foi de 288,287 milhões de toneladas, correspondendo a 48,95% da previsão de moagem de 588,915 mil toneladas, enquanto a produção total de açúcar foi de aproximadamente 37 milhões de toneladas (CONAB, 2011).

## 2.2. Biologia de *Diatraea saccharalis*

*Diatraea saccharalis* é um inseto holometábolo (TERAN, 1987). As fêmeas ovipositam tanto na face inferior como na superior do limbo foliar e, ocasionalmente, na bainha das folhas. Os ovos, no início, são de coloração amarela, passando a rósea até chegar a marrom-escuro, quando as cápsulas cefálicas dos embriões no interior dos ovos tornam-se visíveis (TERAN, 1987; LIMA FILHO; LIMA, 2001).

De acordo com Teran (1987), a eclosão das lagartas ocorre entre quatro a nove dias. As lagartas passam por seis ínstaes (MELO; PARRA, 1988). Inicialmente, as lagartas alimentam-se das folhas ou tecidos parenquimatosos do palmito da cana. Isso decorre durante o período de uma a duas semanas quando as lagartas podem apresentar uma ou duas ecdises. Somente após este período iniciam a perfuração do colmo (BOTELHO; MACEDO, 2002).

O orifício de entrada da broca geralmente localiza-se próximo à base do entrenó (gema). No segundo ou terceiro instar alojam-se no interior dos colmos, onde perfuram uma galeria ascendente ou eventualmente circular na região do palmito na planta, enfraquecendo o colmo e tornando-o mais suscetível à quebra ou ao acamamento (BOTELHO; MACEDO, 2002). As lagartas permanecem no interior do colmo até a fase de pupa.

Cerca de 40 dias após a eclosão, as lagartas atingem o completo desenvolvimento quando atingem 22 a 25 mm de comprimento e apresentam coloração amarelo-pálida e cabeça marrom. Essas lagartas preparam então a câmara pupal e um orifício para o exterior, o qual é fechado com fios de seda e serragem. Em seguida, as lagartas empupam (TERAN, 1987; MENDONÇA, 1996).

A pupa apresenta coloração castanha e o período pupal varia de 9 a 14 dias. Após este período, o adulto emerge e abandona o colmo atacado saindo pelo orifício feito pela lagarta. O adulto é uma mariposa de coloração amarelo-palha, com desenhos pardacentos e as asas posteriores esbranquiçadas, com 25 mm de envergadura. A fêmea é maior que o macho e apresenta abdome mais volumoso e asas menos pigmentadas. Os adultos apresentam longevidade média de cinco dias (MENDONÇA, 1996).

A duração de seu ciclo biológico no campo varia de acordo com os fatores climáticos, fonte de alimento e hospedeiro, podendo atingir 45 a 60 dias (TERAN,

1987), embora a fase larval possa atingir até 90 dias (BOTELHO, 1985). No Estado de São Paulo podem ocorrer quatro gerações anuais e excepcionalmente, cinco dependendo das condições climáticas (DINARDO-MIRANDA, 2010).

### 2.3. Fatores Naturais de Mortalidade

Durante o desenvolvimento, a broca-da-cana sofre a ação de diversos inimigos naturais, tais como parasitoides, predadores, entomopatógenos (fungos, bactérias, vírus etc.) e fatores abióticos (chuva, vento, luz etc.). Estes fatores conjuntamente podem contribuir de forma expressiva para o controle natural da broca, e por isso, são importantes para regulação das populações da praga.

Em regiões tropicais, os fatores climáticos são uns dos fatores responsáveis pelas flutuações e dinâmica populacionais da broca-da-cana. Mas, esses fatores também podem exercer pressões diretas e indiretas sobre os inimigos naturais criando desequilíbrios nas inter-relações (TERÁN, 1982). De forma semelhante, Peterson *et al.* relatam que em regiões temperadas, os fatores abióticos de mortalidade também podem ser considerados mais importantes do que os fatores bióticos. Ao estudarem a mortalidade de herbívoros imaturos, Cornell e Hawkins (1995) concluíram que os inimigos naturais são os fatores de mortalidade mais frequentes. No Brasil, estudos demonstram que diversos parasitoides e predadores, regulam naturalmente as populações de pragas nos agroecossistemas (PINTO, 2006).

No controle biológico destaca-se a ordem Hymenoptera para o controle de ovos da broca da cana-de-açúcar, com ênfase nos Trichogrammatidae, como *Trichogramma galloi* Zucchi e *Trichogramma pretiosum* Riley. Para o controle biológico das lagartas de *D. saccharalis*, o parasitoide *C. flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) é amplamente liberado em canaviais, tratando-se da espécie mais conhecida para o controle dessa praga. Dentro da ordem Diptera, a mosca *Lixophaga diatraea* (Townsend) (Diptera: Tachinidae) tornou-se conhecida devido ao seu uso nos primeiros programas de controle biológico da broca-da-cana (DINARDO-MIRANDA, 2010). Ainda, a predação é muito comum entre os artrópodes, com destaque para as ordens Coleoptera (Coccinellidae, Carabidae e

Staphylinidae); Neuroptera (Chrysopidae e Hemerobiidae) e Hymenoptera (Vespidae e Formicidae) (PINTO, 2006).

#### **2.4. Mudanças no sistema de produção: efeitos e consequências**

Durante vários anos a colheita da cana-de-açúcar foi realizada manualmente com queimada prévia da palha, visando aumentar o rendimento da operação. Todavia, esse sistema de colheita reduziu a quantidade de material orgânico sobre o solo e colaborou para o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera, contribuindo com o efeito estufa (SOUZA *et al.* 2005).

Ao contrário do que se acreditava inicialmente, a queimada da cana, também auxilia no controle da broca-da-cana, reduzindo em mais de 95% sua população (DEGASPARI *et al.* 1983). Entretanto uma parcela significativa de parasitoides e, principalmente, predadores não sobrevivem durante a queima.

Posteriormente, com a crescente pressão ambientalista contra a prática da queimada e com o desenvolvimento de máquinas de elevado rendimento, apropriadas para a colheita mecanizada sem queima da palha, houve uma crescente adoção dessa modalidade de colheita, de tal forma que algumas usinas já colhem mais de 90% de suas áreas mecanicamente e sem queima prévia da palha (KUVA, 2006). Todavia, isto ocasionou um expressivo aumento na infestação por pragas como a cigarrinha-da-raiz e a broca-da-cana (DINARDO-MIRANDA, 2010).

No estado de São Paulo houve o estabelecimento do decreto de Lei Estadual 47.700, assinado em 11 de março de 2003, o qual regulamenta a Lei Estadual 11.241, de 19 de setembro de 2002. Esta lei determina prazo para eliminação gradativa do emprego do fogo para eliminação da palha da cana-de-açúcar (SOUZA *et al.* 2005). Por conta disto, é razoável prever-se aumento na infestação da broca.

Apesar dos grandes benefícios ambientais, operacionais e econômicos da colheita mecanizada sem queima, a deposição e a manutenção de palha sobre a superfície do solo trouxeram alguns problemas no processo produtivo. Entre esses problemas estão, o aumento dos riscos de incêndios do canavial, os atrasos significativos na brotação da soqueira (RIPOLI; RIPOLI, 2009), a dificuldade de execução de controle seletivo de plantas daninhas e o aumento das populações de insetos-praga (MACEDO *et al.* 2003)

## 2.5. Tabela de vida ecológica

O tema central das pesquisas ecológicas tem sido a compreensão de como os seres vivos morrem e como suas populações flutuam (PETERSON *et al.* 2009). A tabela de vida é uma das ferramentas que permite avaliar esses fatores naturais de mortalidade durante o desenvolvimento dos insetos-praga (HARCOURT, 1969). A construção e análise dessas tabelas de vida fornecem informações importantes para o desenvolvimento de modelos que envolvam a dinâmica populacional de pragas e mostram a probabilidade de sobrevivência do indivíduo sobreviver a uma causa de morte (CAREY, 1989).

Para tanto, as tabelas de vida para insetos são tipicamente organizadas em função dos estágios de vida ao invés das idades (BELLOWS Jr. *et al.* 1992). Isso decorre, pois a determinação da idade dos insetos em condições de campo é normalmente difícil. Com isso, podem ser construídas tabelas de vida de fases específicas, horizontais ou verticais. Na tabela de vida horizontal, os dados são coletados de forma que apresentem o destino de um grupo real ou coorte (tipicamente uma geração de indivíduos) e cuja quantidade e mortalidade são determinadas ao longo do tempo, para cada uma das séries de estágios. Na tabela de vida vertical a mortalidade é diferente em cada fase de desenvolvimento, porém é constante na mesma fase, sendo mais comumente aplicado continuamente a populações reprodutoras do que as de reprodução em gerações discretas (BELLOWS Jr. *et al.* 1992).

Quando dois ou mais fatores de mortalidade agem contemporaneamente em uma única etapa, deve-se levar em consideração a defasagem de tempo entre o ataque e o momento da morte causada pelos agentes de mortalidade. Isso é comum para parasitoides e entomopatógenos. Ainda, mesmo parasitados e/ou infectados por entomopatógenos, os hospedeiros poderão ser atacados e mortos por um segundo agente (por exemplo, predadores), antes da ação do primeiro agente (BELLOWS Jr. *et al.* 1992). Portanto, o número de organismos mortos por um agente pode ser determinado pela probabilidade de morrer por uma determinada causa na presença de outras causas, ou a probabilidade de morrer na ausência de outras causas (PRESTON *et al.* 1972).

Com isso, a construção de tabelas de vida comparativas para uma população natural em situações diferentes pode revelar o papel ecológico real e o impacto causado por um inimigo natural (BELLOWS JR. *et al.* 1992).

### 3. LITERATURA CITADA

BELLOWS JR., T.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v.37, p. 587-614, 1992.

BOTELHO, P. S. M. **Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae)**. 1985. 110 f. (Tese de Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1985.

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole. cap. 25, p. 409-426, 2002.

CAREY, J.R. The multiple decrement life table: a unifying framework for cause-of-death analysis in ecology. **Oecologia** 78: 131-137. 1989.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar primeiro levantamento maio/2011**. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/upload/arquivos/11\\_05\\_27\\_11\\_53\\_13\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_maio\\_2011\\_lo\\_lev.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/upload/arquivos/11_05_27_11_53_13_boletim_cana_portugues_-_maio_2011_lo_lev.pdf) (27 de junho de 2011).

CORNELL, H.V.; HAWKINS, B.A. Survival patterns and mortality sources of herbivorous insects: some demographic trends. **American Naturalist**, v. 145: p 563-593. 1995.

COSTA, M.A.; DE OLIVEIRA, R.G.; SACHETTO, M.G.; MANSUR, E. Morfogênese in vitro e susceptibilidade de calos de variedades nacionais de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) a agentes seletivos utilizados em sistemas de transformação genética. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24,p.73-77, 2001.

DEGASPARI, N.; BOTELHO, P.S.M.; ALMEIDA, L.C.; MACEDO, N.; ARAUJO, J.R. A queima da cana-de-açúcar, os efeitos sobre a população a broca, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), seus predadores e parasitos. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 1, n. 5, p. 35-40, 1983.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, v. 1, p. 349-404, 2010.

GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. **Scientia Agricola**, v.63, n.4, p.1-6, 2006.

HARCOURT, D.G. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 14, p. 175-196, 1969.

