

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

**DINÂMICA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E
PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE
Sphenophorus levis VAURIE, 1978 (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

**João Rafael De Conte Carvalho de Alencar
Engenheiro Agrônomo**

2016

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

**DINÂMICA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E
PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE
Sphenophorus levis VAURIE, 1978 (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

João Rafael De Conte Carvalho de Alencar

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli

**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)**

2016

A368d Alencar, João Rafael De Conte Carvalho de
Dinâmica populacional, distribuição espacial e plano de amostragem sequencial de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar / João Rafael De Conte Carvalho de Alencar. – – Jaboticabal, 2016
iv, 68f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientador: José Carlos Barbosa
Coorientador: Antonio Carlos Busoli
Banca examinadora: Nilza Maria Martinelli, Arilindo Leal Boiça Junior, Renata Moreira Leal, Marília Gregolin Costa de Castro
Bibliografia

1. Gorgulho-da-cana. 2. Comportamento. 3. Dispersão. 4. *Saccharum* sp. 5. Distribuição binomial negativa. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.7:519.2

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

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: DINÂMICA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE *Sphenophorus levis* VAURIE, 1978 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

AUTOR: JOÃO RAFAEL DE CONTE CARVALHO DE ALENCAR

ORIENTADOR: JOSÉ CARLOS BARBOSA

CO-ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS BUSOLI

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

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS BARBOSA
Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. RENATA MOREIRA LEAL
Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior / Taquaritinga/SP

Profa. Dra. MARILIA GREGOLIN COSTA DE CASTRO
UNIFEB / Barretos/SP

Profa. Dra. NILZA MARIA MARTINELLI
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOIÇA JÚNIOR
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 04 de julho de 2016

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOÃO RAFAEL DE CONTE CARVALHO DE ALENCAR - Nascido em 12 de Março de 1987, em São Paulo – SP filho de Celio Carvalho de Alencar e Regina Maria De Conte Carvalho de Alencar. Formou-se Engenheiro Agrônomo pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), título obtido em Agosto de 2010. Estagiou no Laboratório de Entomologia no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças, onde desenvolveu projetos de iniciação científica com bolsa do CNPq durante a graduação. Foi então aprovado no mesmo mês e ano de graduação no Mestrado em Agronomia / Entomologia Agrícola pela Unesp - Câmpus de Jaboticabal, sob a orientação do Prof. Dr. Ricardo Antonio Polanczyk, onde aprofundou seus conhecimentos na área de entomologia agrícola. Junto ao término do Mestrado veio a aprovação para cursar o Doutorado na mesma instituição em Agosto de 2012, sob a orientação do Prof. Dr. José Carlos Barbosa, onde pode participar de diversos eventos, publicar artigos, capítulos de livros e realizar a editoração de livros na área de atuação. Em Fevereiro de 2014 iniciou sua carreira de docente de Agronomia no Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior. Atualmente é docente na Faculdade Integrado de Campo Mourão.

“Toda vez quando se encerra alguma atividade ou ciclo evolutivo, deve-se fazer um balanço, para análise do que foi investido, dos resultados positivos ou não, ao tempo em que se programa a nova etapa.”

Divaldo Pereira Franco

Aos meus pais Regina Maria De Conte Carvalho de Alencar e Celio Carvalho de Alencar, que são o grande exemplo de conduta moral e afetiva.

À minha amada esposa Marina Aparecida Viana, que com seu amor e dedicação tem sido minha base, inspiração e fonte de alegrias.

À minha querida e amada filha Manuela Viana De Conte de Alencar, que trouxe novo sentido para minha vida.

Dedico

Aos meus irmãos Isabel De Conte Carvalho de Alencar e João Gabriel De Conte Carvalho de Alencar, que sempre abriram portas e auxiliaram incondicionalmente meus passos, além do convívio fraternal.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir o final de mais uma etapa em minha vida.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista pela infraestrutura e oportunidade concedida.

Aos professores da Pós Graduação em Agronomia/Entomologia Agrícola, pelos conhecimentos passados.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade, que são indispensáveis para o correto andamento de tantos trabalhos, em especial à Lígia Dias Tostes Fiorezzi e ao Alex Antonio Ribeiro, pelos tantos auxílios prestados.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pelos ensinamentos e orientação durante o Doutorado.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli pela coorientação durante o Doutorado.

À minha esposa Marina Aparecida Viana pelo companheirismo, amor e partilha dos momentos alegres e conforto dos tristes.

Aos amigos dos tempos de graduação em especial aqueles que partilharem o mesmo teto e experiências.

À família Agostini, por ser zelosa nos momentos mais necessários com minha filha.

À família de nobres amigos “Máquina do Mal”: uma fraternidade onde experiências são vivenciadas e partilhadas.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Controle Biológico e Manejo Integrado de Pragas

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização desta tese.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Cana-de-açúcar.....	3
2.2. <i>Sphenophorus levis</i>	4
2.3. Distribuição espacial de insetos-praga.....	6
2.4. Índices de Dispersão.....	8
2.4.1. Razão variância/média (I).....	9
2.4.2. Índice de Morisita (Id).....	9
2.4.3. Coeficiente de Green (Cx).....	9
2.4.4. Expoente k da distribuição binomial negativa (k).....	10
2.4.5. Expoente k comum (k_c).....	10
2.5. Modelos probabilísticos para o estudo da distribuição espacial de Insetos-praga.....	10
2.5.1. Distribuição de Poisson.....	11
2.5.2. Distribuição binomial negativa.....	11
2.5.3. Distribuição binomial positiva.....	11
2.6. Amostragem Sequencial.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Descrição geral do experimento.....	13
3.2. Análise dos dados.....	14
3.2.1. Dinâmica populacional.....	14
3.2.2. Distribuição espacial.....	15
3.2.3. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial.....	17
3.2.4. Amostragem sequencial.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Dinâmica populacional de <i>S. levis</i> e relação com fatores	

climáticos.....	21
4.2. Distribuição espacial de <i>S. levis</i>	41
4.2.1. Estimativa do k comum (K_c).....	52
4.3. Plano de amostragem sequencial.....	54
5. CONCLUSÕES	59
6. REFERÊNCIAS	60

**DINÂMICA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE
AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

RESUMO – A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do Brasil em área e produção, lhe conferindo problemas fitossanitários em igual proporção. Dentre estes problemas os insetos-praga acabam por limitar a produtividade. *Sphenophorus levis* é conhecido como uma das principais pragas da cana-de-açúcar. O gorgulho-da-cana tem a amostragem e o controle difíceis de serem realizados devido ao seu hábito subterrâneo durante as fases iniciais de desenvolvimento. Este trabalho, portanto teve como objetivo estudar a dinâmica populacional, o padrão de distribuição e desenvolver um plano de amostragem sequencial de *S. levis* na cultura da cana-de-açúcar. Foram levantados dados da praga em uma área de 1,05 hectares entre o segundo e o terceiro corte da cultura, em duas safras seguidas 2013/2014 e 2014/2015. As áreas foram divididas em 100 parcelas onde se realizou a contagem de larvas, pupas e adultos, soma das formas biológicas e rizomas atacados pelo gorgulho da cana. Para isso, foram amostradas duas trincheiras por parcela de 0,5 x 0,5 x 0,5 m (largura, altura e profundidade) a cada duas semanas. E para os adultos também foi usado armadilhas com toletes tratados com melaço de cana. Com estes dados coletados foi possível verificar satisfatoriamente a praga e seus danos, e constatar que eles permanecem o ano inteiro presentes na área de cultivo. Além disso, foi determinado os períodos em que cada fase de desenvolvimento ocorram com maior e menor incidência, e correlacionar estes dados aos fatores do clima como a temperatura máxima, média e mínima, precipitação e umidade relativa do ar. Através do método “stepwise” foi constatado que a temperatura mínima, precipitação e umidade relativa do ar, são as variáveis climáticas que mais interferem no desenvolvimento de *S. levis*. Quanto à distribuição espacial, foi notório que tantos os índices de dispersão estudados, razão variância/média, índice de Morisita, coeficiente de Green e o expoente k da distribuição binomial negativa, indicaram que o gorgulho-da-cana e seus danos são altamente agregados. Este resultado foi confirmado com o melhor ajuste ao modelo probabilístico de distribuição pelo teste do qui-quadrado da distribuição binomial negativa. Além disso, foi estimado o k comum para desenvolver o plano de amostragem sequencial para os rizomas atacados por *S. levis*, utilizando-se os dados do teste da razão da máxima verossimilhança, com nível de controle de 10 e 5% de rizomas atacados, com número máximo de unidades amostrais esperado de 21 trincheiras.

Palavras-Chave: Gorgulho-da-cana, comportamento, dispersão, *Saccharum* sp., distribuição binomial negativa

POPULATIONAL DYNAMICS, SPATIAL DISTRIBUTION AND SEQUENTIAL SAMPLING PLAN FOR *Sphenophorus levis* VAURIE, 1978 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN SUGARCANE

ABSTRACT – The sugarcane is one of the main Brazilian crops in area as well in production. This fact ensures major phytosanitary problems associated too. Among these problems pests end up limiting production in several areas. *Sphenophorus levis* is known as one of the major pests of sugar cane. The sugarcane weevil sampling and control are difficult to done due their subterranean habit during the early stages of life. Therefore, this work aimed to study the population dynamics, the distribution pattern and to develop a sequential sampling plan for *S. levis* in sugarcane crops. Pest's data were raised from areas of 1.05 hectares between the second and third harvest cycle in two crops, 2013/2014 and 2014/2015. The areas were divided into 100 plots, where was held the counting of larval, pupae, adults and sum of biological forms from the weevil. The rhizomes attacked by this pest were also counted. For this, were sampled two trenches of 0.5 x 0.5 x 0.5 m (width, height and depth) every two weeks. Also, the adults were collected with pieces of sugarcane treated with molasses in traps. With these collected data was possible to check satisfactorily that the pest and its damage still present for all the crop. In Addition, it was Determined the periods of each development phase, occurring with greater and lesser incidence. Maximum, medial and minimal temperature, such as precipitation and relative humidity were correlated by stepwise method with the dynamics of the pest and its damage. It was found that the minimum temperature, precipitation and relative humidity, are climate variables that most affect the development of *S. levis*. The dispersion indexes studied were variance/mean ratio, Morisita index, Green coefficient and the exponent k of the negative binomial distribution. They indicated that the sugarcane weevil and their damage are highly aggregated. This result was confirmed by the greater fit to the probabilistic distribution model, using the chi-square test for the negative binomial distribution adjustment. Also, it was estimated the common k to develop the sequential sampling plan for attacked rhizomes, using the ratio from the maximum likelihood test data, with 10 and 5 % level of control. The maximum number of sample units expected for Attacked rhizomes was 21 trenches.

Keywords: Sugarcane weevil, behavior, dispersion, *Saccharum* sp., negative binomial distribution

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar tem grande destaque no cenário econômico mundial. O Brasil destaca-se como o maior produtor de cana-de-açúcar, sendo responsável por cerca de 70,0 % do açúcar exportado no mundo, a estimativa de produção para a safra de 2016/2017 é de 691 milhões de toneladas, o que representa um incremento de 3,9% em relação à safra anterior (ANDRADE; 2016; CONAB, 2016). Somente o estado de São Paulo responde por cerca de 60% da produção nacional, sendo o principal polo da produção canavieira (CONAB, 2016).

Um dos grandes problemas da cultura são os insetos-praga, que além de influenciarem direta e indiretamente a capacidade de rebrota da cana, afetam a produtividade, e à medida que as áreas de plantio de cana-de-açúcar vêm se expandindo, ocorre um aumento proporcional de problemas relacionados aos insetos-pragas (ALMEIDA, 2005).

De maneira geral os insetos de solo são difíceis de controlar por serem encontrados protegidos pela camada de solo, o que impede a visualização direta, muitas vezes só são notados ao aparecerem sintomas e/ou danos do ataque nas plantas. Na cana-de-açúcar entre as pragas de solo mais importantes encontra-se *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Este inseto vem assumindo grande importância, principalmente por estar disseminando-se em áreas onde sua incidência ainda não havia sido registrada no estado de São Paulo (ALMEIDA, 2005). Sob infestações elevadas do inseto, a produtividade e a longevidade do canavial são drasticamente reduzidas. Em algumas áreas, o ataque se dá de forma tão intensa que o canavial é reformado logo após o primeiro corte. Nos últimos anos, além de registros de novas áreas infestadas, ocorreram incrementos nas populações da praga, em decorrência das dificuldades de controle (DINARDO-MIRANDA, 2008). Além disso, falta informação sobre o desenvolvimento desta praga em condições de colheita de cana-de-açúcar crua.

O que torna mais preocupante a situação da ocorrência de *S. levis* é a falta de produtos registrados para o seu controle, até 2011 não havia nenhum inseticida

registrado contra esse inseto no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (GIOMETTI et al, 2011). Existem apenas 5 produtos registrados, 1 biológico e 4 químicos (AGROFIT, 2016).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) compreende uma série de medidas que devem ser tomadas visando alterar o mínimo o meio ambiente. O conhecimento de uma forma de amostragem eficiente e rápida das pragas é fundamental para o sucesso do MIP (FERNANDES; BUSOLI; BARBOSA, 2002). Associado a isso conhecer os fatores que interferem diretamente no desenvolvimento do inseto pode ser uma vantagem em seu controle.

Para o estabelecimento de um plano confiável de amostragem é necessário o conhecimento da distribuição espacial das espécies pragas na cultura (GILES et al., 2000).

Os tipos de distribuição espacial de pragas nas lavouras pode ser regular (uniforme), ao acaso (aleatória) e, em reboleira (agregada ou contagiosa), sendo que tais distribuições são correspondentes aos modelos de distribuição Binomial Positiva, Poisson e Binomial Negativa, respectivamente (PERECIN; BARBOSA 1992).

