

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

**DINÂMICA POPULACIONAL DE INSETOS FITÓFAGOS E  
PREDADORES EM CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO  
DE SÍLICIO**

**Alessandra Karina Otuka**  
Engenheira Agrônoma

**2015**

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

**DINÂMICA POPULACIONAL DE INSETOS FITÓFAGOS E  
PREDADORES EM CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO  
DE SÍLICIO**

**Alessandra Karina Otuka**

**Orientador: Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes**

**Co-orientadora: Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes**

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

**2015**

O92d Otuka, Alessandra Karina  
Dinâmica populacional de insetos fitófagos e predadores em  
cana-de-açúcar sob aplicação de silício / Alessandra Karina Otuka. –  
– Jaboticabal, 2015  
xii, 130 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015  
Orientador: Francisco Jorge Cividanes  
Coorientadora: Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes  
Banca examinadora: José Carlos Barbosa, Ricardo Antonio  
Polanczyk, José Roberto Scarpellini, Eduardo Suguino.  
Bibliografia

1. Flutuação populacional. 2. Diversidade. 3. Resistência  
induzida. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 595.7:632.9

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “DINÂMICA POPULACIONAL DE INSETOS FITÓFAGOS  
E PREDADORES EM CANA-DE-AÇÚCAR SOB  
APLICAÇÃO DE SILÍCIO”**

**AUTORA: ALESSANDRA KARINA OTUKA**

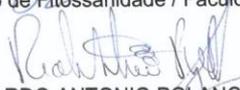
**ORIENTADOR: Prof. Dr. FRANCISCO JORGE CIVIDANES**

**CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. TEREZINHA MONTEIRO DOS SANTOS CIVIDANES**

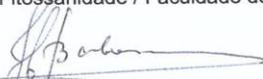
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. FRANCISCO JORGE CIVIDANES

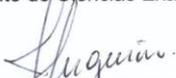
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. RICARDO ANTONIO POLANCZYK

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

  
Prof. Dr. JOSÉ CARLOS BARBOSA

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

  
Prof. Dr. EDUARDO SUGUINO

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Ribeirão Preto/SP

  
Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO SCARPELLINI

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Ribeirão Preto/SP

Data da realização: 29 de outubro de 2015.

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**ALESSANDRA KARINA OTUKA** – Nascida em Sertãozinho-SP, em 18 de agosto de 1983. Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita” (FCAV/Unesp), título obtido em fevereiro de 2009. Estágio no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos e iniciação científica com bolsa do CNPq durante a graduação. Em maio de 2011 concluiu o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Campus de Jaboticabal, SP, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no período de março de 2009 a maio de 2011. Em agosto de 2011 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia – Área de Concentração em Entomologia Agrícola na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP – Jaboticabal - SP), sendo bolsista do Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de setembro de 2011 a junho de 2015.

*Conserve os olhos fixos num ideal sublime*

*e lute sempre pelo que deseja,*

*pois só os fracos desistem*

*e só quem luta é digno de vida*

*(Autor desconhecido)*

*Às minhas filhas, Ayumi, Akemy e Harumy, por transformarem a minha vida, trazendo alegria e vontade de lutar.*

*Ao meu esposo Fábio Cardoso Pereira, AMOR DA MINHA VIDA, pela compreensão, amor, incansável apoio e por sua ação transformadora*

*em minha vida.*

*AMO VOCÊS...*

*Aos meus amados pais, Paulo Otuka e Eloisa Tomie Yassumitsu, pelo apoio incondicional, confiança, compreensão, carinho e imenso amor...*

*DEDICO*

*Aos meus irmãos, Anderson e Alexandre,  
pelo carinho e apoio constantes, amo muito vocês...*

*E também aos meus sobrinhos, Yudi e Sayuri,  
pelo sorriso constante e pelas alegrias que trazem a família.*

*A minha madrasta Aurora, pelo apoio e compreensão, sendo minha  
segunda mãe. A minha cunhada Vilmara, pelo apoio, atenção e incentivo.*

*E também a cunhada mais novata Giovanna, por me apoiar e trazer  
alegria a família, principalmente ao meu irmãozinho.*

*A minha batchan, Hisaye, pelo seu amor, dedicação e apoio constante na  
minha vida, mesmo que distante. Bá, obrigada por existir e saiba que você  
ocupa um lugar especial em meu coração.*

*E a toda minha família pelo carinho, confiança, união...*

*Em especial a minha prima Elaine, uma irmã,  
que se preocupa e me ajuda em todos os momentos da vida. Assim como  
a tia Bel, que também ama muito minhas filhas. Muito obrigado a todos  
vocês que fazem parte desta história.*

OFEREÇO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha vida, iluminando e abençoando o meu caminho.

Ao orientador Prof. Dr. Francisco Jorge Cividanes, pela atenção, amizade, ensinamentos, orientação e apoio constante.

A co-orientadora Dra. Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes, pela amizade, ajuda, atenção, disponibilidade e colaboração na realização do trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À instituição UNESP-Campus de Jaboticabal, pela oportunidade concedida.

Ao Professor Dr. José Carlos Barbosa, pela grande amizade, disponibilidade para realização das análises estatísticas e por toda atenção dispensada.

Aos pesquisadores Prof. Dr. Rodrigo Machado Feitosa, MSc. Rodrigo Aranda, Prof. Dr. George E. Ball, Prof. Dr. Edilson Caron, Profa. Dra. Kátia Mattioli, Msc. Juliana Chamorro Rengifo, Prof. Dr. Francisco de Assis Ganeio de Mello, Msc. Javier Layme Machengo, Dr. Tiago Fernandes Carrijo, Prof. Dr. Sergio Antonio Vanin, Prof. Dr. Carlos Roberto Sousa Silva e Prof. Dr. José Adriano Giorgi pelas identificações.

Aos amigos Profa. Dra. Maria Imaculada Fonseca, Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos e Prof. Dr. José Renato Zanini que me apoiaram e incentivaram nesta etapa da minha vida.

Aos integrantes do Laboratório de Ecologia de Insetos (LECOL): Ezequias Teófilo Correia, Danilo Henrique da Matta, Mariana Nardin Batista, Sidnéia Terezinha de Matos, Laís da Conceição dos Santos, Tatiana de Oliveira Ramos, Karen Pereira da

Silva. Também aos integrantes antigos: Robson José da Silva, Maria José Wanderley, Crislany de Lima Barbosa Andrade e Tiago Roberto Santos, porém eternos na lembrança.

Aos amigos que jamais esquecerei Mariah Valente Baggio, Marina Aparecida Viana, Elizabeth do Carmo Pedroso, João Rafael de Conte Carvalho de Alencar, Maria José Wanderley, Ezequias Teófilo Correia, Danilo Henrique da Matta, Robson José da Silva, Mariana Nardin Batista, Karen Pereira da Silva e Elias Almeida Silva.

Ao Departamento de Fitossanidade/Entomologia Agrícola, em especial aos funcionários: Alex Antonio Ribeiro, José Altamiro de Souza, José Luiz Dacal Seguin, Lígia Dias Tostes Fiorezzi, Roseli Pessoa, Zulene Antonio Ribeiro, Márcia Regina Macri, Celso de Deus Santianna de Oliveira e aos demais, que sempre estiveram a disposição para ajudar e também pelo apoio e amizade.

Aos professores da UNESP-Campus de Jaboticabal e em especial aos da Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, pela amizade e ensinamentos prestados.

A Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA Regional Centro Leste, pela área de plantio concedida para a realização das coletas e aos funcionários desta agência pelo auxílio nas atividades de campo.

Aos alunos da Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, pela amizade.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A cultura da cana-de-açúcar .....	3
2.2. Principais pragas da cana-de-açúcar .....	4
2.3. Inimigos naturais associados à cana-de-açúcar .....	6
2.4. O silício no solo e nas plantas.....	8
2.5. O silício e ocorrência de pragas .....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3.1. Descrição da área experimental.....	13
3.2. Instalação do experimento .....	14
3.3. Amostragem de artrópodes .....	15
3.3.1. Amostragem com armadilhas de solo tipo alçapão .....	16
3.3.2. Amostragem com armadilhas Termitrap® .....	18
3.3.3. Amostragem com iscas atrativas .....	19
3.3.4. Amostragem de <i>Mahanarva fimbriolata</i> .....	19
3.3.5. Amostragem visual .....	20
3.4. Delineamento experimental e análise de dados.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4.1. Ordem Hymenoptera.....	22
4.1.1. Análise de fauna de Formicidae e Mutillidae .....	22
4.1.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de espécies de Formicidae e Mutillidae.....	29
4.1.3. Flutuação populacional de espécies predominantes de Formicidae.....	31
4.1.4. Correlação entre espécies predominantes de Formicidae e fatores meteorológicos .....	35
4.2. Ordem Coleoptera.....	38
4.2.1. Análise de fauna de Carabidae e Staphylinidae.....	38

4.2.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de espécies de Carabidae e Staphylinidae.....	42
4.2.3. Flutuação populacional de espécies predominantes de Carabidae e Staphylinidae .....	44
4.2.4. Correlação entre espécies predominantes de Carabidae e Staphylinidae e fatores meteorológicos .....	47
4.3. Ordem Orthoptera .....	50
4.3.1. Análise de fauna de Orthoptera.....	50
4.3.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de espécies de Orthoptera .....	53
4.3.3. Flutuação populacional de espécies predominantes de Orthoptera..	55
4.3.4. Correlação entre espécies predominantes de Orthoptera e fatores meteorológicos .....	57
4.4. Ordem Dermaptera .....	60
4.4.1. Análise de fauna de Dermaptera.....	60
4.4.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de espécies de Dermaptera.....	62
4.4.3. Flutuação populacional de Dermaptera.....	63
4.4.4. Correlação entre espécies de Dermaptera e fatores meteorológicos.	65
4.5. Cupins .....	68
4.5.1. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de cupins.....	68
4.5.2. Flutuação populacional de cupins.....	69
4.5.3. Correlação entre cupins e fatores meteorológicos.....	72
4.6. <i>Sphenophorus levis</i> e <i>Metamasius hemipterus</i> .....	74
4.6.1. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de <i>Sphenophorus levis</i> e <i>Metamasius hemipterus</i> .....	74
4.6.2. Flutuação populacional de <i>Sphenophorus levis</i> e <i>Metamasius hemipterus</i> .....	74
4.6.3. Correlação de <i>Sphenophorus levis</i> e <i>Metamasius hemipterus</i> com fatores meteorológicos .....	76
4.7. <i>Mahanarva fimbriolata</i> .....	79

4.7.1. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de <i>Mahanarva fimbriolata</i> .....	79
4.7.2. Flutuação populacional de <i>Mahanarva fimbriolata</i> .....	79
4.7.3. Correlação entre <i>Mahanarva fimbriolata</i> e fatores meteorológicos...81	
4.8. Coccinellidae e <i>Melanaphis sacchari</i> .....	81
4.8.1. Análise de fauna de Coccinellidae.....	81
4.8.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de Coccinellidae e <i>Melanaphis sacchari</i> .....	84
4.8.3. Flutuação populacional de Coccinellidae e <i>Melanaphis sacchari</i> .....	86
4.8.4. Correlação de Coccinellidae e <i>Melanaphis sacchari</i> com fatores meteorológicos .....	89
4.9. Correlação entre insetos predadores e fitófagos.....	91
5. CONCLUSÕES.....	96
6. REFERÊNCIAS .....	97
APÊNDICES.....	127

## DINÂMICA POPULACIONAL DE INSETOS FITÓFAGOS E PREDADORES EM CANA-DE-AÇÚCAR SOB APLICAÇÃO DE SILÍCIO

**RESUMO** – A utilização de silício (Si) constitui em uma técnica que incrementa a resistência de plantas a insetos-praga, contribuindo significativamente para a redução da atividade alimentar e dos danos ocasionados por esses artrópodes. Neste trabalho avaliou-se o efeito da aplicação de Si sobre espécies de insetos fitófagos e predadores em duas variedades de cana-de-açúcar. O estudo teve por objetivos verificar a influência desse mineral sobre a abundância e diversidade de espécies, analisar a flutuação populacional de espécies predominantes e a relação destes com fatores meteorológicos, além de verificar a relação entre insetos fitófagos e predadores. As variedades utilizadas foram IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 e a fonte de Si aplicado foi o silicato de cálcio e magnésio na dose de 2,0 t.ha<sup>-1</sup>. A amostragem foi realizada quinzenalmente a partir de fevereiro de 2012 a janeiro de 2014. Verificou-se que o Si nas variedades de cana-de-açúcar provoca desgaste nos dentes mandibulares de *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758), aumenta a ocorrência de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) e *Darditilla* sp. e diminui as populações de *Gryllus* sp. e *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897). A diversidade de formigas não se altera com a aplicação de Si, mas a de Mutillidae e Staphylinidae é reduzida. O Si em cana-de-açúcar eleva os picos populacionais de *A. sexdens*, *Brachymyrmex* sp., *D. luteipes*, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854). *Sthetorus* sp., *Pheidole oxyops* Forel, 1908, *Scarites* sp. 1 e *Euborellia* sp. são os insetos predadores mais frequentemente associados aos insetos fitófagos em cana-de-açúcar. A temperatura máxima do ambiente influencia negativamente as populações de *D. luteipes* e *M. fimbriolata* e a temperatura mínima as populações de *Abaris basistriata* Chaudoir, 1873 e *Scarites* sp. 1. O aumento da precipitação pluvial reduz as populações de *Syntermes* sp. e *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775).

**Palavras-chave:** flutuação populacional, diversidade, *Saccharum* sp., resistência induzida, fatores meteorológicos.

## POPULATION DYNAMICS OF PHYTOPHAGOUS AND PREDATOR INSECTS IN SUGARCANE UNDER SILICON APPLICATION

**ABSTRACT** - The use of silicon (Si) is a technique that increases plant resistance to insect pests. Also, it contributes significantly to the reduction of feeding activity and damage caused by these arthropods. This study evaluated the effect of Si application in two varieties of sugarcane on phytophagous and predators species of insects. The study aimed to verify the influence of this mineral on the abundance and diversity of species, analyze the population fluctuation of predominant species and their relationship with meteorological factors, and to identify the relationship between phytophagous and predator insects. Sugarcane varieties used were IAC-SP 963060 and IAC-SP 962042 and Si source used was calcium silicate and magnesium at a dose of 2.0 t ha<sup>-1</sup>. Sampling was performed every two weeks from February 2012 to January 2014. It was observed that the Si in varieties of sugarcane causes jaws wear of *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758), it increases the incidence of *Doru luteipes* (Scudder, 1876) and *Darditilla* sp. and it decreases populations *Gryllus* spp. and *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897). Application of Si does not change ants' diversity, but it reduces Mutillidae's and Staphylinidae's. The Si in sugarcane raises the population peaks of *A. sexdens*, *Brachymyrmex* sp., *D. luteipes*, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854). *Sthetorus* sp., *Pheidole oxyops* Forel, 1908, *Scarites* sp. 1 and *Euborellia* sp. are the predators most often associated to phytophagous insects in sugarcane. The maximum ambient temperature influences negatively *D. luteipes* and *M. fimbriolata* populations and minimum temperature does the same to *Abaris basistriata* Chaudoir, 1873, and *Scarites* sp. 1 populations. Increased rainfall reduces *Syntermes* sp. and *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775) populations.

**Keywords:** population fluctuation, diversity, *Saccharum* sp., induced resistance, meteorological factors.

## 1. INTRODUÇÃO

Insetos-praga são os principais fatores bióticos que limitam a produção agrícola mundial (UKWUNGWU, 1990; PANDA; KUSH, 1995). No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar é danificada por inúmeras pragas, que podem reduzir na produtividade cerca de 25 a 30 toneladas por hectare. As principais pragas causadoras de danos são os cupins, broca dos rizomas, gorgulho da cana-de-açúcar, cigarrinhas, broca do colmo e nematoides (DIAS et al., 2013).

Entre os métodos de controle de insetos-praga, o emprego de variedades resistentes é considerado ideal, por manter a população desses organismos abaixo do nível de dano econômico e pela não utilização de agrotóxicos não deixa resíduos nos alimentos e no ambiente (VENDRAMIN; NISHIKAWA, 2001; CASTRO, 2008). No entanto, os danos causados pelas pragas às plantas também podem ser reduzidos através do manejo de nutrientes de acordo com as necessidades da cultura. Por exemplo, o silício (Si) reduz a suscetibilidade das culturas às pragas (MEYER; KEEPING, 2005). Isto ocorre porque o desenvolvimento de insetos fitófagos depende das condições fisiológicas da planta hospedeira, principalmente das condições nutricionais e de estresse (SÉTAMOU et al., 1993; HUBERTY; DENNO, 2004). A aplicação de Si pode proporcionar às culturas condições para suportar adversidades biológicas, climáticas e edáficas, além de estar relacionada com interações entre elementos que favorecem a nutrição da planta (LIMA FILHO, 2009). Esses efeitos ocorrem porque o Si provoca o enrijecimento das paredes celulares das plantas, aumentando a resistência a insetos-praga e doenças (QUIN; TIAN, 2005).

Assim como ocorre com a maioria das espécies de gramíneas, a cana-de-açúcar reage bem a aplicação de Si devido concentrar em seus tecidos altos teores desse elemento (EPSTEIN, 1999; MA; YAMAJI, 2008), contudo a capacidade de acumular Si depende de cada variedade (ROSSETO et al., 2005). O acúmulo desse mineral em alta concentração nos tecidos da planta de cana-de-açúcar aumenta o comprimento e o diâmetro dos colmos, o número de perfilhos e, conseqüentemente, a produtividade (KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2002).

Além da produtividade, existem relatos dos benefícios do Si reduzir os danos causados por pragas à cana-de-açúcar, tais como: *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) (WANGEN, 2007) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) no Brasil (ANDERSON; SOSA, 2001; VILELA et al., 2014) e *Eldana saccharina* Walker, 1865 (Lepidoptera: Pyralidae) na África do Sul (KVEDARAS et al., 2005; KVEDARAS; KEEPING, 2007; KVEDARAS et al., 2009).

Kvedaras e Keeping (2007), estudando o efeito do Si em plantas de cana-de-açúcar sobre a broca *E. saccharina*, observaram que este mineral dificulta a penetração da lagarta no colmo, colaborando para o manejo integrado dessa praga ao reduzir o período de desenvolvimento larval, o dano à cultura e atrasando a penetração da lagarta no colmo, tornando-a mais exposta aos inimigos naturais, condições climáticas e produtos químicos.

A suplementação de Si nas culturas constitui uma ação viável em programas de manejo integrado de insetos-praga e doenças, pois pode diminuir os resíduos de inseticidas no produto agrícola e ambiente. Além do baixo custo que apresenta, o emprego do Si pode ser integrado a outras práticas agrícolas, inclusive ao controle biológico (UKWUNGWU, 1990; LAING; GATARAYIHA; ADANDONON, 2006).

As pesquisas que integram a suplementação de Si em culturas e controle biológico são raras (MORAES et al., 2004; SILVA et al., 2010; ANTUNES et al., 2010; KVEDARAS et al., 2010). A maioria dos estudos sobre o uso de Si na agricultura está relacionada somente com insetos-praga, doenças e produtividade das culturas (KVEDARAS et al., 2009; GOMES; MORAES; NERI, 2009; FERNANDES et al., 2009; CAMARGO et al., 2010; KEEPING et al., 2012; SIDHU et al., 2013).

Neste trabalho avaliou-se o efeito da aplicação do Si sobre espécies de insetos fitófagos e predadores em duas variedades de cana-de-açúcar visando: (i) verificar a influência desse mineral na abundância e diversidade de espécies, (ii) analisar a flutuação populacional e a relação com fatores meteorológicos de espécies predominantes (iii) analisar a interação entre insetos fitófagos e predadores.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, *Saccharum* spp. Linnaeus, 1753 (Poaceae), é uma planta semi-perene e originária provavelmente da Nova Guiné, Índia e China. Essa planta perfilha de maneira abundante na fase inicial de desenvolvimento e seu cultivo ocorre numa ampla faixa de latitude, desde 35° N a 30° S, e em altitudes que variam do nível do mar até 1.000 metros, sendo cultivada em cerca de 100 países abrangendo área de 12 milhões de hectares (UNICA, 2015).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, seguido pela Índia. Na safra de 2014/15, a área plantada no país será de 9 milhões de hectares com produção estimada de aproximadamente 642 milhões de toneladas, sendo São Paulo, Goiás e Minas Gerais os principais estados produtores. A produção do país tem redução prevista de 2,5% em relação à safra 2013/14, que está diretamente relacionada com a queda de 4,6% na produtividade (CONAB, 2015).

Aumento progressivo das áreas de cana-de-açúcar tem sido observado nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Paraná. Isto se deve à expansão do cultivo dessa poácea em áreas de pastagem e culturas de menor valor e instalação de novas usinas sucroalcooleiras. A região Sudeste contribui com o maior percentual (96,6%) do total das novas áreas de plantio; na região Centro-Oeste o incremento de novas regiões de plantio é significativo. Entretanto, em muitos estados o custo da produção dessa cultura é maior, devido a falta de umidade no solo e a necessidade de irrigação, causando redução da área cultivada (CONAB, 2015).

O programa do governo federal para promover a redução no uso de combustíveis fósseis e ampliação da produção e consumo de biocombustíveis favorece o crescimento do setor sucroalcooleiro. Ressalta-se que este programa tem por objetivo proteger o meio ambiente, aumentar o comércio internacional e a inclusão social (VILELA, 2013).

O setor sucroalcooleiro tem potencial para expandir a produção e comercialização de açúcar e etanol nos cenários nacional e internacional. Portanto,

deve-se atentar para o desenvolvimento de novas e mais eficientes tecnologias, que contribuam para o manejo sustentável, além de diminuir a ação de pragas e patógenos que limitam a produção da cultura.

## 2.2. Principais pragas da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar abriga numerosas espécies de insetos, sendo que algumas delas, dependendo do estágio fenológico da planta, da época do ano e da região, podem reduzir a produtividade, ocasionando sérios prejuízos econômicos. Dentre os insetos-praga mais importantes da cultura destaca-se a broca-da-cana, *D. saccharalis*, que causa prejuízos diretos em virtude da formação de galerias que resultam no tombamento da planta, perda de peso e morte das gemas, e prejuízos indiretos relacionados à penetração de fungos nas galerias formadas pela praga causando a podridão vermelha do colmo.

As cigarrinhas das raízes e das folhas, *M. fimbriolata* e *Mahanarva posticata* (Stal, 1855) (Hemiptera: Cercopidae), também causam grandes prejuízos à cana-de-açúcar, pois sugam a seiva das folhas, ocasionando a queima e definhamento do colmo (MUTTON; MUTTON, 2005). No estado de São Paulo, *M. fimbriolata* é considerada um dos principais problemas da cultura, reduzindo a produtividade em cerca de 11% (DINARDO-MIRANDA, 2004; ALMEIDA; BATISTA-FILHO; COSTA, 2007). *Mahanarva posticata* pode reduzir a taxa de açúcar em até 17% (MARQUES; LIMA; OLIVEIRA, 2009). Além das perdas de produtividade, o ataque das cigarrinhas interfere diretamente na fotossíntese e outros processos metabólicos da planta, comprometendo a qualidade da matéria-prima destinada ao processamento industrial, assim como seu valor comercial (KORNDÖRFER; GRISOTO; VENDRAMIM, 2011).

As formigas cortadeiras também estão entre as principais pragas da cana-de-açúcar devido causarem elevados prejuízos econômicos e os altos custos envolvidos no seu controle, além de apresentarem vasta distribuição geográfica. No estado de São Paulo, as formigas cortadeiras que mais atacam a cultura da cana-de-açúcar pertencem ao gênero *Atta* (saúvas). Os danos causados pelas saúvas resultam em perdas de produtividade de três a cinco toneladas de cana por saúveiro

ao ano, e na redução de até 30% no teor de sacarose da cana colhida na área de forrageamento desses insetos. (ALMEIDA, 2006).

Também podem ser destacadas como importantes pragas desta cultura a broca-gigante da cana *Castnia licus* (Drury, 1770) (Lepidoptera: Castniidae), a lagarta-elasma *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), os percevejos-castanho *Scaptocoris castanea* (Perty, 1830) e *Atarsocoris brachiariae* (Becker, 1996) (Hemiptera: Cydnidae), os besouros *Euetheola humilis* (Burmeister, 1847) e *Stenocrates* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) e os pulgões *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) e *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) (Hemiptera: Aphididae) (GALLO et al., 2002; CORREIA, 2013).

O pulgão da cana-de-açúcar, *M. sacchari*, é uma praga secundária da cultura, mas tem importância por ser vetor do vírus amarelinho que causa perdas de até 50% da lavoura. As folhas das plantas afetadas por essa virose tornam-se amarelas na nervura central e no limbo foliar. As folhas mais velhas apresentam coloração vermelha na nervura central. Posteriormente, o limbo foliar apresenta perda de pigmentação, seguido da necrose do tecido (AGOSTINI et al., 2005).

Existem ainda pragas associadas ao solo que representam problemas no cultivo dessa gramínea, principalmente em função da intensidade de perdas que ocasionam (ARRIGONI et al., 1988). Dentre os insetos de solo que atacam a cultura da cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) (Coleoptera: Curculionidae) tem sido considerado uma espécie importante. Os danos ocasionados pelas larvas, que abrem galerias nos internódios basais, originam sintomas de amarelecimento e seca das folhas e dos perfilhos (PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009). O registro de crescimento dessa praga tem sido frequente ao longo dos anos, ocorrendo também o incremento nas populações em decorrência das dificuldades de controle com a aplicação de inseticidas químicos e biológicos (GIRÓN-PÉREZ et al., 2009).

Os cupins subterrâneos também são responsáveis por perdas expressivas em canaviais brasileiros, pois atacam os toletes plantados e danificam as gemas, diminuindo a intensidade de brotação da cana. Esse grupo de insetos ataca a cana desde o início do plantio até o perfilhamento, causando injúrias e redução no estande (GALLO et al., 2002; PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009). No Brasil, mais de 12 espécies de cupins já foram identificadas como pragas que atacam os toletes

de cana, podendo causar perdas anuais superiores a 10 toneladas por hectare. Segundo Moreira (2004) as espécies de cupins mais danosas na região Sudeste pertencem aos gêneros *Heterotermes*, *Procornitermes* e *Neocapritermes* (Isoptera: Termitidae).

Vários estudos sobre a ocorrência e o manejo de insetos-praga associados ao solo na cultura da cana-de-açúcar têm sido realizados no estado de São Paulo (GARCIA; BOTELHO, 2006; MACHADO et al., 2006; TAVARES, 2006; DINARDO-MIRANDA; VASCONCELOS; LANDELL, 2008). Embora algumas medidas empregadas no manejo de pragas possam ser adaptadas de outras regiões do Brasil, é imprescindível o conhecimento da ocorrência, incidência e flutuação populacional desses insetos em âmbito regional, considerando-se as peculiaridades edafoclimáticas e fitogeográficas de cada região. Essas informações, quando devidamente determinadas, contribuem para a correta identificação e manejo da entomofauna canavieira nas diferentes regiões onde a cultura é conduzida (MORAES; ÁVILA, 2014).

### **2.3. Inimigos naturais associados à cana-de-açúcar**

Os canaviais também servem de abrigo a insetos predadores e parasitoides que atacam insetos-praga (ERLER, 2010; PARRA; BOTELHO; PINTO, 2010). Dentre os inimigos naturais observados na cultura da cana-de-açúcar encontram-se os parasitoides *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae), *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae), *Lydella minense* (Towsend, 1927) (Diptera: Tachinidae), *Paratheresia claripalpis* (Wulp, 1896) (Diptera: Tachinidae) e *Lixophaga diatraeae* (Towsend, 1916) (Diptera: Tachinidae) (ERLER, 2010). Existem também os artrópodes predadores: carabídeos (Coleoptera: Carabidae), estafilinídeos (Coleoptera: Staphylinidae), coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae), formigas (Hymenoptera: Formicidae), vespas (Hymenoptera: Vespidae) e aranhas (Araneae) que são importantes inimigos naturais por reduzirem as populações de pragas (CASTELO-BRANCO, 2008).

Dos parasitoides liberados para o controle de *D. saccharalis*, *C. flavipes* tem se mostrado o mais eficiente (SANDOVAL; SENÔ, 2010), além de representar o agente de controle produzido em maior número nos laboratórios do estado de São Paulo. Neste estado a introdução e liberação de *C. flavipes* diminuiu a intensidade de infestação da broca-da-cana, que era de 9% em 1980 para 3,17% em 1991 (CEBRASA, 2008).

Espécies do gênero *Trichogramma* constituem um dos grupos de inimigos naturais mais estudados e utilizados no mundo (PARRA; ZUCCHI, 2004). Esses insetos são de grande importância no controle biológico pois, como parasitoides de ovos principalmente de insetos da ordem Lepidoptera, impedem que a praga atinja a fase de lagarta, estágio em que causa dano às culturas (BOTELHO, 1997). No Brasil, *T. galloi* é utilizado em liberações inundativas no combate a broca-da-cana. Este organismo atua no estágio de ovo da praga controlando-a antes de causar danos econômicos (GOULART, 2010).

Os carabídeos têm ampla distribuição mundial e destacam-se como os mais importantes insetos predadores associados ao solo (CLARK et al. 1994; LÖVEI; SUNDERLAND, 1996) devido ao papel que apresentam na dinâmica da cadeia alimentar e no controle de pragas agrícolas (MUNDY et al., 2000; SUENAGA; HAMAMURA, 2001; TOFT; BILDE, 2002).

Existem informações sobre carabídeos agindo no controle biológico de pragas de várias culturas importantes. Esses besouros destacam-se como inimigos naturais de afídeos, larvas de lepidópteros e lesmas em várias culturas (KROMP, 1999; HOLLAND; LUFF, 2000; MUNDY et al., 2000; MCKEMEY et al., 2001), além de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (WYCKHUYS; O'NEIL, 2006), *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja (FULLER, 1986; CIVIDANES et al., 2014), *D. saccharalis* em cana-de-açúcar (WHITE; ERWIN; VIATOR, 2012), *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho (SUENAGA; HAMAMURA, 2001) e *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão (CHOCOROSQUI; PASINI, 2000).

Outros predadores como as formigas podem ser encontradas em grande número nas mais diversas regiões, existindo relatos da presença de várias espécies

em canaviais pós-queima (MACEDO; ARAÚJO, 2000; ARAÚJO et al., 2005). Além disso, diversos estudos apontam as formigas como eficazes agentes de controle de pragas em cana-de-açúcar (ROSSI; FOWLER, 2002; ARAÚJO; DELLA LUCIA, PICANÇO, 2004; ARAÚJO et al., 2005; SANTOS, 2013).

O uso de agentes biológicos para o controle de insetos-praga tem se intensificado nos últimos anos no Brasil. Os inimigos naturais minimizam a necessidade da intervenção do homem no controle de pragas. Entretanto, somente em algumas situações o controle biológico natural é eficiente, sendo necessária a complementação com outros métodos de controle (DEGRANDE et al., 2002). Assim, destaca-se ser importante realizar estudos sobre táticas ecológicas de controle de pragas que incrementam a ação de agentes naturais, sendo necessário conhecer a influência de tais táticas sobre as populações de inimigos naturais para a implantação de um programa de manejo de pragas.

#### **2.4. O silício no solo e nas plantas**

O Si é o segundo maior elemento em massa na crosta terrestre, atrás apenas do oxigênio. Este elemento pode ser encontrado em formas combinadas como a sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e os minerais silicatados (SRIPANYAKORN et al., 2005). Em razão da avançada intemperização dos solos tropicais, o Si se encontra basicamente na forma de quartzo e feldspato alcalino (KORNDÖRFER, 2006).

Embora os solos apresentem alto teor de Si, pouco desse mineral encontra-se disponível para as plantas, devido à sua baixa solubilidade (ESSER, 2002; KORNDÖRFER, 2006). Alguns solos contêm pouco Si disponível por serem altamente intemperizados, lixiviados, ácidos e com baixa saturação por base (PONTIGO et al., 2015). Outro fator que leva à deficiência de Si no solo são os cultivos sucessivos, principalmente de plantas que são naturalmente acumuladoras desse elemento.

O Si absorvido pelas plantas está presente na solução do solo na forma de ácido monossilícico ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ), que é desprovido de carga elétrica (MITANI; MA, 2005). Outras fontes de ácido monossilícico para o solo são a decomposição de resíduos vegetais, a dissociação do ácido silícico polimerizado, a liberação do Si

preso aos óxidos e hidróxidos de Ferro (Fe) e Alumínio (Al), a adição de fertilizantes silicatados e a água de irrigação (CORNELIS et al., 2011).

Os silicatos têm comportamento no solo similar ao dos carbonatos de cálcio e magnésio, sendo capazes de elevar o pH e neutralizar o Al trocável quando aplicados como corretivo. Similarmente ao comportamento dos carbonatos, ocorrem sítios de troca aniônica com fósforo absorvido nas argilas, deslocando estes nutrientes para a solução do solo, tornando-os assim mais assimiláveis pelas plantas (KORNDÖRFER; PEREIRA; NOLLA, 2004).

A essencialidade do Si foi demonstrada apenas para algumas espécies de algas que incorporam o Si em suas estruturas (LIKHOSHWAY et al., 2006). No caso desses organismos, o Si é importante no metabolismo de alguns aminoácidos e proteínas. Para plantas superiores foi demonstrada essencialidade somente para algumas espécies da família Equisitaceae, apesar de ser um constituinte majoritário da maioria dos vegetais (NUNES, 2012). No entanto, Epstein e Bloom (2005) relatam que plantas que crescem em ambientes ricos em Si diferem daquelas presentes em ambientes deficientes desse mineral. A partir do decreto-lei nº 4954, aprovado em 14 de janeiro de 2004, que dispõe sobre a legislação brasileira de fertilizantes, o Si passou a ser considerado como um micronutriente benéfico (BRASIL, 2004).

Os benefícios proporcionados pelo Si às plantas são: a complexação do alumínio presente na solução do solo formando Al-Si e reduzindo a toxidez para as plantas (ZSOLDOS et al., 2003; WANG; STASS; HORST, 2004; PRAGABAR; HODSON; EVANS, 2011; SINGH et al., 2011); a polimerização desse elemento nas raízes das plantas, agindo na redução da captação de manganês, livrando as mesmas de problemas causados por esse elemento (LI et al., 2012; WU et al., 2013); a deposição de sílica no caule o que aumenta a resistência e previne o acamamento, além de proporcionar folhas mais eretas e elevar a resistência a estresses bióticos (PONTIGO et al., 2015); o favorecimento na translocação de carbono para panículas e sementes e também o aumento da eficiência do uso da água com a redução da transpiração (ZUCCARINI, 2008); o acúmulo de sílica nos órgãos de transpiração que leva à formação de uma dupla camada de sílica abaixo

da epiderme agindo como barreira mecânica contra o ataque de doenças e insetos (KORNDÖRFER; PEREIRA; NOLLA, 2004).

Estudos sugerem que o Si aumenta a resistência da planta através da produção de metabólitos de baixo peso molecular, que incluem fitoalexinas e flavonoides (EPSTEIN, 2009).

As plantas apresentam diferenças na capacidade de absorver Si, isso acontece devido tanto à fisiologia das diferentes espécies, quanto ao ambiente onde as plantas se desenvolvem ou até mesmo entre genótipos de uma mesma espécie (CHAGAS, 2004; MA et al., 2007). Segundo Ma et al. (2001), as diferenças de absorção se devem principalmente às características das raízes das plantas. As plantas das famílias Poaceae, Ciperaceae e Equisetaceae demonstram alto acúmulo de Si (> 4% Si), Brassicaceae, Urticaceae e Commelinaceae demonstram acúmulo de Si intermediário (2-4 % Si), enquanto a maioria das espécies demonstra acúmulo abaixo de 2% (MA et al., 2002; HODSON et al., 2005).

## **2.5. O silício e a ocorrência de pragas**

O Si é um elemento capaz de aumentar a resistência natural das plantas, contribuindo para uma agricultura sustentável, com menor custo e ecologicamente correta. Esse mineral pode proteger a planta contra o ataque de insetos e patógenos devido acumular-se nas células epidérmicas abaixo da cutícula, formando uma barreira conhecida como dupla camada silício-cutícula (MITANI; MA, 2005). Também pode aumentar os mecanismos de defesa das plantas por proporcionar o acúmulo de lignina, de compostos fenólicos e de fitoalexinas (MA; YAMAJI, 2006; MASSEY; ENNOS; HARTLEY, 2006; GOMES; MORAES; ANTUNES, 2008; KEEPING; KVEDARAS, 2008; MASSEY; HARTLEY, 2009; RANGER et al., 2009; REYNOLDS; KEEPING; MEYER, 2009).

A sílica presente na epiderme dificulta a penetração e a mastigação dos insetos devido ao endurecimento da parede celular (DALASTRA et al., 2011). Altos teores de sílica na planta podem aumentar a capacidade de defesa contra a herbivoria e diminuir a preferência de consumo (HUNT et al., 2008).