KUVA, M.A. Banco de sementes, fluxo de emergência e fitossociologia de comunidade de plantas daninhas em agroecossistema de cana-crua. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 105 f, 2006.

LIMA FILHO, M; LIMA, J.O.G. Massas de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de-açúcar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições naturais. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 483-488, 2001.

LUFF, M.L. The potential of predators for pest control. **Agriculture. Ecosystems Enviromental**. v.10, p. 159-181, 1983.

MACEDO, J.F.; BRANDÃO, M.; LARA, J.F.R. Plantas daninhas na pós-colheita de milho nas várgeas do rio São Francisco, em Minas Gerais. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.239-248, 2003.

MELO, A.B.P.; PARRA, J.R.P.. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações anuais da broca da cana-de-açúcar em quatro localidades canavieiras de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, p. 691-696, 1988.

MENDONÇA, A.F. (ed.) **Cigarrinhas da cana-de-açúcar: controle biológico**. Maceió: Insecta, 2005. 317p.

MENDONÇA, A.F. **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia, 200p, 1996.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Barueri: Manole, 2002. 609p.

PETERSON, R.K.D.; DAVIS, R.S.; HIGLEY, L.G.; FERNANDES, O.A. Mortality risks in insects. **Environmental Entomology**, v. 38, n. 1, p. 2-10, 2009.

PINTO, A.S.; GARCIA, J.F.; BOTELHO, B.S.M. Controle Biológico da cana-de-açúcar. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Eds). **Controle Biológico de Pragas na Prática**. Piracicaba, 287p. 2006.

PINTO, A.S.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N.; ARRIGONI, E.B. Comparação de técnicas de liberação de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, v.32, n.2, p.311-318, 2003.

PRESTON, S.H.; KEYFITZ, N.; SCHOEN, R. **Cause of death: life tables for national populations**. Seminar Press. New York, 1972.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 333p, 2009.

SOUZA, Z.M.; PRADO, R.M.; PAIXÃO, A.C.S.; CESARIN, L.G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p. 271 – 278, 2005.

TERÁN, F.O. Pragas da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, p. 601-698, 1987.

TERÁN, F.O. Pragas da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 1982, Piracicaba,SP. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1982. p. 117-132.

ÚNICA. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. **A indústria da cana-de-açúcar: Etanol, açúcar e bioeletricidade**. 2009.

## **CAPÍTULO 2- Fatores naturais de mortalidade de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em dois sistemas de colheita de cana-de-açúcar**

### **RESUMO**

Para compreender e quantificar as interações ecológicas existentes entre a broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e os fatores naturais de mortalidade, estudos com tabelas de vida se mostram eficientes. Assim, o presente trabalho teve como objetivo determinar e quantificar os fatores-chaves de mortalidade em ovos de *D. saccharalis* em dois sistemas de colheita de cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em dois talhões comerciais de cana-de-açúcar (convencional com queima da palha antes da colheita e aplicação de inseticida e orgânico com colheita mecanizada), var. RB5536, com 10 ha cada, Jaboticabal, SP. Em cada talhão, quatro transectos, com 10 pontos de uma planta cada, foram estabelecidos. Em cada ponto, gaiolas com fêmeas acasaladas foram instaladas para obtenção de posturas, que depois de obtidas, foram vistoriadas e fotografadas durante os períodos diurno e noturno por 72 h. Os fatores de mortalidade observados foram: predação, parasitismo, infertilidade, desidratação e deslocamentos. Tabela de vida multidecremental foi construída e a mortalidade insubstituível calculada. Em ambas as áreas, a desidratação, deslocamento e infertilidade foram inferiores a 0,1%. O parasitismo natural ocorreu apenas no outono da primeira safra (0,02%), enquanto que na área convencional não foi observado. A predação foi elevada nos dois sistemas, variando de 28 a 75% na área orgânica e 38 a 52% na área convencional. Assim, conclui-se que a predação para ovos de *D. saccharalis* nos dois sistemas de produção foi alta, contudo a mudança do sistema de colheita não favorece a predação, indicando que o controle biológico pelos predadores foi mais eficiente do que por outros fatores em cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** ecologia aplicada, controle biológico; inimigos naturais

## 1. INTRODUÇÃO

Desde meados da década de 1990 ocorre a redução da queima da cana-de-açúcar e aumento da colheita mecanizada. Esta mudança tem trazido diversos benefícios ao cultivo e ao meio ambiente, tais como, manutenção da palha sobre o solo, aumento do teor de matéria orgânica e redução da erosão, além da redução de emissão de gases que contribuem para o efeito estufa (RIPOLI; RIPOLI, 2009). Todavia, no que se refere às pragas, é sabido que a proteção da palha sobre o solo favoreceu a mudança de status da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). Atualmente trata-se de uma praga primária, enquanto que, anteriormente com o uso do fogo, as populações não atingiam níveis que justificassem qualquer ação de controle e, portanto, era considerada uma praga secundária (DINARDO-MIRANDA, 2010).

Não obstante, a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae), também é uma importante praga da cultura. Com a utilização do parasitoide larval, *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) e a interrupção da queimada, houve a hipótese de que a praga deixaria de ser um agravante problema para a cultura (PINTO, 2006). No entanto, relatos dos produtores e dados de levantamento populacional e infestação das usinas de açúcar e etanol indicam que a população da praga tem aumentado. Assim a mudança do sistema de colheita, aparentemente, não favoreceu aquele agente de controle biológico e/ou favoreceu a população da praga.

Diante disso, estudos que avaliem os fatores naturais de mortalidade fazem-se necessários. A construção de tabelas de vida surge como uma ferramenta que permite obter informações sobre a dinâmica populacional da praga (HARCOURT, 1969), além de possibilitar analisar e compreender o papel ecológico dos agentes naturais presentes no agroecossistema (BELLOWS JR. *et al.* 1992).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os fatores naturais de mortalidade de ovos da broca-da-cana e compreender a regulação da dinâmica populacional desta importante praga nesta fase. Portanto, avaliou-se a hipótese de que a mudança no sistema de colheita altera a dinâmica dos fatores naturais de mortalidade e, dessa forma, altera a dinâmica populacional da broca-do-colmo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

**2.1. Caracterização da área.** O estudo foi conduzido em dois talhões de cana-de-açúcar, variedade RB5536, de sétimo corte e quarto mês de desenvolvimento no município de Jaboticabal, SP. Cada talhão possuía cerca de 10 ha. Em um dos talhões (21°11'52"S, 48°16'83"O, Altitude: 589m) sempre houve a prática da queima na colheita e utilização de herbicida para controle de plantas daninhas, porém sem aplicação de inseticidas. No outro talhão (21°11'09"S, 48°14'42"O, Altitude: 623m) foi realizada colheita sem a queima da palhada por cerca de 10 anos (colheita de cana crua) e não houve utilização de qualquer agrotóxico (sistema orgânico). Em ambos os sistemas a colheita foi mecanizada e ocorreu em 27 de outubro de 2012.

Os dados de temperatura foram obtidos junto a Estação Agroclimatológica da FCAV/UNESP (21°14'05"S, 48°17'09"W, Altitude: 615,01 m), distante cerca de 12 km do local do experimento. Os dados de pluviosidade foram obtidos por pluviômetro localizado na sede da fazenda (21°11'60"S, 48°14'22"O, Altitude: 599m) e distante 1 km do local do experimento.

**2.2. Avaliação dos fatores de mortalidade.** Para avaliar os fatores naturais de mortalidade dos ovos, demarcaram-se quatro transectos equidistantes 10 m em cada uma das áreas (talhões). Cada transecto foi composto de 10 pontos distanciados 10 m entre si e representados por uma planta cada, sendo que o primeiro ponto estava localizado 20 m da borda da lavoura. Em cada planta foi realizada a instalação de uma gaiola de oviposição, conforme sugerido por Lopes *et al.* (1989). As gaiolas de oviposição foram colocadas no terço médio da planta e continham uma fêmea previamente acasalada e com 72 h de idade, proveniente de criação massal, para se garantir a obtenção de postura.

As gaiolas com as fêmeas foram instaladas no campo ao entardecer (entre 17-19 h) e retiradas logo após o amanhecer (06-08 h), permanecendo aproximadamente 12 horas no campo. As gaiolas foram removidas e as posturas foram mantidas nas folhas (LIMA FILHO; LIMA, 2001), deixando deste modo os ovos expostos à ação dos fatores naturais de mortalidade. Todas as posturas foram fotografadas para permitir o registro do número inicial de ovos. As posturas foram vistoriadas de 7 a 10 vezes nos períodos diurnos e noturnos durante as 72 h de

avaliação para registro da ação dos inimigos naturais e do número de ovos remanescentes e/ou que sofreram a ação dos fatores de mortalidade. Para tanto, novas fotografias foram obtidas, adotando-se procedimento semelhante ao utilizado por Menezes-Netto (2010) e Varella (2011). Após este período, os ovos remanescentes foram recolhidos em tubos de fundo chato (8 x 2 cm de diâmetro), levados ao laboratório e acondicionados em câmaras climatizadas ( $25\pm 1^\circ\text{C}$ , U.R  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12h) para observação da emergência de parasitoides ou eclosão de lagartas. As fotografias foram visualizadas no programa Microsoft Paint<sup>®</sup> para contagem dos ovos iniciais e remanescentes, bem como, registrar os agentes de controle.

Com isso, os agentes biológicos visualizados sobre as posturas durante as avaliações foram capturados em frascos de vidro e conservados em álcool 70% para posterior identificação. As avaliações foram realizadas mensalmente nas safras de 2011/2012 e de 2012/2013 entre o período de Dezembro/2011 a Maio/2012 e de Dezembro/2012 a Maio/2013, totalizando 12 repetições.

**2.3. Classificação dos fatores naturais de mortalidade.** Os fatores de mortalidade foram classificados em: inviabilidade (quando não houve a eclosão de lagartas); dessecação (quando não houve eclosão das lagartas e o ovo, por sua vez, apresentava aspecto ressecado), predação (todos os ovos que foram retirados do sistema por predadores), parasitismo (emergência de parasitoides) e deslocamento (remoção dos ovos por fatores abióticos).

**2.4. Identificação dos inimigos naturais.** Os inimigos naturais coletados foram encaminhados aos especialistas. Assim, as formigas coletadas foram encaminhadas ao Museu de Zoologia de São Paulo, São Paulo, SP; e identificadas pelo Dr. Rodrigo Feitosa. As aranhas foram encaminhadas ao Instituto Butantan, São Paulo, SP, e foram identificadas pelo Dr. Antonio Brescovit e o Biólogo João Lucas Chavari. Os parasitoides (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foram levados para o laboratório na FCAV/UNESP e identificados pelo Eng. Agr. Ms. Diego Felisbino Fraga.

## 2.5. Análise dos dados

**2.5.1. Tabela de vida multidecremental e análise de mortalidade insubstituível.** As tabelas de vida multidecrementais foram construídas conforme proposto por Carey (1993). A análise de mortalidade insubstituível foi feita por meio dos dados gerados pelas tabelas de vida multidecrementais como proposto por Peterson *et al.* (2009).