A determinação do padrão de arranjo espacial de uma espécie de inseto em estudo faz se necessária a obtenção de dados de contagem destes indivíduos nas plantas de uma determinada área, e isto é fundamental na realização das amostragens futuras. Segundo Young e Young (1998), essas amostragens são utilizadas para se conhecer a forma de distribuição da infestação da população amostrada na cultura, ou sobre as características dessa distribuição desta infestação. Para a descrição das formas de distribuição de uma população, utilizam-se os Índices de Agregação e as Distribuições de Frequências.

O uso dos Índices de Agregação ou Dispersão, apesar de não descreverem matematicamente a distribuição da população estudada (ELLIOTT; KIECKHEFER; WALGENBACH, 1990), fornecem informação bastante aproximada dessa realidade. A confirmação do tipo de distribuição do inseto na área ocorre apenas com o conhecimento das distribuições de frequência dos números de indivíduos da praga estudada em cada cultura (BARBOSA, 1992).

O estudo da distribuição de insetos é parte dos requisitos para se definir um plano de amostragem sequencial, que visa otimizar as amostragens tornando-as seguras e eficientes, tais estudos não abrangem o gorgulho-da-cana-de-açúcar.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a dinâmica populacional e a distribuição espacial de *S. levis* em cana-de-açúcar, visando gerar informações sobre o comportamento da praga e desenvolver um plano de amostragem sequencial para o gorgulho-da-cana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae e ao gênero *Saccharum*, que abrange várias espécies, porém, as canas atualmente cultivadas, na sua maioria, são híbridas (FIGUEIREDO, 2008).

Atualmente a cultura da cana-de-açúcar assume posição de grande destaque no cenário econômico mundial. Isto ocorre porque seus produtos e subprodutos representam importante fonte de recursos para a população. Açúcar, etanol, vinhaça, melaço, água-ardente e o bagaço são os principais produtos e subprodutos economicamente importantes (LOPES; DINARDO-MIRANDA; BUSOLI, 2011). O Brasil é o maior produtor mundial de cana com destaque para as regiões Sudeste, Centro-oeste e Nordeste. A estimativa de produção para a safra de 2016/2017 é de mais de 690 milhões de toneladas, o que representa um incremento de aproximadamente quatro por cento em relação à safra anterior (AGRIANUAL, 2016).

A lavoura canavieira abastece as indústrias de açúcar e etanol, as quais são responsáveis por mais de 90% do mercado mundial de etanol, representando o maior programa de combustível renovável do planeta e 50% aproximadamente do açúcar (CARVALHO, 2014; MELO; SAMPAIO, 2016).

Devido à grandeza dos números do setor sucroalcooleiro no Brasil e o fato de cada tonelada de cana-de-açúcar ter o potencial energético de 1,2 barris de petróleo, pode se tratá-la como o principal recurso de biomassa energética. (CÍCERO; FERRAUDO, LEMOS, 2009).

A cana-de-açúcar é uma planta que perfilha, e esse perfilhamento define a capacidade que cada variedade tem de rebrota, (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008). O perfilhamento é afetado por vários fatores como luz, temperatura, umidade do solo e nutrientes, que são manejados pelo espaçamento, profundidade e época de plantio, época de corte, e controle de pragas e doenças (ALEXANDER, 1973).

As pragas além de influenciarem indiretamente a capacidade de rebrota da cana, como afirmado acima, elas também afetam a produtividade, e à medida que as áreas de plantio de cana vêm se expandindo, ocorre um aumento proporcional de problemas relacionados a insetos pragas (ALMEIDA, 2005). Associado a isso, a lei 11.241/2002, onde prevê a colheita de todas as áreas da cultura da cana sem queimada até 2031, acabou por agravar fortemente a ocorrência das pragas devido mecanização e a antecipação à adequação à lei, retirando o fator da queima, que era um dos principais controles de pragas da cana-de-açúcar (PARRA; BOTELHO; PINTO, 2010)

Tratando-se da cultura da cana existem diversos problemas de ordem biótica e abiótica, entretanto, destacam-se os de ordem biótica, mais especificamente as perdas ocasionadas pelos insetos-praga (MANHÃES et al., 2013).

De maneira geral as pragas de solo são as de mais difícil controle por se encontrarem protegidas pela camada de solo, sendo de mais difícil visualização, muitas vezes sendo notadas ao aparecer os danos e sintomas do ataque nas plantas. Na cana-de-açúcar as pragas de solo mais importantes são *Migdolus fryanus* e *S. levis* (DINARDO-MIRANDA, 2008).

2.2 - *Sphenophorus levis*

Dentre as pragas que danificam as plantas de cana-de-açúcar, o curculionídeo *Sphenophorus levis* vem assumindo grande importância, principalmente por estar disseminando-se em áreas onde sua incidência ainda não havia sido registrada no estado de São Paulo (ALMEIDA, 2005).

Os primeiros registros desta praga foram realizados na década de 1970 e início de 1980, na região de Piracicaba-SP (PRECETTI; ARRIGONI, 1990), mas atualmente a espécie está presente em todas as regiões de cultivo de cana no

estado de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e norte do Paraná, tendo alguns relatos de canaviais severamente danificados e, até mesmo, dizimados (DINARDO-MIRANDA, 2000; ALMEIDA; STINGEL; ARRIGONI, 2008; MORAES; ÁVILA, 2013).

Em condições de cana queimada para realizar a colheita, o ciclo biológico médio é de 70 dias, e a longevidade dos adultos varia de 200 a 220 dias, podendo ocorrer até 5 gerações anuais (ALMEIDA et al., 2008). As larvas são mais abundantes na época seca do ano, com pico populacional em junho-julho; consequentemente o pico populacional de pupas ocorre em dezembro, enquanto os adultos ocorrem principalmente em março (PRECETTI; ARRIGONI, 1990). Entretanto, existem poucos trabalhos que detalham as interações desta praga com a cultura, ainda mais na atual circunstância com a mudança nos moldes de cultivos e colheita (IZEPPI, 2015)

De acordo com Precetti e Teran (1983), os adultos medem de 12 a 15 mm de comprimento, são marrons escuros com manchas pretas sobre o dorso e com a face ventral preta; permanecem geralmente no solo, sob os torrões ou restos vegetais ou entre os perfilhos na base da touceira. Quando tocados, simulam estar mortos.

Ainda segundo os últimos autores, após acasalamento as fêmeas perfuram os tecidos sadios do rizoma, na base das brotações, abaixo do nível do solo. Inserem os ovos a até 4 mm no interior dos colmos. Cada fêmea põe em média 40 ovos, 70% deles são ovipositados na primeira metade do tempo de vida das fêmeas.

Dinardo-Miranda (2008) relata que após um período de 7 até 12 dias eclodem as larvas branco leitosas, com a cabeça castanho avermelhada e ápodas, e apresentam mancha marrom no primeiro segmento torácico, as quais são responsáveis pelos danos, elas broqueiam o rizoma (algumas vezes o primeiro entrenó basal), deixando serragem fina como sinal de sua alimentação, causando amarelecimento de folhas, seca e morte dos perfilhos que podem ser facilmente destacados da touceira. O período larval médio é de 50 dias, seguido por 10 dias de período pupal, ambos os períodos no interior do colmo, a pupa inicialmente é branco leitosa, tornando-se de tonalidade castanho-claro com manchas dorsais (PRECETTI; TERAN, 1983, DINARDO-MIRANDA, 2008).

Em infestações elevadas da praga, a produtividade e a longevidade do canavial são drasticamente reduzidas. Em algumas áreas críticas, o ataque da praga

se dá de forma tão intensa que o canavial é reformado logo após o primeiro corte (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Estudos de controle do gorgulho têm avaliado principalmente o uso de produtos químicos, até 2011 não havia nenhum inseticida registrado contra esse inseto no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (GIOMETTI et al, 2011). Atualmente, têm-se apenas cinco produtos registrados, sendo apenas um biológico (l.a.: *Steinernema puertoricense*) e quatro químicos (l.a.: Lambda-cialotrina + tiametoxam; Imidacloprido, Alfa-cipermetrina + fipronil; Bifentrina + carbosulfano) (AGROFIT, 2016).

Os estudos com controle biológico do gorgulho da cana foram focados em controle com nematoides entomopatogênicos (TAVARES et al., 2007; LEITE et al., 2012). Poucos estudos foram realizados com fungos entomopatogênicos (SIMI, 2014) e tem se inicialmente estudo para o desenvolvimento de plantas transgênicas com toxinas de *Bacillus thuringiensis* (CÍCERO; FERRAUDO; LEMOS, 2009).

A dispersão da praga a longas distâncias dá-se provavelmente com mudas retiradas de local infestado, já que a capacidade de voo do inseto é muito restrita (PRECETTI; ARRIGONI, 1990).

Nos últimos anos, além de registros de novas áreas infestadas, ocorreram incrementos nas populações da praga, em decorrência das dificuldades de controle (DINARDO-MIRANDA, 2005).

2.3. Distribuição espacial de insetos-praga

Em um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP), a amostragem é um procedimento básico e indispensável, sendo importante para o conhecimento do momento em que se deve iniciar a aplicação de métodos de controle (TAYLOR, 1984).

De forma a aprimorar as amostragens, estas devem ser baseadas nas características da distribuição espacial do inseto-praga, no seu ciclo de vida e no seu comportamento reprodutivo e alimentar, sendo assim, em função desta necessidade, não há um método de amostragem universal para a avaliação dos insetos, sendo

necessário o estudo para as diferentes espécies (SILVEIRA NETO et al., 1976; SOUZA; BARBOSA; BUSOLI, 2014).

Aliado à distribuição espacial está a possibilidade da confecção de um plano de amostragem racional, que visa reduzir o custo de produção em função de aplicações de inseticidas desnecessárias e aperfeiçoar o controle (ELLIOT, 1979). Neste contexto o conhecimento da distribuição espacial de pragas é fundamental para definir um plano de amostragem (BARBOSA; PERECIN, 1982). Para a descrição das formas de distribuição de uma população, utilizam-se os índices de agregação e as distribuições de frequências.

O uso dos índices de agregação não descreverem matematicamente a distribuição da população estudada (ELLIOTT; KIECKHEFER; WALGENBACH, 1990), entretanto, fornecem uma ideia do que ocorre no campo. Além do mais, a confirmação do tipo de distribuição do inseto na área ocorre apenas com o conhecimento dos modelos probabilísticos que descrevem as distribuições de frequência dos números de indivíduos da praga estudada em cada cultura (BARBOSA, 1992).

Os tipos de distribuição espacial de pragas nas áreas de cultivo podem ser: regular (uniforme), onde a ocorrência de um indivíduo limita a ocorrência de indivíduos na mesma unidade, ao acaso (aleatória), neste tipo todos os pontos em um espaço têm a mesma probabilidade de serem ocupados por um inseto, e a presença de um indivíduo não altera a posição de outro, e em reboleira (agregada ou contagiosa), quando a presença de um indivíduo aumenta a probabilidade de encontrar outro na mesma unidade de amostragem (ELLIOTT, 1979; RABINOVICH, 1980; PERECIN; BARBOSA, 1992).

Os modelos probabilísticos que descrevem a distribuição regular (uniforme), ao acaso (aleatória) e em reboleiras (agregada ou contagiosa) são denominadas Binomial Positiva, Poisson e Binomial Negativa, respectivamente (PERECIN; BARBOSA, 1992).

A disposição ao acaso não ocorre com frequência na natureza, pois a hipótese de que todos os pontos têm a mesma probabilidade de serem ocupados, implica que todos os pontos tenham condições idênticas de habitat, e a presença de um indivíduo não alterando a posição de outro, implica numa falta de interação entre

os indivíduos, o que normalmente não acontece (RABINOVICH, 1980). Além disso, o mesmo autor ainda afirma que a disposição regular decorre de uma interação negativa entre os indivíduos, que ocorre quando há uma competição entre os indivíduos de uma população por um determinado recurso.

Em relação à disposição agregada, o espaço apresenta condições heterogêneas ou descontínuas, onde há certos pontos que as condições e fatores que afetam a sobrevivência são mais favoráveis que outros. Mas ainda a agregação pode ocorrer simplesmente por haver um conjunto de insetos agrupados para o período de hibernação, para consumir alimentos ou até mesmo para fins reprodutivos (RABINOVICH, 1980).

Existem diversos trabalhos que estudam o padrão de distribuição dos insetos nas culturas de importância econômica, tais informações fomentam tecnologicamente o processo decisório de controle com maior precisão aos produtores, como cigarrinha em citros, percevejos fitófagos na soja, o bicudo do algodoeiro, entre outros estudos (BROWN; CAMERON, 1982; SOUZA; BARBOSA; BUSOLI, 2014).

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

2.4. Índices de Dispersão

Existem muitos índices utilizados para medir o grau de aleatoriedade dos arranjos espaciais e sua aplicação é necessária para os estudos ecológicos ou métodos de amostragem (GREEN, 1966).

O índice ideal deve possuir alguns atributos, como: 1) ele deve resultar valores reais e contínuos e para todo grau de agregação; 2) deve ser pouco influenciado pelo número de unidades amostrais, pelo tamanho da unidade ou pelo número total de indivíduos; 3) deve ser fácil de calcular e, 4) ter uma interpretação biológica (GREEN, 1966; TAYLOR, 1984).

Não há um índice que confere a máxima precisão quanto à distribuição, mas o uso destes se faz necessário para ter algum conhecimento sobre a distribuição

espacial dos insetos e uma ideia da variabilidade das áreas a comparar, como o número e tamanho das unidades amostrais (RABINOVICH, 1980).

Seguem os principais índices utilizados para medir o grau de agregação de insetos.

2.4.1. Razão variância/média (*I*)

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

Este índice possui limitações que residem na influência do tamanho da unidade de amostragem, na quantidade de indivíduos observados, sendo extremamente afetado nas disposições de alta contagiosidade (SOUTHWOOD, 1978).