A ação do Si sobre insetos herbívoros pode ser considerada ter efeitos direto e indireto (KVEDARAS; KEEPING, 2007). O efeito direto inclui a redução no crescimento e na reprodução do inseto, acarretando em redução do dano à planta. Enquanto o efeito indireto está relacionado com o atraso da penetração do inseto na planta, tornando-se mais exposto a inimigos naturais e condições climáticas adversas. Pode também ocorrer aumento da tolerância da planta a estresses abióticos como o hídrico, fortalecendo conseqüentemente a resistência contra o ataque de pragas (KVEDARAS et al., 2007) ou ainda melhoria na liberação de voláteis responsáveis pela atração de inimigos naturais, aumentando o controle biológico de herbívoros (REYNOLDS; KEEPING; MEYER, 2009). Alguns trabalhos relatam que a aplicação de Si pode reduzir a taxa de crescimento populacional e causar maior mortalidade de lagartas, além de estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, o que pode estar relacionado à presença de substâncias de defesa que podem causar efeitos adversos sobre a biologia e o comportamento do inseto (GOUSSAIN et al., 2002; GOMES et al., 2005; NERI; MORAES; GAVINO, 2005; COSTA; MORAES; ANTUNES, 2007).

Informações disponíveis sugerem que a aplicação de Si pode aumentar o grau de resistência de plantas aos insetos-praga (KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2002; KEEPING; MEYER, 2006; KVEDARAS; KEEPING, 2007; GOMES; MORAES; NERI, 2009).

Carvalho, Moraes e Carvalho (1999) observaram que a deposição de Si nas folhas e no caule das plantas de sorgo afetou a preferência e o desenvolvimento de *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) e também reduziu em quase 50% a sua reprodução. O pulgão-verde, ao se alimentar de plantas de trigo adubadas com silicato de sódio, apresentou menor longevidade e fecundidade, além de reduzida excreção de *honeydew*, o que pode indicar menor taxa de ingestão (BASAGLI et al., 2003; GOUSSAIN; PRADO; MORAES, 2005; COSTA; MORAES; COSTA, 2011). Em batateira, o Si pode diminuir a colonização das plantas e reduzir a taxa de crescimento populacional de *Myzus persicae* (Sulzer, 1778) (Hemiptera: Aphididae) (GOMES; MORAES; ASSIS, 2008; GOMES; MORAES; ANTUNES, 2008).

Na África do Sul, pesquisadores verificaram que diferentes fontes de Si tornam os colmos da cana-de-açúcar mais resistentes à penetração de *E. saccharina*, reduzindo as infestações e os danos causados a cultura (KVEDARAS et al., 2005; MEYER; KEEPING, 2005).

A lagarta de *S. frugiperda*, ao se alimentar de folhas de plantas de milho adubadas com Si, apresentou acentuado desgaste na região incisora das mandíbulas, ocasionando dificuldade de alimentação, aumento de mortalidade e canibalismo da praga (GOUSSAIN et al., 2002). O maior teor de sílica em Poacea pode resultar no aumento da abrasividade das folhas e atuar como deterrente alimentar, além de reduzir a taxa de desenvolvimento e a eficiência de digestão de lagartas de *Spodoptera exempta* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae), ocasionando baixo peso de pupas (MASSEY; ENNOS; HARTLEY, 2006).

Duas aplicações foliares de silicato de potássio em cana-de-açúcar reduziram a população de *M. fimbriolata*, semelhante a aplicação de produtos químicos e biológicos (WANGEN, 2007).

Almeida et al. (2008), em experimento com berinjela e aplicações foliares de silicato de cálcio e fertilizante organomineral em conjunto ou isoladamente, observaram menores danos causados por ninfas e menor população de *Thrips palmi* (Karny, 1925) (Thysanoptera: Thripidae), mostrando possível aumento de resistência das plantas a essa praga, devido à deposição de silicato nos tecidos celulares das plantas.

Gomes; Moraes e Neri (2009), trabalhando com batata, verificaram que as plantas adubadas com Si apresentaram menos número de injúrias foliares provocadas por *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) em relação à testemunha, independentemente da forma de aplicação e da fonte de Si.

Freitas; Junqueira e Michereff Filho (2012), analisando o efeito do Si na preferência alimentar, mortalidade e desgaste de mandíbula de *P. xylostella*, constataram que a utilização do Si na superfície das folhas interfere na preferência alimentar da praga, aumenta o desgaste da mandíbula e conseqüentemente a mortalidade pelo fato da mesma não conseguir se alimentar, sendo a adubação com Si indicada como ferramenta no manejo integrado de pragas.

A tecnologia baseada no uso do Si é considerada sustentável, promovendo maior retorno econômico para o agricultor ao diminuir o uso de agrotóxicos e aumentar a produtividade por meio de uma nutrição equilibrada e fisiologicamente mais eficiente, o que significa plantas mais vigorosas, produtivas e com menor ataque de pragas (LAING; GATARAYIHA; ADANDONON, 2006).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido em área pertencente à Fazenda Experimental da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA Regional Centro Leste, localizada no município de Ribeirão Preto, SP, e no Laboratório de Ecologia de Insetos (LECOL), do Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal, SP, durante o período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2014.

#### **3.1. Descrição da área experimental**

A área experimental apresentava 2.016,0 m<sup>2</sup> com coordenadas geográficas: latitude 21°12'26" Sul, longitude 47°51'48" Norte, altitude de 646 metros (Figura 1), precipitação média anual de 1427 mm, com médias de temperaturas máxima de 25°C e mínima de 19,3°C. Conforme sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 1999), o solo de Ribeirão Preto está classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico, textura argilosa.

A área continha 20 parcelas com 12 m de comprimento e 8,40 m de largura, constituídas por seis linhas de cana com espaçamento de 1,40 m. Cada parcela estava distante 5,0 m entre si. Os tratamentos foram compostos por duas variedades de cana-de-açúcar, IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042, com e sem aplicação de Si e cinco repetições. A escolha das variedades foram baseadas nas características de alta produtividade (IAC, 2012) e na quantidade de tricomas, sendo a IAC-SP 963060 com menor densidade de tricomas que a IAC-SP 962042 (DINARDO-MIRANDA et al., 2012).



**Figura 1.** Imagem aérea da área experimental. (Fonte: Google Maps. Acesso: 04 mar. 2015).

### 3.2. Instalação do experimento

No mês anterior ao plantio foram obtidas amostras de solo, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, para a determinação das características químicas. As análises foram efetuadas pelo Laboratório de Análises de Solo e Foliar, RiberSolo, Ribeirão Preto, SP (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Análise química do solo referente à camada de 0 a 20 cm, na área experimental. Ribeirão Preto, SP, 2014.

P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
$\text{g dm}^{-3}$	$\text{g dm}^{-3}$	$\text{CaCl}_2$	..... $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .....						%
13	31	5,5	1,8	32	13	31	46	77	60,0

M.O. – matéria orgânica, H+Al – acidez potencial, SB – soma de bases, CT – capacidade de troca catiônica, V% - saturação por base.

**Tabela 2.** Análise química do solo referente à camada de 20 a 40 cm, na área experimental. Ribeirão Preto, SP, 2014.

P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
$\text{g dm}^{-3}$	$\text{g dm}^{-3}$	$\text{CaCl}_2$	..... $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .....						%
6	25	5,3	1,2	21	8	34	30	64	47,5

M.O. – matéria orgânica, H+Al – acidez potencial, SB – soma de bases, CT – capacidade de troca catiônica, V% - saturação por base.

O preparo do solo foi realizado com uma aração e duas gradagens e o sulcamento de plantio na profundidade de 20-30 cm. No sulco de plantio aplicou-se o adubo NPK de fórmula 4-14-8, na dose de  $1.000 \text{ Kg ha}^{-1}$  e o silicato de cálcio e magnésio na dose de  $2,0 \text{ T ha}^{-1}$  de  $\text{SiO}_2$ . Como fonte de Si utilizou-se o Agrosilício, de constituição química: 25,0% Ca, 34,9% CaO, 6,0% Mg, 9,9% MgO, 10,5% Si, 22,4%  $\text{SiO}_2$ , que fora aplicado a lanço no sulco de plantio.

No dia 17 de novembro de 2011 foram plantados os toletes de cana-de-açúcar com densidade de 20 gemas por metro linear de sulco de plantio, sendo em seguida cobertos com uma camada de 10 cm de solo. A aplicação do herbicida Atrazina Nortox<sup>®</sup> foi efetuada em pós-plantio na dose de  $2,5 \text{ Kg ha}^{-1}$  e a adubação de cobertura NPK (20-0-20) 60 dias após o plantio, utilizando-se a mesma dose do adubo de plantio.

O primeiro corte das plantas de cana-de-açúcar foi realizado no dia 23 de outubro de 2012. As mesmas doses de Si e da adubação de cobertura utilizadas no plantio foram aplicadas no dia 27 de novembro de 2012. A colheita final da cana-de-açúcar foi realizada no dia 23 de novembro de 2013.

### 3.3. Amostragem de artrópodes

Os diferentes tipos de armadilhas utilizados foram instalados no dia 21 de janeiro de 2012, os quais foram retirados quinzenalmente e transportados para o LECOL, estando devidamente identificados com data e parcela para posterior triagem, contagem e encaminhamento dos insetos a especialistas para identificação.

### 3.3.1. Amostragem com armadilhas de solo tipo alçapão

As armadilhas de solo tipo alçapão (“pitfall”) foram constituídas de copos plásticos de 500 mL com 8 cm de diâmetro e 14 cm de altura, contendo 50 mL de solução a base de água (48,6 mL); formaldeído P.A. 36,5 – 38,0 % (1,35 mL) e detergente neutro (0,05 mL). Como suporte da armadilha utilizou-se um copo plástico de igual volume com furos na base para drenagem da água da chuva, ficando enterrado com a borda permanecendo cerca de um centímetro abaixo da superfície do solo (Figura 2). Uma cobertura plástica de 20 cm de diâmetro foi mantida a 3,0 cm de altura do solo sobre cada armadilha, para evitar que as mesmas fossem inundadas pela chuva.



**Figura 2.** Armadilha tipo alçapão instalada (A) e sendo inserida no suporte (B).

Com base em metodologia utilizada por Bedford e Usher (1994), no centro de cada parcela foram instaladas duas armadilhas distantes um metro uma da outra, perfazendo 40 armadilhas.

Para triagem dos insetos coletados nas armadilhas de solo foram utilizados uma peneira de malha fina, pinças, bandeja de 30 x 40 x 10 cm, placas de Petri de 9 cm, etiquetas para identificação e microscópio estereoscópico. Após a triagem, o material coletado foi armazenado em potes plásticos de 50 mL contendo álcool 70% e etiquetados, conforme a data e tratamento. Posteriormente, as famílias Formicidae, Mutilidae (Hymenoptera), Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera), Acrididae, Anostomatidae, Gryllidae, Romaleidae, Tettigoniidae (Orthoptera),

Anisolabididae, Labiduridae e Forficulidae (Dermaptera) foram separadas, contabilizadas e encaminhadas para identificação.

Para separação, identificação e morfoespeciação foram usadas chaves dicotômicas e comparação com a coleção de insetos do LECOL. Após esta etapa, os grupos taxonômicos separados foram encaminhados para identificação por especialistas como segue:

**Hymenoptera:**

- Formicidae: Prof. Dr. Rodrigo Machado Feitosa, do Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da Universidade Federal do Paraná.

- Mutillidae: MSc. Rodrigo Aranda, doutorando em Ecologia e Conservação – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

**Coleoptera:**

- Carabidae: Prof. Dr. George E. Ball, do Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canadá.

- Staphylinidae: Prof. Dr. Edilson Caron, do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Paraná.

**Orthoptera:**

- Acrididae: Profa. Dra. Kátia Mattioli, do Laboratório de Entomologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e Prof. Dr. Marcos G. Lhano, do Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Insetos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

- Tettigoniidae: Msc. Juliana Chamorro Rengifo, doutoranda em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

- Anostomatidae, Romaleidae e Gryllidae: Prof. Dr. Francisco de Assis Ganezo de Mello, do Departamento de Zoologia da Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus Botucatu.

**Dermaptera:**

MSc. Javier Layme Machengo, Servicio Nacional de Sanidad Agraria, SENASA, Lima, Peru.

Existem insetos deste trabalho ainda não identificados, devido os exemplares encontrarem-se com especialistas e também pela escassez de taxonomistas em

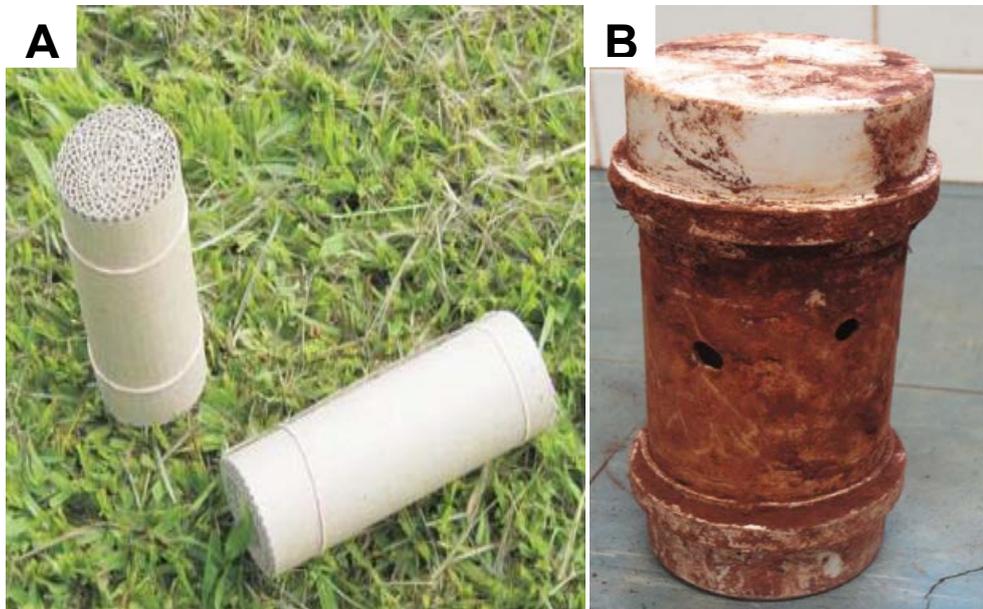
alguns táxons, portanto as fotos desses exemplares foram inseridas em pranchas (vide Apêndice).

Os exemplares identificados foram depositados na coleção de insetos do LECOL da FCAV, UNESP de Jaboticabal, São Paulo.

### 3.3.2. Amostragem com armadilhas Termitrap®

As armadilhas Termitrap® foram utilizadas para amostragem de cupins, sendo constituídas de 15 x 150 cm de papelão corrugado enrolado e preso por elástico, formando um cilindro de 15 cm de altura e 8 cm de diâmetro (Figura 3).

No centro de cada parcela experimental foi instalada uma armadilha Termitrap®, totalizando 20 armadilhas. As armadilhas foram enterradas verticalmente com a extremidade superior tangenciando a superfície do solo e umedecidas por água, de acordo com metodologia proposta para amostrar cupins em cana-de-açúcar (ALMEIDA; ALVES, 2009).



**Figura 3.** Papelão corrugado utilizado na amostragem de cupins (A). Tubo de PVC contendo o papelão corrugado (B).

As avaliações ocorreram mensalmente durante todo período de estudo. As armadilhas retiradas foram levadas para o LECOL dentro de sacos plásticos de 30 x

40 cm e imediatamente substituídas por outras. Os cupins capturados foram armazenados em *ependorff* de 2 mL contendo álcool 70%. Posteriormente, os espécimes foram montados, etiquetados e enviados para serem identificados pelo Dr. Tiago Fernandes Carrijo, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

### 3.3.3. Amostragem com iscas atrativas

As armadilhas atrativas foram utilizadas para a amostragem de *S. levis*, sendo elaboradas de acordo com Giometti et al. (2011). Toletes de cana de 30 cm foram cortados transversalmente e colocados com a face interna sobre o solo (Figura 4). Foram utilizadas quatro armadilhas distribuídas aleatoriamente por parcela.



**Figura 4.** Isca atrativa para a captura de adultos do bicudo da cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis*.

As armadilhas retiradas foram levadas para o LECOL dentro de sacos plásticos de 30 x 40 cm e imediatamente substituídas por novas iscas. Os adultos de *S. levis* obtidos foram armazenados em potes plásticos de 50 mL contendo álcool 70% e posteriormente, os espécimes foram montados, etiquetados e enviados para a identificação ao Prof. Dr. Sergio Antonio Vanin, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

### 3.3.4. Amostragem de *Mahanarva fimbriolata*

Para determinação da infestação de *M. fimbriolata* foi empregada a metodologia adaptada de Dinardo-Miranda (2003). Em cada parcela, dois pontos foram escolhidos aleatoriamente, totalizando 10 por tratamento. Em cada ponto (0,5

m linear) foi realizado o afastamento da palha, para identificação de e espuma e contagem de ninfas e adultos da praga, os quais foram retirados da região radicular, com o auxílio de uma fina haste metálica de 25 cm de comprimento, seguida da contagem dos mesmos.

### **3.3.5. Amostragem visual**

A amostragem dos coccinelídeos e afídeos foi realizada visualmente em cinco plantas aleatórias por parcela, totalizando 100 pontos. Os insetos foram coletados manualmente com o auxílio de tubos de vidro de 8 cm de altura e 2 cm de diâmetro, os quais foram vedados com filme PVC e levados para o LECOL. Posteriormente, os afídeos foram identificados pelo Prof. Dr. Carlos Roberto Sousa Silva, do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, da Universidade Federal de São Carlos e os coccinelídeos pelo Prof. Dr. José Adriano Giorgi, do Departamento de Entomologia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

### **3.4. Delineamento experimental e análise de dados**

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2 (duas variedades de cana-de-açúcar com e sem aplicação de Si), com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico AGROESTAT 2014 (BARBOSA; MALDONADO JR., 2014). As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de significância. Os dados foram transformados para  $\log(x+5)$  para obtenção da normalidade e estabilidade da variância.

A análise faunística foi utilizada para os insetos coletados nas armadilhas de solo tipo alçapão. Para esta análise foi utilizado o *software* Anafau (MORAES; HADDAD, 2003). Os índices obtidos foram: equitabilidade (E) (mede a uniformidade de distribuição dos indivíduos entre as espécies), similaridade Sorensen (%) (semelhança entre as comunidades) e diversidade de Shannon-Weaner (H') (relação entre o número de espécies e indivíduos de cada comunidade), além da dominância (ação exercida pelas espécies que recebem o impacto do meio ambiente e o

transforma, podendo, com isso, causar o aparecimento ou desaparecimento de outras espécies), abundância (número de indivíduos por unidade de área), frequência (porcentagem de indivíduos de uma espécie, em relação ao total de indivíduos) e constância (porcentagem de espécies presentes durante o levantamento populacional) das espécies. O programa calcula os índices segundo Silveira Neto, Haddad e Moraes (2014). As diferenças significativas para a diversidade de Shannon-Weaner ( $H'$ ) e índice de similaridade foram obtidas comparando-se o intervalo de confiança dos tratamentos fornecido pelo *software* Anafau. Assim, quando houve sobreposição dos intervalos de confiança considerou-se que os tratamentos não diferiram entre si, o oposto sendo considerado quando não se observou sobreposição dos intervalos de confiança.

O programa Anafau classifica as espécies por categorias dentro de cada índice de acordo com a metodologia de Silveira Neto et al., (1976 e 1995). Nessa classificação foi adicionada a classe extrema (super), referente aos valores discrepantes de número de insetos, discriminados através da análise de resíduos. Esses valores não são considerados no cálculo dos parâmetros de dominância, frequência e abundância e dos índices de diversidade e riqueza. As espécies consideradas predominantes (indicadores ecológicos) são selecionadas entre aquelas que atingiram a categoria máxima, em todos os índices analisados, inclusive as que foram classificadas como classe extrema (super) (SILVEIRA NETO; HADDAD; MORAES, 2014). As espécies predominantes tiveram a flutuação populacional analisada separadamente para cada variedade de cana-de-açúcar, considerando-se todo o período de avaliação, sendo que, para cada data de amostragem foi obtido o total de indivíduos de cada espécie capturado em todas as armadilhas instaladas na cultura.

A influência de fatores meteorológicos sobre as espécies predominantes e a interação entre insetos fitófagos e predadores foram avaliadas por meio da análise de regressão múltipla pelo método *stepwise*, no qual se considerou o nível de 10% de significância para a inclusão da variável independente. Os fatores meteorológicos considerados foram temperaturas máxima, média, mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e precipitação pluvial (mm) (vide apêndice), consultados no ciagro, site do Centro Avançado de Pesquisa de Cana - IAC APTA. As temperaturas foram representadas pela média e a

precipitação pluvial pela soma dos valores desses fatores registrados nos quinze dias que antecederam a retirada das armadilhas do campo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Ordem Hymenoptera

#### 4.1.1. Análise de fauna de Formicidae e Mutillidae

No cultivo da cana-de-açúcar foram capturadas 29 espécies de formigas, sendo 19 predadoras, cinco onívoras e cinco fitófagas, totalizando 28.652 espécimes (Tabela 3). Desses espécimes, 15.180 foram coletados na variedade IAC-SP 963060, dos quais 44,4% e 55,6% ocorreram quando a variedade foi cultivada sem e com aplicação de Si, respectivamente (Tabela 3). Na variedade IAC-SP 962042 observou-se 13.472 espécimes de formigas, tendo 47,1% ocorrido na variedade cultivada sem a aplicação de Si e 52,9% com aplicação de Si (Tabela 3). Provavelmente, a aplicação de Si e os danos causados pelos insetos fitófagos induziram as plantas liberarem voláteis que favoreceram a atração das formigas predadoras para as áreas de cana-de-açúcar. Essa suposição encontra suporte em Kvedaras et al. (2010), que observaram o Si aumentar a atração do predador *Dicranolaius bellulus* (Guérin-Méneville, 1830) (Coleoptera: Melyridae) por plantas de pepino, quando estas foram infestadas com a praga *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae).

**Tabela 3.** Número de Formicidae e Mutillidae capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP - 2012/2014.

Categorias taxonômicas	Variedades/Tratamentos			
	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
<b>Formicidae</b>				
<i>Dorymyrmex brunneus</i> <sup>1</sup> Forel, 1908	2209	3674	2307	2580
<i>Pheidole oxyops</i> <sup>1</sup> Forel, 1908	2050	2297	2301	2547
<i>Atta sexdens</i> <sup>2</sup> (Linnaeus, 1758)	953	1066	481	671
<i>Pheidole subarmata</i> <sup>1</sup> Mayr, 1884	427	231	254	404

Tabela 3. Continuação.

Categorias taxonômicas	Variedades/Tratamentos			
	IAC-SP	IAC-SP	IAC-SP	IAC-SP
	963060 S/Si	963060 C/Si	962042 S/Si	962042 C/Si
<b><i>Brachymyrmex</i> sp.</b> <sup>3</sup>	396	552	453	446
<i>Solenopsis invicta</i> <sup>1</sup> Buren, 1972*	284	189	106	142
<i>Crematogaster</i> sp. <sup>1</sup>	109	164	110	15
<i>Mycocepurus goeldii</i> <sup>2</sup> (Forel, 1893)	65	42	25	73
<i>Camponotus rengerii</i> <sup>3</sup> Emery, 1894	60	18	13	8
<i>Odontomachus haematodus</i> <sup>1</sup> (Linnaeus, 1758)	39	10	13	9
<i>Ectatomma brunneum</i> <sup>1</sup> Smith, 1858	25	30	101	49
<i>Camponotus blandus</i> <sup>3</sup> (Smith, 1858)	21	37	18	39
<i>Gnamptogenys sulcata</i> <sup>1</sup> (Smith, 1858)	21	7	19	6
<i>Camponotus melanoticus</i> <sup>3</sup> Emery, 1894	18	38	64	66
<i>Ectatomma edentatum</i> <sup>1</sup> Roger, 1863	18	18	44	30
<i>Camponotus</i> sp. <sup>3</sup>	12	5	5	1
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> <sup>1</sup> (Smith, 1855)	8	9	8	4
<i>Acromyrmex</i> sp. <sup>2</sup>	7	30	4	18
<i>Pheidole gertrudae</i> <sup>1</sup> Forel, 1886	6	13	1	5
<i>Anochetus</i> sp. <sup>1</sup>	2	-	1	-
<i>Myrmicocrypta</i> sp. <sup>2</sup>	2	3	1	6
<i>Acantognathus</i> sp. <sup>1</sup>	1	-	-	-
<i>Odontomachus bauri</i> <sup>1</sup> Emery, 1892	1	8	5	11
<i>Pachycondyla stigma</i> <sup>1</sup> (Fabricius, 1804)	1	-	1	-
<i>Pachycondyla striata</i> <sup>1</sup> Smith, 1858	-	2	4	1
<i>Eciton</i> sp. <sup>1</sup>	-	1	-	-
<i>Pachycondyla marginata</i> <sup>1</sup> (Roger, 1861)	-	1	-	-
<i>Centromyrmex brachycola</i> <sup>1</sup> (Roger, 1861)	-	-	1	-
<i>Trachymyrmex</i> sp. <sup>2</sup> (Emery, 1888)	-	-	1	-
<b>Nº de espécies</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>22</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>6735</b>	<b>8445</b>	<b>6341</b>	<b>7131</b>
<b>Mutillidae</b>				
<i>Hoplocrates</i> sp.	5	7	7	11
<i>Cephalomutilla vivata</i> (André, 1908)	3	5	4	4
<i>Darditilla</i> sp.	2	9	5	9
<i>Ephuta</i> sp.	1	-	-	-
<i>Timulla intermissa</i> Mickel, 1938	1	-	-	-
<b>Nº de espécies</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>24</b>

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício; - espécie ausente; em negrito espécies predominantes em todos os tratamentos; \* *S. invicta*: predominante em IAC-SP 963060 S/Si; (<sup>1</sup> Espécie Predadora, <sup>2</sup> Espécie Fitófaga, <sup>3</sup> Espécie Onívora - Classificação proposta por Delabie, Agosti e Nascimento, 2000).

As espécies predadoras *Dorymyrmex brunneus*, *Pheidole oxyops* e *Pheidole subarmata* foram abundantes tanto na variedade IAC-SP 963060 quanto na IAC-SP 962042 cultivadas ou não com aplicação de Si, cujo total de espécimes capturados correspondeu a mais de 50% dos Formicidae observados nos estudos (Tabela 3). Resultados similares foram relatados por Santos (2013) em cultivo orgânico e convencional de cana-de-açúcar, nos quais essas espécies se mostraram superdominantes, superabundantes e superfrequentes. *Pheidole oxyops* encontra-se entre os formicídeos mais abundantes no mundo (WILSON, 2003), sendo observada em ambientes agrícola e natural (FONSECA; DIHEL, 2004). A espécie *D. brunneus* é considerada abundante em campos cultivados com cana-de-açúcar atuando como predadora de ovos de *D. saccharalis* (ROSSI; FOWLER, 2004; SANTOS, 2013). Devido à capacidade predatória que apresentam e à abundância de espécimes observadas neste estudo, *P. oxyops*, *P. subarmata* e *D. brunneus* podem ter tido papel importante no controle de insetos-praga presentes na cana-de-açúcar.

*Brachymyrmex* sp. foi predominante nas duas variedades com e sem aplicação de Si (Tabela 3). As formigas deste gênero são predadoras de insetos (BUZZI, 2010) e forrageiam com maior intensidade em solos cobertos com palha e restos culturais (SPOLIDORO, 2009), fato que justifica a maior coleta desta espécie no ano de 2013 (Figura 6), uma vez que a palha oriunda da primeira colheita da cana-de-açúcar permaneceu na área estudada. Também constatou-se que este ano a precipitação foi 1,31 vezes maior que no ano anterior e segundo Fagundes et al. (2009) espécies desse gênero são afetadas pela seca, sendo mais frequentes em períodos chuvosos.

*Solenopsis invicta*, considerada predadora de ovos e lagartas de *D. saccharalis* (ROSSI; FOWLER, 2004), apresentou-se como espécie predominante somente na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si (Tabela 3). Apesar disso, a espécie caracterizou-se como dominante, abundante e frequente nos demais tratamentos. Ressalta-se que espécies de *Solenopsis* estão entre as mais agressivas na utilização dos recursos alimentares, sendo comumente encontradas em ambientes agrícolas (DELABIE; FOWLER, 1995).

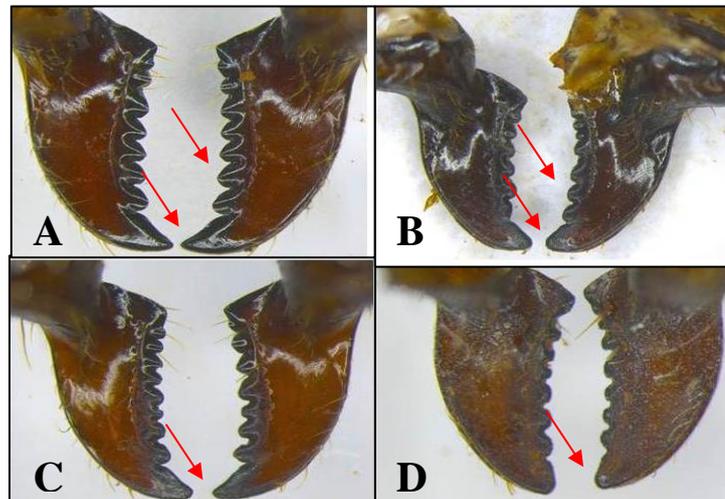
Diferentemente de Formicidae observaram-se somente cinco espécies de Mutillidae, os quais foram pouco numerosos, isto é, apenas 73 espécimes foram

capturados. As espécies capturadas não se classificaram como predominantes em nenhuma das variedades de cana-de-açúcar, independentemente da aplicação de Si (Tabela 3). Apesar disso, *Hoplocrates* sp. e *Darditilla* sp. foram dominantes, abundantes, constantes e frequentes. As cinco espécies ocorreram na variedade de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 sem a aplicação de Si. Nesta variedade cultivada com aplicação de Si e na IAC-SP 962042 cultivada com e sem aplicação de Si foram capturadas somente três espécies: *Hoplocrates* sp., *Cephalomutilla vivata* e *Darditilla* sp. (Tabela 3). Assim como observado em formigas, as duas variedades cultivadas com aplicação de Si apresentaram maior número de espécimes do que sem aplicação de Si. Este resultado pode indicar que a temperatura do solo foi mais amena nas variedades cultivadas com aplicação de Si. Segundo Mendes, Souza e Machado (2011) o Si proporciona maior crescimento das plantas. Isto pode ter aumentado o sombreamento e diminuído a insolação incidente no solo. Polidori et al. (2010) observou correlação negativa de *Nemka viduata* (Pallas, 1773) (Hymenoptera: Mutillidae) com a temperatura máxima do solo, sendo que nessa temperatura a ocorrência da espécie foi rara. Além disso, nas variedades cultivadas com Si pode ter ocorrido número mais elevado de vespas e abelhas que são hospedeiros dos mutilídeos parasitoides, uma vez que Bodner et al. (2006) observaram que a fauna de Mutillidae é mais diversificada devido ao maior número de abelhas presentes no Sul do Arizona e Novo México.

Os mutilídeos e a maioria das espécies de formigas observadas podem ser considerados benéficos à cultura da cana-de-açúcar, por serem inimigos naturais de insetos-praga.

*Atta sexdens* foi a única espécie de formiga não predadora a se classificar como predominante. A espécie tendeu a ocorrer em número mais elevado nas variedades cultivadas com aplicação de Si (Tabela 3). No entanto, entre os espécimes que cortaram folhas de cana-de-açúcar cultivadas com aplicação de Si, 62% apresentaram desgaste nos dentes mandibulares (Figura 5). A espessura e rigidez da epiderme de plantas aumentam com a deposição do Si na parede celular, que funciona como uma barreira mecânica contra o ataque de insetos e de doenças fúngicas, podendo desgastar a mandíbula de insetos mastigadores (GOUSSAIN et al., 2002; KVEDARAS et al., 2009; FREITAS; JUNQUEIRA; MICHEREFF FILHO,

2012). Portanto, o desgaste dos dentes mandibulares de *A. sexdens* observado neste estudo evidenciam que a aplicação de Si em cana-de-açúcar pode ser útil para o controle dessa espécie.



**Figura 5.** Mandíbulas de *Atta sexdens* coletadas na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem (A) e com aplicação de Si (B) e na variedade IAC-SP 962042 cultivada sem (C) e com aplicação de Si (D). Ribeirão-Preto, SP, 2012/2014.

Djain e Pathak (1967) verificaram a existência de correlação significativa e positiva entre o teor de Si em 20 variedades de arroz e a taxa de alimentação e mortalidade da broca-do-colmo. Os autores observaram que conforme aumentou o teor de Si na planta, aumentou também a mortalidade das lagartas devido, provavelmente, a redução do forrageamento pelo excessivo desgaste da região incisora das mandíbulas. O mesmo foi observado por Goussain et al. (2002) em *S. frugiperda* em milho e por Freitas; Junqueira e Michereff Filho (2012) em *P. xylostella* alimentada com folhas de couve tratadas com diferentes dosagens de Si.

Os maiores índices de diversidade e equitabilidade de espécies de formigas foram observados na variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si, vindo a seguir os índices relacionados à IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si (Tabela 4).

Segundo Santos-Cividanes<sup>1</sup>, a intensidade de infestação de *D. saccharalis* foi significativamente maior na variedade IAC-SP 963060 cultivada com Si em relação à IAC-SP 962042 independentemente da aplicação de Si, durante o período de

<sup>1</sup> – Santos-Cividanes, T.M. Comunicação pessoal. Ribeirão-Preto: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, “APTA Regional Centro Leste”, 2015.

outubro de 2012 a novembro de 2013, nesta mesma área de estudo. Vários autores relataram que formigas presentes em canaviais são eficientes predadores de ovos e lagartas de *D. saccharalis* (ROSSI; FOWLER, 2004; ARAÚJO; DELLA LUCIA; PIKANÇO, 2004; SANTOS, 2013). Assim, a maior diversidade de formigas observada na variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si (Tabela 4) pode estar vinculada à maior ocorrência da broca-da-cana, uma vez que a quantidade de presa disponível na área de forrageamento tem influência sobre a diversidade de espécies de formigas (FOLGARAIT, 1998).

**Tabela 4.** Índice de diversidade ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $E$ ) para Formicidae e Mutillidae capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Tratamentos	Formicidae		Mutillidae	
	$H'$	$E$	$H'$	$E$
IAC-SP 963060 S/Si	2,149 c	0,717	1,424 a	0,885
IAC-SP 963060 C/Si	2,287 a	0,791	1,071 b	0,975
IAC-SP 962042 S/Si	2,059 d	0,648	1,072 b	0,975
IAC-SP 962042 C/Si	2,206 b	0,779	1,024 b	0,932

Valores de  $H'$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

Para mutilídeos, a diversidade de espécies foi maior em IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si, não havendo diferença estatística entre os demais tratamentos (Tabela 4). Apesar disso, essa variedade apresentou índice de equitabilidade de 0,885, sendo que em IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si e em IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si os índices de equitabilidade foram iguais (0,975). Isto indica que as diferentes espécies coletadas nestas variedades apresentavam número de espécimes semelhantes, enquanto em IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si, apesar de ter apresentado maior número de espécies coletadas, o número de espécimes de cada espécie teve maior variação que nas outras variedades.

Os valores do quociente de similaridade de Sorensen entre as comunidades de formigas foram elevados, porém não apresentaram diferença significativa, mostrando que o Si não influenciou a ocorrência de espécies nos tratamentos considerados (Tabela 5). Santos (2013), comparando artrópodes edáficos em cultivo

convencional e orgânico de cana-de-açúcar, obteve índice de similaridade de Morisita ( $I_M$ ) de 0,687. Santos; Carrano-Moreira e Torres (2012) relataram índice ainda menor ( $I_M=0,16$ ) para formicídeos presentes em canavial e Mata Atlântica.

**Tabela 5.** Quociente de similaridade de Sorensen ( $SO_{ij}$ ) para formigas capturadas em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

$SO_{ij}$	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
IAC-SP963060 S/Si	-	97,10 a	97,90 a	98,60 a
IAC-SP963060 C/Si	-	-	97,10 a	97,40 a
IAC-SP962042 S/Si	-	-	-	99,80 a
IAC-SP962042 C/Si	-	-	-	-

Valores de  $SO_{ij}$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

A maior similaridade de espécies de Mutillidae ocorreu entre a variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si e IAC-SP 962042 cultivada com e sem aplicação de Si. Sendo que não houve diferença significativa de similaridade entre a variedade IAC-SP 963060 cultivada sem e com aplicação de Si e a IAC-SP 962042 com e sem aplicação de Si (Tabela 6). Os Mutillidae no Brasil são pouco estudados, não existindo muitas informações sobre sua diversidade, similaridade, padrões de distribuição, seus hospedeiros e aspectos básicos da biologia das espécies neotropicais (ARANDA; CATIAN, 2008). Paula et al. (2010) relataram 57% de similaridade entre as comunidades de Mutillidae presentes no campo e na mata em Nova Xavantina, MT.

**Tabela 6.** Quociente de similaridade de Sorensen ( $SO_{ij}$ ) para mutilídeos capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

$SO_{ij}$	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
IAC-SP963060 S/Si	-	75,00 b	75,00 b	75,00 b
IAC-SP963060 C/Si	-	-	100,00 a	100,00 a
IAC-SP962042 S/Si	-	-	-	100,00 a
IAC-SP962042 C/Si	-	-	-	-

Valores de  $SO_{ij}$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

#### 4.1.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de espécies de Formicidae e Mutillidae

As espécies de Formicidae e Mutillidae estudadas não apresentaram interação entre variedades de cana-de-açúcar e aplicação de Si (Tabela 7).