As tabelas de vida multidecrementais foram construídas e a mortalidade insubstituível foi analisada utilizando-se o programa M-DEC (DAVIS *et al.* 2011). Nas tabelas de vida multidecrementais as variáveis foram definidas como:

$x$  - estágio de desenvolvimento;

$l_x$  - número de indivíduos que iniciam o estágio  $x$ ;

$d_x$  - número de indivíduos que morrem no estágio  $x$ ;

$al_x$  - fração da cohort original que está viva no início do estágio  $x$ ;

$ad_{ix}$  - fração da cohort original que morreu durante o estágio  $x$ , dado a causa  $i$ ;

$ad_x$  - fração das mortes no estágio  $x$  devido à todas as causas;

$aq_x$  - probabilidade de morrer no estágio  $x$  na presença de todas as causas.

## 3. RESULTADOS

Nos dois sistemas de colheita de cana-de-açúcar, durante as duas safras avaliadas, os fatores bióticos foram os que mais contribuíram para mortalidade natural de ovos de *D. saccharalis*. Dentre os fatores bióticos, a predação se destacou com altos índices de mortalidade (28-75% de mortalidade) para ambos os sistemas. Os fatores abióticos e intrínsecos pouco contribuíram para a mortalidade dos ovos, com valores menores que 1% mesmo nos meses que houve precipitação (Figuras 1 e 2), que poderia causar redução dos ovos por lavagem (VARELLA, 2012).

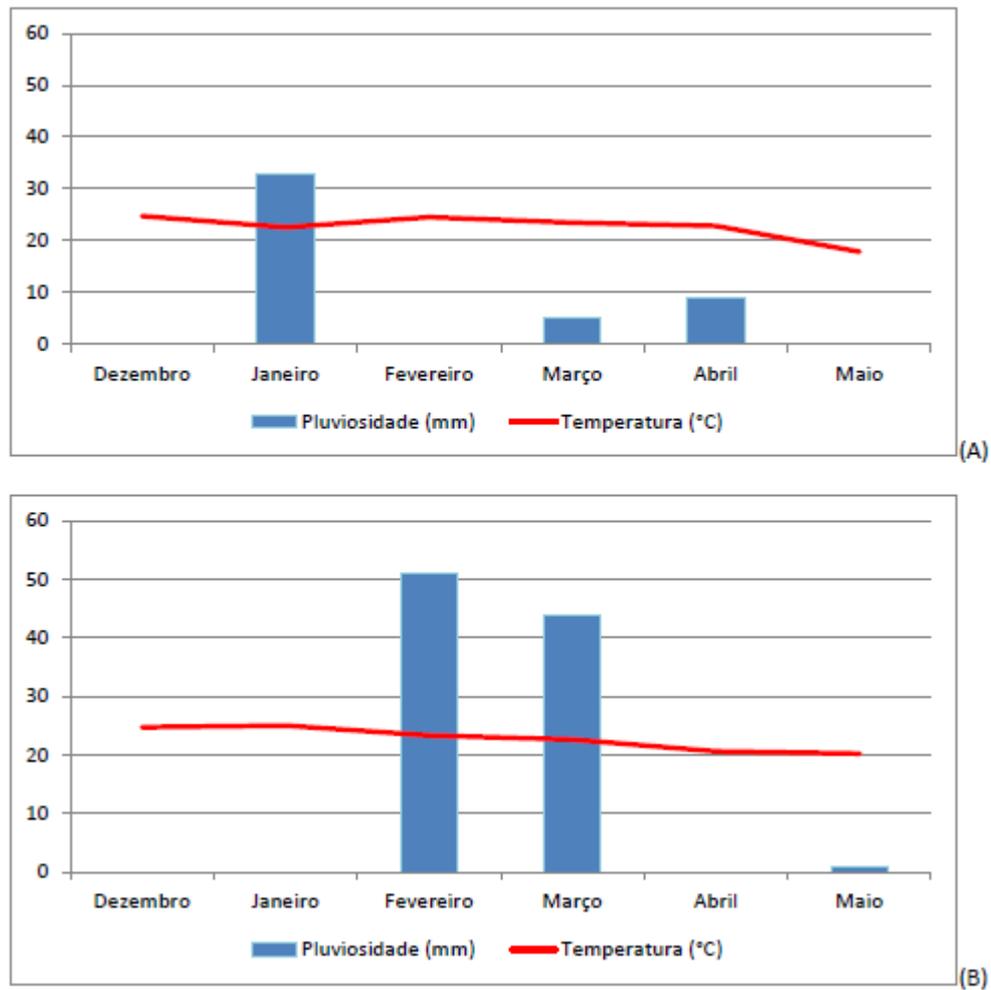


Figura 1. Valores médios de temperatura (°C) e pluviosidade acumulada (mm) nos períodos de avaliação da safra 2011/2012 (A) e 2012/2013 (B), no município de Jaboticabal, SP.

Durante o outono da safra de 2011/12 no sistema convencional, observou-se que de cada 1000 ovos, 584 ovos originaram lagartas após as 72 horas de avaliação. Os demais ovos foram afetados por fatores naturais de mortalidade, sendo que a predação contribuiu para 38% da mortalidade, valor semelhante ao da mortalidade marginal (Tabela 1). Ao avaliar a mortalidade insubstituível neste sistema, constatou-se que 37% de mortalidade dos ovos, ou seja, sem os predadores, 370 ovos a cada 1000 deixariam de morrer nesta fase. A mortalidade total (K) devido à ação dos predadores foi de 0,47.

Durante o mesmo período no sistema orgânico foi observado um valor maior para a mortalidade total (K) devido à predação (K=1,21). Com isso, a cada 1000 ovos, 700 ovos (70%) foram predados. Análise da mortalidade diante da ação de todos os fatores, a predação correspondeu a 75% e tanto a mortalidade marginal como a mortalidade insubstituível corresponderam a 70%. O parasitismo contribuiu com baixos índices de mortalidade (0,03%) na presença de todas as causas; mortalidade marginal (0,07); mortalidade total (K=0,08). Assim, com a ação de todos os fatores de mortalidade, apenas 22,6% dos ovos originariam lagartas.

No verão da primeira safra no sistema convencional, observou-se 54,1% de mortalidade dos ovos pela contribuição de todos os fatores de mortalidade. Apenas a ação da predação foi responsável por 54% da mortalidade. O mesmo ocorreu para o sistema orgânico neste período, em que a predação correspondeu a 33% da mortalidade.

Resultados semelhantes ao da primeira safra (2011/12) foram encontrados na segunda safra (2012/13). Dessa forma, durante o outono da segunda safra para ambos os sistemas, a predação foi o fator que mais contribuiu na mortalidade dos ovos quando comparado aos demais fatores.

Observou-se que 38% dos ovos foram predados no sistema convencional e este percentual foi idêntico ao encontrado para a mortalidade marginal e a mortalidade insubstituível. Por outro lado, a mortalidade total (K) foi de 0,48. Assim, de modo semelhante à safra anterior, não se observou a ação dos parasitoides de ovos neste sistema. No sistema orgânico, durante o outono, observou-se 43,2% de mortalidade total dos ovos de *D. saccharalis* e semelhante ao sistema convencional a predação teve alta contribuição na redução do número de ovos (40%) em relação aos demais fatores. A mortalidade marginal e a mortalidade insubstituível foram de 40% e a mortalidade total foi de 0,51 (K) para a predação.

Tabela 1. Tabela de vida ecológica de ovos de *Diatraea saccharalis* durante o outono e verão da safra de 2011/12 em sistema orgânico e convencional de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal, SP.

Sistema	Estágio/fator de mortalidade	Outono						Verão					
		Lx	Dx	Aqx	MM	K	MI	Lx	aqx	MM	K	MI	
Orgânico	Ovo	1000	774					1000					
	Predação		700	0,75	0,7	1,21	0,7		0,33	0,33	0,4	0,31	
	Parasitismo		26	0,03	0,07	0,08	0,01		0	0	0	0	
	Inférteis		34	0,04	0,1	0,11	0,01		0,05	0,07	0,07	0,03	
	Desidratados		10	0,01	0,03	0,03	0		0,01	0,01	0,01	0,01	
	Deslocamento		4	0	0,01	0,01	0		0	0	0	0	
Convencional	Ovo	1000	416					1000					
	Predação		377	0,38	0,38	0,47	0,37		0,52	0,52	0,7	0,5	
	Parasitismo		0	0	0	0	0		0	0	0	0	
	Inférteis		33	0,03	0,05	0,06	0,02		0,03	0,03	0,05	0,01	
	Desidratados		6	0,01	0,01	0,01	0		0,01	0,01	0,02	0,01	
	Deslocamento		0	0	0	0	0		0	0	0	0	

Lx= número de indivíduos que iniciam a fase de ovo; Dx= número de indivíduos que morrem na fase de ovo; Aqx= probabilidade de morte do ovo na presença de todas as causas; MM= Mortalidade Marginal (%); K=Mortalidade parcial; MI= Mortalidade insubstituível (%).

Tabela 2. Tabela de vida ecológica de ovos de *Diatraea saccharalis* durante o outono e verão da safra de 2012/13 em sistema orgânico e convencional de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal, SP.

Sistema	Estágio/fator de mortalidade	Outono						Verão						
		Lx	Dx	aqx	MM	K	MI	Lx	Dx	aqx	MM	K	MI	
<b>Orgânico</b>	Ovo	1000	432					1000	359					
	Predação		399	0,4	0,4	0,51	0,4		283	0,28	0,29	0,34	0,29	
	Parasitismo		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	Inférteis		16	0,02	0,03	0,03	0,01		44	0,04	0,06	0,06	0,06	
	Desidratados		14	0,02	0,02	0,02	0,01		23	0,02	0,03	0,03	0,03	
	Deslocamento		3	0	0	0	0		9	0,01	0,01	0,01	0,01	
<b>Convencional</b>	Ovo	1000	445					1000	562					
	Predação		381	0,38	0,38	0,48	0,38		473	0,47	0,47	0,64	0,47	
	Parasitismo		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	Inférteis		36	0,04	0,06	0,06	0,02		43	0,04	0,07	0,07	0,02	
	Desidratados		20	0,02	0,03	0,03	0,01		40	0,04	0,07	0,07	0,02	
	Deslocamento		8	0,01	0,01	0,01	0		6	0,01	0,01	0,01	0	

Lx= número de indivíduos que iniciam a fase de ovo; Dx= número de indivíduos que morrem na fase de ovo; Aqx= probabilidade de morte do ovo na presença de todas as causas; MM= Mortalidade Marginal (%); K=Mortalidade parcial; MI= Moraldade insubstituível (%).

Durante o verão da segunda safra no sistema convencional, a predação foi responsável por 47% da mortalidade dos ovos; valores estes semelhantes para a mortalidade marginal e mortalidade insubstituível, sendo a mortalidade total (K) de 0,64. Não houve mortalidade por parasitismo natural dos ovos. Com isso, para cada 1000 ovos ovipositados pela broca, 562 ovos (56,2%) seriam controlados pelos fatores naturais de mortalidade e 438 ovos (43,8%) dariam origem às lagartas.

Nesta mesma estação a predação também contribuiu para a maior mortalidade no sistema orgânico, apesar de que quando comparado ao sistema convencional, apresentou valores menores (28% de mortalidade causada por predadores). A mortalidade marginal e a mortalidade insubstituível foram de 29% e a mortalidade total (K) teve valor de 0,34.