2.4.2. Índice de Morisita (*Id*)

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

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

2.4.3. Coeficiente de Green (*Cx*)

Este índice foi desenvolvido por Green em 1966, e é muito utilizado na averiguação de testes de agregação, sendo indicado para comparar amostragens dentro de uma mesma área amostral.

2.4.4. Expoente k da distribuição binomial negativa (k)

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

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

2.4.5. Expoente k comum (k_c)

Este expoente pode ser calculado a partir de dados provenientes de diferentes áreas ou de uma mesma área dividida em blocos (BLISS; OWEN, 1958)

A aplicação deste índice é fundamental para a elaboração de um plano de amostragem sequencial e na transformação de dados para a elaboração de análises de variância e teste t, sendo que quando o valor de k é constante para uma praga, o nível de agregação é uma característica da espécie (ELLIOTT, 1979).

2.5. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial de insetos-praga

De acordo com o Pielou (1969) quando se refere à distribuição significa a maneira de expressar a forma como os possíveis valores de uma variável se distribuem nas diferentes frequências, com as possíveis classes.

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

Dentre os modelos matemáticos que explicam o relacionamento entre a variância e a média de uma população e proporcionam a interpretação da distribuição de um determinado organismo, encontram-se o de distribuição de

Poisson, a distribuição binomial negativa e a distribuição binomial positiva (ELLIOT, 1979; TAYLOR, 1984).

2.5.1 Distribuição de Poisson

O modelo de distribuição de Poisson caracteriza-se por apresentar a variância igual à média ($\sigma = m$) e admite a hipótese que todos os indivíduos possuem a mesma probabilidade de ocupar um lugar no espaço, e a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro (SOUTHWOOD, 1978; ELLIOT, 1979; TAYLOR, 1984).

Este é o matemático que melhor descreve a disposição ao acaso ou aleatória do inseto (ELLIOTT, 1979; RABINOVICH, 1980).

2.5.2. Distribuição binomial negativa

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

Os parâmetros desta distribuição são a média aritmética (μ) e o expoente k , que é considerado como uma medida do grau de agregação da população. Se o valor de k é muito alto ($k \rightarrow \infty$), a distribuição binomial negativa se aproxima da série de Poisson; quando o valor de k tende a zero, a distribuição binomial negativa tende para a série logarítmica (SOUTHWOOD, 1978).

2.5.3. Distribuição binomial positiva

É o modelo matemático que melhor responde a disposição regular ou uniforme do inseto, sendo que esta distribuição normalmente ocorre quando a presença de um indivíduo limita a presença de outros indivíduos na mesma unidade (RABINOVICH, 1980; PERECIN; BARBOSA 1992). Além disso, tem a variância

menor do que a média ($s^2 < m$) (SOUTHWOOD, 1978; ELLIOT, 1979; TAYLOR, 1984).

A função de probabilidades é obtida pela expansão do binômio $(p+q)^K$, onde p é a probabilidade de que um espaço qualquer seja ocupado por um indivíduo; $q = 1 - p$ é a probabilidade de não ocorrer a presença deste indivíduo e k é o número máximo de indivíduos que a unidade amostral poderá conter (GREIG-SMITH, 1964).

2.6. Amostragem Sequencial

A amostragem sequencial tem por base o teste sequencial da razão de verossimilhança, e caracteriza-se pela redução do número de amostragens e por consequência o tempo de amostragem total, bem como os custos empregados nesta operação, sendo que em certos casos, requer em média, amostras com um terço do tamanho que seria utilizado com a amostragem de tamanho fixo (WALD 1945; 1947).

De acordo com Barbosa (1992), a amostragem sequencial caracteriza-se por utilizar um conjunto de amostras de número variável ao invés de número fixo de amostragem por área estudada e neste tipo de amostragem, são testadas hipóteses sobre os parâmetros sem a necessidade de estimá-los.

Ainda de acordo com o mesmo autor, depois de formulada a hipótese, as unidades amostrais são examinadas em sequência até que os resultados acumulados tornem possível tomar a decisão de aceitá-la, rejeitá-la ou continuar amostrando, sendo assim, a cada amostragem toma-se uma dessas três decisões.

São necessários três requisitos básicos para o desenvolvimento de um plano de amostragem sequencial para insetos: primeiro, a obtenção de uma função de densidade de probabilidade que descreve a distribuição das contagens dos indivíduos de uma população; em segundo plano, o estabelecimento de um nível de dano econômico na forma de duas densidades populacionais críticas, tais que o dano ocorra se a população da variável escolhida ultrapasse o limite superior e não ocorra dano se a população ficar abaixo do limite inferior estabelecido, e por fim, o estabelecimento de uma seleção de níveis máximos de probabilidade de cometer erros na decisão sobre densidades populacionais, ou seja, a probabilidade α de

estimar uma densidade populacional não prejudicial como sendo prejudicial (erro tipo I) e a probabilidade β de estimar uma densidade populacional prejudicial como não sendo (erro tipo II) (RUESNIK; KOGAN, 1975).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição geral do experimento

O trabalho foi realizado em áreas de plantio comercial de cana-de-açúcar variedade RB966928 no Município de Santa Ernestina – SP, em dois anos agrícolas consecutivos, 2013/2014 e 2014/2015. As áreas eram dois talhões, localizados em 21°26'20,778" S e 48°17' 13,911" W, vizinhas entre si, entretanto, a idade das lavouras era diferentes em um ano, para que no momento das avaliações estas se encontrassem com mesma idade, sempre entre o segundo e o terceiro corte.

A escolha das áreas em específico foi feita após análise do histórico das áreas produtoras de cana-de-açúcar da região de Ribeirão Preto – São Paulo, Brasil, que é referência na produção da cultura (DINARDO-MIRANDA, 2008). Foi decidido pelas áreas que apresentavam histórico de ocorrência de *S. levis* nas últimas safras, concomitantemente com a facilidade de logística e mão-de-obra para amostragem.

Foram realizados todos os tratos culturais nos talhões, como correção do solo distribuição de adubo e controle de doenças e plantas daninhas quando necessário. No entanto foi tomado o cuidado de não se aplicar nenhum inseticida nos talhões.

Os campos de 1,05 ha foram divididos em 100 parcelas de 10 x 10,5 m (105 m²) cada parcela, totalizando. Em cada parcela através de duas trincheiras de aproximadamente 0,5 x 0,5 x 0,5m (largura x comprimento x profundidade), foi avaliado tanto a presença de larvas, pupas, adultos de *S. levis*, quanto à soma das formas biológicas (número de larvas, pupas e adultos) e os rizomas atacados pela praga (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Para avaliação da presença da praga, foram retirados a cada duas semanas, todos os rizomas das trincheiras de cana e seccionados minuciosamente para investigação. Aliado a isso, em cada parcela foi colocado uma armadilha à base de toletes de cana para a atração e captura de adultos. Esta armadilha constava de três

a quatro pedaços de colmo de cana-de-açúcar de aproximadamente 15cm de comprimento, cortados ao meio e tratados com melaço de cana a 10% (GIRÓN-PÉREZ et al., 2009). Os pedaços de colmo tratados eram dispostos em potes de 1L de plástico com tampa, transparentes /e redondo de dimensões 15 x 10 cm (diâmetro x profundidade). No centro da tampa foi feito um furo radial de um centímetro para que os adultos entrassem e não conseguissem mais sair. Esses potes foram dispostos em buracos no solo no centro de cada parcela, de modo que a tampa ficasse 1 cm acima do chão e cobertos pela palhada da própria cultura. A cada duas semanas esse potes eram limpos e montados novamente.

Os dados foram coletados a cada 14 dias sempre partindo do dia oito de maio de cada ano, data após o corte da cana-de-açúcar, sendo que foram realizadas 52 amostragens no total até o final de março de 2015.

Os dados então foram tabulados e calculados utilizando-se o programa Microsoft Excel® 2013.

3.2. Análise dos dados

3.2.1. Dinâmica populacional

O estudo da dinâmica populacional foi obtido com o número médio de larvas, pupas, adultos, formas biológicas e rizomas atacados, registrados a cada 14 dias. Esta última categoria foi inserida devido à tomada de decisão de controle ser realizada quando se encontra nas amostragens (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Foram confeccionadas figuras para demonstrar a dinâmica populacional e a influência dos fatores meteorológicos foi verificada por meio da análise de regressão múltipla com seleção de variáveis pelo método “stepwise” (DRAPER; SMITH, 1981), realizada pelo software SAS (SAS INSTITUTE, 1996).

Os fatores meteorológicos considerados foram: temperaturas (°C) máxima, mínima e média, precipitação pluvial (mm) e umidade relativa do ar (%) fornecidos pela Estação Agroclimatológica de São Simão (CPTEC – INPE). Para a temperatura e umidade, utilizou-se a média para o período de avaliação, enquanto para precipitação considerou-se a soma de precipitação registrada na semana.

3.2.2. Distribuição espacial

Para a análise da distribuição espacial dos dados de *S. levis*, foram calculadas as médias e as variâncias por parcela em cada época de amostragem das variáveis levantadas.

Razão variância/média. É o índice mais comum, também denominado índice de dispersão. É a relação entre a variância e a média ($I = s^2/m$), utilizada para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade, em que valores iguais a 1 indicam distribuição espacial aleatória, valores menores que 1, distribuição uniforme e valores maiores que 1, distribuição agregada (RABINOVICH, 1980).

O afastamento da aleatoriedade pode ser testado pelo teste de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade, $\chi^2 = (n-1) s^2/m$ (ELLIOTT, 1979).

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

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

Onde: n = número de unidades amostrais; x = número de da variável levantada.

O índice de Morisita quando igual a 1, diz-se que a distribuição é aleatória, quando maior que 1, diz-se que é distribuição contagiosa e, quando menor que 1, considera-se que a distribuição é regular ou uniforme. O afastamento da aleatoriedade pode ser testado por:

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

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

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

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

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

Expoente k da distribuição binomial negativa. A estimativa inicial dos valores de k foi feita pelo método dos momentos:

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

E, posteriormente, pelo método da máxima verossimilhança:

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

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

Neste índice valores negativos indicam distribuição uniforme, valores baixos e positivos ($k < 2$), disposição altamente agregada, valores variando de dois a oito indica uma agregação moderada e valores superiores a oito, distribuição aleatória (ELLIOTT, 1979; COSTA et al., 2010).

Estimativa do expoente k comum (kc). O método utilizado para calcular o k comum que representasse a maioria das datas de amostragem, foi o método da regressão ponderada proposto por BLISS e OWEN (1958).

A homogeneidade de k , foi testada através do teste de qui-quadrado com 49-2 graus de liberdade, onde G é o número de amostras, logo após, foi realizado o teste da análise de variância da regressão linear ponderada (teste da intersecção da regressão linear).

Para que o ajuste de kc seja aceito, o valor de F para a inclinação ($1/kc$) deve ser significativo, e o valor de F para o “intercepto versus zero” deve ser não significativo (BLISS; OWEN, 1958).

3.2.3. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial

O modelo probabilístico foi obtido em cada amostragem, onde foram testados os ajustes à distribuição de Poisson e binomial negativa.

Distribuição de Poisson. É a distribuição que melhor representa a distribuição espacial aleatória dos insetos e caracteriza-se por apresentar variância igual à média ($\sigma^2 = m$) (SOUTHWOOD, 1978).

As fórmulas para o cálculo da série de probabilidades são dadas por:

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

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

Distribuição binomial negativa. Este tipo de distribuição apresenta a variância maior do que a média ($\sigma^2 > \mu$), e possui dois parâmetros, a média (m) e o expoente k ($k > 0$) (TAYLOR, 1984).

A série de probabilidades pode ser calculada para uma amostra, através da fórmula recorrente dada por:

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

Em que,

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

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

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

O modelo apresenta bom ajuste aos dados originais, quando as frequências observadas e esperadas são próximas. Essa proximidade foi testada pelo teste de qui-quadrado, dado por:

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

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

O número de graus de liberdade do χ^2 é dado por ν = número de classes - nº de parâmetros estimado na amostra - 1, ou seja: $\nu = n_c - n_p - 1$.

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

3.2.4. Amostragem sequencial

Com os vários dados dos índices de dispersão e posteriormente os resultados dos testes de qui-quadrado (X^2) foi construído um único plano de amostragem sequencial com base no modelo de distribuição binomial negativa para o número de rizomas atacados por trincheira, uma vez que foi possível obter um k comum (k_c) que representasse a maioria das amostragens para os talhões do presente estudo.

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

Os níveis de controle adotados para elaboração dos planos de amostragem sequenciais consideraram as trincheiras avaliadas como amostragem (DINARDO-MIRANDA et al. 2000).

Os valores para os erros tipo I e II utilizados nos plano de amostragem sequencial foram $\alpha = \beta = 0,10$, sendo este valor o indicado para estudos com insetos, e os valores de h_0 , h_1 e α foram determinados em função do tipo de distribuição espacial da praga, que seguiu o modelo da binomial negativa neste caso, através das equações abaixo (YOUNG; YOUNG, 1998):

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

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

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

O teste consiste em:

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

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

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

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

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

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

Onde,

N = número de unidades amostrais a serem utilizadas na amostragem e S = soma das contagens.

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

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

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

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

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

Onde,

α = erro tipo I;

β = erro tipo II.

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

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

Esta relação permite expressar $CO(m)$ em função de m , arbitrando h , onde, k = expoente k da distribuição binomial negativa obtido pelo método de máxima verossimilhança ou pelo método dos momentos; sendo: $p_0 = m_0/k$; $p_1 = m_1/k$; $q_0 = 1 + p_0$ e $q_1 = 1 + p_1$.