A diferença significativa de *Camponotus blandus* nos tratamentos com aplicação de Si (Tabela 7) pode estar vinculada ao maior crescimento que este mineral proporciona as plantas de cana-de-açúcar (MENDES; SOUZA; MACHADO, 2011), ou seja, às plantas apresentam um porte mais elevado, o que diminui a insolação incidente e aumenta o sombreamento. Essas características do canavial podem ter proporcionado maior ocorrência de *C. blandus*, uma vez que a espécie se correlaciona negativamente com a temperatura máxima do ambiente (HADDAD et al., 2012).

As espécies *Gnamptogenys sulcata* e *Odontomachus haematodus* foram mais numerosas nas plantas de cana-de-açúcar sem aplicação de Si (Tabela 7). Segundo Santos-Cividanes et al. (2013), na mesma área e período em que o presente estudo foi desenvolvido, a intensidade de infestação de *D. saccharalis* foi mais elevada na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si na cana-planta, justificando a presença dessas formigas no cultivo de cana-de-açúcar cultivada sem aplicação de Si, uma vez que estes gêneros controlaram populações de *D. saccharalis* (ROSSI; FOWLER, 2004).

*Acromyrmex* sp. teve maior número de indivíduos capturados em cana-de-açúcar cultivada com aplicação de Si, não apresentando diferença entre as variedades (Tabela 7). Como o Si aumenta a resistência das plantas aos herbívoros através da redução da digestibilidade e/ou aumento da rigidez dos tecidos, devido a deposição de sílica amorfa nas células da epiderme (OLIVEIRA et al., 2012), uma explicação para o resultado encontrado pode estar relacionada ao maior forrageamento de *Acromyrmex* sp. para localizar plantas com folhas menos enrijecidas, aumentando, assim, a probabilidade de serem coletadas nas armadilhas tipo alçapão. Além disso, plantas tratadas com Si geralmente apresentam menor ocorrência de doenças (MENDES; SOUZA; MACHADO, 2011). Assim, essa característica pode ter proporcionado a espécie preferir cortar essas plantas devido

**Tabela 7.** Número médio de espécimes de Formicidae e Mutillidae capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Categoria taxonômica	Fonte de Variação						Interação VxSi	CV (%)
	Variedade (V)			Silício (Si)				
	IAC-SP 963060	IAC-SP 962042	F	Cultivo S/Si	Cultivo C/Si	F		
<b>Formicidae</b>								
<i>Acromyrmex</i> sp.	3,7±1,3 a <sup>1</sup>	2,2±0,8 a	1,07 <sup>ns</sup>	1,1±1,2 b	4,8±0,4 a	9,26*	0,21 <sup>ns</sup>	15,60
<i>Atta sexdens</i>	201,9±45,5 a	115,2±27,0 b	4,90*	143,4±31,6 a	173,7±46,5 a	0,49 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	13,01
<i>Brachymyrmex</i> sp.	91,8±11,7 a	89,9±15,7 a	0,29 <sup>ns</sup>	84,9±15,0 a	96,8±12,3 a	1,24 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	9,11
<i>Camponotus blandus</i>	5,8±1,3 a	5,7±1,7 a	0,06 <sup>ns</sup>	3,9±1,1 b	7,6±1,6 a	5,52*	0,04 <sup>ns</sup>	13,72
<i>Camponotus melanoticus</i>	5,6±2,2 a	10,0±3,5 a	1,11 <sup>ns</sup>	8,2±3,5 a	7,4±2,5 a	0,00 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	27,10
<i>Camponotus</i> sp.	1,7±0,6 a	0,6±0,3 a	1,97 <sup>ns</sup>	1,7±0,7 a	0,6±0,3 a	1,83 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	14,03
<i>Camponotus renggeri</i>	7,8±4,9 a	2,1±0,6 a	1,62 <sup>ns</sup>	7,3±5,0 a	2,6±0,6 a	0,53 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	26,78
<i>Crematogaster</i> sp.	27,3±12,5 a	12,5±5,8 a	1,18 <sup>ns</sup>	21,9±7,4 a	17,9±12,1 a	1,24 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>	30,13
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	588,3±160,0 a	488,7±53,3 a	0,02 <sup>ns</sup>	451,6±38,9 a	625,4±160,3 a	0,44 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	8,52
<i>Ectatomma brunneum</i>	5,5±1,3 a	15,0±6,9 a	2,39 <sup>ns</sup>	12,6±6,7 a	7,9±2,9 a	0,29 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	22,50
<i>Ectatomma edentatum</i>	3,6±1,1 a	7,4±3,4 a	0,41 <sup>ns</sup>	6,2±3,1 a	4,8±2,1 a	0,04 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	27,37
<i>Gnamptogenys sulcata</i>	2,8±1,3 a	2,5±1,1 a	0,01 <sup>ns</sup>	4,0±1,5 a	1,3±0,5 b	4,78*	0,12 <sup>ns</sup>	14,02
<i>Mycocepurus goeldii</i>	10,7±1,8 a	9,8±5,5 a	1,42 <sup>ns</sup>	11,5±2,0 a	9,0±5,4 a	0,04 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>	26,44
<i>Myrmicocrypta</i> sp.	0,5±0,3 a	0,7±0,5 a	0,08 <sup>ns</sup>	0,3±0,2 a	0,9±0,5 a	0,90 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	11,44
<i>Odontomachus bauri</i>	0,9±0,3 a	1,6±0,6 a	0,73 <sup>ns</sup>	0,6±0,3 a	1,9±0,5 a	3,65 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	12,84
<i>Odontomachus haematodus</i>	4,9±1,3 a	2,2±0,8 a	4,03 <sup>ns</sup>	5,2±1,3 a	1,9±0,7 b	6,57*	2,79 <sup>ns</sup>	8,52
<i>Pheidole gertrudae</i>	1,9±1,0 a	0,6±0,3 a	1,71 <sup>ns</sup>	0,7±0,4 a	1,8±1,0 a	1,18 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	15,28
<i>Pheidole oxyops</i>	434,7±58,9 a	484,8±83,5 a	0,01 <sup>ns</sup>	435,1±73,7 a	484,4±70,7 a	0,21 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	9,75
<i>Pheidole subarmata</i>	65,8±25,9 a	65,8±18,0 a	0,25 <sup>ns</sup>	68,1±26,9 a	63,5±16,4 a	0,63 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	11,44
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	1,7±0,7 a	1,2±0,4 a	0,22 <sup>ns</sup>	1,6±0,7 a	1,3±0,4 a	0,04 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	24,21
<i>Solenopsis invicta</i>	47,3±14,1 a	24,8±7,6 a	1,70 <sup>ns</sup>	39,0±11,1 a	33,1±12,6 a	0,51 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	15,66
<b>Mutillidae</b>								
<i>Cephalomutilla vivata</i>	0,8±0,4 a	0,8±0,4 a	0,00 <sup>ns</sup>	0,7±0,3 a	0,9±0,5 a	0,10 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	9,79
<i>Darditilla</i> sp.	1,1±0,3 a	1,4±0,3 a	0,83 <sup>ns</sup>	0,7±0,3 b	1,8±0,3 a	9,14*	1,02 <sup>ns</sup>	7,02
<i>Hoplocrates</i> sp.	1,2±0,4 a	1,8±0,7 a	0,50 <sup>ns</sup>	1,20±0,4 a	1,80±0,7 a	0,50 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	12,12

<sup>1</sup>Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( P>0,05).

ns = não significativo a 5% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

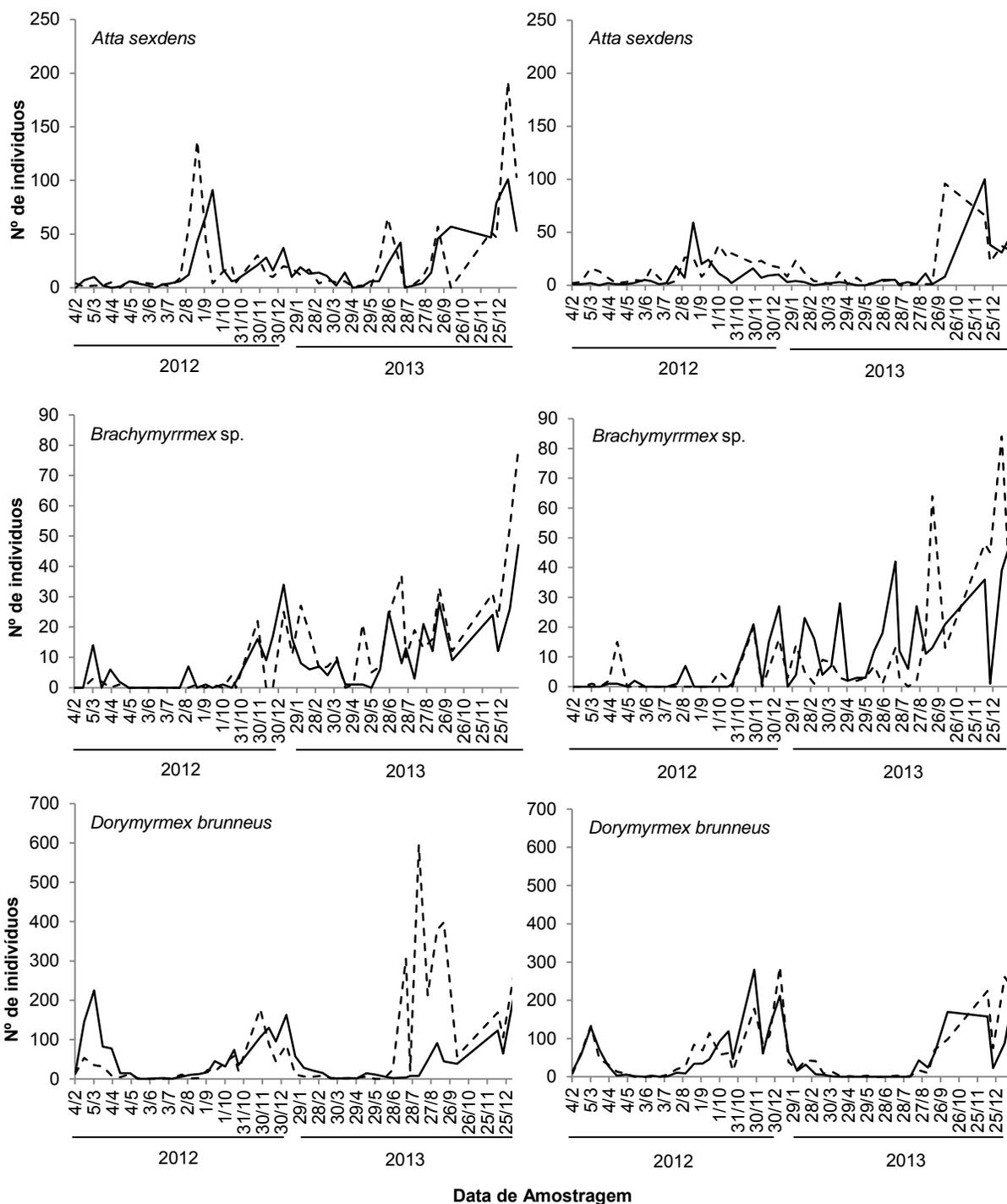
a menor presença de microorganismos, os quais poderiam ser prejudiciais ao fungo do qual se alimentam.

Na variedade IAC-SP 963060 capturou-se mais espécimes de *A. sexdens* em relação à IAC-SP 962042 (Tabela 7). O maior número de espécimes desse formicídeo pode estar relacionado com as características das plantas de IAC-SP 963060 em comparação às de IAC-SP 962042. De acordo com IAC (2012), as plantas daquela variedade apresentam melhor crescimento, que proporciona maior sombreamento entre as linhas, em comparação com as plantas de IAC-SP 962042, favorecendo maior forrageamento de *A. sexdens* e, conseqüentemente, maior coleta de seus espécimes. Outro fato que provavelmente favoreceu o maior número de indivíduos em plantas da variedade IAC-SP 963060 pode ser a menor densidade de tricomas nas folhas desta variedade em relação às da IAC-SP 962042 (DINARDO-MIRANDA et al., 2012).

Em relação à Mutillidae, somente *Darditilla* sp. apresentou diferença significativa entre os tratamentos com e sem aplicação de Si, sendo que ocorreu em maior número nas variedades cultivadas com aplicação de Si (Tabela 7). Existem poucas informações sobre a biologia e ecologia desta espécie, sendo que os Mutillidae parasitoides utilizam preferencialmente outros Hymenoptera como hospedeiros (ARANDA; CATIAN, 2008).

#### **4.1.3. Flutuação populacional de espécies predominantes de Formicidae**

O pico populacional de *A. sexdens* no ano de 2012 ocorreu em época de baixa precipitação (Figura 6), coincidindo com o observado para *A. capiguara* que se mostrou mais ativa em períodos secos (FORTI, 1985). *Atta sexdens* apresentou picos populacionais mais elevados na variedade IAC-SP 963060 do que na variedade IAC-SP 962042. Com a aplicação do Si naquela variedade observaram-se picos populacionais antecipados e mais elevados do que quando o mineral não foi aplicado (Figura 6). A partir de setembro de 2013, a população da espécie tornou-se mais numerosa nas duas variedades, tendo na IAC-SP 962042 o pico populacional ocorrido pelo menos dois meses antes do que quando cultivada sem aplicação de Si. Na variedade IAC-SP



**Figura 6.** Flutuação populacional de Formicidae nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita), cultivadas sem ( — ) e com ( - - - ) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

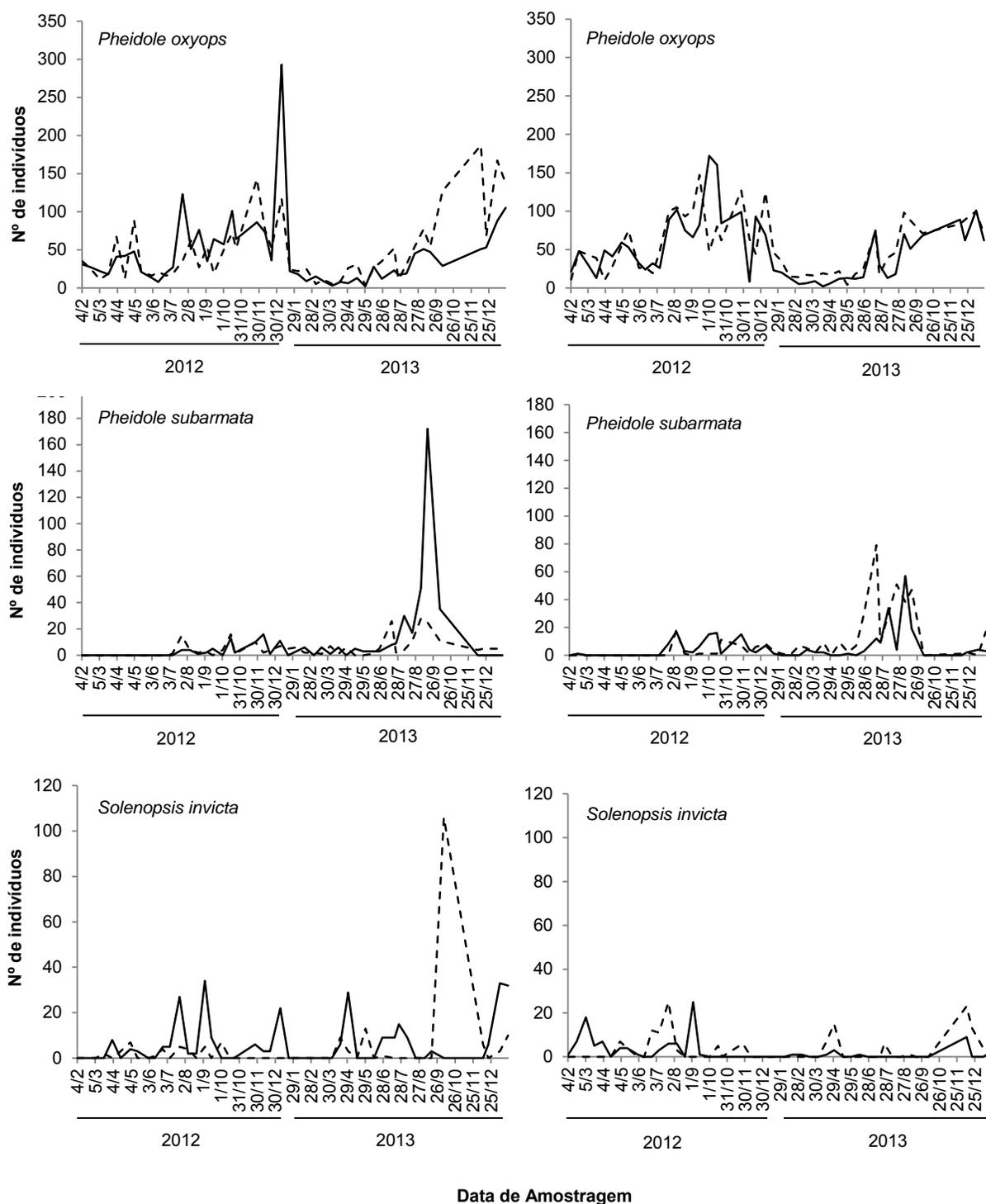
963060, os picos foram coincidentes em dezembro de 2013, mas sendo mais elevado quando cultivada com a aplicação de Si (Figura 6).

Quando não cultivadas com aplicação de Si, observou-se nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 aumento no número de espécimes de *Brachymyrmex* sp. a partir do final de outubro de 2012, prolongando-se até o final da coleta (Figura 6). Segundo Fagundes et al. (2009), espécies de *Brachymyrmex* são afetadas pela seca, sendo mais frequentes em períodos chuvosos, justificando a maior ocorrência da espécie no ano de 2013, onde a precipitação foi 1,31 vezes maior que no ano anterior.

No ano 2013, os maiores picos populacionais de *Brachymyrmex* sp. foram observados em setembro e dezembro na variedade IAC-SP 962042 quando cultivada com aplicação de Si, enquanto na IAC-SP 963060 cultivada com aplicação do mineral também ocorreram vários picos populacionais, com destaque para o pico mais elevado observado no mês de dezembro (Figura 6).

A flutuação populacional de *D. brunneus* foi relativamente semelhante nas duas variedades, atingindo maior densidade nos períodos de fevereiro a abril de 2012, outubro de 2012 a janeiro de 2013 e agosto a dezembro de 2013 (Figura 6). A partir do final de junho até outubro de 2013 essa espécie foi mais numerosa na variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si. Os resultados do presente estudo sugerem que a espécie ocorreu tanto em épocas secas quanto chuvosas, contradizendo o observado por Hernández-Ruiz e Castaño-Meneses (2006) que verificaram que espécies do gênero *Dorymyrmex* são abundantes em agroecossistemas apenas durante o período seco. Os resultados contrastantes encontrados neste trabalho podem ser devido as populações de *Dorymyrmex* serem coletadas em ambientes diferentes, uma vez que a espécie do presente estudo foi coletada em agroecossistema de cana-de-açúcar no Brasil, e as espécies coletadas por Hernández-Ruiz e Castaño-Meneses (2006) em agroecossistema do México.

*Pheidole oxyops* ocorreu durante quase todo o período de estudo apresentando vários picos populacionais, sendo mais ativa e numerosa que *P. subarmata* (Figura 7). *Pheidole oxyops* encontra-se entre os formicídeos mais abundantes do mundo (WILSON, 2003).



**Figura 7.** Flutuação populacional de Formicidae, nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita), cultivadas sem (—) e com (- - -) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Do início de fevereiro de 2012 até final de janeiro de 2013, a população de *P. oxyops* foi mais numerosa nas duas variedades estudadas. Quando as variedades foram cultivadas com Si, os picos populacionais foram mais elevados do final de outubro até final de dezembro de 2012 e de setembro a dezembro de 2013 para IAC-SP 963060, para IAC-SP 962042 os picos foram do início de setembro a final de dezembro de 2012 e de agosto a dezembro de 2013 (Figura 7).

Os picos populacionais de *P. subarmata* ocorreram de junho até o final de outubro de 2013. Quando cultivada com aplicação de Si, a variedade IAC-SP 962042 apresentou o pico mais elevado em junho de 2013, enquanto na IAC-SP 963060 o maior pico populacional ocorreu em setembro de 2013, quando cultivada sem aplicação de Si (Figura 7).

A variação numérica de *S. invicta* foi mais homogênea na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si. Entretanto, a espécie apresentou maior atividade entre setembro e dezembro 2013, quando a variedade foi cultivada com aplicação de Si (Figura 7).

#### **4.1.4. Correlação entre espécies predominantes de Formicidae e fatores meteorológicos**

A análise de regressão pelo método *stepwise* indicou que a precipitação pluvial não atingiu o nível mínimo de significância estabelecido para entrar no modelo multivariado (Tabela 8). Tal resultado sugere que esse fator não teve função importante na ocorrência das formigas durante todo o período estudado. Por outro lado, a temperatura máxima do ambiente foi a variável mais selecionada pelo modelo, ou seja, a que mais influenciou na densidade dessas espécies.

No caso de *S. invicta*, nenhuma variável dos fatores meteorológicos atingiu o nível mínimo de significância estabelecido para entrar no modelo multivariado, independentemente da variedade e da aplicação do Si (Tabela 8). Esses resultados estão de acordo com os observados por Delabie e Fowler (1993) que constataram que espécies do gênero *Solenopsis* não foram influenciadas pela sazonalidade climática.

**Tabela 8.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* entre formigas capturadas em armadilhas tipo alçapão e fatores meteorológicos em variedades de cana-de-açúcar cultivadas na ausência e presença de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Espécie	Tratamento	Intercepto	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitação pluvial (mm)	R <sup>2</sup> (modelo)	F
<i>Atta sexdens</i>	IAC-SP 963060 S/Si	-141,008	101,704	-209,141	111,828	-	0,264	5,14**
	IAC-SP 963060 C/Si	22,681	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	10,234	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 C/Si	-58,400	-	-	2,516	-	0,103	5,15*
<i>Brachymyrmex sp.</i>	IAC-SP 963060 S/Si	-32,692	-	-	1,423	-	0,095	4,73*
	IAC-SP 963060 C/Si	11,106	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	9,638	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 C/Si	-54,233	103,999	-206,762	105,281	-	0,257	4,96**
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	IAC-SP 963060 S/Si	-419,320	-	-	16,142	-	0,408	30,98**
	IAC-SP 963060 C/Si	-282,185	-	-49,869	51,585	-	0,117	2,91*
	IAC-SP 962042 S/Si	-417,464	-	-	16,150	-	0,307	19,97**
	IAC-SP 962042 C/Si	-496,290	-	-	19,079	-	0,359	25,14**
<i>Pheidole oxyops</i>	IAC-SP 963060 S/Si	-148,700	-	-	6,657	-	0,106	5,32*
	IAC-SP 963060 C/Si	-140,567	178,703	-356,407	184,603	-	0,190	3,36*
	IAC-SP 962042 S/Si	-181,210	-	-13,636	18,662	-	0,195	5,33**
	IAC-SP 962042 C/Si	-186,875	-	-18,556	22,584	-	0,300	9,41**
<i>Pheidole subarmata</i>	IAC-SP 963060 S/Si	-45,742	-	-8,197	8,327	-	0,080	1,91*
	IAC-SP 963060 C/Si	-4,513	-	-2,578	2,348	-	0,116	2,90*
	IAC-SP 962042 S/Si	-19,889	-	-5,625	5,287	-	0,244	7,09**
	IAC-SP 962042 C/Si	8,473	-	-6,935	5,443	-	0,182	4,90**
<i>Solenopsis invicta</i>	IAC-SP 963060 S/Si	6,043	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 963060 C/Si	4,021	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	2,255	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 C/Si	3,021	-	-	-	-	-	-

\*\*,\* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

A temperatura máxima foi a variável significativa e positiva selecionada pelo modelo para *D. brunneus*, *P. oxyops* e *P. subarmata* nas duas variedades, independentemente da aplicação de Si (Tabela 8). O sinal positivo dessa variável indica que as populações dessas formigas aumentaram com o incremento da temperatura máxima. Esses resultados corroboram em parte os estudos de Haddad et al. (2012), que observaram espécies de *Pheidole* menos abundantes na estação chuvosa, mas que aumentaram em número com o incremento da temperatura ambiente.

Na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem a aplicação de Si, as temperaturas mínima e máxima foram as variáveis significativas e positivas selecionadas pelo modelo para *A. sexdens*. O mesmo ocorreu para *Brachymyrmex* sp. com relação à temperatura máxima, que explicou 9,5% da variação numérica da espécie. Por outro lado, na IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si observou-se que o modelo multivariado selecionou a temperatura máxima como única variável positiva e significativa para *A. sexdens*. Para *Brachymyrmex* sp. foram selecionadas as temperaturas mínima e máxima (Tabela 8). O sinal positivo indica que com o incremento da temperatura máxima ou mínima ocorre aumento na densidade populacional dessas espécies de formigas.

Os modelos obtidos na análise de regressão indicaram que a temperatura ambiental explicou de 8,0 a 40,8% da variação da densidade populacional das espécies predominantes de formicídeos (Tabela 8). A espécie que se mostrou mais influenciada pela temperatura foi *D. brunneus*, pois os modelos explicaram de 11,7 a 40,8% da variação numérica da espécie. A seguir destacaram-se *P. oxyops* (10,6 a 30%), *A. sexdens* (10,3 a 26,4%), *Brachymyrmex* sp. (9,5 a 25,7%) e *P. subarmata* (8,0 a 24,4%). Apesar de a temperatura ter se mostrado importante para ocorrência desses formicídeos, os modelos obtidos sugerem que existem outros fatores que atuaram sobre as populações desses insetos. Assim, como discutido anteriormente, a disponibilidade de presas e as características agrônômicas de cada variedade de cana-de-açúcar podem ter desempenhado papel importante para a ocorrência desses formicídeos. Ressalta-se ainda que a competição por alimento entre as espécies de formicídeos pode alterar a presença e a densidade de suas populações (CARPINTERO; REYES-LÓPEZ, 2008).

## 4.2. Ordem Coleoptera

### 4.2.1. Análise de fauna de Carabidae e Staphylinidae

Durante o período estudado foram capturadas 24 espécies de Carabidae e 12 de Staphylinidae, totalizando 316 e 727 espécimes, respectivamente. O número mais elevado de espécimes de Carabidae foi capturado na variedade IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si, seguida por IAC-SP 963060 cultivada com e sem aplicação de Si. Para Staphylinidae, a maior ocorrência foi observada na variedade IAC-SP 963060 sem aplicação de Si e a menor na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si (Tabela 9). Independentemente da aplicação de Si, as espécies que se destacaram como predominantes nas duas variedades foram os carabídeos *Scarites* sp. 1 e *Abaris basistriata* e os estafilínídeos *Coproporus* sp. e Aleocharinae indet. 1 (Tabela 9). Essas espécies de carabídeos foram citadas como predominantes por Correia (2013) em levantamento populacional realizado em cana-de-açúcar, na região de Jaboticabal. A aplicação de Si não teve influência sobre a ocorrência das espécies predominantes de carabídeos e estafilínídeos.

**Tabela 9.** Número de Carabidae e Staphylinidae capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas com e sem aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Categorias taxonômicas	Variedades/Tratamentos			
	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
<b>Carabidae</b>				
<b><i>Scarites</i> sp. 1</b>	25	22	26	23
<b><i>Abaris basistriata</i></b> Chaudoir, 1873	14	17	16	12
<i>Pachyteles</i> sp.	5	3	7	2
<i>Scarites</i> sp. 2	4	-	3	5
<i>Galerita brasiliensis</i> Dejean, 1826	4	2	6	3
<i>Loxandrus</i> sp.	3	1	1	-
<i>Tetracha brasiliensis</i> (Kirby, 1818)	3	1	1	-
<i>Odontocheila</i> sp.	3	6	5	2
<i>Notiobia cupripennis</i> (Germar, 1824)	3	4	4	2
<i>Scarites</i> sp. 3	3	2	3	-
<i>Athrostictus sulcatulus</i> Dejean, 1829	2	-	1	-

Tabela 9. Continuação.

Categorias taxonômicas	Variedades/Tratamentos			
	IAC-SP	IAC-SP	IAC-SP	IAC-SP
	963060 S/Si	963060 C/Si	962042 S/Si	962042 C/Si
<i>Lebia concinna</i> Brulle, 1838	2	10	6	8
<i>Selenophorus discopunctatus</i> Dejean, 1829	2	5	2	3
<i>Selenophorus alternans</i> Dejean, 1829	1	-	2	-
<i>Stratiotes</i> sp. (Putzeys, 1846)	1	-	1	-
<i>Athrostictus puberulus</i> Dejean, 1829	1	-	-	-
<i>Selenophorus seriatoporus</i> Putzeys, 1878	1	2	-	-
<i>Apenes aenea</i> (Dejean, 1831)	1	-	-	2
<i>Odontocheila nodicornis</i> (Dejean, 1825)	-	5	1	2
<i>Helluomorphoides squiresi</i> (Chaudoir, 1872)	-	2	-	-
<i>Tetragonoderus laevigatus</i> Chaudoir, 1876	-	1	-	-
<i>Callida scutellaris</i> Chaudoir, 1872	-	1	-	-
<i>Selenophorus</i> sp.	-	1	-	-
<i>Athrostictus</i> sp.	-	-	3	1
<b>N° de espécies</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>12</b>
<b>N° de espécimes</b>	<b>78</b>	<b>85</b>	<b>88</b>	<b>65</b>
<b>Staphylinidae</b>				
<b><i>Coproporus</i> sp.</b>	255	125	165	106
<b>Aleocharinae indet. 1</b> (Prancha 1a, 1b, 1c)	11	25	13	16
Staphylininae indet. 1 (Prancha 1d, 1e, 1f)	11	7	2	2
<i>Paederus littoralis</i> Gravenhorst, 1802	7	5	7	1
Aleocharinae indet. 2 (Prancha 1g, 1h)	7	9	3	8
Staphylininae indet. 2 (Prancha 1i)	5	8	5	6
<i>Lathropinus torosus</i> <sup>1</sup> (Erichson, 1840)	2	-	-	1
<i>Eulissus chalybaeus</i> <sup>1</sup> Mannerheim, 1830	2	-	2	1
<i>Smilax pilosa</i> (Fabricius, 1787)	2	-	-	-
Staphylininae indet. 3 (Prancha 1j, 1k, 1l)	-	1	1	1
Staphylininae indet. 4 (Prancha 1m, 1n)	-	1	2	-
<i>Xanthopygus cyanelytrius</i> (Perty, 1830)	-	1	-	-
<b>N° de espécies</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>N° de espécimes</b>	<b>302</b>	<b>183</b>	<b>100</b>	<b>142</b>

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício; - espécie ausente; em negrito espécies predominantes em todos os tratamentos.

As espécies *Scarites* sp. 1 e *A. basistriata* foram abundantes tanto na variedade IAC-SP 963060 quanto na IAC-SP 962042 cultivadas ou não com aplicação de Si, cujo total de espécimes capturados correspondeu a mais de 50% dos Carabidae observados nos tratamentos considerados, o mesmo ocorrendo com *Coproporus* sp. (Staphylinidae). Segundo Cividanes e Santos-Cividanes (2008), *A.*

*basistrita* é generalista quanto ao hábitat e *Scarites* sp. está associado às culturas de soja e milho. Os resultados desse estudo evidenciaram a associação dessas espécies também com cana-de-açúcar. Ressalta-se que os coleópteros associados ao solo mais diversificados e abundantes em agroecossistemas são os carabídeos e os estafilínídeos (SHAH et al., 2003).

Aleocharinae indet. 1 destacou-se como predominante, provavelmente devido a abundância de formigas e cupins na área, uma vez que representantes dessa subfamília encontram-se associados com formigas e cupins, mimetizando-os (COSTA LIMA, 1952). Segundo Newton e Thayer (2005), Aleocharinae é importante pela diversidade de espécies conhecidas, estando entre os predadores generalistas mais abundantes de uma comunidade.

O menor índice de diversidade de espécies para Carabidae foi observado na variedade IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si (Tabela 10). Segundo Kvedaras et al. (2005), variedades de cana-de-açúcar suscetíveis ao ataque da broca *E. saccharina* respondem melhor à aplicação de Si, tornando-se mais resistentes à praga. Como discutido anteriormente, a IAC-SP 962042 é considerada suscetível a *D. saccharalis* (DINARDO-MIRANDA et al., 2013), podendo a aplicação de Si ter conferido à variedade maior resistência à broca em comparação à IAC-SP 963060, com a consequente diminuição da ocorrência da praga naquela variedade. Como citado anteriormente, a intensidade de infestação de *D. saccharalis* foi significativamente maior na variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si em relação à IAC-SP 962042, durante o período de cana-planta (SANTOS-CIVIDANES<sup>1</sup>). Assim, a menor diversidade de carabídeos observado na variedade IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si (Tabela 10) pode estar vinculada à menor ocorrência da broca-da-cana, uma vez que esses besouros predadores já foram citados como inimigos naturais de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar (WHITE; ERWIN; VIATOR, 2012).

Os índices de diversidade de carabídeos foram maiores que o obtido por Correia (2013) ( $H'=1,48$ ) em cana-de-açúcar. Provavelmente, este baixo índice de diversidade seja devido à aplicação de agrotóxicos na época de plantio da cana-de-açúcar que pode ter diminuído a disponibilidade de presas, uma vez que no presente estudo não houve a aplicação de agrotóxicos. Essa suposição encontra respaldo

---

<sup>1</sup> – Santos-Cividanes, T.M. Comunicação pessoal. Ribeirão-Preto: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, “APTA Regional Centro Leste”, 2015.

nos relatos de Lee, Menalled e Landis (2001) que observaram redução na atividade e na densidade de insetos predadores mediante a aplicação de inseticidas, que também alterou a composição das comunidades de Carabidae em milho.

**Tabela 10.** Índice de diversidade ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $E$ ) para Carabidae e Staphylinidae capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Tratamentos	Carabidae		Staphylinidae	
	$H'$	$E$	$H'$	$E$
IAC-SP 963060 S/Si	2,341 a	0,810	1,888 a	0,908
IAC-SP 963060 C/Si	2,320 a	0,819	1,651 c	0,848
IAC-SP 962042 S/Si	2,313 a	0,816	1,771 b	0,852
IAC-SP 962042 C/Si	2,018 b	0,812	1,557 c	0,800

Valores de  $H'$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

Para Staphylinidae, os menores índices de diversidade e equitabilidade de espécies ocorreram nas duas variedades de cana-de-açúcar cultivadas com aplicação de Si (Tabela 10). Como o Si confere maior resistência a planta diminuindo a ocorrência de insetos-praga (LAING; GATARAYIHA, ADANDONON., 2006), este fato pode ter contribuído para a menor diversidade de Staphylinidae nas variedades cultivadas com Si, uma vez que são considerados besouros predadores de pragas (PFIFFNER; LUKA, 2000).

A maior similaridade entre as comunidades de carabídeos ocorreu entre as variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas sem aplicação de Si (Tabela 11). Provavelmente, o Si interferiu na diversidade de pragas presentes nas variedades cultivadas com e sem aplicação de Si, uma vez que este mineral pode reduzir a incidência de insetos herbívoros (KEEPING; KVEDARAS; BRUTON, 2009). Correia (2013), comparando a similaridade de comunidades de carabídeos em cinco habitats, verificou elevada similaridade entre os cultivos de milho e cana-de-açúcar ( $I_M = 0,935$ ).

**Tabela 11.** Quociente de similaridade de Sorensen ( $SO_{ij}$ ) para carabídeos capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

$SO_{ij}$	IAC-SP 963060	IAC-SP 963060	IAC-SP 962042	IAC-SP 962042
	S/Si	C/Si	S/Si	C/Si
IAC-SP963060 S/Si	-	70,59 bc	85,71 a	66,67 c
IAC-SP963060 C/Si	-	-	72,73 bc	64,29 c
IAC-SP962042 S/Si	-	-	-	75,86 b
IAC-SP962042 C/Si	-	-	-	-

Valores de  $SO_{ij}$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

O quociente de similaridade entre as comunidades de Staphylinidae foram próximos entre si, evidenciando que o Si não influenciou a ocorrência de espécies desses besouros nos tratamentos considerados (Tabela 12). No entanto, ressalta-se que a IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si comparada a IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si apresentaram o menor índice de similaridade.

**Tabela 12.** Quociente de similaridade de Sorensen ( $SO_{ij}$ ) para estafilínídeos capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

$SO_{ij}$	IAC-SP 963060	IAC-SP 963060	IAC-SP 962042	IAC-SP 962042
	S/Si	C/Si	S/Si	C/Si
IAC-SP963060 S/Si	-	66,67 b	77,78 ab	88,89 a
IAC-SP963060 C/Si	-	-	88,89 a	77,78 ab
IAC-SP962042 S/Si	-	-	-	88,89 a
IAC-SP962042 C/Si	-	-	-	-

Valores de  $SO_{ij}$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

#### 4.2.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de espécies de Carabidae e Staphylinidae

Não houve interação significativa entre variedades de cana-de-açúcar e presença de Si para as espécies de carabídeos e estafilínídeos (Tabela 13).