Os predadores responsáveis pela predação das posturas de *D. saccharalis* foram primordialmente formigas (Hymenoptera: Formicidae) e aranhas (Aranae). No sistema convencional encontrou-se *Camponotus crassus* (Mayr), *Camponotus renggeri* (Emery), *Crematogaster quadriformis* (Roger), *Dorymyrmex brunneus* (Forel), *Linepithema micans* (Mayr), *Pheidole* sp. 1, *Pheidole oxyops* (Forel), *Pheidole rodoskowskii* e Anyphaenidae sp. (Aranae). No sistema orgânico foram encontradas as espécies *Brachymyrmex* sp1, *Camponotus renggeri* (Emery), *Camponotus crassus* (Mayr), *Camponotus (Tanaemyrmex) pr. lespesii* (Forel), *Crematogaster quadriformis* (Roger), *Dorymyrmex brunneus* (Forel), *Pheidole rodoskowskii*, *Pheidole oxyops* (Forel). Entre os parasitoides, foram observadas apenas duas espécies: *Trichogramma galloi* Zucchi e *Trichogramma pretiosum* Riley.

#### 4. DISCUSSÃO

A predação (fator biótico) atuou como principal fator natural de mortalidade dos ovos. Os fatores abióticos (deslocamento e desidratação), bem como o intrínseco (infertilidade) não contribuíram para mortalidade dos ovos de *D. saccharalis*. Isto deve estar relacionado com a presença de posturas tanto na face abaxial e adaxial das folhas (LOPES *et al.* 1989). Dessa maneira, as posturas presentes na face abaxial foram menos afetadas pela ação da chuva, bem como mais protegidas da incidência direta de raios solares. A disposição em que os ovos da broca são colocados pelas fêmeas nas folhas, bem como a proteção exercida

pela camada de mucilagem (BOTELHO E MACEDO 2002) também podem ter diminuído a influência dos fatores abióticos durante a fase de ovo desta praga, mesmo em região tropical, na qual os fatores abióticos possuem grande importância na regulação de pragas (PETERSON *et al.* 2009).

Estes resultados são distintos daqueles encontrados por Menezes-Netto (2009) e Varella (2011), que determinaram os fatores naturais de mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. Nestes trabalhos, os fatores abióticos (vento e chuva) representaram potenciais reguladores dos ovos de *S. frugiperda* mesmo em áreas com liberação do parasitoide, *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae). Os fatores abióticos no presente estudo pouco contribuíram para causar a mortalidade dos ovos, mesmo sob condições de precipitação ou temperaturas elevadas, que podem desfavorecer o desenvolvimento da praga (MELO; PARRA, 1988).

Semelhante ao obtido por Rossi e Fowler (2004), foi encontrado uma alta diversidade de formigas em ambos os sistemas canavieiros, o que caracteriza esses insetos como importantes predadores neste agroecossistema. Apesar de existirem diversos artrópodes predadores em cana-de-açúcar como relatado por Macedo e Araújo (2000), apenas formigas e aranhas foram observadas predando os ovos de *D. saccharalis* neste estudo. Dessa forma, é possível que os demais predadores encontrados em cana-de-açúcar participem de outras redes tróficas e nichos ecológicos e não atuem diretamente como reguladores da praga durante a sua fase de ovo.

O motivo para ter ocorrido maiores contribuições da predação no sistema convencional do que no sistema orgânico na maioria das avaliações pode estar relacionado à menor complexidade estrutural do sistema convencional. A forma de condução da cultura no sistema orgânico mantém uma quantidade de palhada maior (abrigo) após a colheita e favorece o crescimento de plantas espontâneas (alimento) por não haver a aplicação de herbicidas. Consequente desses fatores, a diversidade em sistema orgânico de produção tende a ser maior em sistemas orgânicos, o que contribui para o aumento de presas alternativas e diminui o forrageamento das formigas em busca de alimento no agroecossistema canavieiro (ROSSI; FOWLER, 2002; BARETTA *et al.* 2006; AQUINO *et al.* 2008).

A baixa contribuição do parasitismo natural sugere que os parasitoides não são importantes neste sistema. Todavia, é possível que a mortalidade causada por estes agentes possa ter sido subestimada pela competição intraguilda devido à ação dos predadores (ROGER *et al.* 2001). Isso decorre, pois os ovos eventualmente parasitados podem ter sido predados.

Os fatores bióticos contribuem sobremaneira para redução de ovos de *D. saccharalis* mesmo em sistemas convencionais. Portanto, estratégias para a manutenção ou aumento destes agentes de controle biológico são fundamentais para garantir a redução populacional da praga antes mesmo da eclosão das lagartas que penetram nos colmos e causam sérios prejuízos (BOTELHO; MACEDO, 2002).

Pode-se concluir que a predação foi o principal fator de mortalidade de ovos de *D. saccharalis* e os principais agentes de controle natural desta praga são as formigas e aranhas tanto no sistema convencional e orgânico de cana-de-açúcar.

## 5. LITERATURA CITADA

AQUINO, A.M.; MELOVIRGÍNIO FILHO, E.; RICCI, M.S.F.; CASANOVES, F. Populações de minhocas em sistemas agroflorestais com café convencional e orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1184-1188, 2008.

BELLOWS JR., T.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v.37, p. 587-614, 1992.

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole. cap. 25, p. 409-426, 2002.

CAREY, J.R. The multiple decrement life table: a unifying framework for cause-of-death analysis in ecology. **Oecologia** 78: 131-137. 1989.

DAVIS, R.S.; PETERSON, R.K.D.; HIGLEY, L.G. M-DEC: A spreadsheet program for producing multiple decrement life tables and estimating mortality dynamics for insect. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 75, p 363–367, 2011.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. 1 ed. Campinas: Instituto Agronômico, v. 1, p. 349-404, 2010.

HARCOURT, D.G. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 14, p. 175-196, 1969.

LIMA FILHO, M; LIMA, J.O.G. Massas de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de-açúcar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições naturais. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 483-488, 2001.

LOPES, J.R.S.; PARRA, J.R.P.; JUSTI JUNIOR, J.; OLIVEIRA, N.H. Metodologia para infestação artificial de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) em cana-de-açúcar visado estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da ESALQ** v. 46 (2):375-390, 1989.

MACEDO, N.; ARAÚJO, J.R. Efeitos da queima do canavial sobre insetos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 29 (1): 71-77, 2000.

MALUCHE-BARETTA, C.R.D.; AMARANTE, C.V.T.; KLAUBERG-FILHO, O. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, p.1531- 1539, 2006.

MELO, A.B.P. ; PARRA, J.R.P. Exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de broca da cana-de-açúcar em quatro localidades canavieiras de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23 (7) : 691-695, 1988.

MENEZES NETTO, A.C. **Fatores naturais e *Telenomus remus nixon* (Hymenoptera: Scelionidae) na mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho.** Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal: UNESP, 71p, 2010.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 333p, 2009.

ROGER, C.; CODERRE, D.; VIGNEAULT, C.; BOIVIN, G. Prey discrimination by a generalist coccinellid predator: effect of prey age or parasitism? **Ecological Entomology**, v. 26, p. 163-172, 2001.

ROSSI, M.N.; FOWLER, H.G. Manipulation of fire ant density, *Solenopsis* spp., for shortterm reduction of *Diatraea saccharalis* larval densities in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 389-392, 2002.

ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Predaceous ant fauna in new sugarcane fields in the state of São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives Biology and Technology**, v.47,n.5, 2004.

PETERSON, R.K.D.; DAVIS, R.S.; HIGLEY, L.G.; FERNANDES, O.A. Mortality risks in insects. **Environmental Entomology**, v. 38, n. 1, p. 2-10, 2009.

PINTO, A.S.; GARCIA, J.F.; BOTELHO, B.S.M. Controle Biológico da cana-de-açúcar. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Eds). **Controle Biológico de Pragas na Prática.** Piracicaba, 287p. 2006.

VARELLA, A.C. **Dinâmica dos fatores de mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho com e sem liberação de *Telenomis remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae).** Dissertação (Mestrado

em Entomologia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP, 51f, 2012.

### **CAPÍTULO 3- Análise faunística e índices ecológicos da comunidade de artrópodes edáficos em sistema convencional e orgânica de cana-de-açúcar**

#### **Resumo**

Análise faunística e índices ecológicos da comunidade de artrópodes edáficos em sistemas de produção convencional e orgânica de cana-de-açúcar. Objetivou-se analisar e comparar a diversidade de artrópodes edáficos presentes em sistema de produção convencional e orgânica de cana-de-açúcar por meio de análises faunísticas e índices ecológicos. O experimento foi conduzido durante duas safras em Jaboticabal, SP, Brasil. Para isso, 15 armadilhas Pitfall foram instaladas em cada talhão e permaneceram por 48 horas no campo, quando seu conteúdo foi recolhido e levado ao laboratório para triagem e identificação. Foram encontrados no sistema convencional e no sistema orgânico 4964 indivíduos (14 Ordens, 51 Famílias e 121 morfo-espécies) e 8280 indivíduos (13 Ordens, 46 Famílias, 144 morfo-espécies), respectivamente. O índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi de 2,34 para o sistema convencional e 2,46 para o orgânico. A equitabilidade ( $E$ ) foi de 0,49 para ambos os sistemas, o índice de Margalef foi de 14,10 e 17,06 para o sistema convencional e orgânico. A similaridade entre as áreas foi de 0,687. Os gêneros de formigas *Pheidole* e *Dorymyrmex* destacaram-se nos sistemas avaliados e as aranhas mostraram alta diversidade de espécies e estratégias de captura. Dessa forma, este estudo permitiu identificar importantes inimigos naturais em cana-de-açúcar que possam ser utilizados em programas futuros de controle biológico de pragas.

**Palavras chave:** Controle Biológico; Diversidade; Inimigos naturais; Predadores.

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura que está em expansão no Brasil, com previsão de acréscimo para a safra de 2013/14 de 408 mil hectares de área plantada, equivalente a 4,8% em relação à safra 2012/13 (Conab 2013). Não obstante, os problemas ambientais decorrentes da agricultura convencional na cultura da cana-de-açúcar estão cada vez mais evidenciados, o que torna necessário o estabelecimento de práticas de conservação do solo e manejo integrado de pragas (Soares *et al.* 2010). Nesta perspectiva, táticas de controle devem ser utilizadas visando a redução de artrópodes pragas e o aumento da biodiversidade, conforme já foram sugeridas anteriormente por Venzon *et al.* (2001).

A forma de condução das culturas na agricultura convencional tem frequentemente ocasionado a simplificação da paisagem agrícola (monoculturas) (Pogue & Schnell 2001), e quando aliado às práticas agrícolas e ao uso excessivo de inseticidas pode provocar a diminuição da biodiversidade (Butler *et al.* 2007). Por outro lado, com a ampliação da prática de cultivo orgânico espera-se aumento do controle biológico conservativo (CBC), em virtude da redução na utilização dos inseticidas e da manipulação do ambiente a fim de aumentar a sobrevivência, fecundidade, longevidade, eficiência e manutenção dos inimigos naturais de artrópodes pragas (Barbosa 1998; Eilenberg *et al.* 2001; Landis *et al.* 2005).

Deste modo, o desenvolvimento e manutenção de uma infraestrutura ecológica, que possa fornecer recursos alimentares, abrigo e presas/ hospedeiros alternativos torna-se a base do manejo ambiental. Com isso, pode-se ampliar o controle biológico natural por conservação, pois se busca preservar e aumentar as populações já existentes de artrópodes benéficos na cultura (Gurr *et al.* 2000; Landis *et al.*, 2000; Wilkinson; Landis 2005).