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

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

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Dinâmica populacional de *S. levis* e relação com fatores climáticos

Ao analisar os fatores meteorológicos sobre a fase larval do gorgulho-da-cana, verificou-se que os fatores temperatura mínima e umidade foram os que afetaram esta fase de desenvolvimento do inseto (Tabela 1). Tanto a temperatura mínima (Figura 1) quanto a umidade relativa do ar (Figura 3) tiveram seus coeficientes negativos e significativos na análise de correlação e regressão múltipla Stepwise, ou seja, quanto maiores estes dois índices, menor será a densidade larval, sendo o contrário verdadeiro.

Os demais fatores meteorológicos analisados foram temperatura máxima, média (Figura 1) e precipitação (Figura 2), no entanto não influenciaram na ocorrência de larvas de *S. levis* durante o período avaliado.

Em ambos os anos estudados foi observado que a ocorrência de larvas teve pico entre o final de setembro e o início de agosto (Figura 1, 2 e 3), enquanto o mês de janeiro foi responsável pela menor média de ocorrência da praga. Logo se verifica que o número de larvas aumenta de fevereiro até setembro e declina a partir daí até janeiro.

Foi possível verificar que tanto os danos quanto a praga são possíveis de encontrar durante a safra inteira. Isso mostra o potencial de amostragem da praga pelas diferentes formas biológicas em cana crua. Entretanto, vale ressaltar que os danos são encontrados em maior quantidade, e devido o tamanho destes em comparação ao inseto, torna-se mais rápido e fácil de amostrar. Além do mais, os rizomas atacados ao contrário das larvas e pupas, não apresentaram durante os 24 meses de amostragem grandes oscilações de sua densidade, muito menos, chegaram a cessar sua ocorrência nas áreas.

Tabela 1. Modelos ajustados pelo método *stepwise* para larvas, pupas, adultos, formas biológicas e rizomas atacados por *Sphenophorus levis* e fatores meteorológicos. Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 e 2014/15.

Estádio	Variável	Estimativas dos coeficientes	R ² Modelo	F modelo	P
Larvas	Intercepto	3,96467	0,7601	178,05	< 0,0001
	Temp. Mínima	-0,11916	-	102,32	< 0,0001
	Umidade	-0,01956	-	28,59	< 0,0001
Pupas	Intercepto	2,06165	0,4051	44,12	< 0,0001
	Temp. Mínima	-0,0356	-	9,08	0,0041
	Precipitação	0,00136	-	3,22	0,0789
	Umidade	-0,0172	-	20,86	< 0,0001
Adultos	Intercepto	-0,45306	0,5431	11,37	0,0014
	Temp. Mínima	0,05833	-	54,41	< 0,0001
Formas Biológicas	Intercepto	5,17226	0,5019	83,33	< 0,0001
	Temp. Mínima	-0,09018		16,11	0,0002
	Umidade	-0,03168		20,63	< 0,0001
Rizomas Atacados	Intercepto	3,87488	0,4232	67,34	< 0,0001
	Temp. Mínima	-0,05585	0	9,66	0,0032
	Precipitação	0,00234	-	4,11	0,0481
	Umidade	-0,02679	-	21,86	<0,0001

R² = coeficiente de determinação;

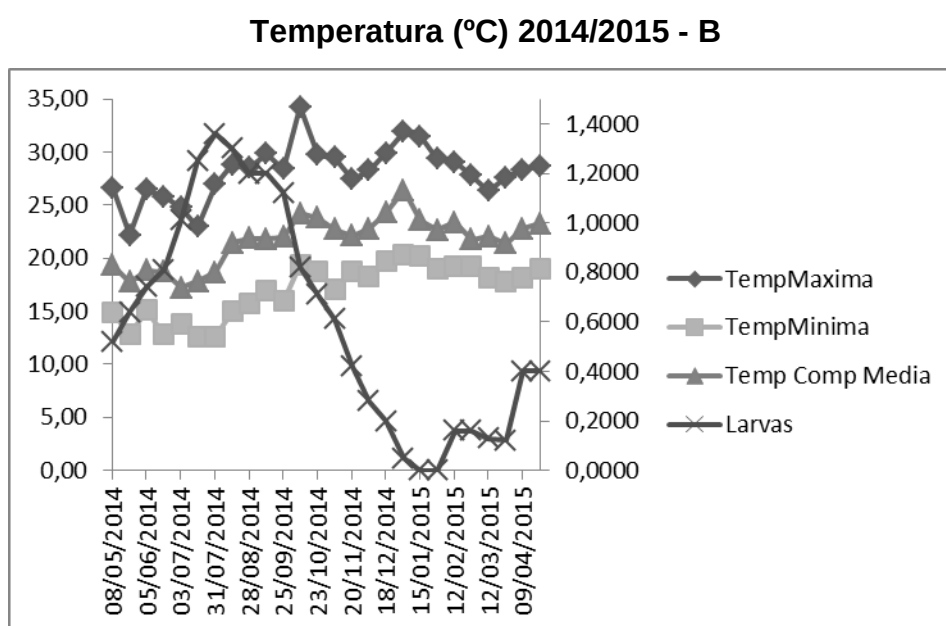
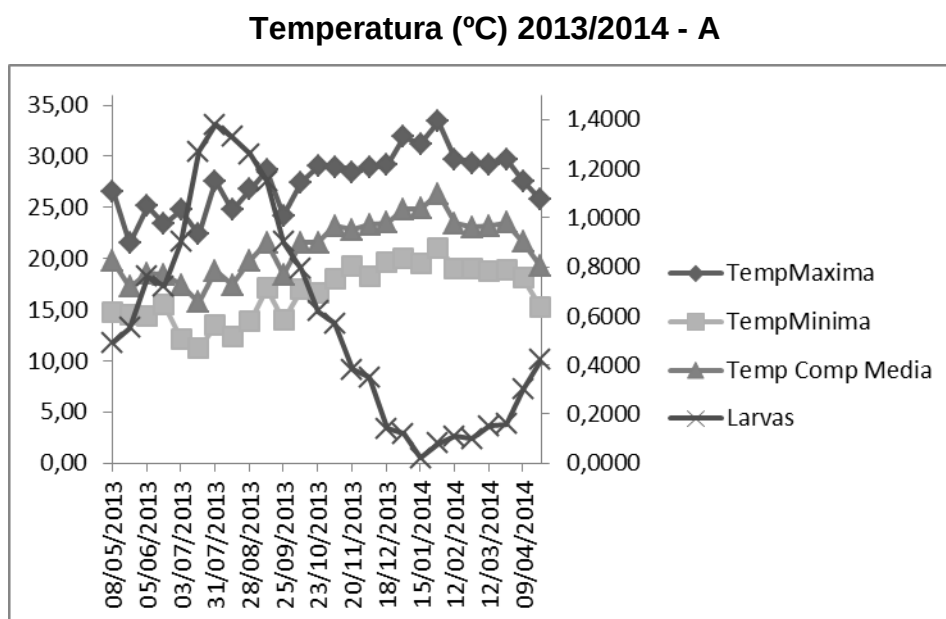


Figura 1. Número médio de larvas de *Sphenophorus levis* e relação com a temperatura (°C) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

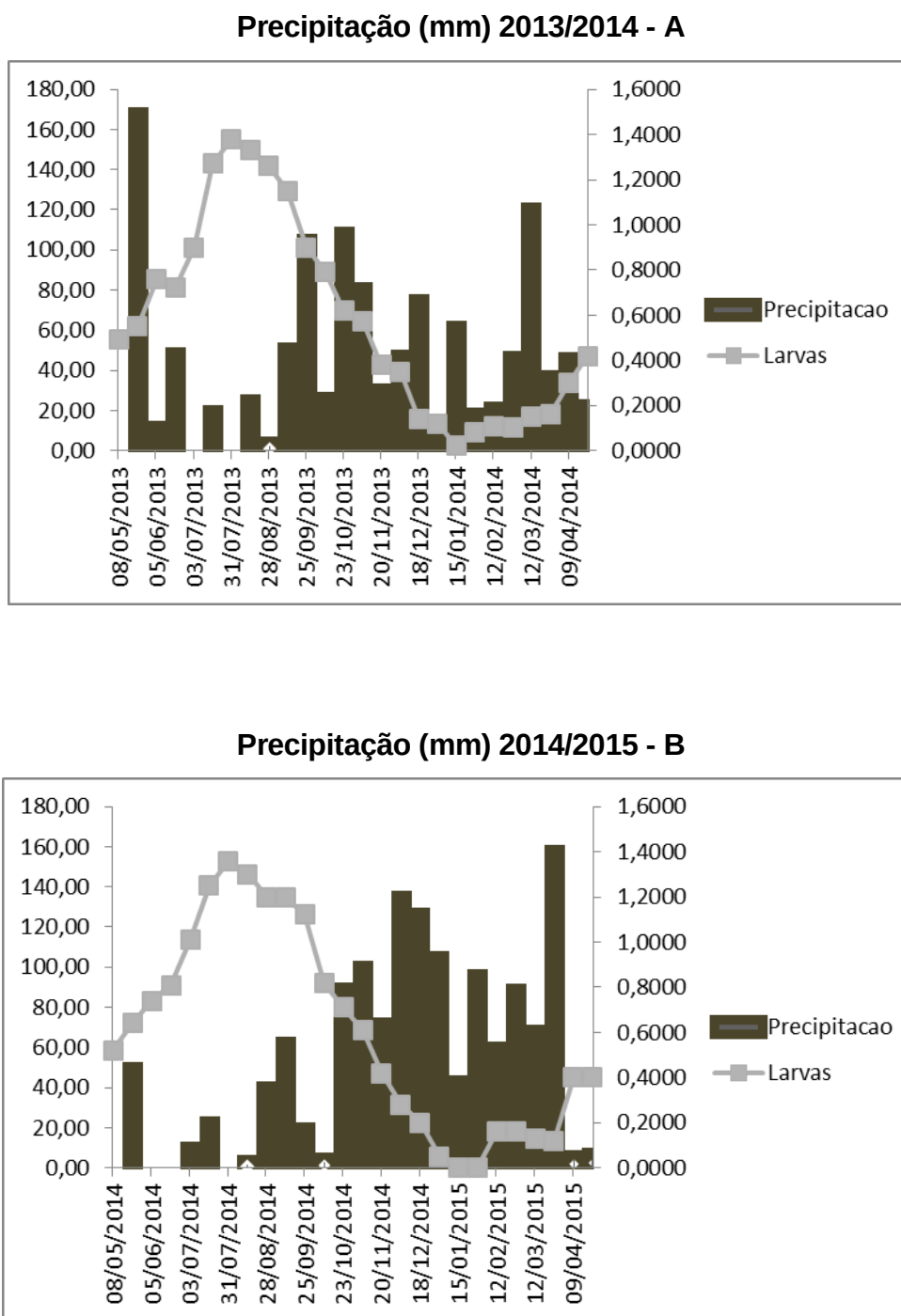
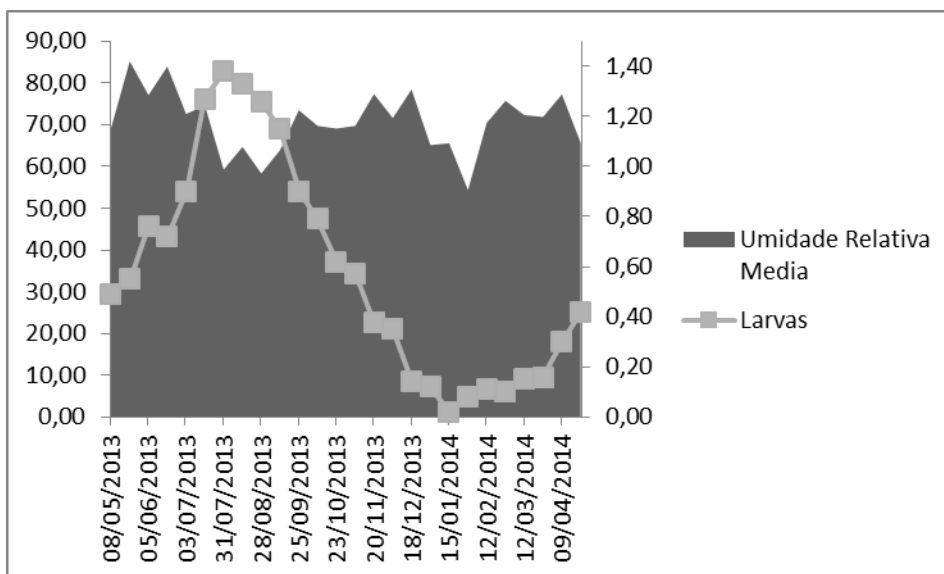


Figura 2. Número médio de larvas de *Sphenophorus levis* e relação com a precipitação (mm) – Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Umidade Relativa do ar (%) 2013/2014 - A



Umidade Relativa do ar (%) 2014/2015 - B

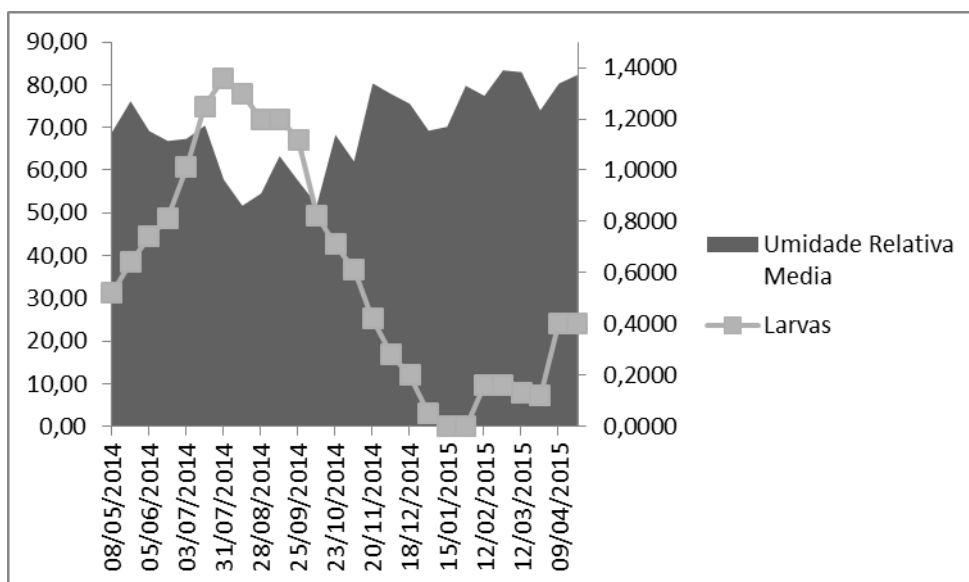


Figura 3. Número médio de larvas de *Sphenophorus levis* e relação com a umidade relativa do ar (%) – Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Quanto à densidade de pupas, o pico desta fase sucede o da densidade larval (Figura 4), ou seja, seu pico ocorre imediatamente após o das larvas. Isso ocorre em meados de agosto e persiste até novembro para as duas safras analisadas, mas neste período é possível verificar que ocorre uma pequena oscilação com picos e quedas da densidade desta fase inicial do gorgulho-da-cana. Após este período o número de pupas cai abruptamente e volta a crescer entre maio e junho.