Aleocharinae indet. 2 ocorreu em número mais elevado quando as variedades de cana-de-açúcar, IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 foram cultivadas com aplicação de Si (Tabela 13). Representantes dessa subfamília são considerados predadores generalistas e dominantes da fauna do solo (NAVARRETE-HEREDIA et

**Tabela 13.** Número médio de espécimes de Carabidae e Staphylinidae capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Categoria taxonômica	Fonte de Variação							CV (%)
	Variedade (V)			Silício (Si)		Interação VxSi		
	IAC-SP 963060	IAC-SP 962042	F	Cultivo S/Si	Cultivo C/Si		F	
<b>Carabidae</b>								
<i>Abaris basistriata</i>	3,1±0,7 a <sup>1</sup>	2,8±0,7 a	0,04 <sup>ns</sup>	3,0±0,8 a	2,9±0,7 a	0,00 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	12,63
<i>Galerita brasiliensis</i>	0,6±0,3 a	0,9±0,3 a	0,63 <sup>ns</sup>	1,0±0,3 a	0,5±0,3 a	2,00 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	7,58
<i>Lebia concinna</i>	1,2±0,5 a	1,6±0,6 a	0,41 <sup>ns</sup>	1,0±0,5 a	1,8±0,6 a	2,03 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>	11,33
<i>Notiobia cupripennis</i>	0,7±0,3 a	0,6±0,3 a	0,06 <sup>ns</sup>	0,7±0,3 a	0,6±0,3 a	0,06 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	8,30
<i>Odontocheila nodicornis</i>	0,5±0,3 a	0,3±0,3 a	0,35 <sup>ns</sup>	0,1±0,1 a	0,7±0,4 a	3,17 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	7,55
<i>Odontocheila</i> sp.	0,9±0,3 a	0,7±0,4 a	0,15 <sup>ns</sup>	0,8±0,3 a	0,8±0,3 a	0,01 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	8,65
<i>Pachyteles</i> sp.	0,8±0,7 a	0,9±0,7 a	0,04 <sup>ns</sup>	1,2±0,9 a	0,5±0,5 a	0,53 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	15,68
<i>Scarites</i> sp 1	4,7±0,9 a	4,9±0,9 a	0,03 <sup>ns</sup>	5,1±0,9 a	4,5±0,9 a	0,26 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	11,23
<i>Scarites</i> sp 2	0,4±0,3 a	0,8±0,4 a	0,93 <sup>ns</sup>	0,7±0,3 a	0,5±0,3 a	0,18 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	9,80
<i>Scarites</i> sp 3	0,6±0,2 a	0,3±0,2 a	1,67 <sup>ns</sup>	0,6±0,2 a	0,3±0,2 a	0,29 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	5,89
<i>Selenophorus discupunctatus</i>	0,7±0,2 a	0,5±0,3 a	0,49 <sup>ns</sup>	0,4±0,3 a	0,8±0,2 a	2,15 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	6,23
<i>Tetracha brasiliensis</i>	0,4±0,2 a	0,1±0,1 a	3,00 <sup>ns</sup>	0,4±0,2 a	0,1±0,1 a	3,00 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	4,27
<b>Staphylinidae</b>								
<i>Coproporus</i> sp.	38,0±7,7 a	27,1±12,1 a	1,78 <sup>ns</sup>	42,0±10,5 a	27,1±9,3 a	1,23 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	21,44
<i>Paederus littoralis</i>	1,2±0,4 a	0,8±0,4 a	0,87 <sup>ns</sup>	1,4±0,5 a	0,6±0,3 a	3,57 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	8,82
Aleocharinae indet. 1	1,6±0,5 a	1,1±0,4 a	0,81 <sup>ns</sup>	1,7±0,4 a	1,0±0,5 a	1,85 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	9,67
Staphylininae indet. 1	1,3±0,4 a	1,1±0,7 a	0,19 <sup>ns</sup>	1,4±0,5 a	1,0±0,6 a	0,43 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	11,81
Aleocharinae indet. 2	3,6±0,8 a	2,9±0,5 a	0,84 <sup>ns</sup>	2,4±0,5 b	4,1±0,7 a	4,98*	2,09 <sup>ns</sup>	52,40
Staphylininae indet. 2	1,8±0,8 a	0,3±0,8 a	2,49 <sup>ns</sup>	1,3±0,9 a	0,8±0,6 a	0,21 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	13,80

<sup>1</sup>Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

ns = não significativo a 5% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

al., 2002). Além disso, espécies dessa subfamília são encontradas associadas com formigas e cupins (COSTA LIMA, 1952), que foram abundantes nas variedades cultivadas com aplicação de Si (Tabelas 3 e 26), fato que deve ter contribuído para o número mais elevado dessa espécie nos cultivos com aplicação de Si.

Os resultados do presente estudo indicam que o Si não afetou a ocorrência dos besouros predadores Carabidae e Staphylinidae, assim como verificado por Antunes et al. (2010) em que a aplicação de Si em milho e girassol não afetou a ocorrência de joaninhas nessas culturas.

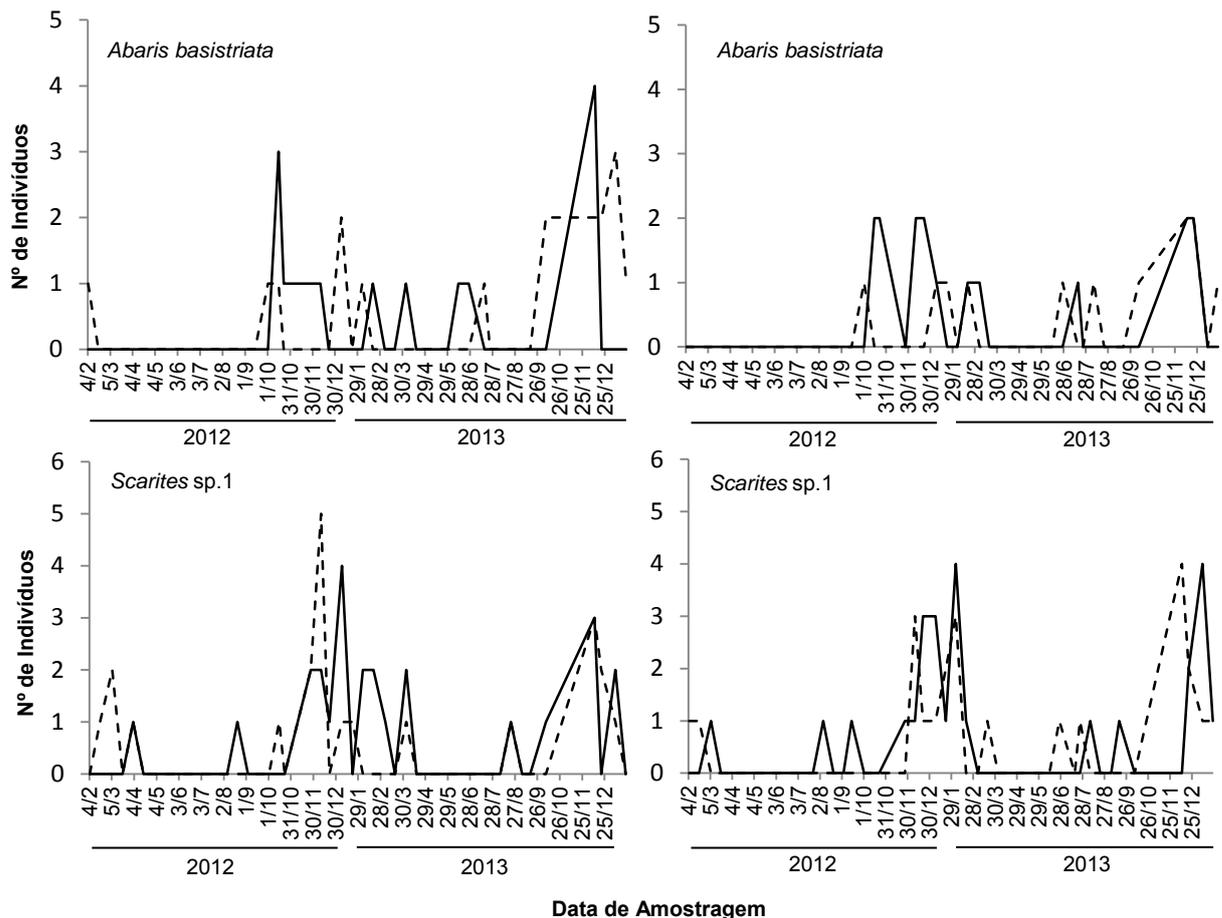
#### **4.2.3. Flutuação populacional de espécies predominantes de Carabidae e Staphylinidae**

*Abaris basistriata* apresentou flutuação populacional relativamente similar nas duas variedades, com picos populacionais ocorrendo a partir de outubro de 2012. Os picos foram mais elevados na variedade IAC-SP 963060 que na IAC-SP 962042. Quando cultivada sem aplicação de Si observaram-se picos populacionais mais elevados na IAC-SP 963060 do que quando o mineral foi aplicado. No entanto, quando a variedade foi cultivada com aplicação de Si a espécie apresentou maior atividade no final de setembro a final de dezembro de 2013 (Figura 8).

Na variedade IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si, os picos populacionais de *A. basistriata* ocorreram nos períodos de outubro de 2012, dezembro de 2012, fevereiro de 2013 e novembro de 2013. Quando cultivada com aplicação de Si, os picos foram relativamente menos elevados. O pico populacional de *A. basistriata* na variedade IAC-SP 962042 cultivada com e sem a aplicação de Si foi coincidente em 25 de novembro 2013, no entanto, quando cultivada com aplicação de Si a espécie apresentou elevada atividade de outubro a dezembro de 2013. (Figura 8).

Os maiores picos de *A. basistriata* na IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si (Figura 8), podem estar relacionados com a ocorrência de *D. saccharalis* e mesmo outros insetos herbívoros. Segundo Fuller e Regan (1988) e White, Erwin e Viator (2012) carabídeos são inimigos naturais desta praga em cana-de açúcar.

A flutuação populacional de *Scarites* sp. 1 foi relativamente semelhante nas duas variedades (Figura 8). O pico mais elevado da espécie foi observado em novembro e dezembro de 2012 na IAC-SP 963060 cultivada com e sem aplicação de Si, respectivamente, enquanto em novembro de 2013 os picos foram coincidentes. Na IAC-SP 962042 observaram-se picos elevados de *Scarites* sp. 1 em dezembro de 2012, janeiro de 2013 e dezembro de 2013 quando cultivada sem aplicação de Si, no entanto com a aplicação de Si nessa variedade os picos ocorreram em dezembro de 2012, janeiro de 2013 e novembro de 2013. Observa-se pela figura 8 que de junho a dezembro de 2013 os picos populacionais de *Scarites* sp. 1 foram coincidentes na variedade IAC-SP 962042 cultivada com e sem aplicação de Si, no entanto, com o mineral os picos foram antecipados.



**Figura 8.** Flutuação populacional de Carabidae nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem ( — ) e com ( - - - ) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

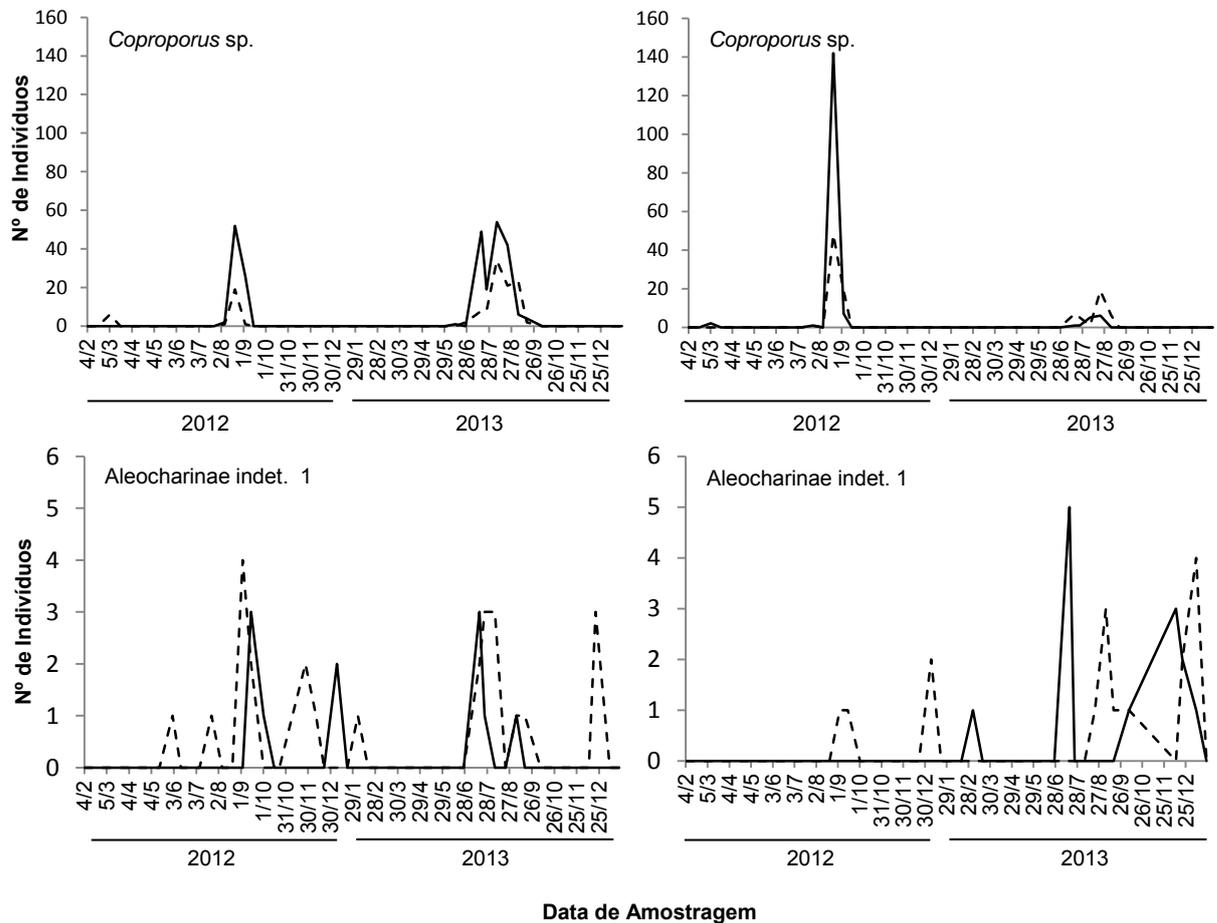
Considerando-se a ocorrência de *Scarites* sp.1 e *A. basistriata* nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas com e sem aplicação de Si observaram-se picos populacionais no ano de 2013 no início (janeiro a março) e final (setembro a dezembro) de desenvolvimento da cultura (Figura 8). Esses resultados discordam parcialmente de Silva e Carvalho (2000), que relataram que insetos predadores presentes em soja e milho são mais abundantes da metade para o final do ciclo de desenvolvimento das culturas.

A colheita da cana-de-açúcar realizada em 23 de outubro de 2012 e 23 de novembro de 2013 não influenciou a ocorrência de *A. basistriata* e *Scarites* sp. 1, discordando de Correia (2013) que verificou declínio de carabídeos após o corte das plantas de cana-de-açúcar.

*Coproporus* sp. ocorreu em curtos períodos nas duas variedades cultivadas com e sem aplicação de Si. No ano de 2012 apresentou baixo número no período de março e foi abundante de agosto a setembro. Nas duas variedades de cana-de-açúcar, a densidade da espécie foi mais numerosa quando cultivadas sem aplicação de Si, sendo o pico populacional mais elevado verificado em agosto de 2012 na variedade IAC-SP 962042. No ano de 2013, a ocorrência de *Coproporus* sp. nas duas variedades foi observada principalmente de junho a agosto, sendo mais abundante na variedade IAC-SP 963060. Na IAC-SP 962042 cultivada com e sem aplicação de Si a espécie foi numericamente mais elevada em agosto (Figura 9), resultado que encontra respaldo em Corrêa (2010) que relatou uma espécie de *Coproporus* ter sido abundante no inverno, na Mata Viva da Universidade Federal do Paraná em Curitiba.

Independentemente da variedade de cana-de-açúcar, Aleocharinae indet. 1 apresentou maior atividade no cultivo com aplicação de Si (Figura 9). Na IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si observaram-se picos elevados em setembro de 2012, julho de 2013 e dezembro de 2013, enquanto no cultivo sem Si os picos foram em setembro de 2012 e julho de 2013. Para a IAC-SP 962042 o pico mais elevado foi observado em julho de 2013 quando cultivada sem aplicação de Si e outro em novembro de 2013, no entanto quando cultivada com aplicação de Si observaram-se picos da espécie em agosto e dezembro de 2013 (Figura 9). Segundo Brunke (2011), espécies da subfamília Aleocharinae vivem em associações

com colônias de formigas do gênero *Formica* e *Camponotus*. Assim, a maior atividade de Aleocharinae indet. 1 nas variedades cultivadas com Si se deve, provavelmente, à maior ocorrência de *C. blandus* nesses tratamentos (Tabela 7).



**Figura 9.** Flutuação populacional de Staphylinidae nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem (—) e com (- - -) aplicação de sílicio. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

#### 4.2.4. Correlação entre espécies predominantes de Carabidae e Staphylinidae e fatores meteorológicos

A análise de regressão pelo método *stepwise* indicou que a precipitação pluvial não atingiu o nível mínimo de significância estabelecido para entrar no modelo multivariado (Tabela 14). Tal resultado sugere que esse fator não teve função importante na ocorrência de carabídeos e estafilínídeos durante todo o

**Tabela 14.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* entre carabídeos e estafilínídeos capturados em armadilhas tipo alçapão e fatores meteorológicos em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Espécie de Carabidae	Tratamento	Intercepto	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitação pluvial (mm)	R <sup>2</sup> (modelo)	F
<i>Abaris basistriata</i>	IAC-SP 963060 S/Si	-0,916	0,074	-	-	-	0,072	3,50*
	IAC-SP 963060 C/Si	-1,195	0,095	-	-	-	0,133	6,89**
	IAC-SP 962042 S/Si	-1,423	0,107	-	-	-	0,188	10,40**
	IAC-SP 962042 C/Si	-0,571	2,175	-4,278	2,154	-	0,111	1,79*
<i>Scarites</i> sp. 1	IAC-SP 963060 S/Si	-2,144	0,163	-	-	-	0,234	13,73**
	IAC-SP 963060 C/Si	-2,171	0,155	-	-	-	0,201	11,30**
	IAC-SP 962042 S/Si	-2,122	0,163	-	-	-	0,196	11,00**
	IAC-SP 962042 C/Si	-2,152	0,161	-	-	-	0,239	14,13**
<b>Espécie de Staphylinidae</b>								
<i>Coproporus</i> sp.	IAC-SP 963060 S/Si	48,003	-2,594	-	-	-	0,260	15,80**
	IAC-SP 963060 C/Si	23,492	-1,269	-2,578	2,348	-	0,254	15,30**
	IAC-SP 962042 S/Si	3,511	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 C/Si	16,833	-0,888	-	-	-	0,100	4,99*
Aleocharinae indet. 1	IAC-SP 963060 S/Si	-2,287	-	-0,273	0,302	-	0,138	3,53**
	IAC-SP 963060 C/Si	-1,101	3,859	-8,209	4,302	-	0,244	4,63*
	IAC-SP 962042 S/Si	0,199	4,542	-9,059	4,527	-	0,119	1,93*
	IAC-SP 962042 C/Si	0,340	-	-	-	-	-	-

\*\* , \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

período estudado.

Por outro lado, a temperatura mínima do ambiente destacou-se como a variável que mais influenciou a densidade dessas espécies (Tabela 14). O modelo obtido para os carabídeos *A. basistriata* e *Sarites* sp.1 apresentou uma única variável significativa e positiva, isto é, temperatura mínima do ambiente, que explicou de 7,2 a 23,9% da variação numérica dessas espécies nas duas variedades, independentemente da aplicação de Si. O sinal positivo dessa variável indica que as populações desses besouros predadores decresceram conforme diminuiu a temperatura mínima. O modelo obtido para *A. basistriata* na variedade IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si também selecionou como variável significativa e positiva a temperatura máxima e negativa a temperatura média (Tabela 14). Os resultados obtidos para *A. basistriata* estão de acordo com relatos de Martins (2008), que obteve coeficiente de regressão significativo e positivo para a espécie com a temperatura máxima. Deve ser ressaltado que temperatura e precipitação pluvial estão entre os fatores ambientais que podem propiciar condições favoráveis para aumento da densidade populacional e distribuição de carabídeos (CRIST; AHERN, 1999; EYRE et al., 2005).

Na variedade IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si, o modelo multivariado para *Coproporus* sp. não selecionou nenhuma variável significativa, o mesmo ocorrendo para o modelo de Aleocharinae indet. 1 na IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si (Tabela 14). Nos demais tratamentos, a temperatura mínima apresentou-se como única variável significativa e negativa para *Coproporus* sp., que explicou 10 a 26% da variação numérica da espécie. Entretanto, na IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si as temperaturas média e máxima foram selecionadas pelo modelo (Tabela 14). O sinal negativo da variável observado para *Coproporus* sp., indicando aumento da espécie com o declínio da temperatura mínima do ambiente, encontra suporte em Corrêa (2010), que relatou maior ocorrência de *Coproporus* sp. no inverno, em Curitiba, PR.

As variáveis selecionadas pelo modelo multivariado para Aleocharinae indet. 1 foram: as temperaturas mínima e máxima significativa e positiva e a temperatura média significativa e negativa. Os modelos obtidos na análise de regressão pelo

método *stepwise* indicaram que a temperatura ambiental explicou de 11,9 a 24,4% a variação populacional desta espécie (Tabela 14).

### 4.3. Ordem Orthoptera

#### 4.3.1. Análise de fauna de Orthoptera

No Brasil são conhecidas pelo menos 20 espécies de Orthoptera de importância econômica ocorrendo em diferentes regiões geográficas (LECOQ, 1991; GUERRA, 2001). No presente estudo foram coletadas 17 espécies de ortópteros de cinco famílias (Acrididae, Gryllidae, Tettigoniidae, Romaleidae e Anostomatidae). Apesar de nenhuma da espécie de Acrididae ter sido predominante, esta família apresentou-se como mais diversificada (sete espécies) (Tabela 15).

**Tabela 15.** Número de Orthoptera capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Categorias taxonômicas	Variedades/Tratamentos			
	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
<b>Acrididae</b>				
<i>Orphulella</i> sp.	23	37	30	20
<i>Orphulella concinnula</i> (Walker, 1870)	9	11	25	9
<i>Abracris flavolineata</i> (De Geer, 1773)	5	5	2	-
<i>Dichroplus</i> sp.	4	3	3	3
Acrididae indet. 1 (Prancha 2a, 2b, 2c)	2	4	2	2
<i>Orphulella punctata</i> (De Geer, 1773)	-	1	-	-
Acrididae indet. 2 (Prancha 2d, 2e)	-	-	1	-
<b>Nº de espécies</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>43</b>	<b>61</b>	<b>63</b>	<b>34</b>
<b>Gryllidae</b>				
<i>Gryllus assimilis</i> (Fabricius, 1775)	645	652	795	656
<i>Endecous itatibensis</i> Rehn, 1918 *	65	86	60	63
<i>Eneoptera surinamensis</i> (De Geer, 1773)	23	17	16	29
<i>Gryllus</i> sp.	-	12	-	3
<b>Nº de espécies</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>733</b>	<b>767</b>	<b>871</b>	<b>751</b>
<b>Tettigoniidae</b>				
<i>Phlugis</i> sp.	3	1	-	4

Tabela 15. Continuação.

Categorias taxonômicas	Variedades/Tratamentos			
	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
<i>Neoconocephalus</i> sp.	-	2	-	-
<i>Aniarella</i> sp.	-	-	1	-
<b>Nº de espécies</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Romaleidae</b>				
<i>Chariacris</i> sp.	1	1	1	-
<b>Nº de espécies</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>Anostostomatidae</b>				
<i>Apotetamenus</i> sp. **	46	37	43	40
<b>Nº de espécies</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>46</b>	<b>37</b>	<b>43</b>	<b>40</b>

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício; - espécie ausente; em negrito espécies predominantes em todos os tratamentos; \* *E. itatibensis*: não predominante em IAC-SP 962042 S/Si e \*\**Apotetamenus* sp.: não predominante em IAC-SP 962042 C/Si.

Entre os ortópteros amostrados, as espécies predominantes foram *Gryllus assimilis*, *Endecous itatibensis* (Gryllidae) e *Apotetamenus* sp. (Anostostomatidae) (Tabela 15). *Gryllus assimilis* foi abundante nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042, independentemente da aplicação do Si (Tabela 15). A espécie foi considerada abundante na cultura do milho (GARCIA et al., 2004), sendo também relatada atacando cana-de-açúcar, que pertence a mesma categoria botânica do milho. Esses resultados contradizem Barbosa, Iede e Santos (2009) que relatam que *Gryllus* sp. vivem em ambientes com vegetação rasteira, campos nativos ou lavouras com cobertura vegetal deficiente.

*Endecous itatibensis* (Gryllidae) e *Apotetamenus* sp. (Anostotomatidae) não foram predominantes na variedade de cana-de-açúcar IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si e IAC-SP962042 cultivada com aplicação de Si, respectivamente (Tabela 15). Espécies do gênero *Endecous* podem ser encontradas em toda região neotropical, sendo mais comuns e numerosas nas cavernas brasileiras (CAJAIBA, 2012). Embora espécies de Anostostomatidae sejam predominantes no hemisfério Sul, existem poucas informações sobre a ecologia desses insetos em agroecossistemas (MORSELLI, 2006). Ressalta-se que não existem relatos de *E. itatibensis* e *Apotetamenus* sp. em cultivos de cana-de-açúcar.

Quando cultivadas com aplicação de Si observaram-se nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042, respectivamente, o maior e menor índice de diversidade de espécies de ortópteros (Tabela 16). Por outro lado, os índices de equitabilidade foram similares entre os tratamentos, com valores acima de 0,7. Assim, as diferentes espécies apresentaram abundância semelhante nas duas variedades, independentemente da aplicação de Si. Os índices de diversidade obtidos no presente estudo foram menores do que o valor ( $H'=2,33$ ) relatado por Carvalho (2010). Provavelmente, essa diferença observada pode estar relacionada ao tipo de cultura em que os ortópteros foram estudados: aquele autor amostrou esses insetos no trigo, enquanto neste estudo foi em cana-de-açúcar.

**Tabela 16.** Índice de diversidade ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $E$ ) para ortópteros capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Tratamentos	$H'$	$E$
IAC-SP 963060 S/Si	1,719 c	0,747
IAC-SP 963060 C/Si	1,913 a	0,770
IAC-SP 962042 S/Si	1,776 b	0,715
IAC-SP 962042 C/Si	1,688 d	0,768

Valores de  $H'$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

A maior similaridade de espécies de ortópteros ocorreu entre IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas sem aplicação de Si, sendo a menor similaridade observada entre a variedade IAC-SP 962042 cultivada sem e com aplicação de Si (Tabela 17). A similaridade entre os demais tratamentos não diferiram dos índices citados anteriormente (Tabela 17). Provavelmente, o Si interferiu na ocorrência das espécies de ortópteros na variedade IAC-SP 962042. Vários estudos evidenciam que a deposição de Si nas folhas protege contra o ataque de insetos herbívoros (GOUSSAIN et al., 2002; KEEPING; KVEDARAS; BRUTON, 2009; EPSTEIN, 2009). Além disso, as variedades de cana-de-açúcar podem apresentar diferenças na absorção de Si nas folhas (DEREN; GLAZ; SNYDER, 1993; KORNDÖRFER et al., 2000) e nos colmos (KEEPING; MEYER, 2002). Essas diferenças na absorção de Si pelas folhas e colmos entre variedades podem estar relacionadas com resistência ao ataque de pragas, conforme confirmaram Keeping, Kvedaras e Bruton (2009). Este

fato pode ter dificultado o corte das folhas e, conseqüentemente, diminuído a preferência de alimentação por determinadas espécies, contribuindo para a ocorrência de baixa similaridade entre IAC-SP 962042 cultivada sem e com aplicação de Si.

**Tabela 17.** Quociente de similaridade de Sorensen ( $SO_{ij}$ ) para ortópteros capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

$SO_{ij}$	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
IAC-SP963060 S/Si		88,00 ab	91,67 a	85,71 ab
IAC-SP963060 C/Si			81,48 ab	83,33 ab
IAC-SP962042 S/Si				78,26 b
IAC-SP962042 C/Si				

Valores de  $SO_{ij}$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

#### 4.3.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de espécies de Orthoptera

A única espécie que apresentou interação significativa entre variedades de cana-de-açúcar e aplicação de Si foi *Orphulella concinnula* (Acrididae) (Tabela 18).

A IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si foi mais preferida por *O. concinnula* (Tabela 19), provavelmente pela facilidade de corte das folhas, uma vez que as plantas desta variedade tem menor teor de fibra em relação a IAC-SP 963060 (IAC, 2012). Além disso, sem aplicação de Si não houve enrijecimento das folhas, proporcionando condições favoráveis para a ocorrência de *O. concinnula* neste tratamento.

Na variedade IAC-SP 963060 capturou-se mais espécimes de *A. flavolineata* que na variedade IAC-SP 962042 (Tabela 18). Conforme discutido no item 4.1.2, as plantas da IAC-SP 963060 têm maior crescimento e tombamento, e isto pode ter favorecido a ocorrência dessa espécie, devido a maior disponibilidade de alimento.

Quando as variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 foram cultivadas com aplicação de Si não houve ocorrência de *Gryllus* sp. (Tabela 18). O Si presente na epiderme dificulta a penetração e a mastigação dos insetos devido ao enrijecimento da parede celular (DALASTRA et al., 2011), fato que pode ter

**Tabela 18.** Número médio de espécimes de Orthoptera capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Categoria taxonômica	Fonte de Variação							Interação VxSi	CV (%)
	Variedade (V)			Silício (Si)					
	IAC-SP 963060	IAC-SP 962042	F	Cultivo S/Si	Cultivo C/Si	F			
<b>Acrididae</b>									
<i>Abracris flavolineata</i>	1,0±0,2 a <sup>1</sup>	0,2±0,2 b	10,19**	0,7±0,3 a	0,5±0,2 a	0,69 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	5,72	
<i>Dichroplus</i> sp.	0,7±0,4 a	0,6±0,3 a	0,03 <sup>ns</sup>	0,7±0,9 a	0,6±0,6 a	0,03 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	9,12	
<i>Orphulella concinnula</i>	2,0±0,5 a	3,4±0,8 a	2,44 <sup>ns</sup>	3,4±0,5 a	2,0±0,7 a	2,73 <sup>ns</sup>	5,60*	11,09	
<i>Orphulella</i> sp.	5,3±1,4 a	5,0±1,4 a	0,01 <sup>ns</sup>	5,3±1,6 a	5,0±1,2 a	0,01 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	14,91	
Acrididae indet. 1	0,6±0,4 a	0,4±0,2 a	0,29 <sup>ns</sup>	0,4±0,2 a	0,6±0,4 a	0,20 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	8,17	
<b>Anostostomatidae</b>									
<i>Apotetamenus</i> sp.	8,3±1,8 a	8,3±1,5 a	0,00 <sup>ns</sup>	8,9±1,5 a	7,7±1,8 a	0,44 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	12,97	
<b>Gryllidae</b>									
<i>Endecous itatibensis</i>	15,1±2,6 a	12,3±2,3 a	0,35 <sup>ns</sup>	12,5±1,7 a	14,9±3,2 a	0,27 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	12,58	
<i>Eneoptera surinamensis</i>	4,0±1,3 a	4,5±1,4 a	0,01 <sup>ns</sup>	3,9±1,3 a	4,6±1,4 a	0,14 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	16,24	
<i>Gryllus assimilis</i>	129,7±7,4 a	146,2±5,7 a	4,49 <sup>ns</sup>	145,1±5,7 a	130,8±7,4 a	3,37 <sup>ns</sup>	4,06 <sup>ns</sup>	12,63	
<i>Gryllus</i> sp.	1,2±0,6 a	0,3±0,5 a	1,79 <sup>ns</sup>	1,5±0,3 a	0,0±0,8 b	5,44**	1,79 <sup>ns</sup>	12,27	
<b>Tettigonidae</b>									
<i>Phlugis</i> sp.	0,4±0,2 a	0,6±0,3 a	0,37 <sup>ns</sup>	0,5±0,3 a	0,5±0,2 a	0,00 <sup>ns</sup>	1,88 <sup>ns</sup>	7,28	

<sup>1</sup>Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

ns = não significativo a 5% de probabilidade; \*\*, \* Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; CV = Coeficiente de variação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

**Tabela 19.** Interação entre variedades de cana-de-açúcar e silício em relação ao número médio de espécimes de *Orphulella concinnula*.

Variedade	Si		Teste F
	Sem	Com	
IAC-SP 963060	1,8 Ba	2,2 Aa	0,14 <sup>ns</sup>
IAC-SP 962042	5,0 Aa	1,8 Ab	8,85*
<b>Teste F</b>	8,85*	0,14 <sup>ns</sup>	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna e minúscula na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

ns = não significativo a 5% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade.

enrijecimento contribuído para a não ocorrência de *Gryllus* sp.

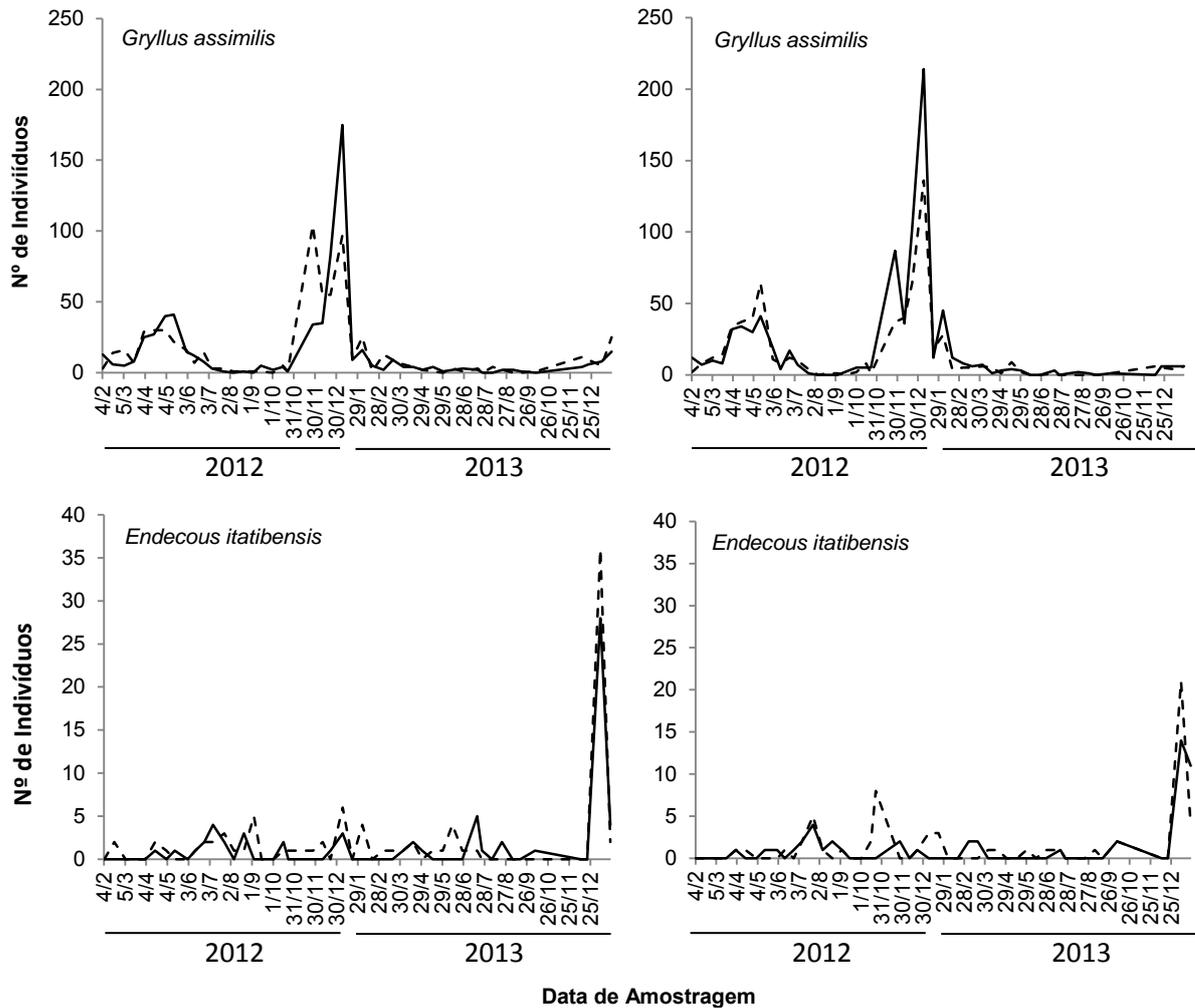
#### 4.3.3. Flutuação populacional de espécies predominantes de Orthoptera

A flutuação populacional de *G. assimilis* foi semelhante nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042, com maior atividade de outubro de 2012 a janeiro de 2013, tendo baixa ocorrência no ano 2013 (Figura 10). O pico mais elevado de *G. assimilis* foi observado em dezembro de 2012 na IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas sem aplicação de Si. Com a aplicação de Si, naquela variedade observaram-se picos similares em novembro e dezembro de 2012, sendo menores do que quando o mineral não foi aplicado. O mesmo ocorreu na IAC-SP 962042, entretanto nessa variedade o pico de *G. assimilis* em novembro de 2012 foi mais elevado quando a variedade foi cultivada sem aplicação de Si. Além disso, *G. assimilis* também foi ativo de fevereiro a junho de 2012, independentemente da variedade e da aplicação de Si (Figura 10).