Sendo assim, este trabalho objetivou comparar e analisar a diversidade de artrópodes edáficos presentes em sistema de produção convencional e orgânica de cana-de-açúcar, de forma a caracterizar a artropodofauna e incrementar o nível de conhecimento para futuros estudos de avaliação de risco de impacto neste agroecossistema.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

**2.1. Caracterização da área.** O experimento foi conduzido em dois talhões de cana-de-açúcar, variedade RB5536, de sétimo corte e quarto mês de desenvolvimento no município de Jaboticabal, SP. Cada talhão possuía cerca de 10 ha. Em um dos talhões (21°11'52"S, 48°16'83"O, Altitude: 589m) sempre houve a prática da queima na colheita e utilização de herbicida para controle de plantas daninhas, porém sem aplicação de inseticidas. No outro talhão (21°11'09"S, 48°14'42"O, Altitude: 623m) foi realizada colheita sem a queima da palhada por cerca de 10 anos (colheita de cana crua) e não houve utilização de qualquer produto fitossanitário (sistema orgânico). Em ambos os sistemas a colheita foi mecanizada e ocorreram em 27 de outubro de 2012.

**2.2. Método de coleta.** Em cada talhão foram estabelecidos três transectos equidistantes 10 metros entre si. Cinco armadilhas Pitfall (copos plásticos com capacidade de 700 mL enterrados e ajustados ao nível do solo) foram instaladas a cada 10 metros em cada transecto, sendo que a primeira armadilha foi instalada 20 m a partir da borda do talhão. As armadilhas receberam 100 mL de solução (98 mL de água + 2 mL de detergente) para evitar o escape dos artrópodes capturados.

As coletas foram iniciadas 24 horas após a instalação das armadilhas para reduzir os efeitos decorrentes da perturbação provocada pela escavação (Araújo *et al.* 2005). As armadilhas permaneceram durante 48 horas em cada coleta nas áreas experimentais. Os artrópodes coletados foram levados ao laboratório para triagem e identificação. Foram realizadas 15 coletas durante as safras 2011/2012 e 2012/2013, entre os meses de Dezembro/2011 a Maio/2012 e Agosto/2012 a Março/2013.

**2.3. Identificação dos artrópodes coletados.** Os aracnídeos foram encaminhados ao Instituto Butantan (Laboratório Especial de Coleções Zoológicas) e identificados em nível de gênero e quando possível em nível específico. Os demais artrópodes capturados foram identificados com o auxílio de literatura especializada (Loureiro & Queiroz 1990; Borror *et al.* 1992; Gallo *et al.* 2002; Baccaro 2006). Espécies não identificadas foram diferenciadas em morfo-espécies.

**2.4. Análises faunísticas.** Os dados foram analisados com o software ANAFAU para determinação dos índices faunísticos de Dominância, Abundância, Frequência e Constância. A dominância foi calculada pela equação  $LD = (1/S) \times 100$ , onde: LD = Limite de dominância, S = número total de espécies por amostra. A abundância foi calculada empregando-se o desvio padrão e o intervalo de confiança da média aritmética a 1% e 5% de probabilidade. Para a frequência, adotou-se a equação  $F = n/N \times 100$ , onde, F = frequência (%), n = número de exemplares de cada espécie coletada e N = número total de exemplares das espécies coletadas, enquanto para a constância utilizou-se a equação  $C = (P/N) \times 100$ , sendo C = Constância, P = número de coletas contendo a espécie, N = número total de coletas realizadas (Silveira Neto *et al.* 1976).

Além desses índices faunísticos, foram calculados também o índice de Shannon-Wiener (H') e o índice de Margalef para estimar a biodiversidade, o índice de equitabilidade (E) para avaliar a uniformidade da captura nas amostragens e a similaridade, para avaliar a riqueza de espécies compartilhadas entre os dois sistemas (Silveira Neto *et al.* 1976).

Para estimar a riqueza total de espécies para cada sistema utilizou-se o programa EstimateS versão 9.1 e foram consideradas apenas as estimativas geradas pelo procedimento Jackknife (Heltshe e Forrester, 1983).

### 3. RESULTADOS

O número de indivíduos coletados durante as safras de 2011/12 e 2012/13 no sistema convencional correspondeu a 4964 indivíduos, representados por 121 morfo-espécies e distribuídas em 14 ordens e 51 famílias. No sistema orgânico foram capturados 8280 indivíduos, correspondentes a 144 morfo-espécies distribuídas em 13 ordens e 46 famílias (Tabelas I, II e III).

Tabela I. Número total de Ordens, Famílias, morfo-espécies e indivíduos capturados em armadilhas Pitfall em sistema convencional e orgânico de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal, SP. Safras 2011/2012 e 2012/2013.

	Ordens	Famílias	Morfo-espécies	Indivíduos
Convencional	14	51	121	4964
Orgânico	13	46	144	8280

Tabela II. Número de indivíduos coletados, índices faunísticos (Dominância, Abundância, Frequência, Constância) e grupo funcional dos artrópodes coletados em armadilhas Pitfall em sistema convencional de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal. Safras 2011/2012 e 2012/2013

Ordem/ Família	Espécie/ Morfoespécie	Nº Indiv. Coletados	Nº coletas	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Grupo funcional
<b>Blattodea</b>								
	Blatellidae sp.1	11	6	ND	C	F	Y	Onívoro
<b>Coleoptera</b>								
Bruchidae	<i>Microplate</i> sp.	111	2	D	MA	MF	Z	Detritívoro
Carabidae	<i>Pseudabarys</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Loxandrus</i> sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
	Carabidae sp.6	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
Cincidelidae	<i>Megacephala</i> sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
	Cincidelidae sp.2	4	3	ND	R	PF	Z	Predador
	Cincidelidae sp.1	4	1	ND	R	PF	Z	Predador
Curculionidae	<i>Metamasius hemipterus</i>	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	Curculionidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	Elateridae	<i>Conoderus scalaris</i>	4	3	ND	R	PF	Z
Passalidae	Passalidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Rhizophagidae	Rhizophagidae sp.	261	3	D	MA	MF	Z	Herbívoro

Scarabaeidae	<i>Canthon</i> sp.1	11	6	ND	C	F	Y	Detritívoro
	<i>Canthon</i> sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
	<i>Cyclocephala</i> sp.	10	5	ND	C	F	Y	Herbívoro
	<i>Ataenius</i> sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
	<i>Ataenius</i> sp.3	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
Staphylinidae	Staphylinidae sp.1	3	2	ND	R	PF	Z	Predador
	Staphylinidae sp.2	165	2	D	MA	MF	Z	Predador
	Staphylinidae sp.4	16	6	ND	C	F	Y	Predador
	Staphylinidae sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Staphylinidae sp.	5	3	ND	R	PF	Z	Herbívoro
<b>Diptera</b>								
Asilidae	Asilidae sp.	5	2	ND	R	PF	Z	Predador
Culicidae	Culicidae sp.	7	1	ND	D	PF	Z	Onívoro
Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i> sp.	2	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Dolichopidae sp.1	2	1	ND	R	PF	Z	Predador
Drosophilidae	Drosophilidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Drosophilidae sp.3	8	2	ND	D	PF	Z	Onívoro
Muscidae	Muscidae sp.1	5	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
Phoridae	Phoridae sp.1	11	6	ND	C	F	Y	Detritívoro
	Phoridae sp.2	12	5	ND	C	F	Y	Detritívoro
	Phoridae sp.3	7	4	D	D	PF	Y	Detritívoro
	Phoridae sp.4	8	3	ND	D	PF	Z	Detritívoro
	Phoridae sp.8	3	3	ND	R	PF	Z	Detritívoro
Sciaridae	Sciaridae sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.3	3	3	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.5	8	3	ND	D	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.6	3	2	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.9	2	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.10	2	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.11	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.11	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro

Sphaeroceridae	Sphaeroceridae sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
Tachinidae	Tachinidae sp.1	11	4	ND	C	F	Y	Onívoro
Ulidiidae	Ulidiidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.3	3	2	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.8	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
<b>Dermaptera</b>								
Forficulidae	<i>Doru</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Labiduridae	Labidura sp.	15	5	ND	C	F	Y	Predador
<b>Hemiptera</b>								
Aphididae	Aphididae sp.	24	2	D	C	F	Z	Herbívoro
Cercopidae	<i>Mahanarva</i>	2	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	<i>fimbriolata</i>							
Coreidae	Coreidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Cydnidae	<i>Scaptocoris castanea</i>	2	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	<i>Cyrtomenus mirabilis</i>	3	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Reduviidae	<i>Rasahus</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Reduviidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
<b>Hymenoptera</b>								
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	1	1	ND	R	PF	Z	Polinizador
Formicidae	<i>Acanthognathus</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Acromyrmex</i> spp.	21	8	D	C	F	W	Herbívoro
	<i>Anochetus</i> sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Atta</i> spp.	33	9	D	MA	MF	W	Herbívoro
	<i>Brachymyrmex</i> spp.	253	14	D	MA	MF	W	Onívoro
	<i>Camponotus</i> spp.	184	14	D	MA	MF	W	Onívoro
	<i>Crematogaster</i> spp.	145	8	D	MA	MF	W	Predador
	<i>Dolichoderus</i> spp.	63	2	D	MA	MF	Z	Predador
	<i>Dorymyrmex</i> spp.	988	15	SD	SA	SF	W	Predador
	<i>Ectatomma</i> spp.	66	12	D	MA	MF	W	Predador
	<i>Gnamptogenys</i> spp.	25	7	D	A	MF	Y	Predador
	<i>Hyponera</i> spp.	8	1	ND	D	PF	Z	Predador

	<i>Odontomachus</i> spp.	26	6	D	A	MF	Y	Predador
	<i>Pachycondyla</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Parachymymex</i> spp.	3	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Pheidole</i> spp.	2032	15	SD	SA	SF	W	Onívoro
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	<i>Tapinoma</i> spp.	98	2	D	MA	MF	Z	Herbívoro
	<i>Trachymymex</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Vespidae	Vespidae sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
<b>Isoptera</b>								
Termitidae	Termitidae sp.	3	3	ND	R	PF	Z	Detritívoro
<b>Lepidoptera</b>								
Hesperiidae	Hesperiidae sp.1	5	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	Hesperiidae sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Noctuidae	Noctuidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Pieridae	Pieridae sp.	2	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Lepidoptera	Microlepidoptera sp.	4	3	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	Lagarta	2	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
<b>Neuroptera</b>								
Chrysopidae	<i>Chrysoperla externa</i>	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Hemerobiidae	Hemerobiidae sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Onívoro
<b>Orthoptera</b>								
Gryllidae	<i>Gryllis assimilis</i>	71	13	D	MA	MF	W	Onívoro
Acrididae	Acrididae sp.1	11	6	ND	C	F	Y	Onívoro
	Acrididae sp.2	12	3	ND	C	F	Z	Onívoro
<b>Thysanoptera</b>								
	Thysanoptera sp.	2	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
<b>Aranae</b>								
Araneidae	Aranaeidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Corinnidae	<i>Corinna</i> sp.	14	7	ND	C	F	Y	Predador
	<i>Castianeirinae</i> sp.	3	1	ND	R	PF	Z	Predador
Gnaphosidae	Gnaphosidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Predador