A análise de Stepwise para esta fase mostra novamente que tanto a temperatura mínima quanto a umidade atuam de modo a diminuir a densidade da praga quando estes fatores meteorológicos encontram-se elevados (Tabela 1). Portanto, quando a densidade de pupas aumenta, estes fatores meteorológicos tem queda ao longo da safra (Figuras 4 e 6). Além disso, a precipitação teve papel contrário para a fase em questão (Figura 5), pois seu coeficiente foi positivo, mostrando que as pupas ocorrem no período onde há aumento da pluviosidade.

A temperatura máxima e a temperatura média (Figura 4) não exerceram influência na densidade populacional das pupas ao longo das safras de 2013/2014 e 2014/2015, o que é bem consistente pois há pupas do gorgulho-da-cana em quase todo o período da safra.

Os adultos de *S. levis* foram mais encontrados na última avaliação de janeiro, e menos encontrados no início de junho (Figura 7). Por outro lado, o mês de julho inicia o crescimento da densidade dos adultos, que se mantém em crescimento com até ocorrer o pico ao final do mês de janeiro, quando começa a diminuir a ocorrência.

A única variável meteorológica que foi significativa na análise de correlação e regressão múltipla foi a temperatura mínima (Tabela 1) que teve seu coeficiente positivo, indicando que este fator atua conjuntamente da densidade desta etapa da praga (Figura 7). Logo, quando a temperatura mínima aumenta a densidade aumenta, se ela diminuiu a densidade diminui.

Os demais fatores estudados para temperatura, precipitação e umidade relativa (Figuras 7, 8 e 9), não afetaram a variação da ocorrência dos adultos de *S. levis*.

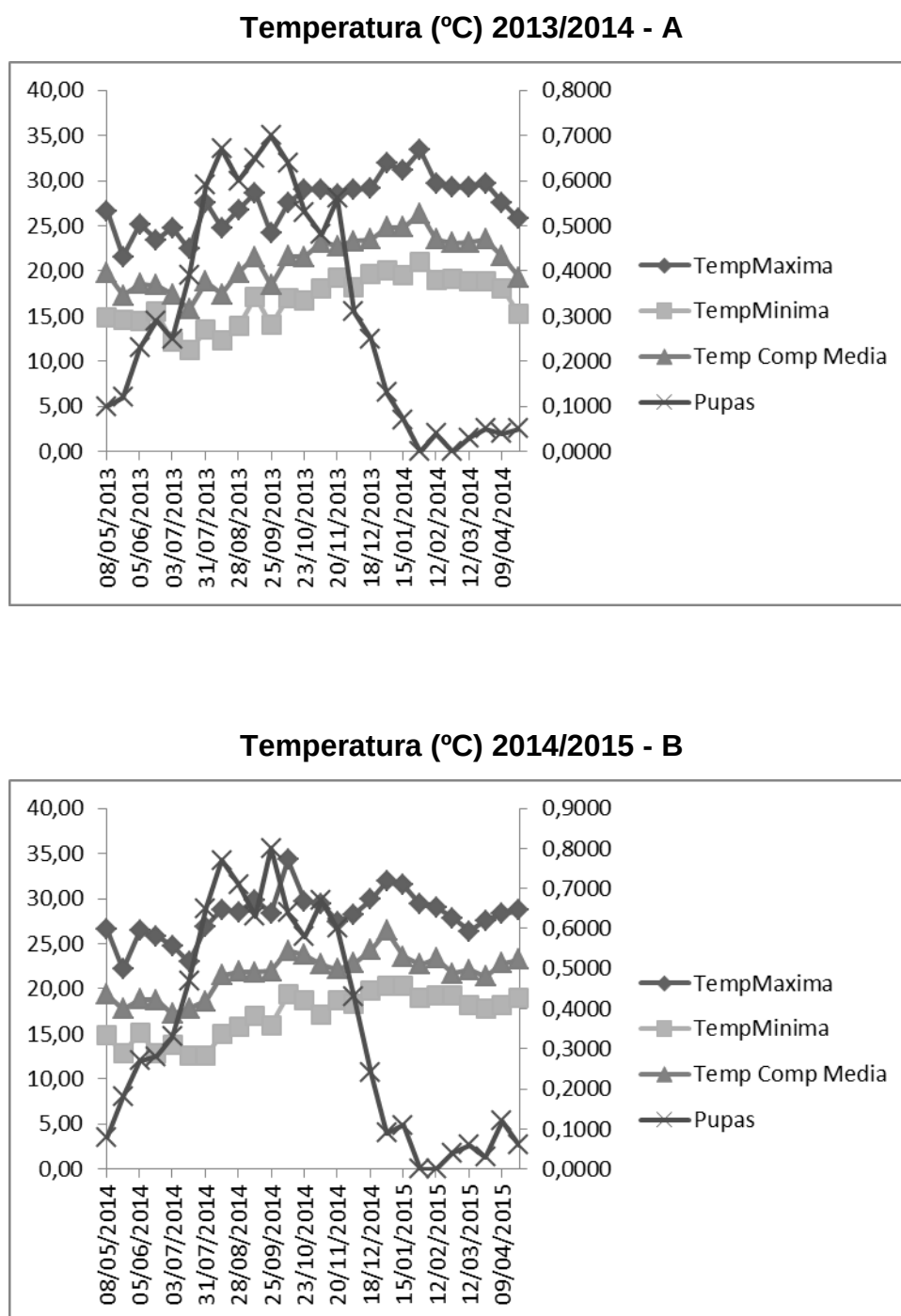
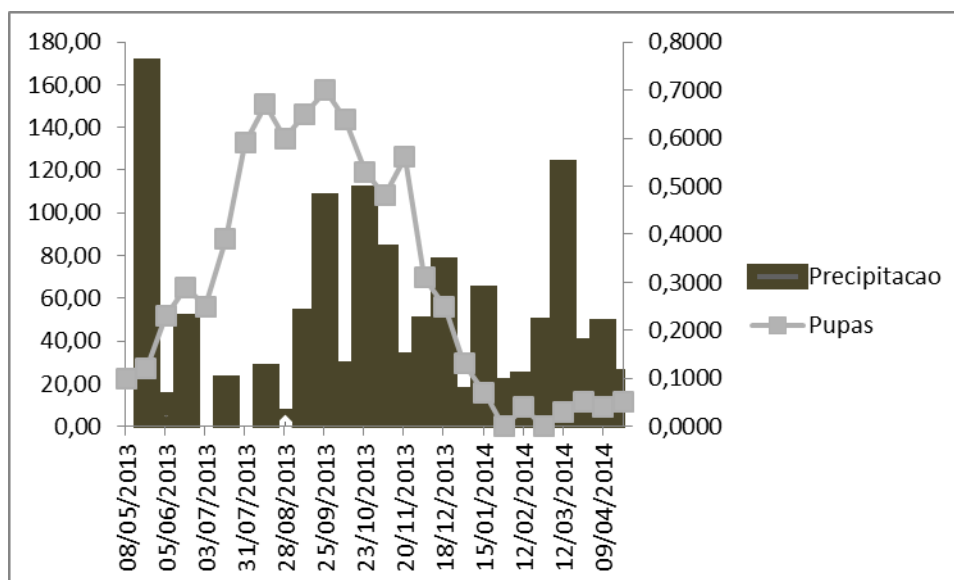


Figura 4. Número médio de pupas de *Sphenophorus levis* e relação com a temperatura (°C) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Precipitação (mm) 2013/2014 - A



Precipitação (mm) 2014/2015 - B

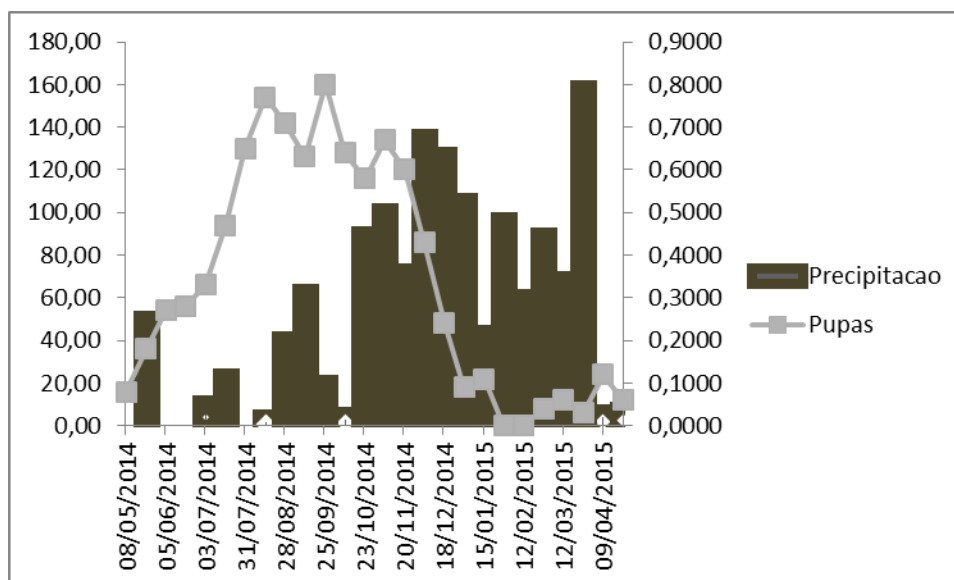
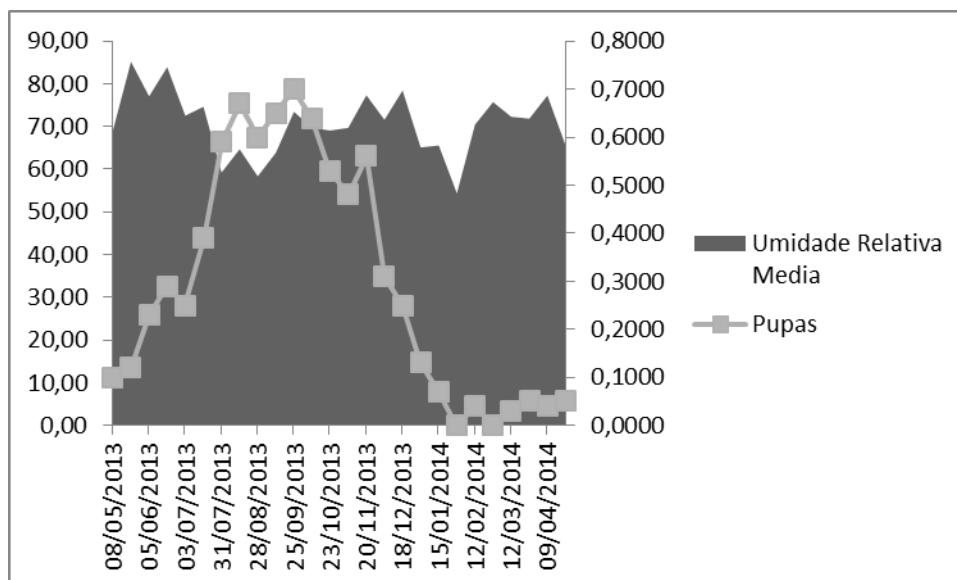


Figura 5. Número médio de pupas de *Sphenophorus levis* e relação com a precipitação (mm) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Umidade Relativa do ar (%) 2013/2014 - A