Apesar desta constatação de *G. assimilis* em cana-de-açúcar, não há relatos de danos à cultura pela espécie. A ocorrência desta espécie pode estar relacionada à presença de plantas daninhas nas margens do cultivo, uma vez que Carmona, Menalled e Landis (1999) verificaram que espécimes de *Gryllus pennsylvanicus* Burmeister, 1838 são predadores de sementes de plantas daninhas.

Nas duas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas com e sem aplicação de Si, *E. itatibensis* apresentou baixa densidade populacional praticamente em todo o período de avaliação, com exceção do mês de dezembro de 2013 quando apresentou um pico populacional, sendo mais elevado na variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si. Do mesmo modo, na IAC-SP 962042 também observou-se em dezembro de 2013 maior pico populacional quando a variedade foi cultivada com aplicação de Si (Figura 10).

Como discutido no item 4.3.1, *E. itatibensis* ocorre em ambientes cavernícolas (CAJAIBA, 2012), não existindo relatos da presença da mesma em culturas agrícolas, incluindo a de cana-de-açúcar.

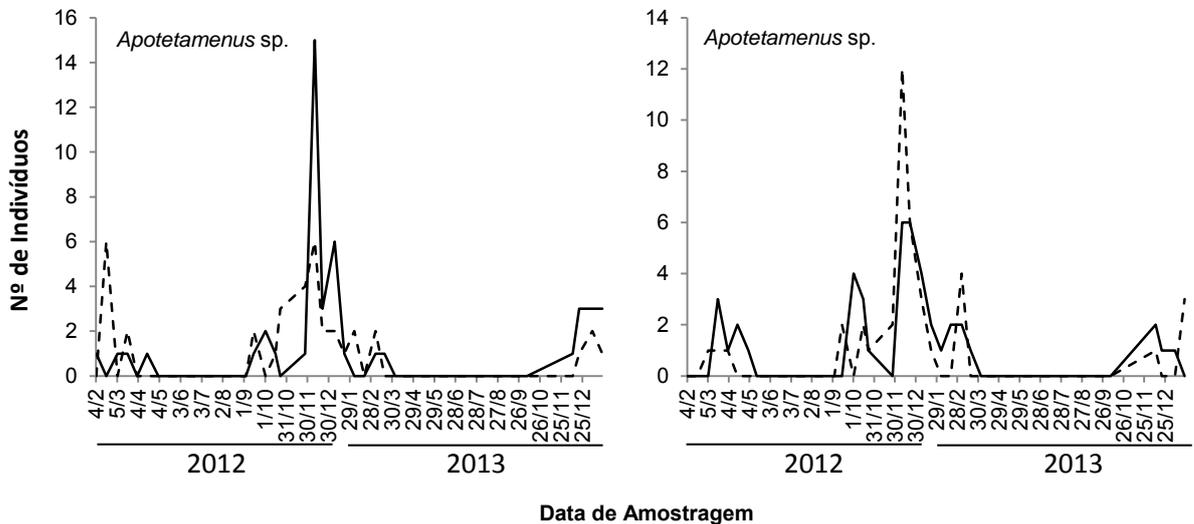


**Figura 10.** Flutuação populacional de Gryllidae nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem ( — ) e com ( - - - ) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

O pico populacional mais elevado de *Apotetamenus* sp. foi observado em novembro de 2012 nas duas variedades. Na IAC-SP 963060 o pico ocorreu quando cultivada sem aplicação de Si e na IAC-SP 962042 quando cultivada com aplicação de Si. A variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si apresentou um pico populacional de *Apotetamenus* sp. em fevereiro de 2012 mais elevado do que quando não foi cultivada com este mineral. Contudo, em janeiro de 2013, o pico foi mais elevado quando a variedade foi cultivada sem aplicação de Si (Figura 11).

Na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si observaram-se picos populacionais de *Apotetamenus* sp. principalmente em outubro e dezembro de 2012

(Figura 11). Como discutido anteriormente, não há registro de *Apotetamenus* sp. em cana-de-açúcar, sendo pouco conhecida a ecologia desta espécie em agroecossistemas (MORSELLI, 2006).



**Figura 11.** Flutuação populacional de *Apotetamenus* sp. nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem ( — ) e com ( - - - ) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Embora os ortópteros não representem um problema grave para a agricultura brasileira, o grupo merece atenção, principalmente porque os registros sobre levantamento e flutuação populacional das espécies de importância econômica no Brasil são antigos e indicam as seguintes regiões com problemas causados por ortópteros: região Sul (Rio Grande do Sul), Nordeste, Centro-Oeste (Mato Grosso) e Norte (Rondônia), sendo que em Mato Grosso e Rondônia a situação mostra-se mais problemática (BATISTELLA et al., 1996).

#### 4.3.4. Correlação entre espécies predominantes de Orthoptera e fatores meteorológicos

A análise de regressão pelo método *stepwise* indicou que as variáveis precipitação pluvial e a temperatura média não atingiram o nível mínimo de significância estabelecido para entrar no modelo multivariado para *Apotetamenus* sp.

(Tabela 20). Tal resultado sugere que a precipitação pluvial não teve função importante na ocorrência desta espécie de ortóptero durante todo o período estudado. Por outro lado, as temperaturas mínima e máxima apresentaram-se como variáveis significativas e positivas para a espécie nas variedades cultivadas sem e com aplicação de Si, respectivamente. Essas variáveis explicaram 20,5 a 33,0% da variação na densidade populacional da espécie (Tabela 20). Não há informação sobre a ecologia do gênero *Apotetamenus* (MORSELLI, 2006) dificultando a discussão dos resultados obtidos para a espécie.

A temperatura mínima apresentou-se como única variável positiva e significativa para *E. itatibensis* na IAC-SP 962042, independentemente da aplicação de Si. Assim, com o incremento da temperatura mínima do ambiente houve aumento da densidade populacional desta espécie (Tabela 20).

Dos modelos obtidos para as espécies predominantes de ortópteros, a precipitação pluvial apresentou-se como variável significativa e negativa somente para *G. assimilis* na IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si e na IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si, ou seja, com o aumento das chuvas houve diminuição da densidade populacional dessa espécie nesses tratamentos. Na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si a variável positiva e significativa selecionada pelo modelo para *G. assimilis* foi a temperatura média e negativa a temperatura máxima. Na mesma variedade cultivada com aplicação de Si o modelo selecionou a temperatura mínima como única variável positiva e significativa para essa espécie. Entretanto, o inverso ocorreu com a IAC-SP 962042, ou seja, quando cultivada sem aplicação de Si, o modelo multivariado selecionou a temperatura mínima e quando cultivada com aplicação de Si a temperatura média foi selecionada como variável positiva e a temperatura máxima como negativa (Tabela 20). As variedades de cana-de-açúcar podem apresentar variabilidade quanto ao teor de Si acumulado nos seus tecidos (CAMARGO; KORNDORFER; FOLTRAN, 2014). Assim, os benefícios proporcionados pelo Si pode ter ocorrido de forma diferente entre as variedades estudadas, influenciando de forma inversa na seleção das variáveis para *G. assimilis* nas variedades com e sem aplicação de Si.

**Tabela 20.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* entre ortópteros capturados em armadilhas tipo alçapão e fatores meteorológicos em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Espécie de Anostomatidae	Tratamento	Intercepto	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitação pluvial (mm)	R <sup>2</sup> (modelo)	F
<i>Apotetamenus</i> sp.	IAC-SP 963060 S/Si	-5,356	0,386	-	-	-	0,205	11,57**
	IAC-SP 963060 C/Si	-9,470	-	-	0,355	-	0,308	20,05**
	IAC-SP 962042 S/Si	-4,244	0,314	-	-	-	0,330	22,20**
	IAC-SP 962042 C/Si	-8,517	-	-	0,413	-	0,231	13,53**
<b>Espécie de Gryllidae</b>								
<i>Endecous itatibensis</i>	IAC-SP 963060 S/Si	1,383	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 963060 C/Si	1,830	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	0,500	0,039	-	-	-	0,067	3,25*
	IAC-SP 962042 C/Si	0,584	0,052	-	-	-	0,077	3,73*
<i>Gryllus assimilis</i>	IAC-SP 963060 S/Si	-4,490	-	14,623	-10,592	-0,508	0,211	3,83*
	IAC-SP 963060 C/Si	-44,610	3,562	-	-	-	0,199	11,17**
	IAC-SP 962042 S/Si	-62,329	4,841	-	-	-	0,144	7,55**
	IAC-SP 962042 C/Si	11,114	-	13,102	-9,994	-0,383	0,213	3,89*

\*\*,\* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

Martins (2011) não observou correlação de *G. assimilis* com nenhum fator meteorológico em cultivo soja/milho safrinha. Segundo Carmona, Menalled e Landis (1999) e Tanaka, Matsuka e Sakai (1976), recursos alimentares e fotoperíodo destacam-se entre os fatores que podem influenciar a ocorrência de ortópteros.

A temperatura mínima do ambiente apresentou-se como variável positiva e significativa para todas as espécies de ortópteros, indicando que o incremento deste fator aumentou a densidade das espécies de ortópteros. Por outro lado, a temperatura máxima foi selecionada pelo modelo para *Apotetamenus* sp. e *G. assimilis*. Assim, com o aumento deste fator meteorológico houve aumento na densidade populacional de *Apotetamenus* sp. e redução da de *G. assimilis* (Tabela 20).

Segundo Lutinski (2008), os ataques de ortópteros registrados no Brasil devem-se principalmente à diminuição dos inimigos naturais, à presença de monoculturas e condições climáticas favoráveis para aumentarem em número. Esses fatores contribuem para que esses insetos causem prejuízo econômico em diversas culturas, inclusive em cana-de-açúcar. Em vista disso, estudos com uso de Si como método de controle são importantes para redução dos danos às culturas ocasionados por ortópteros, uma vez que o Si é uma tecnologia sustentável (LIMA FILHO; LIMA; TSAY, 1999).

#### **4.4. Ordem Dermaptera**

##### **4.4.1. Análise de fauna de Dermaptera**

Apenas três espécies de Dermaptera foram observadas neste estudo. A espécie mais numerosa foi *Euborellia* sp. (Anisolabididae) (Tabela 21). As demais espécies coletadas foram: *Doru luteipes* (Forficulidae) e *Labidura riparia* (Labiduridae).

Os dermápteros estão entre os principais predadores coletados em áreas com plantio de soja e milho (CIVIDANES, 2002), sendo comumente associados ao solo de diversas culturas (SOTHERTON, 1984; LÖVEI; SUNDERLAND, 1996).

*Euborellia* sp. foi predominante na variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si (Tabela 21). Este fato pode estar relacionado com a maior infestação de *D. saccharalis* observada neste tratamento durante o período de cana-planta (SANTOS-CIVIDANES<sup>1</sup>), uma vez que o gênero *Euborellia* tem grande potencial como inimigo natural de lagartas e pupas de *D. saccharalis* (RAMAMURTHI; SOLAYAPPAN, 1980). As demais espécies não se mostraram predominantes nos tratamentos considerados.

**Tabela 21.** Número de Dermaptera capturado em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Categorias taxonômicas	Variedades/Tratamentos			
	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
<b>Anisolabididae</b>				
<i>Euborellia</i> sp. *	91	97	82	81
<b>Nº de espécies</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>91</b>	<b>97</b>	<b>82</b>	<b>81</b>
<b>Forficulidae</b>				
<i>Doru luteipes</i> (Scudder, 1876)	8	56	13	50
<b>Nº de espécies</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	<b>13</b>	<b>50</b>
<b>Labiduridae</b>				
<i>Labidura riparia</i> (Pallas, 1773)	22	10	54	21
<b>Nº de espécies</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>54</b>	<b>21</b>

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício; \**Euborellia* sp.: predominante em IAC-SP 963060 C/Si.

Os índices de diversidade e equitabilidade para os dermápteros foram maiores na variedade IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si e menores na IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si (Tabela 22). O Si promove maior crescimento de plantas de cana-de-açúcar (MENDES; SOUZA; MACHADO, 2011), o que pode ter proporcionado maior proteção às fases jovens e adultas de dermápteros, além de tornar o ambiente favorável para aumentar a diversidade dos mesmos (CRUZ; ALVARENGA; FIGUEIREDO, 1995).

<sup>1</sup> – Santos-Cividanes, T.M. Comunicação pessoal. Ribeirão-Preto: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, “APTA Regional Centro Leste”, 2015.

**Tabela 22.** Índice de diversidade ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $E$ ) para dermápteros capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Tratamentos	$H'$	$E$
IAC-SP 963060 S/Si	0,684 d	0,622
IAC-SP 963060 C/Si	0,859 c	0,782
IAC-SP 962042 S/Si	0,909 b	0,828
IAC-SP 962042 C/Si	0,975 a	0,887

Valores de  $H'$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

A similaridade de espécies entre os tratamentos foi máxima (100%) (Tabela 23), indicando que a aplicação do Si e as variedades de cana-de-açúcar não influenciaram a ocorrência de espécies de dermápteros. Este resultado mostra-se importante para a ocorrência de agentes de controle biológico natural, pois as tesourinhas são predadoras vorazes com alta capacidade de ataque e que se alimentam de diversas presas, particularmente ovos e fases imaturas de *D. saccharallis* (COSTA et al., 2007).

**Tabela 23.** Quociente de similaridade de Sorensen ( $SO_{ij}$ ) para dermápteros capturados em armadilhas tipo alçapão em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

$SO_{ij}$	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
IAC-SP963060 S/Si		100,00 a	100,00 a	100,00 a
IAC-SP963060 C/Si			100,00 a	100,00 a
IAC-SP962042 S/Si				100,00 a
IAC-SP962042 C/Si				

Valores de  $SO_{ij}$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

#### 4.4.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de espécies de Dermaptera

As espécies de dermápteros coletados não apresentaram interação significativa entre variedades de cana-de-açúcar e presença de Si (Tabela 24).

A ocorrência de *D. luteipes* foi maior na variedade IAC-SP 962042 e nos cultivos com aplicação de Si (Tabela 24). Segundo Epstein (1999) o Si melhora a arquitetura foliar das plantas de cana-de-açúcar (folhas mais eretas). Isto pode ter

favorecido a maior ocorrência de *D. luteipes* nas variedades cultivadas com aplicação de Si, pois Cruz, Alvarenga e Figueiredo (1995) observaram que as folhas eretas das plantas de milho proporcionaram um ambiente favorável para o aumento populacional de *Doru* sp.

**Tabela 24.** Número médio de espécimes de Dermaptera capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Fonte de Variação	Categoria taxonômica		
	Anisolabididae <i>Euborellia</i> sp.	Forficulidae <i>Doru luteipes</i>	Labiduridae <i>Labiduria riparia</i>
<b>Variedade (V)</b>			
IAC-SP 963060	17,9±1,8 a <sup>1</sup>	2,1±0,4 b	7,8±2,7 a
IAC-SP 962042	17,2±1,9 a	3,4±0,3 a	10,4±2,0 a
F	0,09 <sup>ns</sup>	8,08*	0,95 <sup>ns</sup>
<b>Silício (Si)</b>			
Cultivo S/Si	18,8±1,7 a	2,1±0,4 b	7,6±3,1 a
Cultivo C/Si	16,3±2,0 a	3,4±0,4 a	10,6±1,6 a
F	1,42 <sup>ns</sup>	7,67*	2,16 <sup>ns</sup>
<b>Interação VxSi</b>	0,08 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	7,09	6,35	17,04

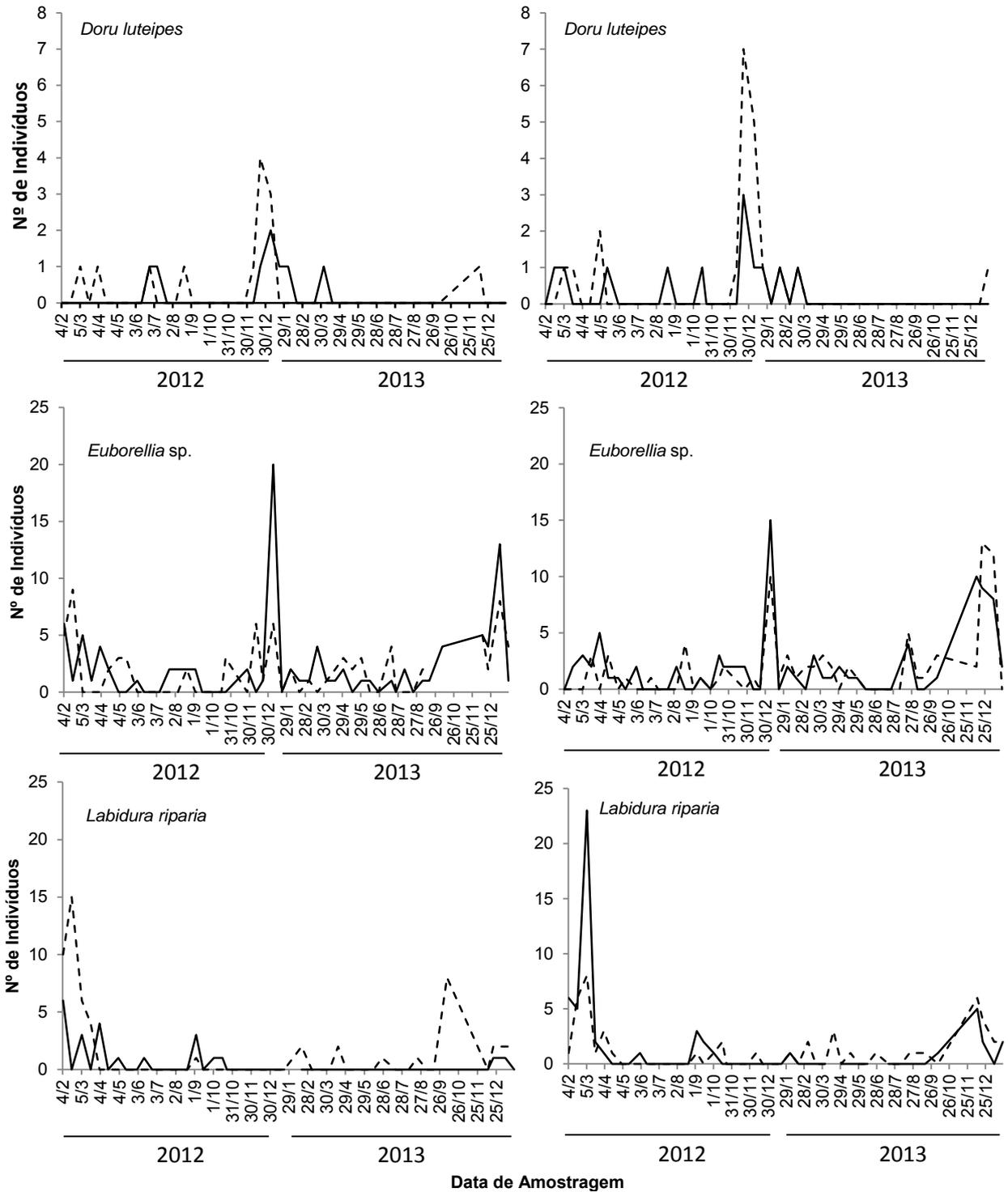
<sup>1</sup>Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05). ns = não significativo a 5% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

#### 4.4.3. Flutuação populacional de Dermaptera

Apesar de *D. luteipes* e *L. riparia* não terem se mostrado predominantes na cana-de-açúcar a flutuação dessas espécies também foram realizadas, pois na análise de fauna caracterizaram-se como dominantes e abundantes.

Independentemente da variedade e da aplicação de Si a população de *D. luteipes* apresentou-se mais ativa no ano de 2012. Na variedade IAC-SP 963060 o pico populacional mais elevado da espécie ocorreu em dezembro de 2012 quando cultivada com aplicação de Si, o mesmo se verificando na variedade IAC-SP 962042. Naquela variedade o pico, além de mais elevado, foi antecipado em 15 dias em relação à variedade cultivada sem aplicação de Si, diferentemente da IAC-SP 962042 que apesar de mais elevado quando cultivada com aplicação de Si os picos foram coincidentes (Figura 12). Os resultados corroboram Cruz e Oliveira (1997) e

Guerreiro, Berti Filho e Busoli (2003) que observaram maior densidade de *D. luteipes* em milho no mês de dezembro.



**Figura 12.** Flutuação populacional de Dermaptera nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem (—) e com (- - -) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

*Euborellia* sp. ocorreu em todo o período de estudo apresentando vários picos populacionais, sendo mais numerosa que as outras espécies de Dermaptera. Os picos da espécie observados em dezembro de 2012 nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 foram coincidentes quando cultivadas com e sem aplicação de Si, no entanto foram mais elevados quando as variedades foram cultivadas sem aplicação do mineral, o mesmo ocorrendo em dezembro de 2013 na IAC-SP 963060. A partir de outubro de 2013 a população da espécie tornou-se mais numerosa nas duas variedades, sendo que na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si o pico populacional ocorreu pelo menos 15 dias antes do que quando cultivada com aplicação do mineral. Na IAC-SP 963060 a espécie apresentou um pico em fevereiro de 2012 quando cultivada com aplicação de Si (Figura 12).

Nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 observaram-se picos mais elevados de *L. riparia* em março de 2012, quando cultivadas com e sem aplicação de Si, respectivamente. Na IAC-SP 963060 verificou-se outro pico da espécie em outubro de 2013 quando cultivada com aplicação de Si. Na IAC-SP 962042 quando cultivada com e sem aplicação de Si observaram-se picos coincidentes em dezembro de 2013. Neste ano, *L. riparia* foi mais ativa quando as variedades foram cultivadas com aplicação de Si (Figura 12). Matta et al. (2015) relataram pico populacional de *L. riparia* em algodão colorido entre fevereiro e março, concordando com os resultados do presente estudo.

#### **4.4.4. Correlação entre espécies de Dermaptera e fatores meteorológicos**

As três espécies de Dermaptera foram influenciadas pelos fatores meteorológicos considerados. A temperatura do ambiente destacou-se como o fator que mais esteve relacionado com as espécies de dermápteros (Tabela 25).

A temperatura mínima apresentou-se como única variável significativa e positiva para *Euborellia* sp. na IAC-SP 963060 cultivada com e sem aplicação de Si e na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si, explicando 13,4 a 16,1% da variação numérica desta espécie (Tabela 25). Na variedade IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si a variável positiva e significativa selecionada pelo

**Tabela 25.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* entre dermápteros capturados em armadilhas tipo alçapão e fatores meteorológicos em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Espécie de Anisolabididae	Tratamento	Intercepto	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitação pluviual (mm)	R <sup>2</sup> (modelo)	F
<i>Euborellia</i> sp.	IAC-SP 963060 S/Si	-5,406	0,455	-	-	-	0,134	6,93**
	IAC-SP 963060 C/Si	-3,597	0,324	-	-	-	0,161	8,63**
	IAC-SP 962042 S/Si	-5,119	0,427	-	-	-	0,160	8,57**
	IAC-SP 962042 C/Si	-8,471	-	-	0,353	-	0,077	3,77*
<b>Espécie de Forficulidae</b>								
<i>Doru luteipes</i>	IAC-SP 963060 S/Si	0,622	-	0,140	-0,126	-	0,088	2,12*
	IAC-SP 963060 C/Si	-0,823	-	0,347	-0,227	-0,014	0,196	3,51*
	IAC-SP 962042 S/Si	-0,537	-2,641	5,460	-2,754	-	0,232	4,33*
	IAC-SP 962042 C/Si	-3,919	-	0,193	-	-	0,132	6,81**
<b>Espécie de Labiduridae</b>								
<i>Labidura riparia</i>	IAC-SP 963060 S/Si	-1,430	0,135	-	-	-0,023	0,105	2,59*
	IAC-SP 963060 C/Si	-5,965	-	0,317	-	-	0,068	3,28*
	IAC-SP 962042 S/Si	-8,361	-	0,421	-	-	0,081	4,00*
	IAC-SP 962042 C/Si	-3,330	0,268	-	-	-	0,182	9,98**

\*\*,\* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.  
S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

modelo foi a temperatura máxima. A precipitação pluvial não atingiu o nível mínimo de significância para entrar no modelo multivariado em nenhuma das variedades, independentemente da aplicação de Si (Tabela 25). Estes resultados em parte corroboram os obtidos por Martins (2011) que verificou correlação positiva de *Euborellia* sp. 1 com a temperatura mínima, em sistema de plantio direto soja/milho.

Independentemente da variedade e da aplicação de Si a temperatura média foi selecionada pelo modelo multivariado como variável significativa e positiva para *D. luteipes*. A temperatura máxima também foi selecionada pelo modelo nas variedades IAC-SP 963060 cultivada com e sem aplicação de Si e na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si, sendo que na variedade IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si a variável precipitação pluvial também foi selecionada (Tabela 25). Em alguns estudos sobre *D. luteipes* não ocorreu correlação com fatores meteorológicos, sendo sugerido que a dinâmica populacional desta espécie é influenciada pela ocorrência simultânea de mais de um fator meteorológico (CRUZ; OLIVEIRA, 1997; GUERREIRO; BERTI FILHO; BUSOLI, 2003).

Quanto à *L. riparia* na IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si e na IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si, o modelo selecionou a temperatura mínima. O sinal positivo da variável indica que a população deste dermáptero aumentou com o incremento da temperatura mínima do ambiente. Na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si, a variável selecionada pelo modelo foi a precipitação pluvial. Nesta variedade a densidade populacional da espécie diminuiu com o aumento da precipitação pluvial. A análise de regressão pelo método *stepwise* selecionou a temperatura média como única variável significativa e positiva para a espécie nas variedades IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si e IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação deste mineral, explicando 6,8 a 8,1% da variação numérica desta espécie (Tabela 25).

## 4.5. Cupins

### 4.5.1. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de cupins

A espécie *Coptotermes havilandi* (Holmgren, 1911) (Rhinotermitidae) foi desconsiderada da análise de variância, pois foi capturada em apenas uma data de amostragem (230 espécimes) na variedade IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si. Esta espécie é praga-chave de madeira e celulose sendo comumente encontrada em ambiente urbano (VASCONCELOS et al., 2003).

Além de *C. havilandi* foram capturadas outras duas espécies de cupins, *Procornitermes triacifer* (Silvestri, 1901) e *Syntermes* sp. (Holmgren, 1909), ambas pertencentes à família Termitidae (Tabela 26). Miranda, Vasconcellos e Bandeira (2004), em cultivo de cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil, relataram a presença de quatro espécies de cupins (Termitidae), as quais diferem das observadas no presente trabalho.

**Tabela 26.** Número médio de espécimes de cupins capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Fonte de Variação	Categoria taxonômica	
	Termitidae	
	<i>Procornitermes triacifer</i>	<i>Syntermes</i> sp.
<b>Variedade (V)</b>		
IAC-SP 963060	2672,8±921,2 a <sup>1</sup>	4,2±6,6 a
IAC-SP 962042	4136,3±910,9 a	19,6±12,7 a
F	1,64 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>
<b>Silício (Si)</b>		
Cultivo S/Si	2726,2±835,9 a	20,0±12,4 a
Cultivo C/Si	4082,9±996,1 a	3,8±6,9 a
F	1,53 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>
<b>Interação VxSi</b>	0,04 <sup>ns</sup>	3,30 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	20,20	37,45

<sup>1</sup>Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

ns = não significativo a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

A riqueza de espécies de cupins encontrada na área do estudo representa 20% da determinada por Sena et al. (2003) em remanescente de Cerrado. O

desmatamento seguido de monocultivo contribui para diminuir a biodiversidade que passa a apresentar poucas espécies dominantes de insetos (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1990). Black e Okwakol (1997) sugeriram que a redução da diversidade de cupins pode ter um impacto negativo em processos ecológicos de agroecossistemas, principalmente sobre aqueles relacionados à decomposição de material vegetal.

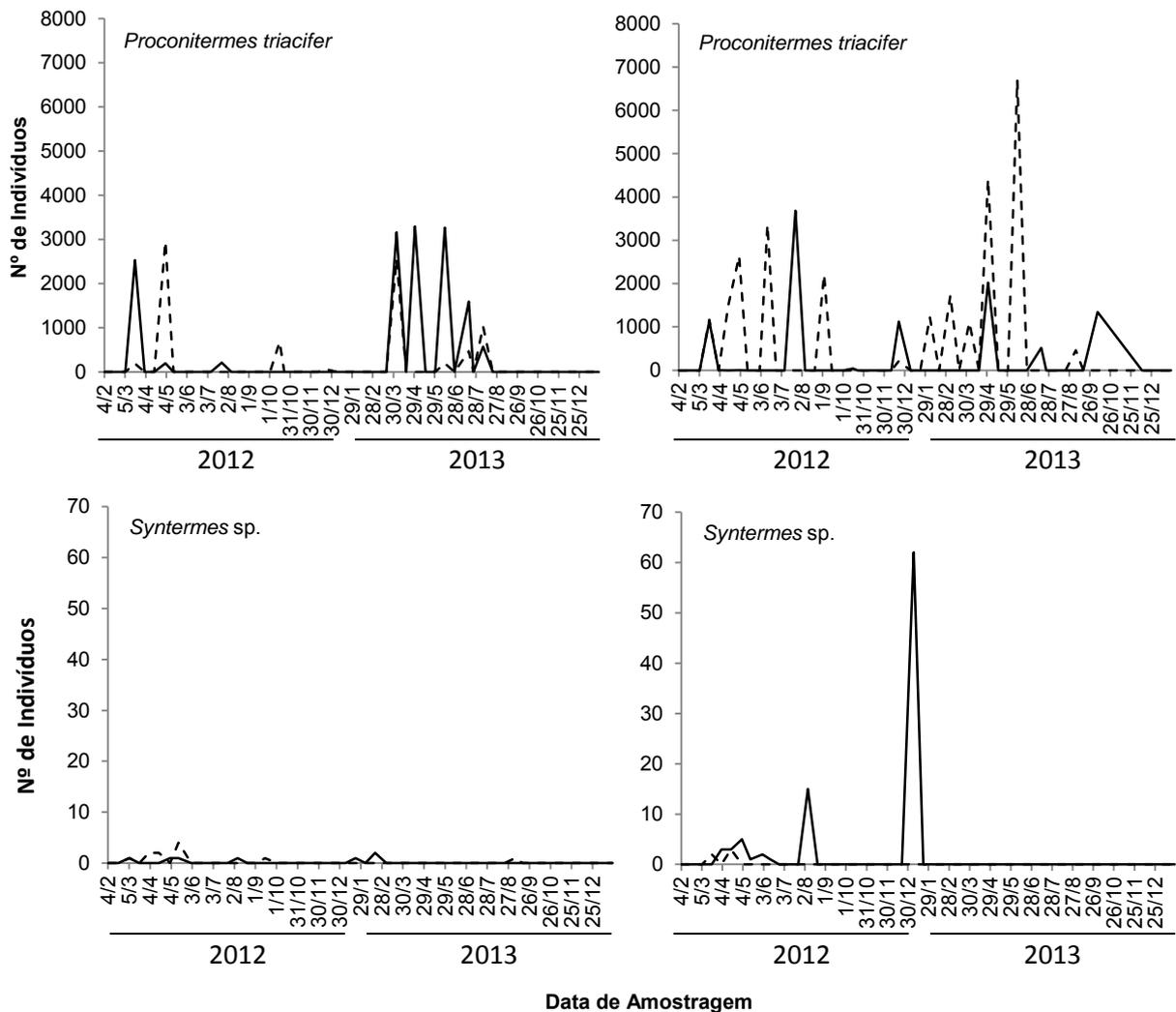
A aplicação de Si e as variedades de cana-de-açúcar não influenciaram significativamente na ocorrência das espécies de cupins. Apesar disso, o número de cupins coletados na variedade IAC-SP 962042 tendeu ser maior que na IAC-SP 963060, ocorrendo o mesmo nos cultivos com aplicação de Si (Tabela 26). *Proconitermes triacifer* foi abundante nas variedades de cana-de-açúcar cultivadas com e sem aplicação de Si. Segundo Arrigoni et al. (1998), entre 14 espécies de cupins observadas em cana-de-açúcar na região Sudeste, apenas quatro espécies foram consideradas como danosas à cultura, inclusive *P. triacifer*. Segundo os autores, a espécie mais prejudicial à cultura de cana-de-açúcar é *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera: Rhinotermitidae), que não foi registrada no presente estudo.

Foram coletados poucos espécimes de *Syntermes* sp. (Tabela 26). Apesar disso, espécies desse gênero, conforme relatado por Guagliumi (1969), são prejudiciais para a plantação de cana-de-açúcar, pois atacam as folhas novas e velhas, afetando o crescimento da planta devido a redução da área foliar que altera a taxa fotossintética (SPEIGHT; HUNTER; WATT, 1999). Pereira, Marques e Lima (1977) observaram espécimes de *S. molestus* (Burmeister, 1839) e *S. grandis* (Rambur, 1842) atacando raízes e plantas recém emergidas de cana-de-açúcar. Por outro lado, folhas novas de cana-de-açúcar apresentaram cortes feitos por espécimes de *S. nanus* com uma frequência de apenas 1% (CONSTANTINO, 1995), que representa uma perda insignificante de rendimento da cultura (MIRANDA; VASCONCELLOS; BANDEIRA, 2004).

#### **4.5.2. Flutuação populacional de cupins**

*Proconitermes triacifer* apresentou maior período de atividade e maior número de picos populacionais quando a IAC-SP 963060 foi cultivada sem do que

com aplicação de Si. Quando a variedade foi cultivada sem aplicação do mineral os picos ocorreram principalmente em março de 2012 e no ano de 2013 nos meses de março, abril, junho, julho e agosto. Mas quando cultivada com a aplicação do mineral os picos da espécie foram observados em maio e outubro de 2012 e março e agosto de 2013 (Figura 13).



**Figura 13.** Flutuação populacional de Isoptera nas duas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem (—) e (- - -) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Picos populacionais de *P. triacifer* foram observados na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si em março, julho e dezembro de 2012 e em abril, julho e outubro de 2013. Quando cultivada com aplicação de Si, a espécie apresentou

picos mais elevados e maior atividade. Neste caso, os picos ocorreram em abril, junho e setembro de 2012 e durante o ano de 2013 nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e junho (Figura 13). Destaca-se que o Si acumula-se nos tecidos foliares das gramíneas (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995; MAUAD et al., 2013) e *P. triacifer* alimenta-se dos toletes e sistema radicular da cana-de-açúcar (NOVARETTI; FONTES, 1998). Assim, provavelmente a espécie não teve contato com tecido da planta em que houve acúmulo do Si aplicado. Contudo o Si pode ter favorecido a ocorrência desse cupim devido ao maior crescimento das plantas (MENDES; SOUSA; MACHADO, 2011), que proporciona sombreamento da área, conservando a umidade e mantendo a temperatura do solo amena. Castro (2012) verificou que *H. tenuis*, *Parvitermes* sp. e *Nasutitermes kemneri* Snyder e Emerson, 1949 (Termitidae) forragearam em profundidade do solo com temperaturas amenas e umidade adequada, em plantações de eucaliptos.

*Syntermes* sp. apresentou maior ocorrência na variedade IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si do que na IAC-SP 963060 (Figura 13). Quando aquela variedade foi cultivada sem aplicação de Si observaram-se dois picos populacionais, sendo o mais elevado em dezembro de 2012. A espécie não apresentou ocorrência no ano de 2013 na IAC-SP 962042 e na IAC-SP 963060 a ocorrência em 2013 foi apenas no início de janeiro (Figura 13). Espécies do gênero *Syntermes* são mais prejudiciais à cultura da cana-de-açúcar, pois atacam as folhas novas e velhas (GUAGLIUMI, 1969). O gênero *Syntermes* ocorre em períodos de estiagem (SANTOS, 2014). No ano de 2013 a precipitação foi 1,31 vezes maior que no ano anterior, fato que pode ter causado a ausência de atividade da espécie no ano 2013 na IAC-SP 962042 e ocorrência somente no início de janeiro na IAC-SP 963060. Além disso, a aplicação de Si pode ter influenciado na baixa densidade da espécie nas variedades de cana-de-açúcar, pois estudos demonstram que a deposição do mineral na epiderme da folha (EPSTEIN, 2009) protege a planta contra o ataque de insetos herbívoros (GOUSSAIN et al., 2002; DALASTRA et al., 2011, KEEPING; KVEDARAS; BRUTON, 2009).

#### 4.5.3. Correlação entre cupins e fatores meteorológicos

Para *P. triacifer* a precipitação pluvial não atingiu o nível mínimo de significância estabelecido para entrar no modelo multivariado, no entanto esta variável meteorológica foi importante para a ocorrência de *Syntermes* sp. (Tabela 27).

As temperaturas mínima e máxima foram as variáveis selecionadas pelo modelo para *P. triacifer* na IAC-SP 962042 cultivada sem e com aplicação de Si, respectivamente, explicando 6,9 a 8,2% da variação populacional encontrada (Tabela 27). O sinal negativo dessas variáveis indica que com o incremento da temperatura mínima e máxima ocorreu redução na densidade populacional desta espécie.

Na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si, a precipitação pluvial apresentou-se como única variável significativa e positiva para *Syntermes* sp., sendo que na IAC-SP 962042 cultivada com e sem aplicação de Si, as variáveis selecionadas pelo modelo foram temperatura mínima e precipitação pluvial, explicando de 9,9 a 10,6% da variação numérica da espécie (Tabela 27). Com relação à precipitação, a densidade populacional desta espécie diminuiu com o aumento desse fator. Segundo Santos (2014) espécies desse gênero ocorrem em períodos de estiagem.

A variação dos fatores ambientais como a elevação da temperatura, afeta adversamente a atividade de forrageio de cupins (SANTOS, 2008). Segundo Barbosa (1993), espécies do gênero *Syntermes* são mais ativas durante o período noturno, pois as condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar são favoráveis.