	Gnaphosidae sp.2	2	1	ND	R	PF	Z	Predador
Hahniidae	Hahniidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Hahniidae sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Linyphiidae	<i>Lepthyphantes</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Meioneta</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Lycosidae	<i>Lycosa</i> sp.	2	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Lycosidae sp.1	6	5	ND	R	PF	Y	Predador
Miturgidae	Miturgidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Teminius insularis</i>	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
Opilionidae	<i>Opiliones</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Salticidae	Salticidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Salticidae sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Salticidae sp.3	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Salticidae sp.6	4	1	ND	R	PF	Z	Predador
Scytodiidae	<i>Scytodes</i> sp.	3	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Scytodes ytu</i>	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Scytodiidae sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
Tetragnathidae	Tetragnathidae sp.	3	2	ND	R	PF	Z	Predador
Theridiidae	<i>Coleosoma</i> sp.1	3	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Coleosoma</i> sp.2	3	3	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Dipoena</i> sp.1	7	2	ND	D	PF	Y	Predador
	<i>Dipoena</i> sp.2	5	4	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Dipoena</i> sp.3	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Titanoecidae	<i>Goeldia</i> sp.	4	2	ND	R	PF	Z	Predador
<b>Diplopode</b>	Diplopode sp.	24	11	D	C	F	W	Detritívoro
<b>Quilopode</b>	Quilopode sp.	15	8	ND	C	F	W	Detritívoro

SD = Super Dominante; D= Dominante; ND= Não Dominante; SA= Super Abundante; MA= Muito Abundante; A= Abundante; C= Comum; D= Dispersa; R= Raro; SF= Super Frequente; MF= Muito Frequente; F= Frequente; PF= Pouco Frequente; W= Constante; Y= Acessória; Z= Acidental.

Tabela III. Número de indivíduos coletados, índices faunísticos (Dominância, Abundância, Frequência, Constância) e grupo funcional de artrópodes coletados em armadilhas Pitfall em sistema orgânico de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal. Safras 2011/2012 e 2012/2013.

Ordem/ Família	Espécie/ Morfoespécie	Nº de Indiv. coletados	Nº de Coleta	Dominância	Abundância	Frequência	Constância	Grupo Funcional
<b>Blattodea</b>								
Blatellidae	Blatellidae sp.1	3	3	ND	R	PF	Z	Onívoro
Blatellidae	Blatellidae sp.2	44	11	D	MA	MF	W	Onívoro
<b>Coleoptera</b>								
Carabidae	<i>Loxandrus</i> sp.1	5	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Loxandrus</i> sp.2	4	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Pseudabarys</i> sp.1	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Pseudabarys</i> sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Carabidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Carabidae sp.3	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Carabidae sp.4	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Carabidae sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Cincidelidae	Megacephala sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Cincidelidae sp.1	20	7	D	C	F	Y	Predador
Curculionidae	<i>Metamasius hemipterus</i>	4	2	ND	R	PF	Z	Detritívoro
Elateridae	<i>Conoderus</i> sp.1	2	2	ND	R	PF	Z	Detritívoro
	<i>Conoderus</i> sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
Scarabaeidae	<i>Canthon</i> sp.2	3	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
	<i>Canthon</i> sp.3	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro

	<i>Canthon</i> sp.4	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
	<i>Cyclocephala</i> sp.1	22	7	D	A	MF	Y	Herbívoro
	<i>Cyclocephala</i> sp.2	2	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Staphylinidae	Staphylinidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Staphylinidae sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Staphylinidae sp.3	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Staphylinidae sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Staphylinidae sp.6	3	2	ND	R	PF	Z	Predador
	Staphylinidae sp.4	81	6	D	MA	MF	Y	Predador
<b>Dermaptera</b>								
Forficulidae	Forficulidae sp.1	115	3	D	MA	MF	Z	Predador
	Forficulidae sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Labiduridae	<i>Labidura</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
<b>Diptera</b>								
Agromyzidae	Agromyzidae sp.1	24	3	D	A	MF	Z	Herbívoro
Culicidae	Culicidae sp.1	2	2	ND	R	PF	Z	Onívoro
Dolichopodidae	Dolichopodidae sp.1	7	4	ND	D	PF	Y	Predador
Drosophilidae	Drosophilidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
	Drosophilidae sp.2	21	6	D	C	F	Y	Onívoro
	Drosophilidae sp.3	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Drosophilidae sp.4	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Drosophilidae sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
Muscidae	Muscidae sp.1	2	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Muscidae sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
Mycetophilidae	Mycetophilidae sp.1	2	2	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Mycetophilidae	2	1	ND	R	PF	Z	Onívoro

---

	sp.2							
Phoridae	Phoridae sp.1	60	11	D	MA	MF	W	Detritívoro
	Phoridae sp.2	53	12	D	MA	MF	W	Detritívoro
	Phoridae sp.3	40	7	D	MA	MF	Y	Detritívoro
	Phoridae sp.4	8	2	ND	C	F	Z	Detritívoro
	Phoridae sp.5	15	6	D	C	F	Y	Detritívoro
	Phoridae sp.6	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
	Phoridae sp.7	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
	Phoridae sp.8	1	1	ND	R	PF	Z	Detritívoro
Piophilidae	Piophilidae sp.1	6	4	ND	D	PF	Y	Onívoro
Psychodidae	Psychodidae sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
Sciaridae	Sciaridae sp.1	3	2	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.2	6	3	ND	D	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.3	20	6	D	C	F	Y	Onívoro
	Sciaridae sp.4	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.5	43	4	D	MA	MF	Y	Onívoro
	Sciaridae sp.6	32	3	D	MA	MF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.7	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.8	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.9	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.10	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sciaridae sp.11	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
Sphaeroceridae	Sphaeroceridae sp.1	23	3	D	A	MF	Z	Onívoro
	Sphaeroceridae sp.2	7	2	ND	D	PF	Z	Onívoro
	Sphaeroceridae sp.3	3	1	ND	R	PF	Z	Onívoro

---

	Sphaeroceridae sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Sphaeroceridae sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
Tachinidae	Tachinidae sp.1	6	1	ND	D	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.1	2	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.3	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.4	9	1	ND	C	F	Z	Onívoro
	Diptera sp.5	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.6	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.7	1	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
	Diptera sp.8	2	1	ND	R	PF	Z	Onívoro
<b>Hemiptera</b>								
Cercopidae	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	11	5	ND	C	F	Y	Herbívoro
Aetalionidae	Aetalionidae sp.	4	3	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Aphididae	Aphididae sp.	11	3	ND	C	F	Z	Herbívoro
Cydnidae	<i>Scaptocoris castanea</i>	90	11	D	MA	MF	W	Predador
Ninfa Auchenorrhyncha		25	3	D	MA	MF	Z	Herbívoro
<b>Hymenoptera</b>								
Formicidae	<i>Atta</i> sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	<i>Pachycondyla</i> sp.	4	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Pseudomyrmerx</i> sp.	3	3	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	<i>Acanthognathus</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Acromymerx</i> sp.	10	5	ND	C	F	Y	Herbívoro
	<i>Atta</i> spp.	22	8	D	A	MF	W	Herbívoro

	<i>Brachymyrmex</i> spp.	498	15	D	MA	MF	W	Onívoro
	<i>Camponotus</i> spp.	622	15	SD	SA	SF	W	Onívoro
	<i>Crematogaster</i> spp.	174 9	15	SD	SA	SF	W	Predador
	<i>Dolichoderus</i> spp.	8	2	ND	C	F	Z	Predador
	<i>Dorymyrmex</i> spp.	102 6	15	SD	SA	SF	W	Predador
	<i>Ectatoma</i> spp.	62	10	D	MA	MF	W	Predador
	<i>Gnamptogens</i> spp.	17	5	D	C	F	Y	Predador
	<i>Hyponera</i> sp.	9	2	ND	C	F	Z	Predador
	<i>Odontomachus</i> sp.	8	5	ND	C	F	Y	Predador
	<i>Parachymyrmex</i> sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Paratrechina</i> sp.	3	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Pheidole</i> spp.	271 6	15	SD	SA	SF	W	Onívoro
	<i>Solenopsis</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	<i>Tapinona</i> sp.	7	1	ND	D	PF	Z	Predador
	<i>Wasmania</i> sp.	10	1	ND	C	F	Z	Predador
Vespidae	Vespidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
<b>Isoptera</b>								
Termitidae	Termitidae sp.	26	5	D	MA	MF	Y	Herbívoro
<b>Lepidoptera</b>								
Lepidoptera	Microlepidoptera sp.	80	2	D	MA	MF	Z	Herbívoro
Noctuidae	Noctuidae sp.	2	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
Hesperiidae	Hesperiidae sp.1	4	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	Hesperiidae sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Herbívoro
	Lepidoptera sp.	7	4	ND	D	PF	Y	Herbívoro

---

<b>Orthoptera</b>								
Acrididae	Acrididae sp.1	107	11	D	MA	MF	W	Herbívoro
Gryllidae	<i>Gryllis assimilis</i>	3	2	ND	R	PF	Z	Herbívoro
<b>Aranae</b>								
Corinnidae	<i>Corina</i> sp.	81	9	D	MA	MF	W	Predador
	Corinnidae sp.	58	5	D	MA	MF	Y	Predador
	<i>Goeldia</i> sp.	7	2	ND	D	PF	Z	Predador
	<i>Castianeirinae</i> sp.	3	3	ND	R	PF	Z	Predador
Ctenidae	Ctenidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Hahniidae	Hahniidae sp.3	4	3	ND	R	PF	Z	Predador
Linyphiidae	<i>Meioneta</i> sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Lepthyphantes</i> sp.	3	3	ND	R	PF	Z	Predador
	Linyphiidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Lycosidae	<i>Lycosa</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Lycosidae sp.1	11	7	ND	C	F	Y	Predador
	Lycosidae sp.2	2	1	ND	R	PF	Z	Predador
Miturgidae	Miturgidae sp.	7	4	ND	D	PF	Y	Predador
	<i>Teminius insularis</i>	23	8	D	A	MF	W	Predador
Oonopidae	<i>Onopinae</i> sp.	2	1	ND	R	PF	Z	Predador
Opilionidae	<i>Opiliones</i> sp.	20	2	D	C	F	Z	Predador
Philodromidae	<i>Berlandiella</i> sp.1	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Berlandiella</i> sp.2	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Philodromidae sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
Salticidae	Salticidae sp.4	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Salticidae sp.5	2	1	ND	R	PF	Z	Predador
	Salticidae sp.6	8	4	ND	C	F	Y	Predador
Scytodiidae	<i>Scytodes</i> sp.	3	3	ND	R	PF	Z	Predador

---

Theridiidae	<i>Coleosoma</i> sp.1	5	4	ND	R	PF	Y	Predador
	<i>Dipoena</i> sp.1	5	5	ND	R	PF	Y	Predador
	<i>Dipoena</i> sp.2	29	8	D	MA	MF	W	Predador
	<i>Meioneta</i> sp.	1	1	ND	R	PF	Z	Predador
	<i>Theridiidae</i> sp.	2	2	ND	R	PF	Z	Predador
Titanoecidae	<i>Goeldia</i> sp.	9	4	ND	C	F	Y	Predador
<b>Diplopode</b>								
	Diplopode sp.	74	10	D	MA	MF	W	Detritívoro
<b>Quilopode</b>								
	Quilopode sp.2	13	3	ND	C	F	Z	Detritívoro

SD = Super Dominante; D= Dominante; ND= Não Dominante; SA= Super Abundante; MA= Muito Abundante; A= Abundante; C= Comum; D= Dispersa; R= Raro; SF= Super Frequente; MF= Muito Frequente; F= Frequente; PF= Pouco Frequente; W= Constante; Y= Acessória; Z= Acidental.

O índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), utilizado para estimar a diversidade dos artrópodes e que considera a uniformidade das abundâncias de espécies, foi 2,34 para o sistema convencional e 2,46 para o sistema orgânico. O parâmetro equitabilidade ou uniformidade que varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior a igualdade da abundância das espécies, foi de 0,49 para ambos os sistemas de produção, sugerindo que a comunidade de artrópodes amostrada tende a coexistir nos dois sistemas com alguma dominância de determinadas espécies. O índice de Margalef, calculado pelo número de espécies encontradas e o logaritmo do número total de indivíduos, foi 14,10 para o sistema convencional e 17,06 para o sistema orgânico. A similaridade entre as áreas foi de 0,687 (Tabela IV).

Tabela IV. Índices ecológicos da comunidade de artrópodes edáficos em sistema convencional e orgânico de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal. Safras 2011/12 e 2012/13.

	Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )	Índice de Margalef	Equitabilidade	Similaridade
Convencional	2,343	14,101	0,488	0,687

Orgânico	2,455	17,063	0,487
----------	-------	--------	-------

**Dominância.** Apenas as morfo-espécies dos gêneros *Pheidole* e *Dorymyrmex* coletadas no sistema convencional foram super dominantes, enquanto que no sistema orgânico, quatro gêneros se destacaram (*Pheidole*, *Dorymyrmex*, *Camponotus* e *Crematogaster*). Em relação às espécies dominantes, foram categorizadas 17 morfo-espécies no sistema convencional e 30 morfo-espécies no sistema orgânico. O número de indivíduos não dominantes foi cerca de 7 % menor para o sistema convencional com 102 morfo-espécies, enquanto que para o sistema orgânico foi de 110 morfo-espécies.

Os números de indivíduos das morfo-espécies dominantes e não dominantes foram de 1577 e 367 (sistema convencional) e 1825 e 345 (sistema orgânico), respectivamente. Contudo, o número de indivíduos das morfo-espécies super dominantes no sistema orgânica (6110 indivíduos) foi o dobro daquele observado no sistema convencional (3020 indivíduos) (Tabela V).

**Abundância.** De forma semelhante ao observado para dominância, as morfo-espécies do gênero *Pheidole* e *Dorymyrmex* também foram os indivíduos super abundantes no sistema convencional, bem como no sistema orgânico, embora neste último tenham sido encontradas também morfo-espécies dos gêneros *Camponotus* e *Crematogaster*. Quando analisado o índice de abundância para o sistema convencional, verificou-se maior quantidade de morfo-espécies raras (84), seguidas por comuns (15), muito abundantes (11), dispersas (7) e abundantes (2). Também, de forma semelhante no sistema orgânico encontrou-se maior número de morfo-espécies raras (88), comuns (19) e muito abundantes (19), além de espécies dispersas (9) e abundantes (5).

Tabela V. Distribuição das morfo-espécies com relação aos índices faunísticos de Dominância, Abundância, Frequência e Constância, capturados em Pitfall em sistema convencional e orgânico de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal, SP. Safras 2011/12 e 2012/13.

Índices	Nº de morfo-espécies (%)	Total de Indivíduos (%)
---------	--------------------------	-------------------------

Faunísticos	Classificação	Convencional		Orgânico	
		Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico
Dominância	SD	2 (1,65)	4 (2,78)	3020 (60,84)	6110 (73,8)
	D	17 (14,05)	30 (20,83)	1577 (31,76)	1825 (22,04)
	ND	102 (84,3)	110 (76,39)	367 (7,4)	345 (4,16)
Abundância	SA	2 (1,65)	4 (2,78)	3020 (60,84)	6110 (73,8)
	MA	11 (9,09)	19 (13,19)	1450 (29,21)	1598 (19,3)
	A	2 (1,65)	5 (3,47)	51 (1,03)	114 (1,38)
	C	15 (12,5)	19 (13,19)	218 (4,39)	238 (2,87)
	D	7 (5,78)	9 (6,25)	53 (1,07)	60 (0,72)
	R	84 (69,42)	88 (61,12)	172 (3,46)	160 (1,93)
Frequência	SF	2 (1,65)	4 (2,78)	3020 (60,84)	6110 (73,8)
	MF	13 (10,74)	24 (16,67)	1501 (30,24)	1712 (20,68)
	F	15 (12,5)	19 (13,19)	218 (4,4)	238 (2,87)
	PF	91 (75,21)	97 (67,36)	225 (4,52)	220 (2,65)
Constância	W	11 (9,09)	16 (11,11)	3832 (77,2)	7253 (87,6)
	Y	15 (12,5)	23 (15,97)	193 (3,89)	457 (5,52)
	Z	95 (78,51)	105 (72,92)	939 (18,91)	570 (6,88)

SD = Super Dominante; D= Dominante; ND= Não Dominante; SA= Super Abundante; MA= Muito Abundante; A= Abundante; C= Comum; D= Dispersa; R= Raro; SF= Super Frequente; MF= Muito Frequente; F= Frequente; PF= Pouco Frequente; W= Constante; Y= Acessória; Z= Acidental.

No sistema convencional o número de indivíduos das morfo-espécies consideradas super abundantes, muito abundantes, abundantes, comuns, dispersas e raras foi de 3020; 1450; 51; 218; 53 e 172, respectivamente. Já para o sistema orgânico, os valores para as categorias relacionadas acima foram de 6110; 1598; 114; 238; 60 e 160 indivíduos, respectivamente (Tabela V).

**Frequência.** A maioria das morfo-espécies foi considerada pouco frequente em ambos os sistemas avaliados. Dessa forma, foram encontrados 91 morfo-espécies pouco frequentes (225 indivíduos), 15 frequentes (218 indivíduos), 13 muito frequentes (1501 indivíduos) e duas super frequentes (3020 indivíduos) no sistema convencional.

No sistema orgânico 97 morfo-espécies foram consideradas pouco frequentes (220 indivíduos), 19 frequentes (238 indivíduos), 24 muito frequentes (1712 indivíduos) e quatro super frequentes (6110 indivíduos) (Tabela V).

**Constância.** Nesta categoria a maioria das morfo-espécies ocorreu de forma accidental. No sistema convencional 95 morfo-espécies foram consideradas accidentais (939 indivíduos), 15 acessórias (193 indivíduos) e 11 constantes (3832 indivíduos).

No sistema orgânico obtiveram-se 105 morfo-espécies accidentais representadas por 570 indivíduos, 23 acessórias com 457 indivíduos coletados e 16 constantes com 7253 indivíduos coletados (Tabela V).

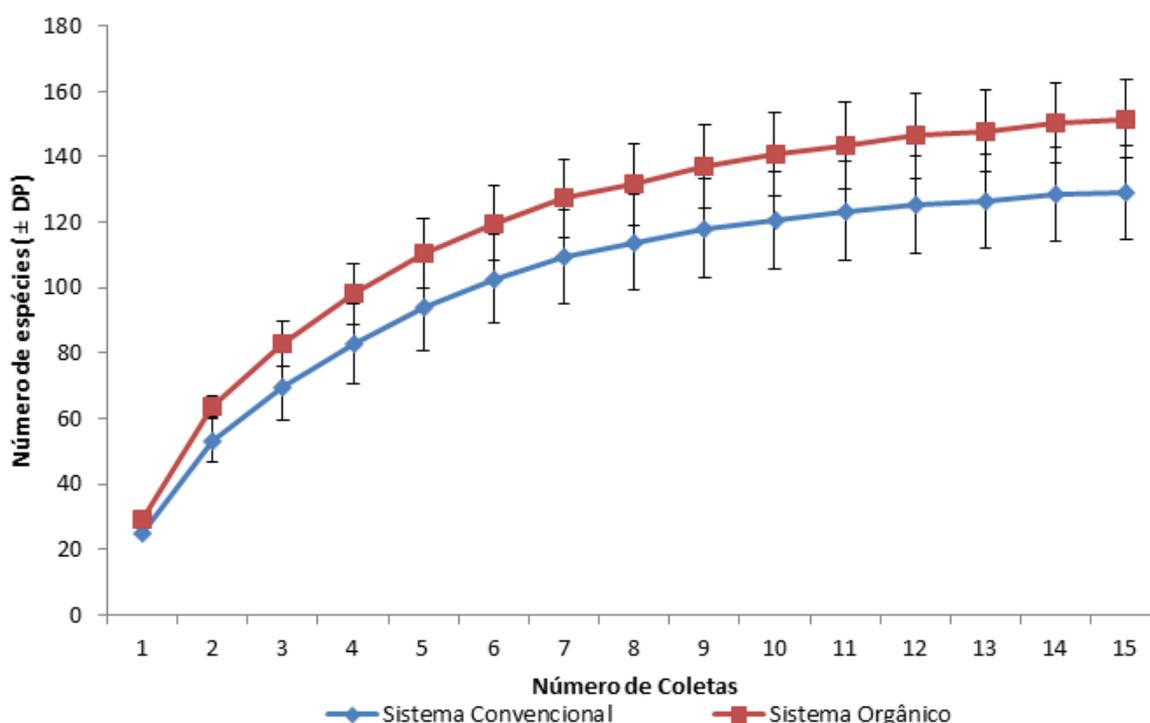


Figura 2. Curva de estimativa de riqueza de artrópodes edáficos em sistema de colheita convencional e orgânico de cana-de-açúcar. Jaboticabal, SP. (os intervalos indicam o desvio padrão)

As estimativas de riquezas foram similares e o número de espécies coletadas foi próximo do número de espécies esperadas de acordo com a Figura 2, pois nota-se ao avaliar as curvas, que as mesmas tenderam a se estabilizar. Dessa forma, o

número de coletas bem como o número de armadilhas foi suficiente para amostrar a maioria das espécies que possivelmente ocorrem nesses sistemas de colheita de cana-de-açúcar.

#### 4. DISCUSSÃO

No sistema orgânico foi observado o dobro de indivíduos coletados, além do maior número de artrópodes predadores e onívoros e baixo número de herbívoros em relação ao sistema convencional. Este fato foi ratificado pela alta dominância e frequência de coleópteros e dermápteros predadores no sistema orgânico, os quais são relatados por Mendonça & Marques (2005), Costa *et al.* (2007) e Silva *et al.* (2009), como importantes agentes naturais de controle de diferentes pragas em diferentes estágios de desenvolvimento na cultura de cana-de-açúcar. De maneira semelhante, Araujo *et al.* (2011) também constataram baixa infestação de *D. saccharalis* em milho cujas áreas possuíam alta incidência de *Dorus luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae).