Umidade Relativa do ar (%) 2014/2015 - B

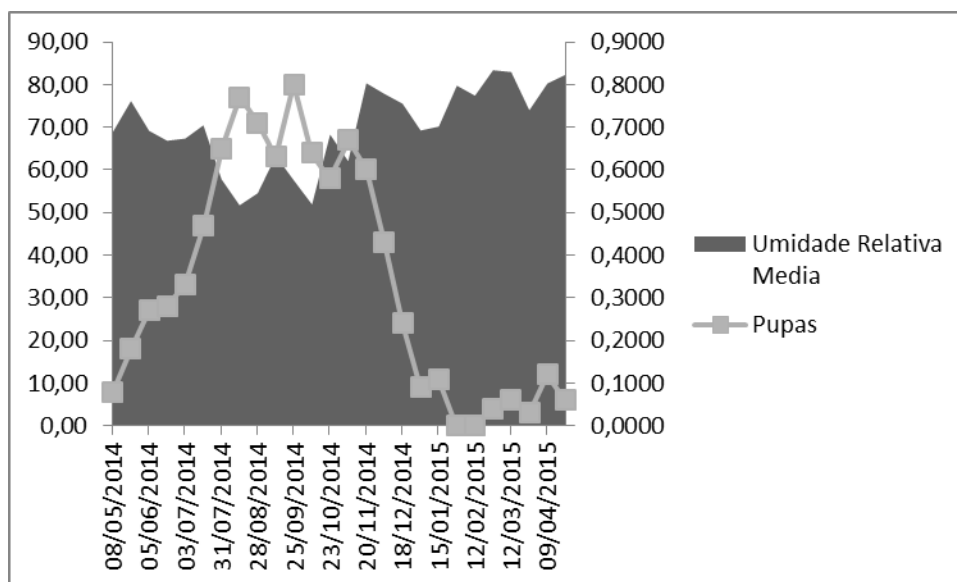
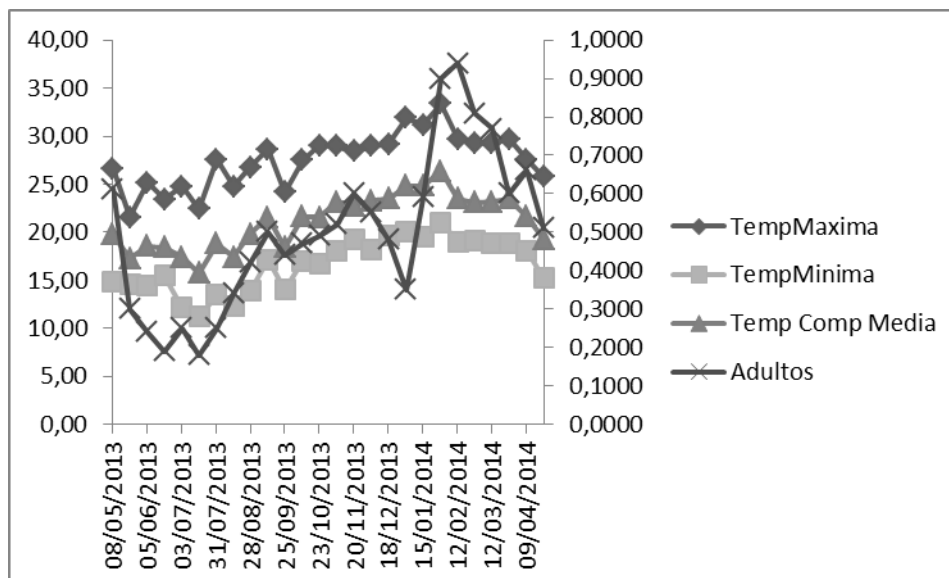


Figura 6. Número médio de pupas de *Sphenophorus levis* e relação com a umidade relativa do ar (%) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Temperatura (°C) 2013/2014 - A



Temperatura (°C) 2014/2015 - B

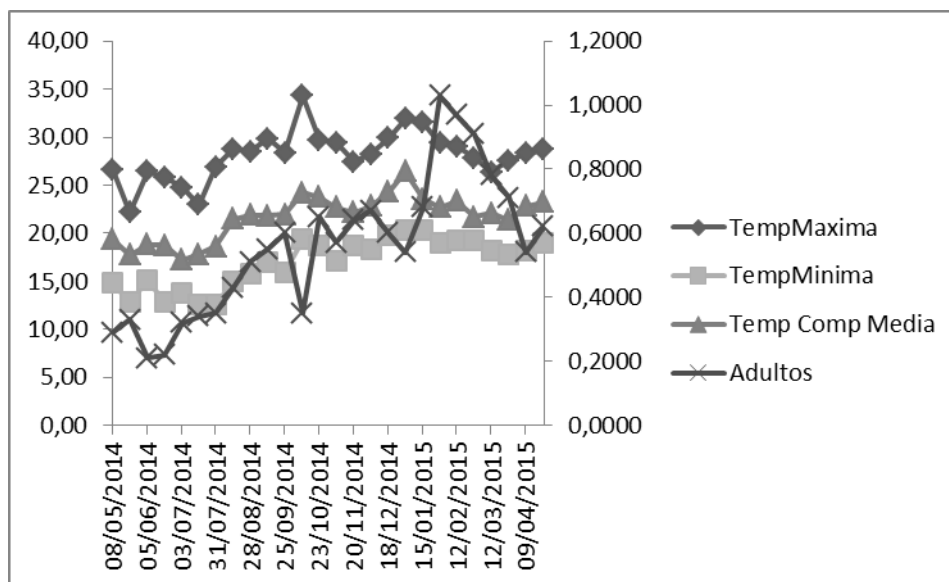


Figura 7. Número médio de adultos de *Sphenophorus levis* e relação com a temperatura (°C) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

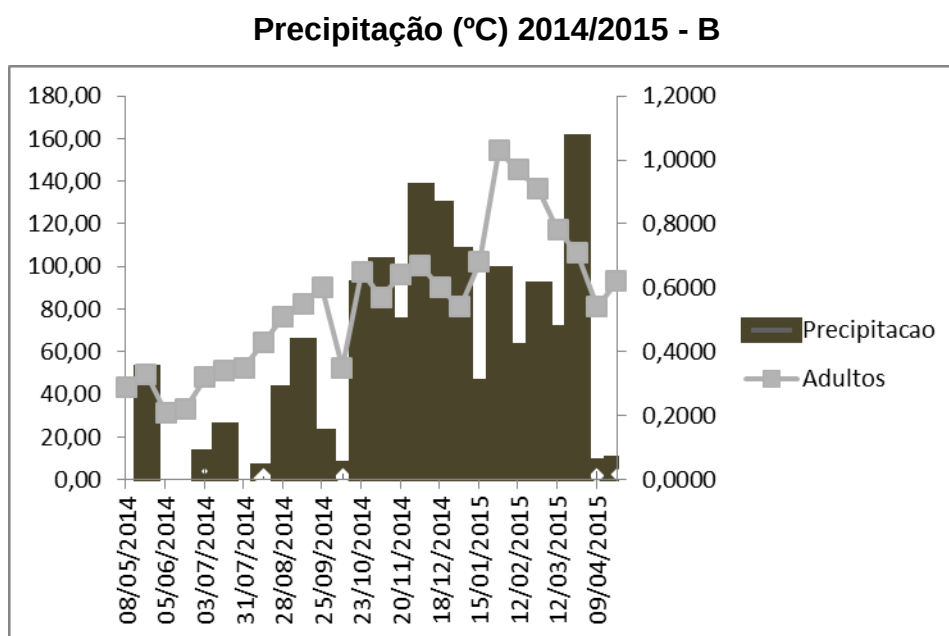
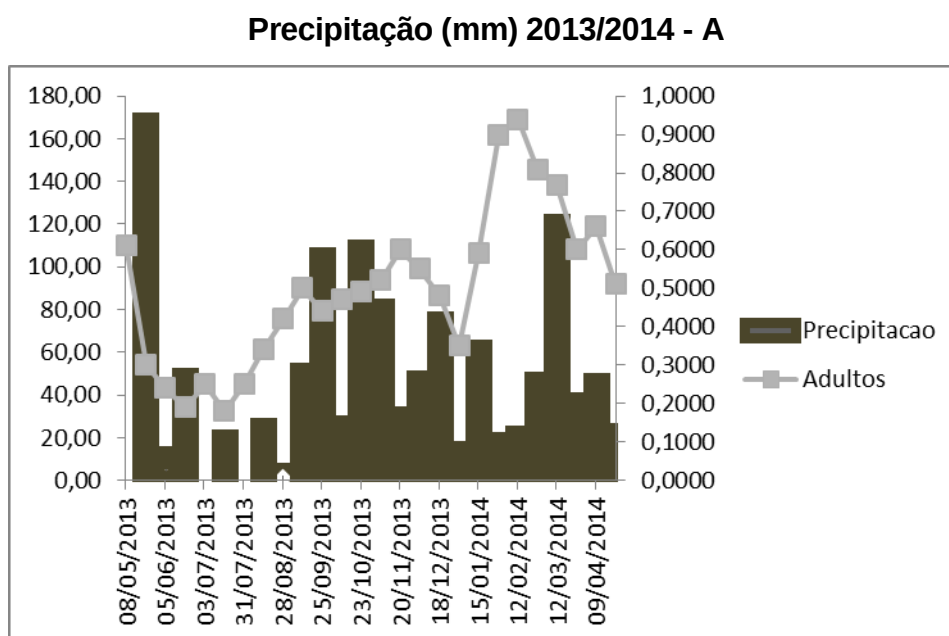
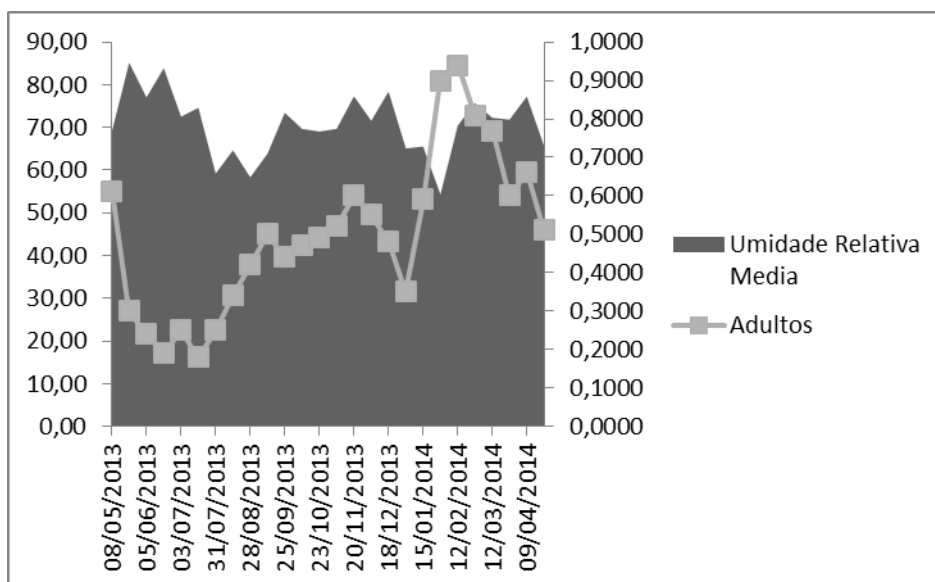


Figura 8. Número médio de adultos de *Sphenophorus levis* e relação com a precipitação (mm) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Umidade (%) 2013/2014 - A



Umidade (%) 2014/2015 - B

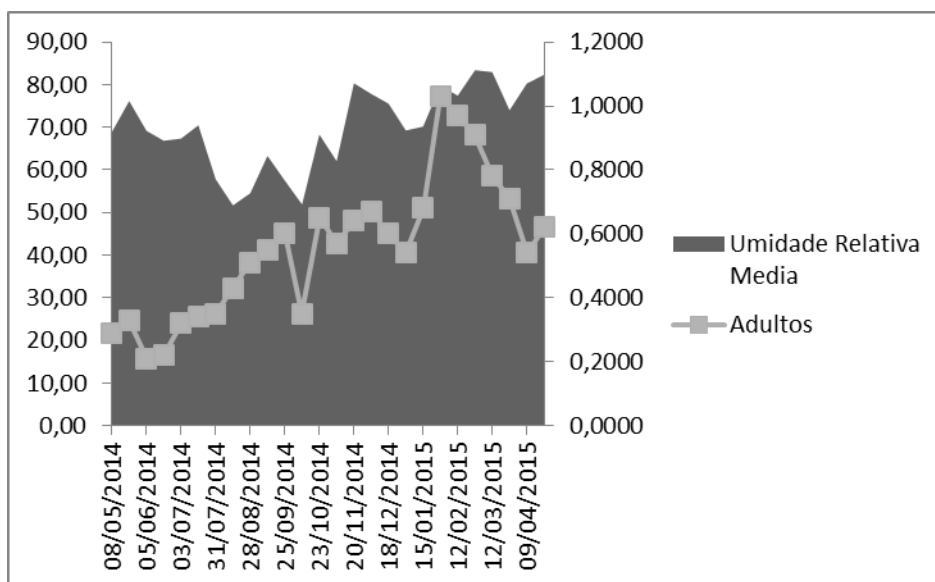


Figura 9. Número médio de adultos de *Sphenophorus levis* e relação com a umidade relativa do ar (%) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Quando analisadas as formas biológicas da praga, é notável a presença de um pico maior de ocorrência entre julho e setembro (Figura 10), o que se deve principalmente a soma da ocorrência das formas de larvas e pupas, e um pico de menor intensidade entre o final de janeiro até abril, o que corresponde a maior influência da densidade de adultos durante a safra. Além disso, pode-se afirmar que no começo do mês de janeiro é o período onde menos ocorre a praga na cultura da cana-de-açúcar.

A análise de Stepwise forneceu variáveis significativas e de coeficientes negativos a temperatura mínima e a umidade relativa (Tabela 1). Logo, estes dois fatores são os que influenciam na dinâmica das formas biológicas desta praga da cana-de-açúcar (Figuras 10 e 12). Quando há picos da densidade das formas biológicas do gorgulho, há queda dos fatores meteorológicos em questão.

A temperatura média, máxima, e a precipitação não foram influenciadoras da dinâmica da densidade de formas biológica (Figuras 10,11 e 12), portanto, não houve correlação destes.

Os danos nos rizomas de *S. levis* na cultura da cana são percebidos durante toda a safra (Figura 13), no entanto, existe uma grande similaridade com a dinâmica das larvas. Fato justificado, pois a larva é responsável pelos danos ocasionados à cultura, uma vez que o dano ocasionado pelo adulto é menor em dimensão e se concentra apenas na região do colo da planta, ou seja, raramente encontram-se nos rizomas os danos de adultos da praga.

Com isso, a maior ocorrência de danos em rizomas de cana-de-açúcar ocorre entre o final de julho e o início de novembro. Por outro lado, a menor contagem de danos foi observada em abril.

O estudo dos fatores meteorológicos para os danos nos rizomas da cultura indicam que há influência da precipitação de forma positiva (Tabela 1), pois há favorecimento dos danos nos rizomas quando há maior índice pluviométrico, e de modo adverso atuam a temperatura mínima e a umidade relativa do ar.