**Tabela 27.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* entre cupins capturados em armadilhas Termitrap® e fatores meteorológicos em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Espécie de Termitidae	Tratamento	Intercepto	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Pluviosidade (mm)	R <sup>2</sup> (modelo)	F
<i>Proconitermes triacifer</i>	IAC-SP 963060 S/Si	315,766	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 963060 C/Si	173,532	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	1.309,957	-67,012	-	-	-	0,082	4,00*
	IAC-SP 962042 C/Si	4.951,501	-	-	-151,741	-	0,069	3,32*
<i>Syntermes</i> sp.	IAC-SP 963060 S/Si	0,046	-	-	-	0,007	0,097	4,81*
	IAC-SP 963060 C/Si	0,234	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	-13,352	1,078	-	-	-0,171	0,106	2,61*
	IAC-SP 962042 C/Si	-1,203	0,063	-	-	-0,008	0,099	2,43*

\*\*,\* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

#### 4.6. *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus*

##### 4.6.1. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus*

As variedades de cana-de-açúcar e a aplicação de Si não influenciaram a ocorrência dos bicudos da cana-de-açúcar *S. levis* e *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) (Tabela 28). Em gramíneas, os teores de Si são mais elevados nos tecidos foliares (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995; MAUAD et al., 2013) e esses besouros atacam as touceiras e toletes (GIRÓN-PÉREZ et al., 2009). Possivelmente essas espécies de curculionídeos tiveram pouco ou nenhum contato com partes das plantas de cana-de-açúcar cultivadas com aplicação de Si.

**Tabela 28.** Número médio de *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus* capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP -2012/2014.

Fonte de Variação	Categoria taxonômica	
	Curculionidae	
	<i>Metamasius hemipterus</i>	<i>Sphenophorus levis</i>
<b>Variedade (V)</b>		
IAC-SP 963060	3,9±1,2 a <sup>1</sup>	28,6±5,0 a <sup>1</sup>
IAC-SP 962042	4,0±0,8 a	27,9±7,5 a
F	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
<b>Silício (Si)</b>		
Cultivo S/Si	4,9±1,2 a	29,0±6,0 a
Cultivo C/Si	3,0±0,8 a	27,5±6,5 a
F	2,74 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
<b>Interação VxSi</b>	2,12 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	13,71	18,75

<sup>1</sup>Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

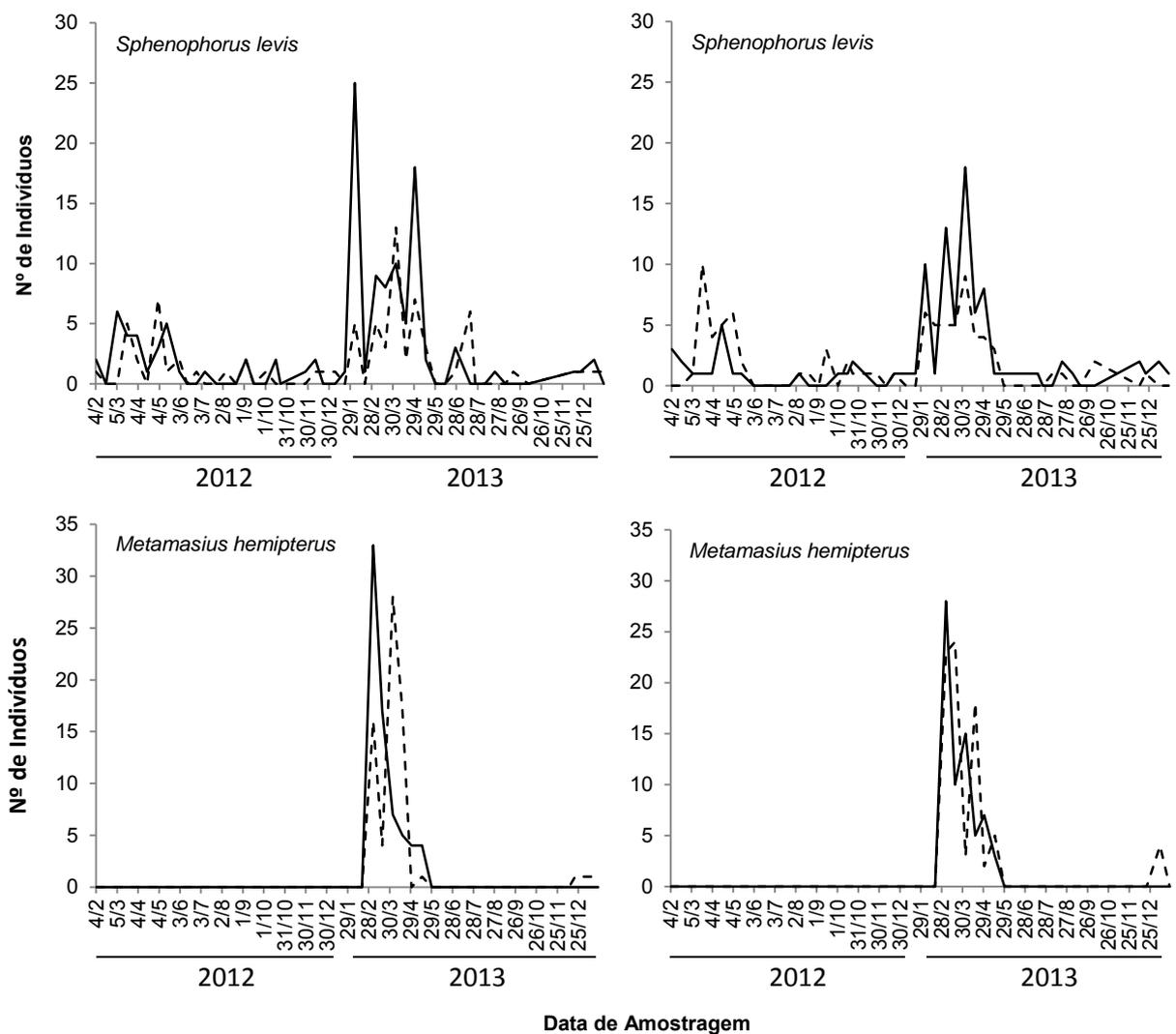
ns = não significativo a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

##### 4.6.2. Flutuação populacional de *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus*

*Sphenophorus levis* ocorreu em quase todo o período de estudo apresentando vários picos populacionais. A população de *S. levis* foi mais ativa nas duas variedades do início de janeiro até final de maio de 2013, geralmente

apresentando picos mais elevados quando as variedades foram cultivadas sem aplicação de Si (Figura 14). Para ovipositar na base das brotações das plantas as fêmeas precisam perfurar a casca do colmo com as mandíbulas (DEGASPARI et al., 1987). Como discutido anteriormente, o Si pode aumentar a resistência contra insetos fitófagos, devido ao aumento da concentração de sílica nas folhas e colmos, resultando em tecidos mais rígidos (WHITE; WHITE, 2013), fato que pode justificar a abundância desta praga nas variedades cultivadas sem aplicação de Si.



**Figura 14.** Flutuação populacional de *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus* nas variedades de cana-de-açúcar, IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem (—) e com (- - -) de silício. Ribeirão-Preto, SP - 2012/2014.

Quando as variedades foram cultivadas com aplicação de Si, os picos populacionais do inseto ocorreram em março e maio de 2012, de janeiro a abril de 2013 e em julho de 2013 na IAC-SP 963060. Na IAC-SP 962042 os picos foram observados de março a maio de 2012 e de janeiro a março de 2013 (Figura 14). Estes resultados diferem do obtido por Degaspari et al. (1987) que observaram a ocorrência de dois picos populacionais de *S. levis* em cana-de-açúcar, sendo o principal entre os meses de fevereiro e março e outro menor, entre outubro e novembro.

A flutuação populacional de *M. hemipterus* foi similar nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042, independentemente da aplicação de Si. Nessas variedades *M. hemipterus* ocorreu de fevereiro a maio de 2013 e dezembro de 2013. Na IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si a espécie apresentou dois picos populacionais, sendo um deles em fevereiro de 2012 mais elevado do que quando cultivada com aplicação do mineral. O outro pico foi verificado quando a variedade foi cultivada com aplicação de Si e ocorreu em abril de 2013. Na IAC-SP 962042 observaram-se picos similares de *M. hemipterus* em março de 2013, quando a variedade foi conduzida com e sem aplicação de Si (Figura 14).

Esses resultados não evidenciam influência da aplicação de Si na flutuação populacional dos bicudos da cana-de-açúcar.

#### **4.6.3. Correlação de *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus* com fatores meteorológicos**

Para *M. hemipterus*, o modelo obtido apresentou uma única variável significativa e positiva, isto é, precipitação pluvial, que explicou 8,7 a 14,8% da variação observada na densidade populacional da espécie (Tabela 29). O sinal positivo demonstra que a população desse bicudo aumentou com o incremento da precipitação.

A temperatura do ambiente foi o fator meteorológico que mais afetou a densidade populacional de *S. levis* (Tabela 29). A temperatura média apresentou-se como variável positiva e significativa para a espécie na variedade IAC-SP 963060

cultivada sem aplicação de Si e na IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si, sendo que naquela variedade cultivada sem aplicação de Si o modelo também selecionou a temperatura máxima como variável significativa e negativa, que explicaram 11,8% da variação na densidade do bicudo-da-cana. Na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si o modelo multivariado apresentou a precipitação pluvial como única variável significativa para esse curculionídeo, a qual explicou 15,1% da flutuação populacional da espécie.

Segundo Degaspari et al. (1987), a temperatura constitui importante fator a influenciar a flutuação populacional de *S. levis*, uma vez que os adultos apresentaram correlação positiva com as temperaturas mínima e máxima, corroborando em partes com os resultados do presente estudo.

**Tabela 29.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* de *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus* capturados em iscas atrativas com fatores meteorológicos em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de Si. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Espécie de Curculionidae	Tratamento	Intercepto	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitação pluvial (mm)	R <sup>2</sup> (modelo)	F
<i>Metamasius hemipterus</i>	IAC-SP 963060 S/Si	0,134	-	-	-	0,097	0,096	4,76*
	IAC-SP 963060 C/Si	-0,133	-	-	-	0,114	0,148	7,79**
	IAC-SP 962042 S/Si	0,108	-	-	-	0,096	0,118	6,00**
	IAC-SP 962042 C/Si	0,401	-	-	-	0,091	0,087	4,30*
<i>Sphenophorus levis</i>	IAC-SP 963060 S/Si	10,009	-	1,812	-1,679	-	0,118	2,95*
	IAC-SP 963060 C/Si	1,617	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	0,972	-	-	-	0,079	0,151	8,02**
	IAC-SP 962042 C/Si	-4,210	-	0,265	-	-	0,065	3,11*

\*\*,\* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.  
S/Si = sem aplicação de silício; C/ Si = com aplicação de silício.

#### 4.7. *Mahanarva fimbriolata*

##### 4.7.1. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de *Mahanarva fimbriolata*

No primeiro ano de estudo (12/2011 a 11/2012) foi baixa a ocorrência de *M. fimbriolata* nas variedades de cana-de-açúcar, cultivadas com e sem a aplicação de Si. Não se constatou interação significativa entre as variedades de cana-de-açúcar e a aplicação de Si para a população (ninfas + adultos) da cigarrinha-das-raízes (Tabela 30). O número de cigarrinhas presentes na variedade IAC-SP 963060 foi semelhante ao constatado na IAC-SP 962042. Alguns autores (WANGEN, 2007; KORNDÖRFER; GRISOTO; VENDRAMIM, 2011) também não observaram influência do Si na redução da população de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar.

**Tabela 30.** Número médio de espécimes de *Mahanarva fimbriolata* capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Fonte de Variação	Categoria taxonômica
	Cercopidae
	<i>Mahanarva fimbriolata</i>
<b>Variedade (V)</b>	
IAC-SP 963060	17,1±2,6 a <sup>1</sup>
IAC-SP 962042	17,7±2,8 a
F	0,00 <sup>ns</sup>
<b>Silício (Si)</b>	
Cultivo S/Si	14,8±2,2 a
Cultivo C/Si	20,0±3,2 a
F	2,21 <sup>ns</sup>
<b>Interação VxSi</b>	0,03 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	9,59

<sup>1</sup>Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

ns = não significativo a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

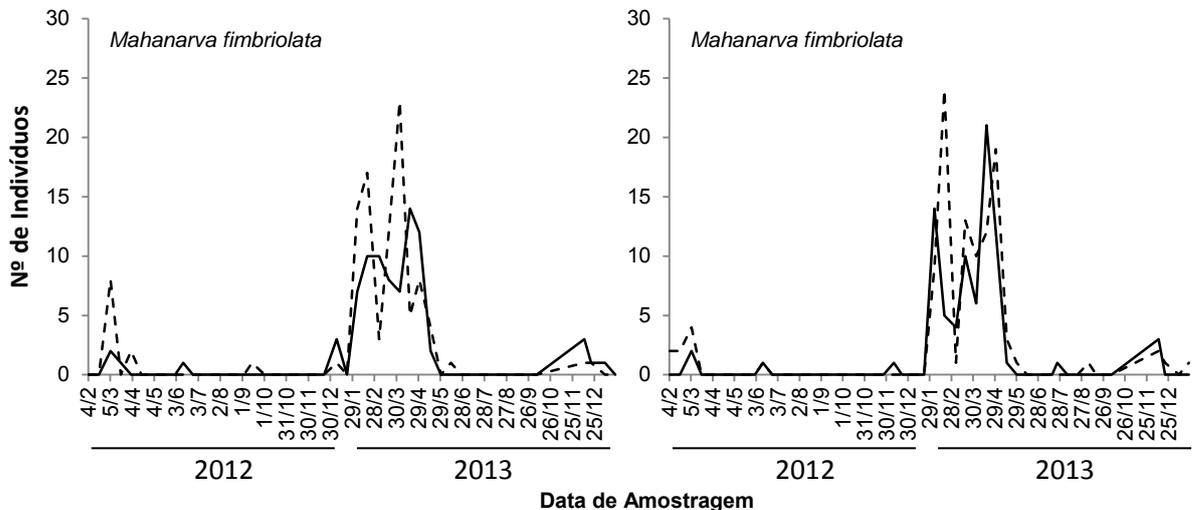
S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

##### 4.7.2. Flutuação populacional de *Mahanarva fimbriolata*

O ano de 2012 foi atípico em relação à precipitação pluvial, sendo registrado 1.154 mm de precipitação durante o ano, enquanto 2013 a precipitação pluvial foi 1,32 vezes maior do que em 2012. Como *M. fimbriolata* depende de períodos

chuvosos para seu desenvolvimento (DINARDO-MIRANDA et al., 2003), a baixa precipitação registrada durante o ano de 2012 foi provavelmente responsável pela baixa ocorrência dessa cigarrinha neste período (Figura 15).

A flutuação populacional de *M. fimbriolata* foi similar nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042, apresentando maior atividade de janeiro a maio de 2013. Neste ano, quando IAC-SP 963060 foi cultivada com aplicação de Si observaram-se picos populacionais mais elevados e antecipados (fevereiro e março) do que quando cultivada sem aplicação do mineral. Na IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si os picos ocorreram principalmente em fevereiro e abril de 2013, sendo coincidentes ou ocorrendo poucos dias após o pico observado quando a variedade foi cultivada sem aplicação de Si. No ano de 2012, nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 observaram-se picos de *M. fimbriolata* coincidentes em março, sendo mais elevado quando as variedades foram cultivadas com aplicação de Si (Figura 15).



**Figura 15.** Flutuação populacional de *Mahanarva fimbriolata* nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem (—) e com (- - -) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Dinardo-Miranda et al. (2003) verificaram em cana-de-açúcar elevado pico de *M. fimbriolata* no início de fevereiro de 2005, mas no final deste mês e início de

março a infestação da praga manteve-se baixa. Tais resultados diferem dos obtidos neste trabalho, no qual também foram observados picos populacionais em março e abril de 2013.

#### 4.7.3. Correlação entre *Mahanarva fimbriolata* e fatores meteorológicos

Com exceção da IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si, nos demais tratamentos a temperatura média e máxima do ambiente foram as variáveis selecionadas pelo modelo (Tabela 31). O sinal negativo da temperatura máxima indica que este fator atuou adversamente sobre a população de *M. fimbriolata* (BARBOSA et al., 1979; DINARDO-MIRANDA, 2003).

**Tabela 31.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* entre *M. fimbriolata* e fatores meteorológicos em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Fatores	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
Intercepto	8,015	0,509	14,421	11,604
Temperatura Mínima (°C)	-	-	-	-
Temperatura Média (°C)	1,597	-	1,977	1,953
Temperatura Máxima (°C)	-1,469	-	-1,990	-1,855
Precipitação pluvial (mm)	-	0,117	-	-
R <sup>2</sup>	0,164	0,171	0,176	0,116
F	4,33*	9,30**	4,70**	2,87*

\*\*,\* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

#### 4.8. Coccinellidae e *Melanaphis sacchari*

##### 4.8.1. Análise de fauna de Coccinellidae

Independentemente da variedade de cana-de-açúcar e da aplicação de Si foram capturadas dez espécies de Coccinellidae durante todo o período estudado. *Stethorus* sp. foi predominante em ambas as variedades, IAC-SP 963060 e 962042, cultivadas com e sem aplicação de Si (Tabela 32). As espécies do gênero *Stethorus* são predadoras de ácaros (MCMURTRY; HUFFAKER; VAN DE VRIE, 1970; CHAZEAU, 1985; ROTT; PONSONBY, 2000).

*Cycloneda sanguinea* apresentou-se como predominante na IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si e na IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si (Tabela 32). Nos demais tratamentos a espécie apresentou-se como dominante, abundante e frequente. Como *C. sanguinea* alimenta-se preferencialmente de afídeos (SILVA; GONÇALVES; GALVÃO, 1968; MORAES; PORTO; BRAUN, 1995), a ocorrência da espécie nas variedades de cana-de-açúcar pode estar relacionada à presença do pulgão *Melanaphis sacchari*, que teve ocorrência na IAC-SP 963060 e na IAC-SP 962042 cultivadas com e sem aplicação de Si (Tabela 35).

**Tabela 32.** Número de coccinélídeos capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Categorias taxonômicas	Variedades/Tratamentos			
	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
<b>Coccinellidae</b>				
<b><i>Cycloneda sanguinea</i></b> (Linnaeus, 1763)*	21	19	23	27
<b><i>Stethorus</i> sp.</b>	17	33	38	23
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	13	15	16	7
<i>Zagloba beaumonti</i> Casey, 1899	10	10	25	15
<i>Hippodamia convergens</i> Guerin-Meneville, 1842	7	19	34	22
<i>Hyperaspis festiva</i> Mulsant, 1850	3	1	-	1
<i>Eriopis connexa</i> (Germar, 1824)	1	-	-	-
<i>Chilocorus nigrita</i> (Fabricius, 1798)	1	-	1	-
<i>Zagreus bimaculosus</i> (Mulsant, 1850)	-	2	1	1
<i>Olla v-nigrum</i> (Mulsant, 1866)	-	1	-	1
<b>Nº de espécies</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Nº de espécimes</b>	<b>73</b>	<b>100</b>	<b>138</b>	<b>97</b>

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício; - espécies ausentes; em negrito espécies predominantes em todos os tratamentos; \**Cycloneda sanguinea*: predominante em IAC-SP 963060 S/Si e IAC-SP 962042 C/Si.

Os índices de diversidade e equitabilidade para os coccinélídeos foram maiores na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si. Na variedade IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si ocorreu a menor diversidade e equitabilidade (Tabela 33). De acordo com IAC (2012), as plantas da IAC-SP 963060 têm maior crescimento e tombamento em relação às da IAC-SP 962042, fato que pode ter tornado a IAC-SP 963060 um hábitat com mais umidade e menos insolação

favorecendo a maior diversidade de coccinelídeos. Müller, Di Mare e Silva (2010), trabalhando com levantamento de coccinelídeos em áreas florestais de dois municípios de Santa Catarina, obtiveram  $H'=1,597$  e  $E=0,666$  para floresta em regeneração e  $H'=2,171$  e  $E=0,846$  para Floresta Estacional Decidual. Os índices de diversidade ( $H'$ ) de coccinelídeos relatados por Lixa et al.(2010) em coentro, endro e erva-doce foram de 1,39, 1,15, e 1,25, respectivamente, valores inferiores aos obtidos neste estudo.

**Tabela 33.** Índice de diversidade ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $E$ ) para coccinelídeos capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Tratamentos	$H'$	$E$
IAC-SP 963060 S/Si	1,751 a	0,842
IAC-SP 963060 C/Si	1,682 b	0,809
IAC-SP 962042 S/Si	1,630 d	0,838
IAC-SP 962042 C/Si	1,654 c	0,795

Valores de  $H'$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

O maior quociente de similaridade de espécies de coccinelídeos ocorreu entre IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas com aplicação de Si (Tabela 34). Reynolds, Keeping e Meyer (2009) indicaram efeitos positivos do Si na defesa induzida das plantas, agindo no segundo e também atraindo o terceiro nível trófico, tornando-se uma ferramenta viável no manejo integrado de pragas. Phoofolo, Giles e Elliot (2010) observaram que espécies de coccinelídeos apresentaram alta similaridade de Bray-Curtis em monocultura de sorgo e sorgo consorciado com algodão, trigo de inverno e alfafa, variando de 84,35-92,69% na cidade de Chickasha e de 83,89-94,90% em Perkins, nos anos de 2004 a 2006, no estado de Oklahoma.

**Tabela 34.** Quociente de similaridade de Sorensen ( $SO_{ij}$ ) para coccinelídeos capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

$SO_{ij}$	IAC-SP 963060 S/Si	IAC-SP 963060 C/Si	IAC-SP 962042 S/Si	IAC-SP 962042 C/Si
IAC-SP963060 S/Si		75,00 b	80,00 b	75,00 b
IAC-SP963060 C/Si			80,00 b	100,00 a
IAC-SP962042 S/Si				80,00 b
IAC-SP962042 C/Si				

Valores de  $H'$  seguidos pela mesma letra não diferem entre si, através da sobreposição do intervalo de confiança. S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

#### 4.8.2. Influência das variedades e da aplicação de silício na ocorrência de Coccinellidae e *Melanaphis sacchari*

A interação entre variedades de cana-de-açúcar e aplicação de Si não foi significativa para *M. sacchari* e espécies de Coccinellidae (Tabela 35). O Si não influenciou a ocorrência de coccinelídeos nas variedades de cana-de-açúcar. Entre os coccinelídeos, apenas *Hippodamia convergens* apresentou diferença significativa entre as variedades, sendo mais numerosa na IAC-SP 962042. Esses resultados encontram suporte no estudo de Colares et al. (2015) que observaram que os coccinelídeos foram responsáveis pelo controle de *M. sacchari* em sorgo, sendo *H. convergens* responsável por 91,9% do total de coccinelídeos encontrados. Isto pode explicar a maior ocorrência *H. convergens* em IAC-SP 962042, pois apesar de não haver diferença significativa, o número médio de espécimes de *M. sacchari* tendeu ser mais elevado nessa variedade (Tabela 35).

Apesar do elevado número de *M. sacchari* na variedade IAC-SP 962042, não houve diferença significativa com a ocorrência da espécie na IAC-SP 963060. Em relação ao Si, esse afídeo foi mais numeroso nas variedades cultivadas sem aplicação deste mineral (Tabela 35). Como discutido anteriormente, o Si pode aumentar a capacidade de defesa da planta contra insetos-praga e a preferência de consumo (HUNT et al., 2008), fato constatado para afídeos em pesquisas com aplicação de Si em diversas culturas (CARVALHO; MORAES; CARVALHO, 1999; BASAGLI et al., 2003; GOUSSAIN; PRADO; MORAES, 2005; GOMES; MORAES; ASSIS, 2008; GOMES; MORAES; ANTUNES, 2008; COSTA; MORAES; COSTA, 2011).

**Tabela 35.** Número médio de espécimes de Coccinellidae e *Melanaphis sacchari* capturados em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirao-Preto, SP – 2012/2014.

Categoria taxonômica	Fonte de Variação							Interação VxSi	CV (%)
	Variedade (V)			Silício (Si)					
	IAC-SP 963060	IAC-SP 962042	F	Cultivo S/Si	Cultivo C/Si	F			
<b>Coccinellidae</b>									
<i>Cycloneda sanguinea</i>	3,7±0,8 a <sup>1</sup>	5,0±1,3 a	0,75 <sup>ns</sup>	4,1±0,9 a	4,6±1,2 a	0,08 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	13,26	
<i>Harmonia axyridis</i>	2,8±0,6 a	2,3±0,6 a	0,52 <sup>ns</sup>	2,9±0,7 a	2,2±0,5 a	0,66 <sup>ns</sup>	2,42 <sup>ns</sup>	11,27	
<i>Hippodamia convergens</i>	2,6±1,3 b	5,6±0,9 a	6,09*	4,1±0,9 a	4,1±1,3 a	0,00 <sup>ns</sup>	3,17 <sup>ns</sup>	14,96	
<i>Hyperaspis festiva</i>	0,4±0,2 a	0,1±0,1 a	2,35 <sup>ns</sup>	0,3±0,1 a	0,2±0,2 a	0,26 <sup>ns</sup>	2,35 <sup>ns</sup>	4,82	
<i>Stethorus</i> sp.	5,0±1,5 a	6,1±1,9 a	0,26 <sup>ns</sup>	5,5±1,7 a	5,6±1,8 a	0,00 <sup>ns</sup>	2,57 <sup>ns</sup>	17,57	
<i>Zagloba beaumonti</i>	2,0±0,5 a	4,0±1,1 a	4,04 <sup>ns</sup>	3,5±1,0 a	2,5±0,7 a	2,87 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	12,71	
<b>Aphididae</b>									
<i>Melanaphis sacchari</i>	74,3±24,5 a	133,4±54,2 a	1,65 <sup>ns</sup>	167,8±40,6 a	39,9±38,1 b	10,06*	0,71 <sup>ns</sup>	28,09	

<sup>1</sup>Médias ± erro padrão seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05); CV = Coeficiente de variação.

ns = não significativo a 5% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

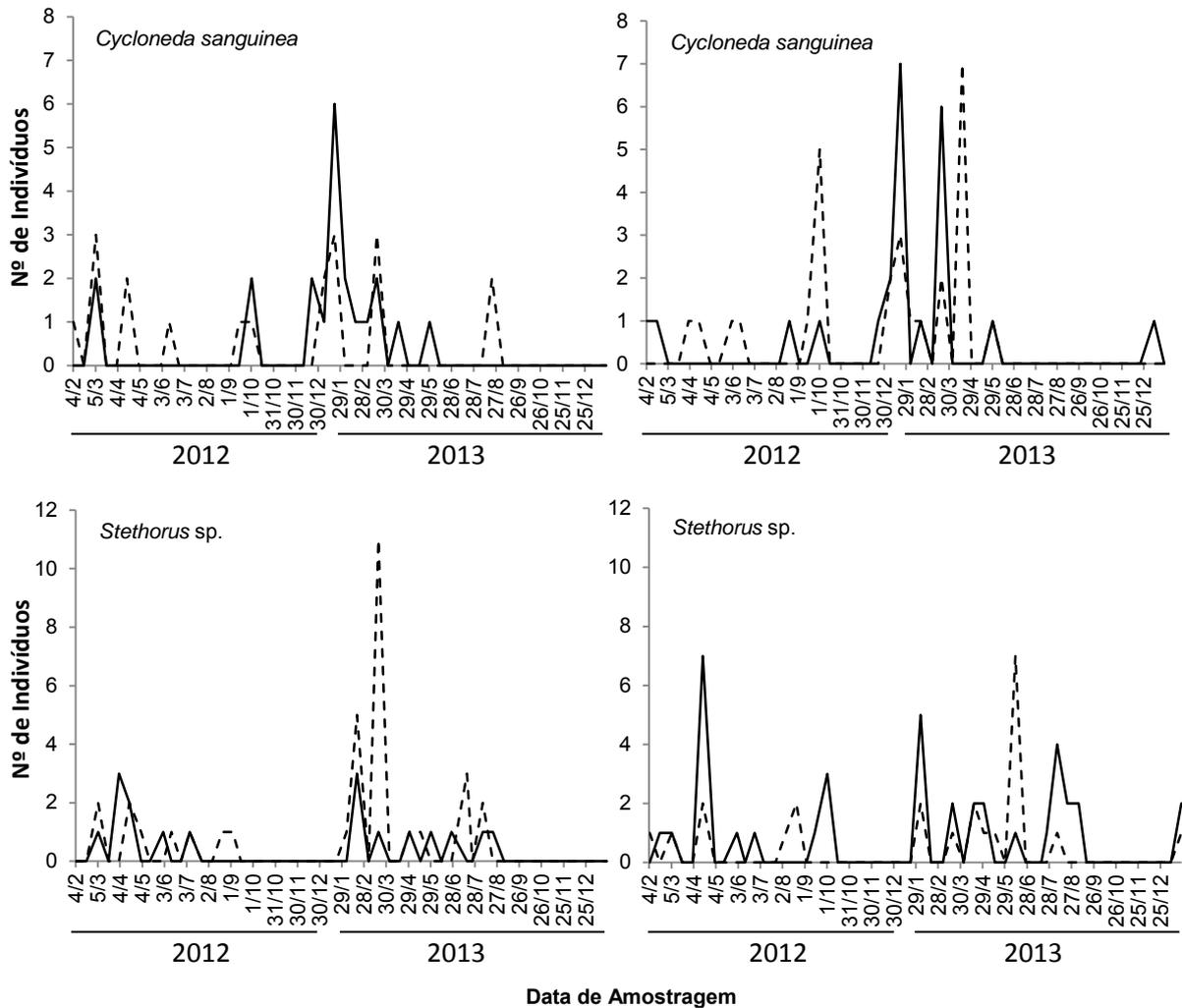
#### 4.8.3. Flutuação populacional de Coccinellidae e *Melanaphis sacchari*

De modo geral, a ocorrência de *C. sanguinea* foi similar nas duas variedades estudadas (Figura 16). Na IAC-SP 963060 e na IAC-SP 962042 cultivadas sem aplicação de Si, *C. sanguinea* mostrou-se mais ativa de dezembro de 2012 a março de 2013, que corresponde ao período de verão no qual a temperatura e umidade do ar são mais elevadas (Figura 16). No entanto, na IAC-SP 962042 cultivada com aplicação de Si os picos populacionais mais elevados dessa espécie ocorreram em outubro de 2012, janeiro, março e abril de 2013, enquanto na IAC-SP 963060 os picos populacionais elevados de *C. sanguinea* ocorreram em fevereiro de 2012, janeiro de 2013 e março de 2013. Em março de 2012 e 2013 observaram-se picos coincidentes na IAC-SP 963060, sendo mais elevado quando a variedade foi cultivada com aplicação de Si do que sem aplicação deste mineral. Por outro lado, em janeiro de 2013 o pico foi mais elevado nessa variedade cultivada sem aplicação de Si do que quando cultivada com aplicação de Si. Na IAC-SP 962042 os picos foram coincidentes em outubro de 2012, janeiro e março de 2013, sendo que em outubro de 2012 o pico foi mais elevado quando a variedade foi cultivada com aplicação de Si e nos outros picos coincidentes foram mais elevados quando cultivada sem aplicação de Si (Figura 16).

Rodrigues, Cassino e Silva Filho (2008) observaram picos populacionais de *C. sanguinea* de janeiro a maio e dezembro na cultura do citros. Resultados que coincidem parcialmente com os do presente estudo. Outros autores relataram picos populacionais de *C. sanguinea* que diferem daqueles observados no presente estudo. Assim, a espécie apresentou pico populacional em agosto na cultura do trigo (CIVIDANES; SILVESTRE; THOMAZINI, 1987), enquanto em citros foram observados picos populacionais de outubro a dezembro (SILVA et al., 2007).

Nos anos de 2012 e 2013 observou-se que a atividade de *Stethorus* sp. ocorreu praticamente no mesmo período na IAC-SP 963060 e na IAC-SP 962042 cultivadas com e sem aplicação de Si. Na IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si, a espécie foi pouco numerosa destacando picos populacionais em maio de 2012 e fevereiro de 2013, enquanto na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si os picos elevados ocorreram principalmente em abril de 2012 e fevereiro e agosto

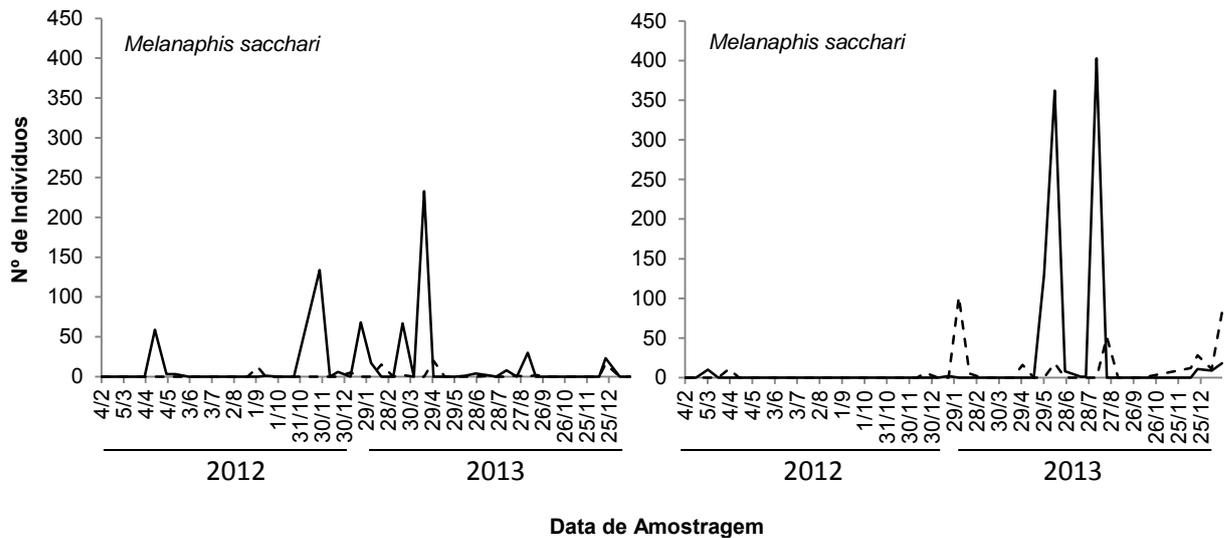
de 2013. Na IAC-SP 963060 e na IAC-SP 962042 cultivadas com aplicação de Si, o pico populacional mais elevado de *Stethorus* sp. ocorreu somente em março de 2013 e em junho de 2013, respectivamente (Figura 16). Rodrigues, Cassino e Silva Filho (2008) observaram que o pico populacional de *Stethorus* sp. em plantas cítricas ocorreu no período de janeiro a maio e em novembro de 2000.



**Figura 16.** Flutuação populacional de Coccinelidae nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem (—) e com (- - -) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas com aplicação de Si a população de *M. sacchari* foi pouco numerosa, principalmente na IAC-SP 963060, apresentando-se mais numerosa quando as variedades foram cultivadas

sem aplicação de Si (Figura 17). Nesta condição de cultivo, na variedade IAC-SP 963060 observaram-se picos populacionais de *M. sacchari* em abril e novembro de 2012 e em janeiro, março e abril de 2013, enquanto na IAC-SP 962042 os picos do pulgão ocorreram em junho e agosto de 2013. Quando cultivada com aplicação de Si observaram-se picos populacionais em fevereiro, agosto e dezembro de 2013. Van Rensburg (1973) relatou a ocorrência de picos populacionais desse afídeo entre dezembro de 1967 a outubro de 1968, em milho e sorgo.



**Figura 17.** Flutuação populacional de *Melanaphis sacchari* nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 (à esquerda) e IAC-SP 962042 (à direita) cultivadas sem (—) e com (- - -) aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

A menor densidade de afídeos nas variedades de cana-de-açúcar cultivadas com aplicação de Si deve estar relacionada ao fato do Si afetar a preferência, o desenvolvimento e a reprodução dos afídeos, como observado para *S. graminum* em sorgo (CARVALHO; MORAES; CARVALHO, 1999); *S. graminum* em trigo (BASAGLI et al., 2003; GOUSSAIN; PRADO; MORAES, 2005; COSTA; MORAES; COSTA, 2011); *M. persicae* em na cultura da batata inglesa (GOMES; MORAES; ASSIS, 2008; GOMES; MORAES; ANTUNES, 2008).

Um fato relevante a ser destacado relaciona-se com a não coincidência dos picos das populações de coccinelídeos com os de *M. sacchari*. Resultados que

diferem do observado em diversos estudos, onde os picos de coccinéldeos coincidiram com os de afídeos (GUERREIRO et al., 2006; BARROS et al., 2006; SILVA et al., 2007; RODRIGUES; CASSINO; SILVA FILHO, 2008). Provavelmente, os coccinéldeos presentes na área estavam predando outros insetos-praga não observados no presente levantamento como cochonilhas, ovos e lagartas de Lepidoptera, etc. Também, a ação de parasitoides pode ter contribuído para diminuir a sincronia entre as populações de *M. sacchari* com as de coccinéldeos. Santos-Cividanes et al. (2015) constataram na mesma área e período estudado elevado parasitismo de larvas de *C. sanguinea* por *Homalotylus hemipterinus* (De Stefani, 1898) (Hymenoptera: Encyrtidae) em cana-de-açúcar quando a população desta espécie era elevada.