Apesar de neste estudo ter-se avaliado apenas uma área para cada sistema dentro de uma mesma micro-região canavieira, os resultados sugerem que o sistema orgânico forneceu maior disponibilidade e abundância de recursos, tais como pólen, néctar e fontes alternativas de alimento e abrigo, os quais favorecem a abundância e diversidade de espécies (Landis *et al.* 2000). Root (1973) já havia afirmado que sistemas que propiciam condições adequadas (alimento e abrigo) tendem a ter maior abundância de artrópodes predadores e onívoros e, conseqüentemente, maior potencial de controle biológico de herbívoros.

Dentre os predadores, espécies de formigas e aranhas tiveram destaque em ambos os sistemas. Diversos são os estudos que apontam as formigas como eficazes agentes de controle de pragas em cana-de-açúcar (Rossi & Fowler 2002; Araújo *et al.* 2004, 2005). Entretanto, praticamente não há informações na literatura sobre a capacidade de predação e a diversidade de aranhas neste agroecossistema. Dessa forma, este trabalho é pioneiro no levantamento da comunidade de aranhas em cana-de-açúcar e da comunidade de artrópodes em sistema orgânico de cana-de-açúcar.

Os indivíduos pertencentes às famílias de aranhas amostradas se caracterizaram por apresentar diversos modos de capturas de suas presas. De acordo com a classificação das guildas para aranhas proposta por Dias *et al.* (2010), que considera o modo de captura das presas, foram encontradas aranhas pertencentes às famílias que se caracterizam como caçadoras aéreas, emboscadoras aéreas noturnas, construtoras diurnas de teias; corredores terrestres; tecelões terrestres; emboscadoras aéreas noturnas; corredoras aéreas diurnas; emboscadoras terrestres noturnas e tecelãs de esferas. Com isso, pode-se verificar a diversidade de aranhas e suas estratégias utilizadas na busca por alimento.

As formigas *Pheidole* spp. e *Dorymyrmex* spp. foram as únicas espécies super dominantes no sistema convencional. Desse modo, mesmo com a perturbação causada pelo uso do fogo para a colheita convencional, as populações destas espécies não foram afetadas, conforme também observado por Araújo *et al.* (2004). As espécies de formicídeos caracterizam-se pela rápida reestruturação, pelo comportamento de forrageamento e pelo comportamento social, condições essas que possivelmente contribuíram para a alta abundância, frequência e constância na área convencional (Rossi & Fowler 2002; Araújo *et al.* 2004, 2005). O fato de haver mais espécies super dominantes na área de sistema orgânico (*Pheidole* spp.; *Dorymyrmex* spp.; *Crematogaster* spp. e *Camponotus* spp.) pode estar relacionado à nidificação dessas espécies. Segundo Longino (2003), as espécies dos gêneros *Crematogaster* e *Dorymyrmex* possuem ninhos superficiais e, por esta razão, podem ser mais afetadas pela queimada. Com isto, devem precisar de mais tempo para o reestabelecimento das colônias.

Entretanto, não são apenas os efeitos diretos do fogo que podem ocasionar a redução da biodiversidade em sistema convencional de cana-de-açúcar. O uso de herbicidas nesses sistemas é uma prática utilizada para controle de plantas invasoras, cuja eliminação pode afetar indiretamente a população de artrópodes (Landis *et al.* 2005). Muitos dos artrópodes herbívoros são considerados a base da cadeia alimentar e podem ser dependentes diretamente das plantas invasoras que ocorrem nos locais de produção agrícola (Chiverton & Sotherton 1991). Os artrópodes predadores e onívoros, por exemplo, também podem utilizar essas plantas invasoras para complementar a alimentação. Dessa forma os herbicidas

podem atuar como reguladores da biodiversidade, que depende direta (herbívoros) e indiretamente (predadores e onívoros) destas interações no ambiente (Landis *et al.* 2005)

Apesar de ter ocorrido maior riqueza de espécies no sistema orgânico, os índices faunísticos e os índices de diversidade foram, de modo geral, semelhantes. Tal fato pode estar relacionado aos talhões próximos da área experimental, que possivelmente foram utilizados como abrigo/refúgio desses artrópodes, especialmente, os benéficos durante a colheita nos dois sistemas. Embora isto precise ser melhor elucidado neste agroecossistema, o escalonamento da colheita pode facilitar a movimentação de artrópodes entre diferentes áreas permitindo a reocupação do ambiente perturbado mais rapidamente.

Assim, o estudo da diversidade de artrópodes torna-se importante a fim de se conhecer importantes inimigos naturais que ocorrem naturalmente neste agroecossistema e que possam ser utilizados em programas de controle biológico de pragas. Ainda, apesar de ter utilizado apenas armadilhas Pitfall, as informações obtidas sobre a biodiversidade no agroecossistema de cana-de-açúcar sob dois sistemas de manejo neste estudo podem auxiliar em futuros estudos sobre controle biológico, ou mesmo na avaliação de risco de cana-de-açúcar geneticamente modificada, nos quais é imprescindível se conhecer a diversidade de artrópodes, inclusive de predadores.

## 5. LITERATURA CITADA

Araújo, L. F.; Silva, A. G.; Cruz, I.; Carmo, E. L. Neto, A, H. Goulart, M. M, P. & Rattes, J. F. 2011. Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Diatraea saccharalis* (Fabricius) e *Dorus Luteipes* (Scudder) em milho convencional e transgênico Bt. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 10. 205-214.

Araújo, M. S.; Della Lucia, T. M. C. & Picanço, M. C. 2004. Impacto da queima da palhada da cana-de-açúcar no ritmo diário de forrageamento de *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 2: 33-38.

Araújo, R. U. A.; Araújo, M. S.; Gonring, A. H. R. & Guedes, R. N. C. 2005. Impacto da queimada controlada da palhada da cana-de-açúcar sobre a comunidade de insetos locais. **Neotropical Entomology** 34(4): 649-658.

Baccaro, F. B. 2006. **Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (Hymenoptera: Formicidae)**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-Programa de pesquisa em biodiversidade, Faculdades Cathedral, 34 p.

Barbosa, P. **Conservation Biological Control**. 1998. New York, NY: Academic Press. 396 p.

Borror, D. J.; Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. 1992. **An Introduction to the Study of Insects**. 6ª. edição. Saunders College Publishing, Philadelphia, 875p.

Butler, S. J.; Vickery, J. A. & Norris, K. 2007. Farmland biodiversity and the footprint of agriculture. **Science** 315: 381–384.

Chiverton, P. A. & Sotherton, N. W. 1991. The effects of beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. **Journal of Applied Ecology** 28: 1027-1039.

CONAB 2013 (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar primeiro levantamento abril/2013**. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_04\\_09\\_10\\_29\\_31\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_abril\\_2013\\_1o\\_lev.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_29_31_boletim_cana_portugues_abril_2013_1o_lev.pdf) (21 de maio de 2013).

Costa, N. P.; Oliveira, H. D.; Brito, C. H. & Silva, A. B. 2007. Influência do nim na biologia do predador *Euborellia annulipes* e estudo de parâmetros para a sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 7: 1-10.

Dias, S. C.; Carvalho, L. S.; Bonaldo, A. B. & Brescovit, A. D. 2010. Refining the establishment of guilds in Neotropical spiders (Arachnida: Araneae). **Journal of Natural History** **44**:219-239.

Eilenberg, J.; Hajek, A. & Lomer, C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl** **46**: 387–400.

Gallo, D.; Nakano, O.; Neto, S. S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Filho, E. B.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B. & Vendramim, J. D. 2002. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo, Ed. Agronomica Ceres, 649 p.

Gurr, G. M.; Wratten, S. D. & Barbosa, P. 2000. Success in conservation biological control of arthropods, p. 105-132. In: G. Gurr & S. Wratten (eds). **Biological control: Measures of success**. Dordrecht: Kluwer Academic, 429 p.

Heltsh, J. F.; Forrester, N. E. 1983. Estimating species richness using the JACKKNIFE procedure. **Biometrics** **39**: 1-11.

Landis, D. A.; Wratten, S. D. & Gurr, G. M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology** **45**: 175–201.

Landis, D.A. Menalled, F.D.; Costamagna, A.C.; Wilkinson, T.K. 2005. Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. **Weed Science**, **53**: 902-908.

Longino, J. T. 2003. The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. **Zootaxa** **151**: 1-150.

Loureiro, M. C. & Queiroz, R. M. V. B. 1990. **Insetos de Viçosa - Formicidae**. Viçosa: UFV. 106 p.

Mendonça, A. F. & Marques, E. J. 2005. Cigarrinha da folha *Mahanarva posticata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae), p. 295-301. In: MENDONÇA, A. F. (ed.). **Cigarrinhas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insecta, 2005. 317 p.

Pogue, D. W. & Schnell, G. D. 2001. Effects of agriculture on habitat complexity in a prairie-forest ecotone in the southern great plains of North America. **Agriculture, Ecosystems and Environment** **87**: 287–298.

Root, R. B. 1973. Organization of plant – arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleraceae*). **Ecological Monographs** **43**: 95-124.

Rossi, M. N. & Fowler, H. G. 2002. Manipulation of fire ant density, *Solenopsis* spp., for short-term reduction of *Diatraea saccharalis* larval densities in Brazil. **Scientia Agrícola** **59**(2): 389-392.

Silva, A. B.; Batista, J. L. & Brito, C. H. 2009. Capacidade Predatória de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Acta Scientiarum** **31**: 7-11.

Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Barbin, D. & Nova, N. A. V. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1976, 419 p.

Soares, L.H.B.; Alves, B.J.R.; Urquiaga, S.; Boddey, R.M. **Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil**. Embrapa, Rio de Janeiro, 2009. 14p. (Circular Técnica, 27)

Venzon, M.; Pallini, A. & Amaral, D. S. S. L. 2001. Estratégias para o manejo ecológico de pragas. **Informe Agropecuário** **22** (212): 19-28.

Wilkinson, T. K. & Landis, D. A. 2005. Habitat diversification in biological control: The role of plant resources. p. 305-325. In: F. L. Wäckers; P. C. J. van Rijn; J. Bruin

(eds). **Plant Provided Food and Plant-Carnivore Mutualism**. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

## CAPÍTULO 4- Considerações Finais

Os resultados obtidos nesse trabalho mostraram a importância do controle biológico natural para os ovos de *Diatraea saccharalis* no agroecossistema canavieiro. A modificação do sistema convencional para o sistema orgânico pode ter contribuído para o aumento da diversidade dos artrópodes presentes na cultura. Estudos ainda precisam ser desenvolvidos para as outras fases da praga e, desta forma, ampliar o conhecimento sobre os fatores de regulação populacional da broca-da-cana.

Verificou-se que neste agroecossistema ocorreram diversas espécies de predadores e onívoros. Todavia, observação direta dos artrópodes associados à predação das posturas indicaram que os predadores generalistas (formigas e aranhas) foram os principais responsáveis pela mortalidade desses ovos (28 a 75% de mortalidade). É possível, todavia, que o parasitismo tenha sido subestimado, pois ovos parasitados podem ter sido posteriormente predados.

O escalonamento da colheita pode contribuir satisfatoriamente para esses resultados, pois talhões vizinhos podem atuar como áreas de refúgio no momento ou após a colheita facilitando a recomposição da fauna. Assim, esse manejo da cultura pode proporcionar a esses artrópodes condições para sobreviverem e se reproduzirem neste agroecossistema. Isto decorre, pois mesmo tendo sido coletados diversos predadores, apenas alguns atuaram como agentes de controle da broca-da-cana, o que sugere que esses artrópodes possuem outras redes tróficas.