Segundo Silveira Neto et al. (1976), a temperatura ótima para o desenvolvimento de insetos é em média 25°C, por outro lado Degaspari et al. (1987) ao estudarem a biologia e flutuação populacional da praga viram melhores resultados específicos de desenvolvimento para *Sphenophorus levis* em condições

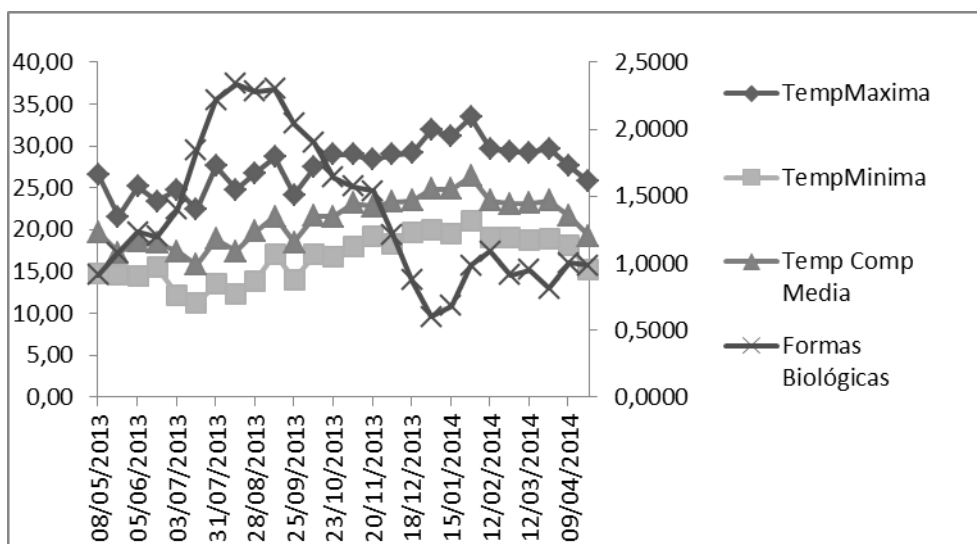
entre 27 a 30°C. Os dados dos últimos autores ajudam a explicar a ocorrência maior de adultos em épocas com temperaturas mais elevadas. Além disso, estes autores também verificaram a correlação positiva da temperatura mínima com a ocorrência dos adultos

A temperatura mínima foi uma constante que influenciou na dinâmica das diferentes fases de *S. levis*, e para os danos ocasionados pela larva. Para todas as fases avaliadas e os rizomas atacados ela atua de modo inverso a sua ocorrência. E somente para os adultos ela age em mesma intensidade. Isso provavelmente ocorre devido à temperatura máxima e média que foi constatada durante a execução dos levantamentos estarem em patamares ideais para o desenvolvimento da praga, como verificado por Dupuy e Ramirez (2016) com diversas espécies de *Sphenophorus* em gramíneas.

O aumento da temperatura mínima está relacionado com o aumento da temperatura do solo durante a noite, fato este que explica o porquê a temperatura mínima ser em alguns momentos perto da limitante nas épocas mais quentes para o desenvolvimento das fases iniciais do gorgulho-da-cana, este fato foi inicialmente verificado por Mail (1930), que relacionou a ocorrência de diversos insetos subterrâneos e a temperatura do solo.

Quanto à pequena influência da precipitação sobre a dinâmica populacional do gorgulho e de seus danos, pode ser devido ao hábito subterrâneo do inseto aliado ao total precipitado no período das duas safras, 1149 mm em 2013/2014 e 1326,50 mm em 2014/2015, chuvas normais para a região do ensaio (CEPETEC 2016) aliado à textura mais arenosa do solo, o que promove uma boa infiltração e escoamento, não prejudicando as formas mais móveis do inseto mesmo embaixo na sob o solo (EMBRAPA, 2013), e o que provavelmente fez atuar significante mente nas pupas e rizomas atacados, considerados sésseis.

Temperatura (°C) 2013/2014 - A



Temperatura (°C) 2014/2015 - B

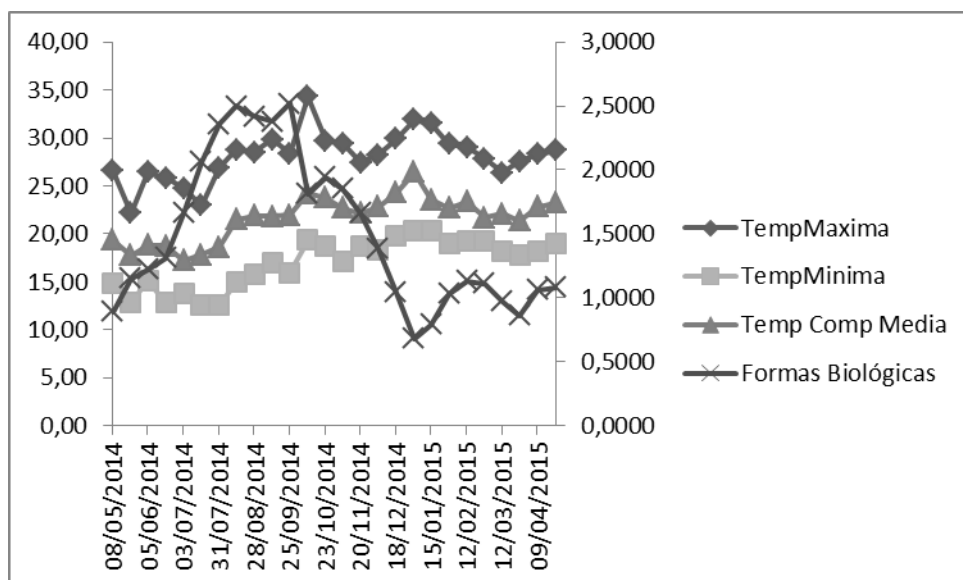


Figura 10. Número médio de formas biológicas de *Sphenophorus levis* e relação com a temperatura (°C) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

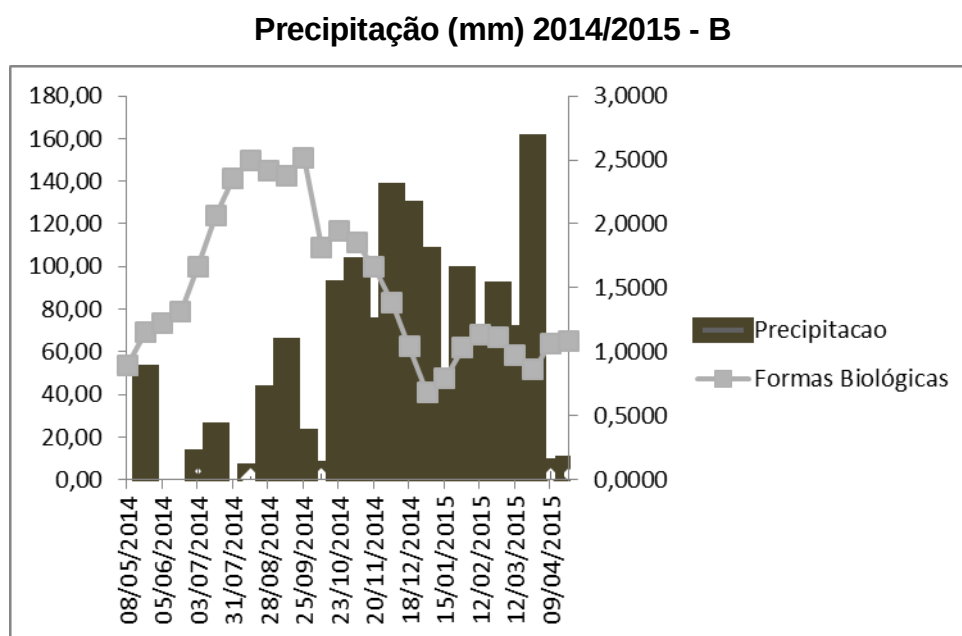
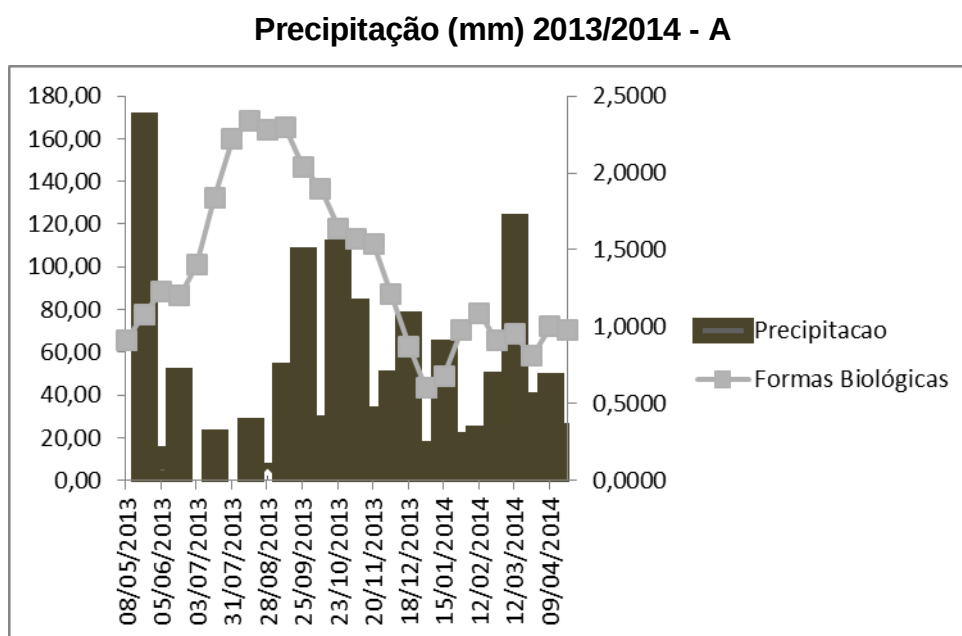
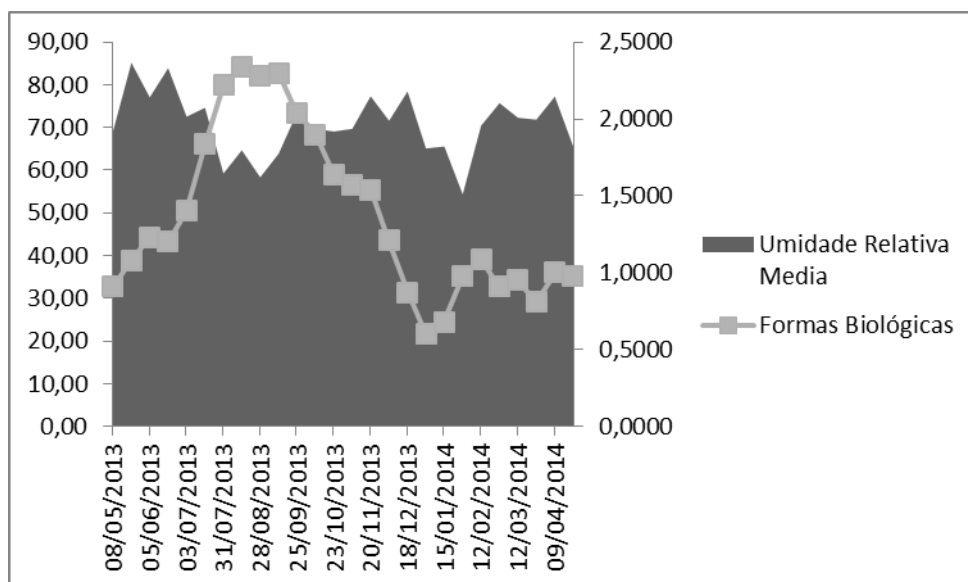


Figura 11. Número médio de formas biológicas de *Sphenophorus levis* e relação com a precipitação (mm) – Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Umidade Relativa do ar (%) 2013/2014 - A



Umidade Relativa do ar (mm) 2014/2015 - B

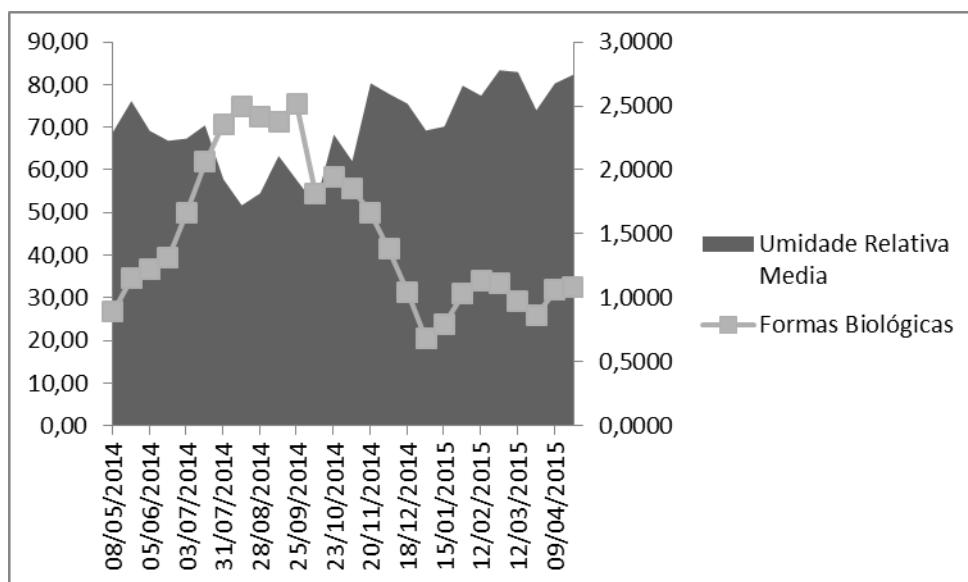


Figura 12. Número médio de formas biológicas de *Sphenophorus levis* e relação com a umidade relativa do ar (%) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