#### **4.8.4. Correlação de Coccinellidae e *Melanaphis sacchari* com fatores meteorológicos**

Para *Stethorus* sp., nenhuma variável meteorológica atingiu o nível mínimo de significância estabelecido para entrar no modelo multivariado, independentemente da variedade e da aplicação de Si. Esses resultados evidenciam que tais fatores não influenciaram a ocorrência dessa joaninha. Por outro lado, para *C. sanguinea* nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas sem aplicação de Si, a única variável significativa e positiva selecionada pelo modelo foi a precipitação pluvial (Tabela 36). Oliveira et al. (2013) relataram que *C. sanguinea* não apresentou correlação com a precipitação pluvial na cultura da manga. Cividanes, Silvestre e Thomazini (1987) também não verificaram influência de fatores meteorológicos sobre a população de *C. sanguinea* em trigo. Ressalta-se que fatores meteorológicos favoráveis e surtos de presas influenciam a biologia e ecologia dos coccinéldeos, com a abundância de presas tendo maior influência que os fatores meteorológicos (IPERTI, 1999).

A precipitação pluvial constituiu o único fator significativo para *M. sacchari* na IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si, enquanto na IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si o fator selecionado pelo modelo foi a temperatura máxima (Tabela 36). Van Rensburg (1973) verificou que temperaturas máxima e mínima do ambiente não influenciaram na densidade populacional de *M. sacchari*,

**Tabela 36.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* de Coccinellidae e *Melanaphis sacchari* com fatores meteorológicos em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

<b>Espécie de Coccinellidae</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Intercepto</b>	<b>Temperatura Mínima (°C)</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Temperatura Máxima (°C)</b>	<b>Precipitação pluvial (mm)</b>	<b>R<sup>2</sup> (modelo)</b>	<b>F</b>
<i>Cycloneda sanguinea</i>	IAC-SP 963060 S/Si	0,007	-	-	-	0,031	0,269	16,54**
	IAC-SP 963060 C/Si	0,404	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	0,034	-	-	-	0,033	0,174	9,48**
	IAC-SP 962042 C/Si	0,574	-	-	-	-	-	-
<i>Stethorus sp.</i>	IAC-SP 963060 S/Si	0,362	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 963060 C/Si	0,702	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	0,809	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 C/Si	0,489	-	-	-	-	-	-
<b>Espécie de Aphididae</b>								
<i>Melanaphis sacchari</i>	IAC-SP 963060 S/Si	4,486	-	-	-	0,680	0,084	4,12*
	IAC-SP 963060 C/Si	1,574	-	-	-	-	-	-
	IAC-SP 962042 S/Si	326,025	-	-	-10,582	-	0,094	4,66*
	IAC-SP 962042 C/Si	7,277	-	-	-	-	-	-

\*\* , \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

S/Si = sem aplicação de silício; C/Si = com aplicação de silício.

mas o aumento da precipitação pluvial aumentou a população do afídeo. Apesar disso, segundo o autor, os fatores que mais tiveram influência na variação numérica de *M. sacchari* foram a nutrição da planta hospedeira e os inimigos naturais.

#### 4. 9. Correlação entre insetos predadores e fitófagos

Pela análise de regressão pelo método *stepwise*, que avaliou a influência dos insetos predadores sobre os insetos fitófagos, verificou-se que *P. oxyops* foi o inseto predador mais correlacionado com os insetos fitófagos, seguido de *Euborellia* sp., *Scarites* sp. 1 e *A. basistriata* (Tabelas 37 e 38). Por outro lado, as espécies de Staphylinidae e Coccinellidae foram pouco selecionadas pelos modelos. Ressalta-se que o sinal positivo de *C. sanguinea* para *M. sacchari* pode indicar especificidade do coccinélídeo em relação ao afídeo. Kuno e Dyck (1985) relataram que alta correlação positiva pode indicar especificidade do predador em relação à presa.

Na variedade IAC-SP 963060 cultivada sem aplicação de Si, *P. oxyops*, *Scarites* sp. 1 e *Euborellia* sp. foram as variáveis mais selecionadas pelos modelos (Tabela 37). O sinal positivo de *P. oxyops* em relação à *Apotetamenus* sp. e *G. assimilis* sugere que essa espécie de formiga aumentou rapidamente em número em função do crescimento populacional desses ortópteros. O sinal negativo de *P. oxyops* para *P. triacifer*, *S. levis* e *M. fimbriolata* pode indicar uma resposta numérica lenta desse predador às mudanças na densidade do cupim, bicudo-da-cana e cigarrinha-das-raízes. Isto ocorre com predadores altamente polípagos que podem se alimentar de outra presa somente depois da abundância relativa desta no ambiente (KIDD; JERVIS, 1996).

*Pheidole oxyops*, *A. basistriata* e *Scarites* sp. 1 apresentaram-se mais associadas com os insetos fitófagos na IAC-SP 963060 cultivada com aplicação de Si. *Scarites* sp. 1 foi selecionado como variável positiva para *Apotetamenus* sp., *G. assimilis* e *M. fimbriolata*. O sinal positivo da variável pode indicar rápida resposta numérica desse carabídeo à variação da densidade populacional dos ortópteros e cigarrinha. O sinal negativo de *A. basistriata* para *Apotetamenus* sp. e *G. assimilis* sugere elevada taxa de ataque desse predador, que possivelmente ajudou reduzir as populações desses ortópteros. *Pheidole oxyops* apresentou-se como variável positiva para *G. assimilis* e *M. sacchari* e negativa para *M. fimbriolata*.

**Tabela 37.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* entre inimigos naturais e insetos-praga capturados na variedade de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 cultivada sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Inimigos Naturais	Insetos-praga								
	<i>Apotetamenus</i> sp.	<i>Endecous</i> <i>itatibensis</i>	<i>Gryllus</i> <i>assimilis</i>	<i>Proconitermes</i> <i>triacifer</i>	<i>Syntermes</i> sp.	<i>Sphenophorus</i> <i>levis</i>	<i>Metamasius</i> <i>hemipterus</i>	<i>Melanaphis</i> <i>sacchari</i>	<i>Mahanarva</i> <i>fimbriolata</i>
<b>Sem aplicação de Si</b>									
<i>Brachymyrmex</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-0,034
<i>Pheidole oxyops</i>	0,017	-	0,153	-6,792	-	-0,044	-	-	-0,070
<i>Pheidole subarmata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis invicta</i>	-	-	-	-	-	0,130	-	-	0,104
<i>Abaris basistriata</i>	-	-1,589	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scarites</i> sp. 1	0,896	1,328	-	-	-	-1,024	-	-	2,583
<i>Coproporus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleocharinae indet. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euborellia</i> sp.	-0,297	0,838	-	-	-	-	-	3,996	-
<i>Cycloneda sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	25,378	-
<i>Stethorus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>R<sup>2</sup> (modelo)</b>	0,409	0,852	0,718	0,133	-	0,276	-	0,526	0,542
<b>F</b>	5,54*	12,75*	35,68*	2,15*	-	3,90*	-	6,01*	3,25*
<b>Com aplicação de Si</b>									
<i>Brachymyrmex</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,139
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-0,008	-
<i>Pheidole oxyops</i>	-	-	0,238	-	-	-	-	0,035	-0,075
<i>Pheidole subarmata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis invicta</i>	-0,135	-	-	-	-	-	-	-0,614	-
<i>Abaris basistriata</i>	-1,315	4,515	-21,992	-	-	-	-	-	-
<i>Scarites</i> sp. 1	0,617	-	6,907	-	-	-	-	-	2,315
<i>Coproporus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleocharinae indet. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euborellia</i> sp.	0,302	-	-	-	-	-	-	-	-0,783
<i>Cycloneda sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stethorus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>R<sup>2</sup> (modelo)</b>	0,770	0,352	0,761	-	-	-	-	0,748	0,394
<b>F</b>	7,98*	23,32**	9,53*	-	-	-	-	6,37*	3,44*

\*\*,\* Significativo a 1 e 5% respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

**Tabela 38.** Modelos ajustados pelo método *stepwise* entre inimigos naturais e insetos-praga capturados na variedade de cana-de-açúcar IAC-SP 962042 cultivada sem e com aplicação de silício. Ribeirão-Preto, SP – 2012/2014.

Inimigos Naturais	Insetos-praga								
	<i>Apotetamenus</i> sp.	<i>Endecous</i> <i>itatibensis</i>	<i>Gryllus</i> <i>assimilis</i>	<i>Proconitermes</i> <i>triacifer</i>	<i>Syntermes</i> sp.	<i>Sphenophorus</i> <i>levis</i>	<i>Metamasius</i> <i>hemipterus</i>	<i>Melanaphis</i> <i>sacchari</i>	<i>Mahanarva</i> <i>fimbriolata</i>
<b>Sem aplicação de Si</b>									
<i>Brachymyrmex</i> sp.	-	0,156	-0,738	-	-	-	-	-	-
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	-	-	0,105	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole oxyops</i>	-	0,021	-0,131	-	-0,014	-0,030	-0,041	-	-0,023
<i>Pheidole subarmata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis invicta</i>	-	-	0,944	-	-0,491	-	-	-	-
<i>Abaris basistriata</i>	1,183	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scarites</i> sp. 1	1,469	-0,787	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coproporus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleocharinae indet. 1	-	-	-	-	0,077	-	-	-	-
<i>Euborellia</i> sp.	-	-	21,616	-	-	-	-	-	-
<i>Cycloneda sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stethorus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>R<sup>2</sup> (modelo)</b>	0,681	0,641	0,930	-	0,953	0,105	0,105	-	0,354
<b>F</b>	9,61*	6,93*	31,92*	-	91,61*	5,03*	5,03*	-	7,50*
<b>Com aplicação de Si</b>									
<i>Brachymyrmex</i> sp.	-	-	-0,359	-	-	-	-	-	-
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	-	0,013	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole oxyops</i>	-	-	0,276	-	-0,004	-0,004	-0,062	-	-0,054
<i>Pheidole subarmata</i>	-	-	-	-	-	-	0,073	-	-
<i>Solenopsis invicta</i>	-	-	-	-	-0,135	-	-	-	-
<i>Abaris basistriata</i>	-	-1,365	-	-	-	-	-4,074	-	-
<i>Scarites</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-0,721	-	-	-
<i>Coproporus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aleocharinae indet. 1	-	-	-	-	0,057	-	-	-	-
<i>Euborellia</i> sp.	0,166	-	2,018	-	-	0,331	0,860	-	-
<i>Cycloneda sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stethorus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>R<sup>2</sup> (modelo)</b>	0,702	0,414	0,807	-	0,944	0,330	0,559	-	0,146
<b>F</b>	7,50*	10,14*	11,88*	-	5,32*	3,28*	5,22*	-	7,68**

\*\* , \* Significativo a 1 e 5% respectivamente; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

Na variedade IAC-SP 962042 cultivada sem aplicação de Si, *P. oxyops* destacou-se como a variável mais frequente, apresentando-se como variável negativa para *G. assimilis*, *Syntermes* sp., *S. levis*, *M. hemipterus* e *M. fimbriolata* e positiva para *E. itatibensis* (Tabela 38). Quando cultivada com aplicação de Si, *P. oxyops* foi selecionada como variável positiva para *G. assimilis* e negativa para *Syntermes* sp., *S. levis*, *M. hemipterus* e *M. fimbriolata*. Destaca-se também *Euborellia* sp. que se apresentou como variável positiva para *Apotetamenus* sp., *G. assimilis*, *S. levis* e *M. hemipterus*. O sinal negativo de *P. oxyops* nessa variedade de cana-de-açúcar sugere que a espécie pode ter sido importante na redução de cupim, bicudos-da-cana e cigarrinha-das-raízes. O sinal positivo de *Euborellia* sp. pode indicar que o dermáptero aumentou rapidamente em número em função do crescimento populacional dos ortópteros e bicudos-da-cana.

Em relação aos insetos fitófagos, independentemente da aplicação de Si os modelos obtidos para *Apotetamenus* sp., *M. sacchari* e *M. fimbriolata* selecionaram mais insetos predadores na IAC-SP 963060 do que na IAC-SP 962042, destacando-se que para *Syntermes* sp. e *M. hemipterus* nenhuma variável atingiu o nível mínimo de significância nos modelos relacionados à variedade IAC-SP 963060 (Tabela 37). Por outro lado, na IAC-SP 962042 foram selecionadas mais espécies de insetos predadores nos modelos obtidos para *G. assimilis*, *Syntermes* sp. e *M. hemipterus*, sendo que para *P. triacifer* e *M. sacchari* os modelos não selecionaram nenhuma variável. Os modelos obtidos para *S. levis* apresentaram mais variáveis na IAC-SP 963060 e na IAC-SP 962042 cultivadas sem e com aplicação de Si, respectivamente.

As formigas têm sido consideradas excelentes predadoras em diversas culturas (WHITCOMB, 1967; KIRKTON, 1970; FERNANDES et al., 1994; ARAÚJO et al., 2005). Dentre as quais destaca-se *P. oxyops* como predadora voraz (WHITCOMB et al., 1972). Essa espécie se alimenta de um grande número de insetos vivos podendo complementar sua dieta com presas mortas ou debilitadas (FOWLER, 1987). Possivelmente, isto pode estar associado à seleção de *P. oxyops* pelos modelos multivariados para a maioria dos insetos fitófagos. Ressalta-se que essa espécie de formiga foi responsável por 90% da predação de *Anthonomus grandis* Boehman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae), reduzindo 20% da população

desse curculionídeo (FERNANDES et al., 1994). Assim, *P. oxyops* pode ter influenciado adversamente as populações de *S. levis* e *M. hemipterus* na cana-de-açúcar.

Os carabídeos são importantes predadores de pragas associadas ao solo (PFIFFNER; LUKA, 2000) e considerados predadores dominantes, devido ao papel que apresentam na dinâmica da cadeia alimentar e no controle de pragas agrícolas (TOFT; BILDE, 2002). Segundo Gassen (2002), é frequente a presença de carabídeos em galerias de grilos. Weed e Frank (2005) relataram que larvas do carabídeo *Pheropsophus aequinoctialis* Linnaeus, 1767 são predadoras específicas de ovos do gênero *Scapteriscus* Scudder, 1869 (Orthoptera: Gryllotalpidae) e que fêmeas desse carabídeo preferem colocar ovos em túneis abertos pela paquinha do que em túneis artificiais. Frank e Parkman (1999) verificaram que *P. aequinoctialis* pode reduzir o número de ninfas emergentes de *Scapteriscus* sp., complementando o controle realizado por outros inimigos naturais introduzidos desde 1980. Esse hábitos alimentares dos carabídeos em relação aos ortópteros explicam parcialmente a seleção dos carabídeos em relação aos insetos fitófagos pelos modelos multivariados. Ressalta-se ainda que *Bembidion quadrimaculatum* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Carabidae) foi responsável pelo controle de 96,4% dos ovos de *Sitona lineatus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) (VANKOSKY; CÁRCAMO; DOSDALL, 2011). Assim, *Scarites* sp. 1 e *A. basistriata* podem ter influenciado adversamente as populações de *S. levis* e *M. hemipterus*, respectivamente.

Dermápteros são considerados predadores vorazes, isto é, apresentam alta capacidade de ataque e alimentam-se de diversas presas, particularmente ovos e imaturos de insetos das ordens Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera e Diptera (LEMOS; MEDEIROS; RAMALHO, 1998; COSTA et al. 2007; SILVA; BATISTA; BRITO, 2009 a, b, c; SILVA; BATISTA; BRITO, 2010 a, b). Assim, o sinal positivo de *Euborellia* sp. pode evidenciar rápida resposta numérica desse dermáptero à variação da densidade populacional dos insetos fitófagos. *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) é um eficiente predador de larvas e pupas de *A. grandis* (RAMALHO; WANDERLEY, 1996; LEMOS; MEDEIROS; RAMALHO, 1998), além de ser relatado como inimigo natural de *Cosmopolites*

*sordidus* German, 1824 (Coleoptera: Curculionidae) (KLOSTERMEYER, 1942) e afídeos (SILVA; BATISTA; BRITO, 2010 a, b; MIRANDA et al., 2012). Portanto, a população dessa tesourinha pode ter aumentado com o aumento na densidade dos bicudos-da-cana e do pulgão *M. sacchari*.

## 5. CONCLUSÕES

Nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas com Si não se observa alterações no número de Carabidae, Isoptera, Coccinellidae, *S. levis*, *M. hemipterus*, *M. fimbriolata*, mas ocorre aumento de espécimes de *Acromyrmex* sp., *C. blandus*, *Darditilla* sp. e *D. luteipes* e diminuição de *G. sulcata*, *O. haematodus*, *Gryllus* sp. e *M. sacchari*.

O Si aplicado em cana-de-açúcar provoca desgaste nos dentes mandibulares de *Atta sexdens*.

*Syntermes* sp. e *M. sacchari* apresentam baixa atividade nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042 cultivadas com Si. Nessas variedades cultivadas com Si, *Brachymyrmex* sp., *Coproporus* sp., *D. luteipes*, *Sthetorus* sp., *A. sexdens* e *M. fimbriolata* apresentam os maiores picos populacionais, enquanto os menores picos são observados em *S. levis*, *G. assimilis*, *Euborellia* sp. e *A. basistriata*.

A diversidade de espécies de Formicidae não se altera com a aplicação de Si, mas a presença deste mineral diminui a diversidade de Mutillidae e de Staphylinidae.

Formicidae apresenta maior número de espécies predominantes que Carabidae, Staphylinidae, Coccinellidae e Dermaptera nas variedades de cana-de-açúcar IAC-SP 962042 e IAC-SP 963060.

Precipitação pluvial elevada é acompanhada de incremento da densidade populacional de *M. hemipterus*, *C. sanguinea* e *Sthetorus* sp. e de declínio da de *Syntermes* sp. e *G. assimilis*, contudo não existe relação deste fator físico com a variação numérica das demais espécies predominantes.

O aumento da temperatura máxima do ambiente é acompanhado pelo aumento da densidade populacional de *A. sexdens*, *Brachymyrmex* sp., *D. brunneus*, *P. oxyops*, *P. subarmata* e *S. invicta* e queda na densidade de *D. luteipes* e *M. fimbriolata*.

Conforme aumenta a temperatura mínima do ambiente ocorre declínio das populações de *A. basistriata* e *Scarites* sp. 1 e incremento das de *Coproporus* sp., *L. riparia*, *Euborellia* sp., *Syntermes* sp. e *E. itatibensis*.

Na variedade de cana-de-açúcar IAC-SP 963060 ocorre mais espécies de insetos predadores associados a *Apotetamenus* sp., *M. sacchari* e *M. fimbriolata*, o mesmo se verifica para *G. assimilis*, *Syntermes* sp. e *M. hemipterus* na variedade IAC-SP 962042.

*Pheidole oxyops*, *Euborellia* sp., *Scarites* sp. 1 e *A. basistriata* são os insetos predadores mais frequentemente associados aos insetos fitófagos observados nas variedades IAC-SP 963060 e IAC-SP 962042.

## 6. REFERÊNCIAS

AGOSTINI, S. D.; REBOUÇAS, M. M.; BATISTA-FILHO, A.; VITIELLO, N. A cana-de-açúcar permeando pelo centro de memória do instituto biológico. **O Biológico**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 1-4, 2005. Disponível em: <[http://www.biologico.sp.gov.br/docs/pag/v5\\_1/dagostini.html](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/pag/v5_1/dagostini.html)>. Acesso em: 07 set. 2014.

ALMEIDA, L. C. Especial praga do solo: formigas cortadeiras. Piracicaba, SP: Centro de Tecnologia Canavieira. Set/out 2006. Disponível em: <<http://www.coplana.com/gxpfiles/ws001/design/RevistaCoplana/2006/Setembro/pag26.pdf>> Acesso em 5 dez. 2014.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Atividade de forrageamento de *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae) em cana-de-açúcar utilizando a armadilha Termitrap®. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 613-618, 2009.

ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA-FILHO, A.; COSTA, E. A. D. Efeito de adjuvantes em associação com thiamethoxam 250 WG e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera; Cercopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 2, p. 135-140, 2007.

ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VICENTINI, V. B.; HOLTZ, A. M.; SERRÃO, J. E. Calcium silicate and organic mineral fertilizer applications reduce

phytophagy by *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on eggplants (*Solanum melongena* L.). **Interciencia**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 835-838, 2008.

ANDERSON, D. L.; SOSA, O. J. Effect of silicon on expression of resistance to sugarcane borer (*Diatraea saccharalis*). **Journal American Society of Sugarcane Technologists**, Baton Rouge, v. 21, p. 43-50, 2001.

ANTUNES, C. S.; MORAES, J. C.; ANTÔNIO, A.; SILVA, V. F. Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (Lepidoptera) e de seus inimigos naturais chaves em milho (*Zea mays* L.) e em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 619-625, 2010.

ARANDA, R.; CATIAN, G. Novos registros de Mutillidae (Hymenoptera – Aculeata) para o Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 14, n. 1, p. 62-68, 2008.

ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; PICANÇO, M. C. Impacto da queima da palhada da cana-de-açúcar no ritmo diário de forrageamento de *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 33-38, 2004.

ARAÚJO, R. U. A.; ARAÚJO, M. S.; GONRING, A. H. R.; GUEDES, R. N. C. Impacto da queimada controlada da palhada da cana-de-açúcar sobre a comunidade de insetos locais. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 649-658, 2005.

ARRIGONI, E. B.; PRECETTI, A. A.; ALMEIDA, L. C.; KASTEN, P. Metodologia de levantamento de pragas de solo em cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 647-655.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal, 2014.

BARBOSA, J. T.; RISCADO, G. M.; LIMA FILHO, M. Flutuação populacional da cigarrinha da cana-de-açúcar e seus inimigos naturais em Campos, RJ, em 1977. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 39-46, 1979.

BARBOSA, R. I. Período de forrageamento de duas espécies de Syntermes (Isoptera, Termitidae) em uma floresta tropical amazônica e a relação com a

temperatura e umidade do ar. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 37, n. 4, p. 763-767, 1993.

BARBOSA, L. R.; IEDE, E. T.; SANTOS, F. Caracterização de danos de *Gryllus* sp. em plantas de eucalipto, em laboratório. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 59, n. 1, p.63-68, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/104336/2009.pfb.59.63>>.

BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; RIBEIRO, J. F.; RODRIGUES, A. L. L.; NOGUEIRA, R. F.; FERNANDES, M. G. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 57-64, 2006.

BASAGLI, M. A. B.; MORAES, J. C.; CARVALHO, G. A.; ECOLE, C. C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. Effects of sodium silicate application on the resistance of wheat plants to the green-aphid *Schizpaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 659-663, 2003.

BATISTELLA, M.; MIRANDA, E.; LECOQ, M.; PIEROZZI JUNIOR, I. Integração de dados Georreferenciados no Mapeamento dos Biótopos do Gafanhoto Praga do Mato Grosso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: EMBRAPA, 1996. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/17208>>. Acesso em: 17 maio 2015.

BEDFORD, S. E.; USHER, M. B. Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 48, n. 3, p. 295-305, 1994.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology**: individuals, populations and communities. Boston: Blackwell Scientific, 1990. 945 p.

BLACK, H. I. J.; OKWAKOL, M. J. N. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role termites. **Applied Soil Ecology**, New York, v. 6, n. 1, p. 37-53, 1997.

BODNER, G.; ATCHLEY MONTOYA, J.; HANSON, R.; ANDERSON, W. **Natural heritage of the Peloncillo Mountain Region**: a synthesis of science. Tucson, AZ: World Wildlife Fund and Sky Island Alliance, 2006.

BOTELHO, P. S. M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 303-318.

BRASIL. Decreto nº 4954, de 14 de janeiro de 2004. Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 jan. 2004.

BRUNKE, A. J. **Diversity, habitat use and potential biocontrol services of Rove Beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in soybean agroecosystems and adjacent hedgerows**. 2011. 285 f. Thesis (Master of Science Environmental Biology) – The University of Guelph, Guelph, 2011.

BUZZI, Z. J. Hymenoptera. In: \_\_\_\_\_ **Entomologia didática**. 5. ed. Curitiba: Ed. UFPR, Curitiba, 2010. Cap. 41, p. 389-406.

CAJAIBA, R. L. Ocorrência de grilo *Endecous* em quatro cavernas no município de Uruará – Pará, Brasil. **EntomoBrasilis**, Seropédica, v. 5, n. 2, p. 120-124, 2012.

CAMARGO, M. S.; KORNDÖRFER, G. H.; FOLTRAN, D. E. Absorção de silício e incidência da broca-do-colmo em duas soqueiras de variedades de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1304-1313, 2014.

CAMARGO, M. S.; KORNDÖRFER, G. H.; FOLTRAN, D. E.; HENRIQUE, C. M.; ROSSETO, R. Absorção de silício, produtividade e incidência de *Diatraea saccharalis* em cultivares de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 937-944, 2010.

CARMONA, D. M.; MENALLED, F. D.; LANDIS, D. A. *Gryllus pennsylvanicus* (Orthoptera: Gryllidae): Laboratory weed seed predation and within field activity density. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 92, n. 4, p. 825-829, 1999.

CARPINTERO, S.; REYES-LOPEZ, J. The role of competitive dominance in the invasive ability of the Argentine ant (*Linepithema humile*). **Biological Invasions**, Dordrecht, v. 10, n. 1, p. 25-35, 2008.

CARVALHO, N. L. **Análise faunística de gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea: Acrididae, Romaleidae e Proscopiidae), no município de São Sepé, RS.** 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 505–510, 1999.

CASTELO-BRANCO, R. T. P. **Entomofauna associada à cultura da cana-de-açúcar no município de União – Piauí - Brasil.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

CASTRO, C. K. C. **Forrageamento de cupins em diferentes profundidades no solo em povoadamentos de *Eucalyptus* ssp., Cuiabá, MT.** 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Faculdade da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

CASTRO, A. P. **Perspectiva da utilização do gene bt para o controle de insetos-praga do arroz do Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa: CNPAF, 2008. 43 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 232).

CEBRASA (CENTRO DE SOLUÇÕES AMBIENTAIS). **Controle biológico.** São Paulo, 2008. Disponível em: <[http://www.cebrasa.agr.br/control\\_e\\_biologico.html](http://www.cebrasa.agr.br/control_e_biologico.html)>. Acesso em: 05 jun. 2015.

CHAGAS, R. C. S. **Avaliação de fontes de silício para as culturas de arroz e milho.** 2004. 80 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CHAZEAU J. Predaceous insects. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (Ed.). **Spider mites, their biology, natural enemies and control world crop pests.** Amsterdam: Elsevier, 1985. v. 1B, p. 211–246.

CHOCOROSQUI, V. R.; PASINI, A. Predação de pupas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) por larvas e adultos de *Calosoma granulatum* Perty (Coleoptera: Carabidae) em Laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 65-70, 2000.

CIVIDANES, F. J. Efeitos do sistema de plantio e da consorciação soja-milho sobre artrópodes capturados no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 15-23, 2002.

CIVIDANES, F. J.; IDE, S.; RIBEIRO, A. A.; SANTOS-CIVIDANES, T.M. Potencial predatório de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) sobre a lagarta da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 8, p. 652-655, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014000800010>>.

CIVIDANES, F. J.; SANTOS-CIVIDANES, T. M. dos. Distribuição de Carabidae e Staphylinidae em agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 2, p. 157-162, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000200001>>.

CIVIDANES, F. J.; SILVESTRE, L. F.; THOMAZINI, M. J. Levantamento populacional de insetos na cultura do trigo. **Semina**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 14-16, 1987.

CLARK, M. S.; LUNA, J. M.; STONE, N. D.; YOUNGMAN, R. R. Generalist predator consumption of armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and effect of predator removal on damage in no-till corn. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 23, n. 3, p. 617-622, 1994.

COLARES, F.; MICHAUD, J. P.; BAIN, C. L.; TORRES, J. B. Recruitment of aphidophagous arthropods to sorghum plants infested with *Melanaphis sacchari* and *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae). **Biological Control**, Orlando, v. 90, p. 16-24, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.05.009>>.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Brasília, DF, abr. 2015. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_04\\_15\\_15\\_44\\_37\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_14.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_15_15_44_37_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_14.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2015.

CONSTANTINO, R. Revision of the Neotropical termite genus *Syntermes* Holmgren (Isoptera: Termitidae). **The University of Kansas Science Bulletin**, Lawrence, v. 55, n. 13, p. 455-518, 1995.

CORNELIS, J. T.; DELVAUX, B.; GEORG, R. B.; LUCAS, Y.; RANGER, J.; OPFERGELT, S. Tracing the origin of dissolved silicon transferred from various soil-plant systems towards rivers: a review. **Biogeosciences**, Katlenberg-Lindau, v. 8, n. 1, p. 89-112, 2011.

CORRÊA, R. C. **Análise da fauna de Coleoptera (Insecta) associada a carcaças enterradas de coelhos, *Oryctolagus cuniculus* (L., 1758) (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba, Paraná.** 2010. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CORREIA, E. T. **Diversidade e distribuição sazonal de Carabidae (Insecta, Coleoptera) em diferentes culturas.** 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil.** Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1952, Cap. 29, tomo 7, p. 372.

COSTA, N. P.; OLIVEIRA, H. D.; BRITO, C. H.; SILVA, A. B. Influência do nim na biologia do predador *Euborellia annulipes* e estudos de parâmetros para sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 1-8, 2007.

COSTA, R. R.; MORAES J. C.; ANTUNES, C. S Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 393-397, 2007.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; COSTA, R. R. Feeding behaviour of the greenbug *Schizaphis graminum* on wheat plants treated with imidacloprid and/or silicon. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 35, n. 1-2, p. 115-120, 2011.

CRIST, T. O.; AHERN, R. G. Effects of habitat patch size and temperature on the distribution and abundance of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an old field. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 28, n. 4, p. 681-689, 1999.

CRUZ, I.; ALVARENGA, C. D.; FIGUEIREDO, P. E. F. Biologia de *Doru luteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 273-278, 1995.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, A. C. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 4, p. 362-368, 1997.

DALASTRA, C.; CAMPOS, A. R.; FERNANDES, F. M.; MARTINS, G. M.; CAMPOS, Z. R. Silício como indutor de resistência no controle do trips do prateamento *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 531-538, 2011.

DEGASPARI, N.; BOTELHO, P. S. M.; ALMEIDA, L. C.; CASTILHO, H. J. Biologia de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Col.: Curculionidae), em dieta artificial e no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 6, p. 553-558, 1987.

DEGRANDE, P. E.; REIS, P. R.; CARVALHO, G. A.; BELARMINO, L. C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. 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**. Manole: São Paulo, 2002. p. 75-81.

DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I. C. Litter and communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. T.; SCHULTZ, T. **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants**. Washington: Smithsonian Institution, 2000. p. 145-154.

DELABIE, J. H. C.; FOWLER, H. G. Physical and biotic correlates of population fluctuations of dominant soil and litter ant species (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian cocoa plantations. **Journal of the New York Entomological Society**, Lawrence, v. 101, n. 1, p. 135-140, 1993.

DELABIE, J. H. C.; FOWLER, H. G. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. **Pedobiologia**, Jena, v. 39, n. 5, p. 423-433, 1995.

DEREN, C. W.; GLAZ, B.; SNYDER, G. H. Leaf-tissue silicon content of sugarcane genotypes grown on Everglades Histosols. **Journal Plant Nutrition**, Athenas, v. 16, n. 11, p. 2273-2280, 1993.

DIAS, A. R.; NOVARETI, W. R. T.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SANTOS, J. M.; GARCIA, J. F. Pragas preocupam produtor de cana-de-açúcar. Bebedouro: **Coopercitrus Cooperativa de Produtores Rurais**, out. 2013. Disponível em: <[http://www.coopercitrus.com.br/?pag=artigos\\_agropecuaria&act=detalhes&artigo=30&categoria=>](http://www.coopercitrus.com.br/?pag=artigos_agropecuaria&act=detalhes&artigo=30&categoria=>)>. Acesso em: 20 jul. 2015.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico, 2003. 72 p.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo, 2004. p. 495-516.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; ANJOS, I. A.; COSTA, V. P.; FRACASSO, J. V. Resistance sugarcane cultivars to *Diatraea saccharalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2012. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100001>>.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; COSTA, V. P.; ANJOS, I. A.; LOPES, D. O. P. Reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p. 29-34, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052013005000012>>.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; NAKAMURA, G.; ZOTARELLI, L.; BRAZ, B. A.; EUZÉBIO, O. Viabilidade técnica e econômica de Actara 250 WG, aplicado em diversas doses, no controle da cigarrinha-das-raízes. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 1, p. 39-43, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. 882 p.

DJAMIN, A.; PATHAK, M. D. Role of silica in resistance to Asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* Walker, in rice varieties. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 60, n. 2, p. 347-351, 1967.

EMBRAPA (EMPRESA NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa-Serviço de Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

EPSTEIN E. Silicon: its manifold roles in plants. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 155, n. 2, p. 115-16, 2009.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. New York: Sinanuer Associates, 2005. 400 p.

ERLER, G. **Controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) através de isca tóxica**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

ESSER, K. B. Can the application of fused calcium silicate to rice contribute to sustained yields and higher pest resistance? **Outlook Agriculture**, Biggleswade, v. 31, n. 3, p. 199-201, 2002.

EYRE, M. D.; RUSHTON, S. P.; LUFF, M. L.; TELFER, M. G. Investigating the relationships between the distribution of British ground beetle species (Coleoptera, Carabidae) and temperature, precipitation and altitude. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 973–983, 2005.

FAGUNDES, R.; SANTOS, N. B. E.; SILVA, G. L.; MAIA, A. C. R.; SANTOS, J. F. L.; RIBEIRO, S. P. Efeito das mudanças climáticas sazonais no forrageio de formigas em uma área de Mata Estacional Semidecidual Montana. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009. São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: SEB, 2009. Disponível em: <[http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos\\_ixceb/587.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/587.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2015.

FERNANDES, A. L. T.; MERRIGHI, A. L. N.; SILVA, G. A.; FRAGA-JÚNIOR, E. F. F. Utilização do silício no controle de pragas e doenças do cafeeiro irrigado. **FAZU em Revista**, Uberaba, v. 1, n. 6, p. 11-52, 2009.

FERNANDES, W. D.; OLIVEIRA, P. S.; CARVALHO, S. L.; HABIB, M. E. M. *Pheidole* ants as potential biological control agents of the boll weevil, *Anthonomus grandis* (Col., Curculionidae), in southeast Brazil. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 118, n. 4-5, p. 437-441, 1994.

FOLGARAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 7, p. 1221–1244, 1998.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 95-100, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262004000100016>>.

FORTI, L. C. **Ecologia da saúva *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera, Formicidae) em pastagem**. Piracicaba, 1985. 234 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

FOWLER, H. G. The nest of *Pheidole oxyops* as a pitfall trap. **Pedobiologia**, Jena, v. 30, n. 5, p. 373-376, 1987.

FRANK, J. H.; PARKMAN, J. P. Integrated pest management of pest mole crickets with emphasis on the southeastern USA. **Integrated Pest Management Reviews**, Andover, v. 4, n. 1, p. 39–52, 1999.

FREITAS, L. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; MICHEREFF FILHO, M. Potencial de uso do silício no manejo integrado da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, em plantas de repolho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 8–13, 2012.

FULLER, B. W. Predation by *Calleida decora* (F.) (Coleoptera: Carabidae) on velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 81, n. 1, p. 127-129, 1986.

FULLER, B. W.; REAGAN, T. E. Comparative predation of the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) on sweet sorghum and sugarcane. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 81, n. 2, p. 713-717, 1988.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).

GARCIA, F. R. M.; NARDI, N.; COSTA, M. K. M.; BRESCOVIT, A. D. Ocorrência de artrópodes em lavoura de milho (*Zea mays*) no município de Arvoredo, SC. **Bioikos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 21-28, 2004.

GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M. Volta indesejada. **Cultivar grandes culturas**, Pelotas, a. 8, n. 81, p. 37-39, 2006.

GASSEN, D. N. **Praga subestimada**. [S.l.]: Agrolink, 13 nov. 2002. Disponível em: <<http://agrolink.com.br/colunistas/ColunaDetalhe.aspx?CodColuna=484>>. Acesso em: 25 mar. 2015.

GIOMETTI, F. H. C.; LEITE, L. G.; TAVARES, F. M.; SCHMIT, F. S.; BATISTA-FILHO, A.; ACQUA, R. D. Virulência de nematoides entomopatogênicos (Nematoda: Rhabditida) a *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae). **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 81-86, 2011.

GIRÓN-PÉREZ, K.; NAKANO, O.; SILVA, A. C.; ODA-SOUZA, M. Atração de adultos de *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) a fragmentos vegetais em diferentes estados de conservação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 842-846, 2009.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 185-190, 2008.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; ASSIS, G. A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1209-1213, 2008.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; NERI, D. K. P. Adubação de silício como fator de resistência a inseto-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, 2009.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; GOUSSAIN, M. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, 2005.

GOULART, R. M. **Ação de *Bacillus thuringiensis* Berliner nas características biológicas de outros inimigos naturais**. 2010. 107 f. Dissertação (Tese em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

GOUSSAIN, M. M.; PRADO, E.; MORAES, J. C. Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 807-813. 2005.

GUAGLIUMI, P. *Syntermes grandis* Ramb. (Isoptera, Termitidae), um cupim que perfura as folhas da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA, 2., 1969, Recife. **Resumos...** Recife: SBE, 1969. p. 83-84.

GUERRA, W. D. *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn, 1906) y otros acridoideos de importância econômica em Brasil, p. 19–32. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE ECOLOGIA, MANEJO Y CONTROL DE LANGOSTA VOLADORA, 1., 2001, Ciudad Victoria. **Resumos...** Ciudad Victoria: Dinámica Impresa, 2001, p. 232.

GUERREIRO, J. C.; BERTI FILHO, E.; BUSOLI, A. C. Ocorrência estacional de *Doru luteipes* na cultura do milho em São Paulo, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, n. 70, p. 46-49, 2003.

GUERREIRO, P. R. R.; BERTI FILHO, E.; BUSOLI, A. C.; RUIZ, M. G. Ocorrência estacional de las principales especies de coccinellidae depredadores de *Toxoptera citricida* em cítricos. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 81, n. 7, p. 320-333, 2006.

HADDAD, G. Q.; CIVIDANES, F. J.; MARTINS I. C. F.; CORREA, L. R. B. Population fluctuations of Formicidae (Hymenoptera) and Araneae (Arachnida) in two tillage systems in the region of Guaíra-SP. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 95, n. 4, p. 1012-1018, 2012.

HERNÁNDEZ-RUIZ, P.; CASTAÑO-MENESES, G. Ants (Hymenoptera: Formicidae) diversity in agricultural ecosystems at Mezquital Valley, Hidalgo, Mexico. **European Journal of Soil Biology**, Montrouge, v. 42, n. 4, p. 208–212, 2006.

HODSON, M. J.; WHITE, P. J.; MEAD, A.; BROADLEY, M. R. Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. **Annals of Botany**, London, v. 96, n. 7, p. 1027–1046, 2005.

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

HUBERTY, A. F.; DENNO, R. F. Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. **Ecology**, Brooklin, v. 85, n. 5, p. 1383-1398, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1890/03-0352>>.

HUNT, J. W.; DEAN, A. P.; WEBSTER, R. E.; JOHNSON, G. N.; ENNOS, A. R. A novel mechanism by which silica defends grasses against herbivory. **Annals of Botany**, London, v. 102, n. 4, p. 653-656, 2008.

IAC (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CMAPINAS). **Programa cana IAC**. Ribeirão Preto, [2012?]. Disponível em: <[http://www.oricana.com.br/novosite/controlepragas/2012-05-22-09-43-programa-cana\\_abril-2012pdf.pdf](http://www.oricana.com.br/novosite/controlepragas/2012-05-22-09-43-programa-cana_abril-2012pdf.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2014.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems & Environmental**, Amsterdam, v. 74, n. 1-3, p. 323–342, 1999.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Calcium silicate enhances resistance of sugarcane to the African stalk borer *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). **Agricultural and Forest Entomology**, Malden, v. 4, n. 4, p. 265–274, 2002.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Silicon-mediated resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae): effects of silicon source and cultivar. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 130, n. 8, p. 410–420, 2006.

KEEPING, M. G.; KVEDARAS, O. L. Silicon as a plant defense against insect herbivory: response to Massey, Ennos and Hartley. **Journal of Animal Ecology**, United Kingdom, v. 77, n. 3, p. 631-633, 2008.

KEEPING, M. G.; KVEDARAS, O. L.; BRUTON, A. G. Epidermal silicon in sugarcane: cultivar differences and role in resistance to sugarcane borer *Eldana*

*saccharina*. **Environmental and Experimental Botany**, Lancaster, v. 66, n. 1, p. 54-60, 2009.

KEEPING, M. G.; MILES, N.; SEWPERSAD, C.; SITHOLE, S. Silicon and nitrogen nutrition: Effects on stalk borer (*Eldana saccharina*) and sugarcane thrips (*Fulmekiola serrata*). **Proceeding of South African Sugar Technology Association**, Durban, v. 85, n. 3, p. 87-90, 2012.

KIDD, N. A. C.; JERVIS, M. A. Population dynamics, p.293-374. In: JERVIS, M.; KIDD, N. (Ed.). **Insect natural enemies, practical approaches to their study and evaluation**. London: Chapman & Hall, 1996. 491 p.

KIRKTON, R. M. Habitat management and its effects on populations of *Polistes* and *Iridomyrmex*. **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management**, Tallahassee, v. 2, p. 243-246, 1970.

KLOSTERMEYER, E. C. The life history and habits of the ring-legged earwig, *Euborellia annulipes* Lucas. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence, v. 15, p. 13-18, 1942.

KORNDÖRFER, G. H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p. 355-374.

KORNDÖRFER, G. H.; BENEDINI, M.; PAULA, F. B.; CHAGAS, R. C. S. Cimento como fonte de silício para a cana-de-açúcar. **Stab**, Piracicaba, v. 19, n. 2, p. 30-33, 2000.

KORNDORFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e arroz. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 70, p. 1-5, 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício**: solo, planta e fertilizante. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2004. 34 p.

KÖRNDORFER, A. P.; GRISOTO, E.; VENDRAMIM, J. D. Induction of insect plant resistance to the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stal (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane by silicon application. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 387-392, 2011.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU, GPSi, ICIAG, 2002. 23 p. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim Técnico, 1).

KROMP, B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1-3, p. 187-228, 1999.

KUNO, E.; DYCK, V. A. Dynamics of Philippine and Japanese populations of the brown planthopper: comparison of basic characteristics. In: SEMINAR ON THE ECOLOGY AND THE CONTROL OF THE BROWN PLANTHOPPER, 8., 1985, Republic of China. **Proceedings...** Republic of China: National Science Council, 1985. p. 1-9.

KVEDARAS, O. L.; AN, M.; CHOY, Y. S.; GURR, G. M. Silicon enhances natural enemy attraction and biological control through induced plant defenses. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 100, n. 3, p. 367-371, 2010.

KVEDARAS, O. L.; BYRNE, M. J.; COOMBES, N. E.; KEEPING, M. G. Influence of plant silicon and sugarcane cultivar on mandibular wear in the stalk borer *Eldana saccharina*. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 11, n. 3, p. 301-306, 2009.

KVEDARAS, O. L.; KEEPING, M. G. Silicon impedes stalk penetration by the borer *Eldana saccharina* in sugarcane. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Hoboken, v. 97, n. 1, p. 103-110, 2007.

KVEDARAS, O. L.; KEEPING, M. G.; GOEBEL, R.; BYRNE, M. Effects of silicon on the African stalk borer, *Eldana saccharina* (Lepidoptera: Pyralidae) in sugarcane. In: ANNUAL CONGRESS OF THE SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGISTS' ASSOCIATION, 79., 2005, Durban. **Proceedings...** Durban: South African Sugar Technologists Association, 2005. p. 359-362.

KVEDARAS, O. L.; KEEPING, M. G.; GOEBEL, F. R.; BYRNE, M. J. Water stress augments silicon-mediated resistance of susceptible sugarcane cultivars to the stalk borer *Eldana saccharina* (Lepidoptera: Pyralidae). **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 97, n. 1, p. 175-183, 2007.

LAING, M. D.; GATARAYIHA, M. C.; ADANDONON, A. Silicon use for pest control in agriculture: a review. In: ANNUAL CONGRESS OF THE SOUTH AFRICAN SUGAR

TECHNOLOGISTS' ASSOCIATION, 80., 2006, Durban. **Proceedings...** Durban: South African Sugar Technologists Association, 2006. p. 278-286.

LECOQ, M. **Gafanhotos do Brasil**: natureza do problema e bibliografia. Montpellier, France: EMBRAPA/NMA / CIRAD/PRIFAS, 1991. 158 p.

LEE, J. C.; MENALLED, F. D.; LANDIS, D. A. Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 38, n. 2, p. 472-483, 2001.

LEMOIS, W. P.; MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae), predador do bicudo-do-algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 67-76, 1998.

LI, P.; SONG, A.; LI, Z.; FAN, F.; LIANG, Y. Silicon ameliorates manganese toxicity by regulating manganese transport and antioxidant reactions in rice (*Oryza sativa* L.). **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 354, n. 1, p. 404-419, 2012.

LIKHOSHWAY, Y. V.; MASYUKOVA, Y. A.; SHERBAKOVA, T. A.; PETROVA, D. P.; GRACHEV, M. A. Detection of the gene responsible for silicic acid transport in Chrysophycean algae. **Doklady Biological Sciences**, New York, v. 408, n. 1, p. 256-260, 2006.

LIMA FILHO, O. F. **História e uso do silicato de sódio na agricultura**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. 112 p.

LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G.; TSAY, S. M. O silício na agricultura. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 87, n. 1, p. 1-7, 1999.

LIXA, A. T.; CAMPOS, J. M.; RESENDE, A. L. S.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, M. M. T. B.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 354-359, 2010.

LÖVEI, G. L.; SUNDERLAND, K. D. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, n. 1, p. 231-256, 1996.

LUTINSKI, J. A. **Análise faunística de gafanhotos (Orthoptera: Acridoidea, Tridactyloidea, Tetrigoidea) e flutuação populacional na floresta nacional de Chapecó-SC**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2008.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plant. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 17-39.

MA, J. F.; TAMAI, K.; ICHII, M.; WU, K. A rice mutant defective in active Si uptake. **Plant Physiology**, Chicago, v. 130, n. 1, p. 111–117, 2002.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Plant Science**, New York, v. 11, n. 8, p. 392–397, 2006.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, Basel, v. 65, n. 19, p. 3049-3057, 2008.

MA, J. F.; YAMAJI, N.; TAMAI, K.; MITANI, N. Genotypic difference in silicon uptake and expression of silicon transporter genes in rice. **Plant Physiology**, Chicago, v. 145, n. 3, p. 919–924, 2007.

MACEDO, N.; ARAUJO, J. R. Efeito da queima do canavial sobre insetos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 71-77, 2000.

MACHADO, L. A.; HABIB, M.; LEITE, L. G.; MENDES, J. M. Estudos ecológicos e comportamentais de *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Vesperidae) em cultura de cana-de-açúcar, em quatro municípios do Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 227-233, 2006.

MARQUES, E. J.; LIMA, R. O. R.; OLIVEIRA, J. V. **Pragas da cana-de-açúcar: nordeste do Brasil**. Recife: EDUFRPE, 2009. 54 p.

MARTINS, I. C. F. **Análise de fauna, flutuação populacional e preferência pelo habitat de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) na região de Guaira, Estado de São Paulo**. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

MARTINS, I. C. F. **Insecta e arachnida associados ao solo**: plantas herbáceas como área de refúgio visando o controle biológico conservativo. 2011. 196 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

MASSEY, F. P.; ENNOS, R.; HARTLEY, S. E. Silica in grasses as a defense against insect herbivores: contrasting effects on folivores and a phloem feeder. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, v. 75, n. 2, p. 595-603, 2006.

MASSEY, F. P.; HARTLEY, S. E. Physical defences wear you down: progressive and irreversible impacts of silica insects herbivores. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, v. 78, n. 2, p. 281-291, 2009.

MATTA, D. H.; CIVIDANES, F. J.; SILVA, R. J.; SANTOS-CIVIDANES, T. M.; BATISTA, M. N.; OTUKA, A. K.; CORREIA, E. T.; SILVA, K. P. Análise faunística de espécies de Dermaptera (Arthropoda: Insecta) em algodoeiro colorido. In: WORKSHOP AGROENERGIA, 9., 2015, Ribeirão-Preto. **Resumos...** Ribeirão-Preto: APTA, 2015.

MAUAD, M.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; GRASSI FILHO, H.; CORRÊA, J. C. Acúmulo de silício na parte aérea de cultivares de arroz de terras altas afetado pela aplicação de silicato e carbonato no solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2049-2060, 2013.

MCKEMEY, A. R.; SYMONDSON, W. O. C.; GLEN, D. M.; BRAIN, P. Effects of slug size on predation by *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae). **Biocontrol Science and Technology**, Abingdon, v. 11, n. 1, p. 83-93, 2001.

MCMURTRY, J. A.; HUFFAKER, C. B.; VAN DE VRIE, M. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies, a review. Part I. **Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices**, Hilgardia, v. 40, p. 331-390, 1970.

MENDES, L. S.; SOUZA, C. H. E.; MACHADO, V. J. Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, v. 2, p. 51-63, 2011.

MEYER, J. H.; KEEPING, M. G. Impact of silicon in alleviating biotic stress in sugarcane in South Africa. **Proceedings of International Society of Sugar Cane Technologists**, Honolulu, v. 25, p. 96-104, 2005.

MITANI, N.; MA, J. F. Uptake system of silicon in different plant species. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, n. 414, p. 1255–1261, 2005. Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/56/414/1255.abstract>>. doi:10.1093/jxb/eri121.

MIRANDA, C. S.; VASCONCELLOS, A.; BANDEIRA, A. G. Termites in sugar cane in Northeast Brazil: ecological aspects and pest status. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 237-241, 2004.

MIRANDA, J. R.; SILVA, A. B.; OLIVEIRA, R.; BATISTA, J. L. Capacidade Predatória de *Euborellia annulipes* sobre *Brevicoryne brassicae*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SEB, 2012. Disponível em: <[http://www.seb.org.br/cbe2012/trabalhos/1513/1513\\_2.pdf](http://www.seb.org.br/cbe2012/trabalhos/1513/1513_2.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2015.

MORAES, G. C.; ÁVILA, C. J. **Insetos-praga associados ao solo na cultura da cana-de-açúcar, no estado de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa: CPAO, 2014. 37 p. (Embrapa-CPAO. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 66).

MORAES, J. C.; GOUSSAIN, M. M.; BASAGLI, M. A. B.; CARVALHO, G. A.; ECOLE, C. C.; SAMPAIO, M. V. Silicon influence on the tritrophic interaction: Wheat plants, the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 619–624, 2004.

MORAES, L. A. H.; PORTO, O. M.; BRAUN, J. **Pragas de citros**. Porto Alegre: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1995.

MORAES, R. C. B.; HADDAD, M. L. Software para análise faunística-ANAFU. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Entomológica do Brasil, 2003. p. 195.

MOREIRA, S. G. **Manejo de pragas da cana-de-açúcar (Parte I)**. Belo horizonte: Reagro, 06 fev. 2004. Artigos técnicos. Disponível em: <<http://reagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=40>>. Acesso em: 28 out. 2014.

MORSELLI, J. P. **Taxonomia das espécies de *Lutosa* Walker, 1869 das florestas do leste do Estado de São Paulo, Brasil**: taxonomia, morfologia externa e do

complexo cefálico (Orthoptera, Stenopelmatoidea, Anostomatidae). 2006. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2006.

MÜLLER, J. L.; DI MARE, R. A.; da SILVA, P. G. Estudo preliminar dos Coccinellidae (Coleoptera) em duas áreas florestais distintas no município de Santa Maria, RS. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 25., 2010, Santa Maria. **Anais eletrônicos...** Santa Maria: UFSM, 2010. Disponível em: <[https://portal.ufsm.br/jai2010/anais/trabalhos/trabalho\\_1041226774.htm](https://portal.ufsm.br/jai2010/anais/trabalhos/trabalho_1041226774.htm)>. Acesso em: 21 jun. 2015.

MUNDY, C. A.; ALLEN-WILLIAMS, L. J.; UNDERWOOD, N.; WARRINGTON, S. Prey selection and foraging behaviour by *Pterostichus cupreus* L. (Coleoptera: Carabidae) under laboratory conditions. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 124, n. 9-10, p. 349-358, 2000.

MUTTON, M. J. R.; MUTTON, M. A. Identificação de perdas de açúcares no setor agrícola. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 23, n. 4, p. 42-46, 2005.

NAVARRETE-HEREDIA, J. L.; NEWTON, A. F.; THAYER, M. K.; ASHE, J. S.; CHANDLER, D. S. **Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México**. Guadalajara: Universidad de Guadalajara y CONABIO, 2002. 401 p.

NERI, D. K. P.; MORAES, J. C.; GAVINO, M. A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 1167-1174, 2005.

NEWTON JUNIOR, A. F.; THAYER, M. K. **Catalog of Higher taxa, genera, and subgenera of Staphyliniformia**. Chicago: Field Museum of Natural History, 2005. Disponível em: <[http://www.fieldmuseum.org/peet\\_staph/db\\_1a.html](http://www.fieldmuseum.org/peet_staph/db_1a.html)>. Acesso em: 22 maio 2015.

NOVARETTI, W. R. T.; FONTES, L. R. Cupins: uma grave ameaça à cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (Ed). **Cupins o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 163-172.

NUNES, A. S. **Nutrição mineral de plantas**. Dourados: [s.n.], 2012. Disponível em: <[http://anisionunesdotcom.files.wordpress.com/2012/07/apostila\\_nutrição.pdf](http://anisionunesdotcom.files.wordpress.com/2012/07/apostila_nutrição.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2015.

OLIVEIRA, G. F.; DUARTE, R. T.; PAZINI, W. C.; GALLI, J. C. Levantamento populacional de inimigos naturais na cultura da manga (*Mangifera indica* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 8, n. 4, p. 576-582, 2013.

OLIVEIRA, R. S.; SOUZA, M. F.; MARTINS, M. L.; ALVES-FILHO, M. A.; PAULA C. O. Silício na proteção de plantas contra herbívoros: uma abordagem sobre as interações tritróficas no sistema trigo, pulgões e parasitoides. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 878-898, 2012.

PANDA, N.; KHUSH, G. S. **Host plant resistance to insects**. Wallingford, UK: CAB International, 1995.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; PINTO, A. S. Controle biológico de pragas como um componente chave para a produção sustentável da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. p. 441-450.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 271-281, 2004.

PAULA, A.; KREUTZ, C.; ZILLI, G.; CALVÃO, L.; MORANDI, P. S.; FRANÇOSO, R. D. **Riqueza e abundância de morfoespécies de vespas Mutillidae (Hymenoptera) em diferentes fitofisionomias de Cerrado, Nova Xavantina-MT**. [S.l.:s.n.], 2010. Relatório. Disponível em: <[http://www.unemat.br/prppg/ppgec/mestrado/docs/Producoes\\_Curso\\_de\\_Campo\\_2010/Relatorios\\_Grupos\\_2010/Paula\\_et\\_al\\_Riqueza\\_de\\_Mutillidae\\_e\\_gradiente\\_fitofisionomico.pdf](http://www.unemat.br/prppg/ppgec/mestrado/docs/Producoes_Curso_de_Campo_2010/Relatorios_Grupos_2010/Paula_et_al_Riqueza_de_Mutillidae_e_gradiente_fitofisionomico.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2015.

PEREIRA, C. E. F.; MARQUES, E. J.; LIMA, R. O. R. **Principais pragas da cana-de-açúcar no Nordeste**. [S.l.]: Planalsucar, 1977. 23 p. (PLANALSUCAR, Boletim Técnico, 2).

PIFFNER, L.; LUKA, H. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 78, n. 3, p. 215-222, 2000.

PHOOFOLO, W. M.; GILES, K. L.; ELLIOT, L. C. Effects of relay-intercropping sorghum with winter wheat, alfalfa, and cotton on lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) abundance and species composition. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 39, n. 3, p. 763-774, 2010.

PINTO, A. S.; BOTELHO, P. S. M.; OLIVEIRA, H. N. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: [s.n.], 2009. 160 p.

POLIDORI, C.; MEDIOLA, P.; ASÍS, J. D.; TORMOS, J.; SELFA, J. Temporal asynchrony and spatial co-occurrence with the host: the foraging patterns of *Nemka viduata*, a parasitoid of digger wasps (Hymenoptera: Mutillidae and Cabronidae). **Journal of Ethology**, Tokyo, v. 28, n. 2, p. 353-361, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10164-009-0196-2>>.

PONTIGO, S.; RIBERA, A.; GIANFREDA, L.; MORA, M. de la L.; NIKOLIC, M.; CARTES, P. Silicon in vascular plants: uptake, transport and its influence on mineral stress under acidic conditions. **Planta**, Berlin, v. 242, n. 1, p. 23-27, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00425-015-2333-1>>.

PRABAGAR, S.; HODSON, M. J.; EVANS, D. E. Silicon amelioration of aluminium toxicity and cell death in suspension cultures of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.). **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 70, n. 2-3, p. 266-276, 2011.

QUIN, Z.; TIAN, S. P. Enhancement of biocontrol activity of *Cryptococcus laurentii* by silicon and the possible mechanisms involved. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 95, n. 1, p. 69-75, 2005.

RAMALHO, F. S.; WANDERLEY, P. A. Ecology and management of the boll weevil in South American cotton. **American Entomologist**, Lanham, v. 42, n. 1, p. 41-47, 1996.

RAMAMURTHI, B. N.; SOLAYAPPAN, A. R. Dermapteran predators in the biological regulation of sugarcane borers in India. **Current Science**, Bangalore, v. 49, n. 4, p. 72-73, 1980.

RANGER, C. M.; SINGH, A. P.; FRANTZ, J. M.; CAÑAS, L.; LOCKE, J. C.; REDING, M. E.; VORSA, N. Influence of silicon on resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 38, n. 1, p. 129-136, 2009.

REYNOLDS, O. L.; KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Silicon-augmented resistance of plants to herbivorous insects: a review. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 155, n. 2, p. 171-186, 2009.

RODRIGUES, W. C.; CASSINO, P. C. R.; SILVA FILHO, R. Ocorrência e distribuição de coccinélídeos (Coleoptera, Coccinellidae) associados às plantas cítricas no Estado do Rio de Janeiro. **EntomoBrasilis**, Seropédica, v. 1, n. 2, p. 23-28, 2008.

ROSSETTO, R.; LIMA FILHO, O. F.; AMORIM, H. V.; TSAI, S. M.; CAMARGO, M. S.; MELONI, A. B. Silicon content in different sugarcane varieties. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Proceedings...** Uberlândia: UFU, 2005. p. 134.

ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Manipulation of fire ant density, *Solenopsis* spp., for short-term reduction of *Diatraea saccharalis* larval densities in Brazil. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 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 of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 5, p. 805-811, 2004.

ROTT, A. S.; PONSONBY, D. J. The effect of temperature, relative humidity and host plant on the behaviour of *Stethorus punctillum* as a predator of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **BioControl**, Dordrecht, v. 45, n. 2, p. 155–164, 2000.

SANDOVAL, S. S.; SENÔ, K. C. A. Comportamento e controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus**, Ituverava, v. 7, n. 1, p. 243-258, 2010.

SANTOS, J. R. C. **Distribuição espacial e plano de amostragem de *Syntermes* spp. (Isoptera: Termitidae) em áreas de implantação de eucalipto no bioma cerrado**. 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SANTOS, L. A. O. **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**. 2013. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

SANTOS, T. **Variação temporal da atividade de forrageio de cupins (Insecta, Isoptera) sobre iscas de papel higiênico em Hidrolândia, Goiás**. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

SANTOS, M. P. C. J.; CARRANO-MOREIRA, A. F.; TORRES, J. B. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em floresta ombrófila densa e em cultivo de cana-de-açúcar, no município de Igarassu, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 4, p. 648-656, 2012.

SANTOS-CIVIDANES, T. M.; MATOS, S. T. S.; CIVIDANES, F. J.; RIBEIRO, A. A.; SUGUINO, E. *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) is a host for *Homalotylus hemipterinus* (De Stefani) (Hymenoptera: Encyrtidae) in Brazil. **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 69, n. 2, p. 280-282, 2015.

SANTOS-CIVIDANES, T. M.; CIVIDANES, F. J.; BRANCO, R. B. F.; SALLES, F. A.; SUGUINO, E.; MORAES, J. C., VILELA, M. Silício como indutor de resistência a *Diatraea saccharalis* (Fabricius) na cultura da cana-de-açúcar. In: Workshop Agroenergia, 7., 2013, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: APTA Regional Centro Leste. p. 6.

SENA, J. M.; VASCONCELLOS, A.; GUSMÃO, M. A.; BANDEIRA, A. G. Assemblage of termites in a fragment of cerrado on the coast of Paraíba State, Northeast Brazil (Isoptera). **Sociobiology**, Chico, v. 42, n. 3, p. 753-760, 2003.

SÉTAMOU, M.; SCHULTHESS, F.; BOSQUE-PÉREZ, N. A.; THOMAS-ODJO, A. Effect of plant nitrogen and silica the bionomics of *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 83, n. 3, p. 405-411, 1993.

SHAH, P. A.; BROOKS, D. R.; ASHBY, J. E.; PERRY, J. N.; WOIWOD, I. P. Diversity and abundance of the coleopteran fauna from organic and conventional management systems in southern England. **Agricultural and Forest Entomology**, Malden, v. 5, n. 1, p. 51-60, 2003.

SIDHU, J. K.; STOUT, M. J.; BLOUIN, D. C.; DATNOFF, L. E. Effect of silicon soil amendment on performance of sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera:Crambidae) on rice. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 103, n. 6, p. 656-664, 2013.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 7-11, 2009a.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Influência de produtos de origem vegetal na oviposição e no desenvolvimento embrionário de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 54-65, 2009b.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 482-495, 2009c.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 21-27, 2010a.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) sobre *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 44-51, 2010b.

SILVA, A. C.; BUENO, V. H. P.; SILVA, D. B.; PETRAZZINI, L. L.; YURI, J. E. O uso de silício no cultivo de alface americana pode comprometer a ação de parasitóides de mosca minadora (Diptera: Agromyzidae)? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23., 2010, Natal. **Anais...** Natal: CBE, 2010. Disponível em: <<http://www.seb.org.br/eventos/cbe/xxiiicbe/verartigo.asp?>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

SILVA, D. C.; WOLFF, V. R. S.; PULZ, C. E.; SILVA, L. N.; MEZZOMO, J. B. Flutuação populacional das joaninhas (Coleoptera, Coccinellidae) ocorrentes num pomar cítrico com tratamentos culturais ecológicos em Montenegro/RS, **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 733-736, 2007.

SILVA, A. G. D'A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. 622 p.

SILVA, R. A.; CARVALHO, G. S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto coletados com armadilhas-de-solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 199-203, 2000.

SILVEIRA NETO, S.; HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B. Artropodofauna aérea. In: BERGER, G. U.; FAVORETTO, L. R. G. **Monitoramento Ambiental Soja Roundup Ready**. Botucatu: FEPAF, 2014. Cap. 7.3, p. 727-769.

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 9-15, 1995.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. **Manual de Ecologia de Insetos**. São: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SINGH, V. P.; TRIPATHI, D. K.; KUMAR, D.; CHAUHAN, D. K. Influence of exogenous silicon addition on aluminium tolerance in rice seedlings. **Biological Trace Element Research**, Totowa, v. 144, n. 1, p. 1260–1274, 2011.

SOTHERTON, N. W. The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering on farmland. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 105, n. 3, p. 423- 429, 1984.

SPEIGHT, M. R.; HUNTER, M. D.; WATT, A. L. **Ecology of insects**. Oxford: Blackwell Science, 1999. 340 p.

SPOLIDORO, M. V. **Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera, Formicidae) em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica*)**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SRIPANYAKORN, S.; JUGDAOHSINGH, R.; THOMPSON, R. P. H.; POWELL, J. J. Dietary silicon and bone health. **Nutrition Bulletin**, Oxford, v. 30, n. 3, p. 222-230, 2005.

SUENAGA, H.; HAMAMURA, T. Occurrence of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in cabbage fields and their possible impact on lepidopteran pests. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 36, n. 1, p. 151-160, 2001.

TANAKA, S. MATSUKA, M.; SAKAI, T. Effect of change photoperiod on wing form in *Pteronemobius taprobanensis* Walker (Orthoptera: Gryllidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 11, n. 1, p. 27-32, 1976.

TAVARES, F. M. **Avaliação de nematóides entomopatogênicos contra o bicudo da cana-de-açúcar *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978, e efeito da associação desses agentes com inseticidas químicos.** 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2006.

TOFT, S.; BILDE, T. Carabid diets and food value. In: HOLLAND, J. M. (Ed.). **The agroecology of carabid beetles.** Andover: Intercept, 2002. p. 81-110.

ÚNICA (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR). **Cana-de-açúcar: perfil da produção.** São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

UKWUNGWU, M. N. Host plant resistance in rice to the African striped borer, *Chilo zacconius* Bles. (Lepidoptera: Pyralidae). **Insect Science and its Application**, Wallingford, v. 11, n. 4-5, p. 639-640, 1990.

VANKOSKY, M. A.; CÁRCAMO, H. A.; DOSDALL, L. M. Identification of potential natural enemies of the pea leaf weevil, *Sitona lineatus* L. in western Canada. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 135, n. 4, p. 293-301, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01542.x>>.

VAN RENSBURG, N. J. Population fluctuations of the sorghum aphid *Melanaphis (Longiunguis) pyrarius* (Passerini) forma *sacchari* (Zehnter). **Phytophylactica**, Pretoria, v. 5, n. 4, p. 127-134, 1973.

VASCONCELOS, W. E.; MEDEIROS, E. V.; RIOS, M. S.; TEMÓTEO, A. S.; SOUZA, A. H.; MARACAJÁ, P. B.; DIAS, V. H. P. Biodiversidade e monitoramento da ordem Isoptera em Olinda, PE. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 1-6, 2003.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 737-781.

VILELA, M. **Interação Silício x *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) x *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) em cana-de-açúcar.** 2013. 50 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

VILELA, M.; MORAES, J. C.; ALVES, E.; SANTOS-CIVIDANES, T. M.; SANTOS F. A. Induce resistance *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) via silicon application in sugarcane. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 40, n. 1, p. 44-48, 2014.

WANG, Y.; STASS, A.; HORST, W. J. Apoplastic binding of aluminum is involved in silicon-induced amelioration of aluminum toxicity in maize. **Plant Physiology**, Rockville, v. 136, n. 3, p. 3762–3770, 2004.

WANGEN, D. R. B. **Silício na produtividade e no controle da cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* Stal em cana-de-açúcar.** 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

WEED, A. S.; FRANK, J. H. Oviposition behavior of *Pheropsophus aequinoctialis* L. (Coleoptera: Carabidae): a natural enemy of *Scapteriscus* mole crickets (Orthoptera: Gryllotalpidae). **Journal of Insect Behavior**, Dordrecht, v. 18, n. 5, p. 707-723, 2005. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1007/s10905-005-7021-8>>.

WHITCOMB, W. H. Field studies on predators of the second instar bollworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of the Georgia Entomological Society**, Athenas, v. 2, n. 4, p. 113-118, 1967.

WHITCOMB, W. H.; DENMARK, H. A.; BHATKAR, A. P.; GREENE, G. L. Preliminary studies on the ants of Florida soybean fields. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 55, n. 3, p. 129-142, 1972.

WHITE, W. H.; ERWIN, T. L.; VIATOR, B. J. *Leptotrachelus dorsalis* (Coleoptera: Carabidae): a candidate biological control agente of the sugarcane borer in Louisiana. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 95, n. 2, p. 261-267, 2012.

WHITE, W. H.; WHITE, P. M. Sugarcane borer resistance in sugarcane as affected by silicon applications in potting medium. **Journal American Society of Sugarcane Technologists**, Baton Rouge, v. 33, p. 38–54, 2013.

WILSON, E. O. ***Pheidole in the New World***: a dominant, hyperdiverse ant genus. Cambridge: Harvard University Press, 2003.

WU, J. W.; SHI, Y.; ZHU, Y. X.; WANG, Y. C.; GONG, H. J. Mechanisms of enhanced heavy metal tolerance in plants by silicon: a review. **Pedosphere**, Beijing, v. 23, n. 6, p. 815–825, 2013.

WYCKHUYS, K. A. G.; ONEIL, R. J. Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) and associated arthropod natural enemies in Honduran subsistence maize. **Crop Protection**, Oxford, v. 25, n. 11, p. 1180-1190, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2006.03.003>>.

ZSOLDOS, F.; VASHEGYI, A.; PECSVARADI, A.; BONA, L. Influence of silicon on aluminium toxicity in common and durum wheats. **Agronomie**, New Jersey, v. 23, n. 4, p. 349–354, 2003. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1051/agro:2003008>>.

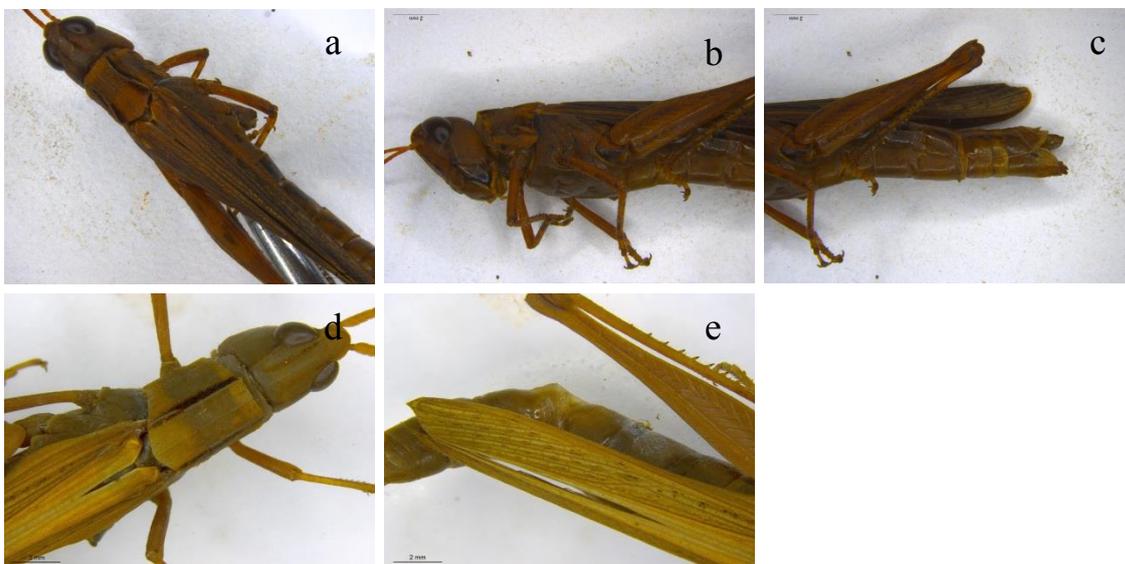
ZUCCARINI, P. Effects of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress. **Biologia Plantarum**, Dordrecht, v. 52, n. 1, p. 157-160, 2008.

## **APÊNDICES**

**Apêndice A.** Prancha 1 – Espécies não identificadas de estafilínídeos (Staphylinidae): Aleocharinae indet. 1 (a, b, c); Staphylininae indet. 1 (d, e, f); Aleocharinae indet. 2 (g, h); Staphylininae indet. 2 (i); Staphylininae indet. 3 (j, l) e Staphylininae indet. 4 (m, n).



**Apêndice B.** Prancha 2 – Espécies não identificadas de Ortópteros (Orthoptera):  
Acrididae indet. 1 (a, b, c) e Acrididade indet. 2 (d, e).



**Apêndice C. Tabela 39.** Temperaturas mínima, média e máxima e total acumulado de precipitação pluvial registrada nos quinze dias anteriores às diferentes datas de amostragem. Ribeirão-Preto, SP - 2012/2014.

<b>Data de Amostragem</b>	<b>Temperatura Mínima (°C)</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Temperatura Máxima (°C)</b>	<b>Precipitação Pluvial (mm)</b>
04/02/2012	17,8	24,5	31,2	100,2
18/02/2012	19,0	25,2	31,4	57,6
05/03/2012	17,0	26,5	36,0	51,3
19/03/2012	16,4	22,7	29,0	18,8
02/04/2012	16,8	23,8	30,8	83,2
16/04/2012	18,8	24,8	30,7	5,1
02/05/2012	8,0	14,5	21,0	52,7
14/05/2012	16,4	19,7	22,9	55,3
01/06/2012	15,6	22,1	28,6	17,0
12/06/2012	15,8	22,0	28,2	34,4
25/06/2012	14,3	20,4	26,4	67,4
07/07/2012	14,3	20,6	26,9	19,8
23/07/2012	13,6	21,8	30,0	21,4
06/08/2012	13,2	20,6	27,9	0,0
20/08/2012	14,9	21,5	28,1	0,0
03/09/2012	13,9	23,3	32,6	0,0
14/09/2012	16,6	25,3	33,9	0,0
01/10/2012	16,1	23,3	30,4	73,1
15/10/2012	14,4	21,7	28,9	0,0
22/10/2012	19,2	26,9	34,6	29,3
26/11/2012	18,4	22,6	26,7	75,6
10/12/2012	19,5	26,8	34,1	59,0
21/12/2012	21,2	28,2	35,1	55,4
07/01/2013	19,2	25,7	32,2	105,6
21/01/2013	17,0	23,0	29,0	154,9
04/02/2013	19,0	23,5	28,0	76,5
18/02/2013	20,0	27,0	34,0	160,0
06/03/2013	19,7	26,1	32,5	59,9
19/03/2013	17,7	21,0	24,2	49,1
03/04/2013	18,9	24,2	29,5	98,2
17/04/2013	12,1	19,5	26,9	54,0
30/04/2013	15,4	22,0	28,6	0,0
15/05/2013	16,9	23,7	30,4	0,0
29/05/2013	15,2	20,2	25,2	12,2
12/06/2013	16,1	21,9	27,7	97,9
26/06/2013	16,8	21,3	25,7	33,3
17/07/2013	11,2	19,1	26,9	0,0
24/07/2013	8,1	10,8	13,4	7,2
07/08/2013	14,4	22,0	29,6	21,8
21/08/2013	13,8	20,6	27,4	0,0
05/09/2013	13,1	20,7	28,3	3,1
16/09/2013	17,9	25,1	32,3	2,6
07/10/2013	12,9	20,2	27,5	86,7
11/12/2013	20,4	24,4	28,4	156,2
20/12/2013	19,5	25,8	32,1	165,9
08/01/2014	19,2	26,0	32,7	153,4
22/01/2014	19,9	26,0	32,1	54,1