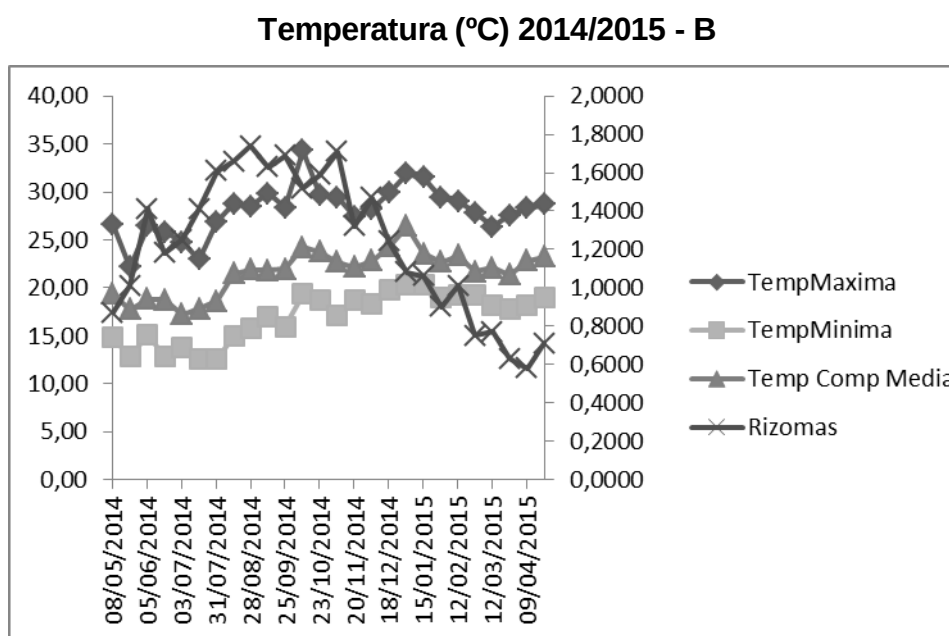
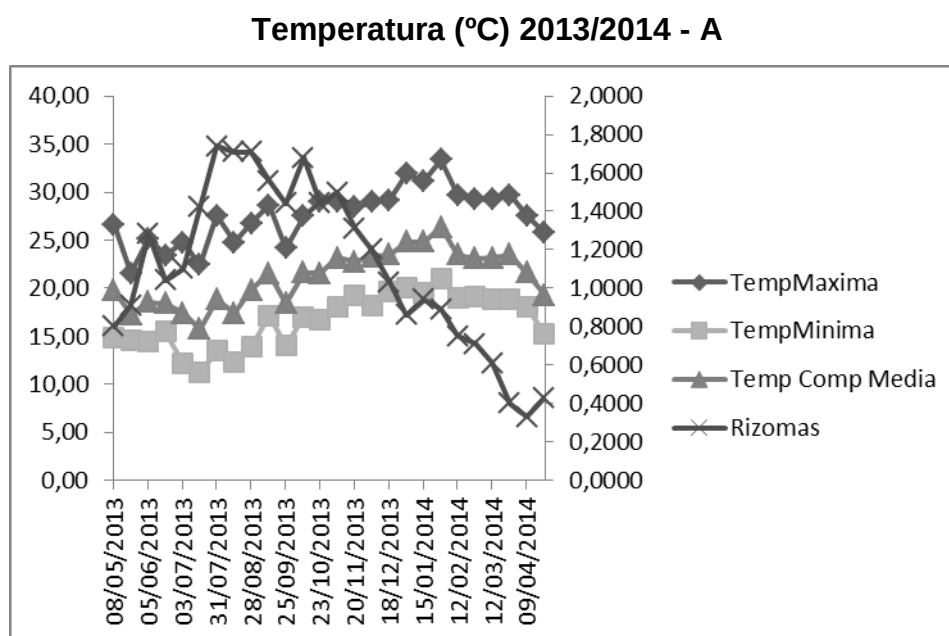


Figura 13. Número médio de rizomas atacados por *Sphenophorus levis* e relação com a temperatura (°C) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

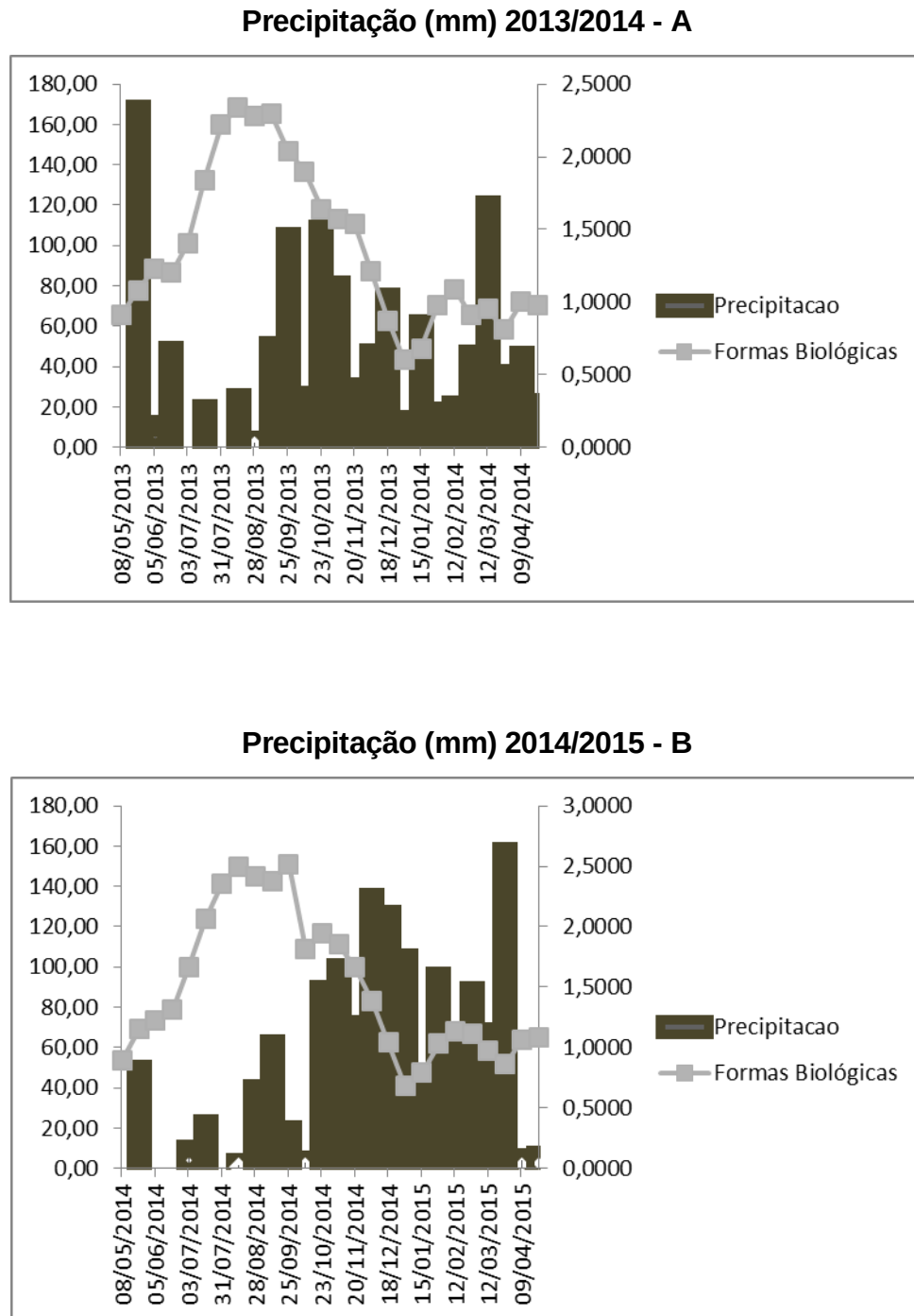
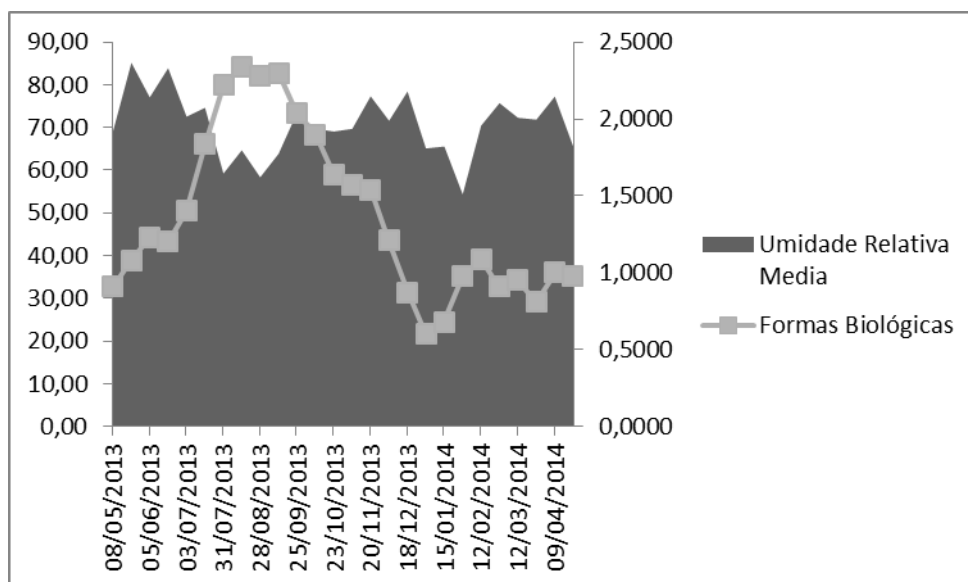


Figura 14. Número médio de rizomas atacados por *Sphenophorus levis* e relação com a precipitação (mm) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

Umidade Relativa do ar (%) 2013/2014 - A



Umidade Relativa do ar (%) 2014/2015 - B

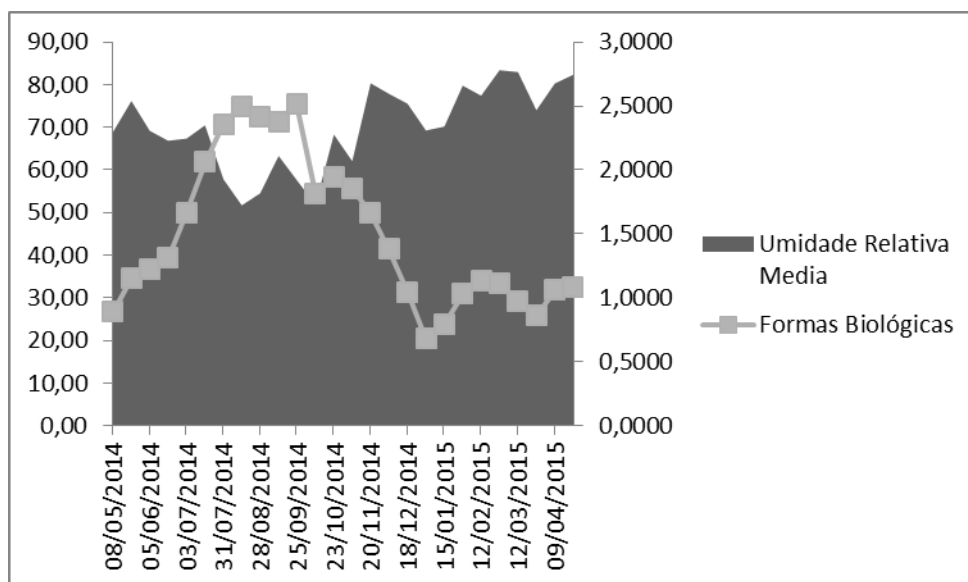


Figura 15. Número médio de rizomas atacados por *Sphenophorus levis* e relação com a umidade relativa do ar (%) - Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 (A) e 2014/15 (B).

4.2. Distribuição espacial de *S. levis*

Os índices de dispersão para a presença de larvas de *S. levis* nas duas áreas estudadas nas safras de 2013/2014 e 2014/2015, são apresentadas nas Tabelas 2 e 3. Nas duas respectivas safras, houve apenas duas avaliações em que não foram observadas larvas, sendo isso somente observado na safra de 2014/15. Logo, 96% das avaliações foram úteis para fomentar informações sobre os índices de dispersão para a razão variância-média, índice de Morisita e coeficiente de Green. Entretanto, devido à baixa ocorrência de larvas que ocorre entre dezembro e março, nas duas safras, não foi possível obter o índice do expoente k da Binomial Negativa, pois não se obteve graus de liberdade suficiente. Portanto sendo possível de utilizar este último índice em aproximadamente 77% das avaliações para larvas de *S. levis*.

Ao analisar os índices para larvas do gorgulho da cana, ficou muito claro que para esta fase biológica há um padrão de agregação. Afinal, em todas as datas possíveis de se aferir e todos os indicadores foram para a agregação durante as duas safras. Isso é devido a todos os valores de razão variância-média (I) serem superiores a um, todos os valores para o índice de Morisita (I_d), serem superiores a unidade, e os valores para o coeficiente de Green (C_x) serem positivos e nunca iguais a zero. Por fim, ao analisar os dados do expoente k da binomial negativa, verifica-se uma alta agregação de larvas, pois são valores baixos e positivos ($k < 2$).

Ao estudar as pupas de *S. levis* (Tabela 2 e 3), ocorreram 11 avaliações em que não foi possível trabalhar com o expoente k da binomial negativa, devido a baixa ocorrência ou ausência de pupas verificado nas touceiras das trincheiras na safra de 2013/2014. Já na safra de 2014/2015 este número foi maior, sendo apenas em 10 avaliações a não obtenção do índice devido a falta de graus de liberdade. Dentre essas 21 datas durante os dois anos, em apenas quatro, aproximadamente 7,7%, verificou-se a ausência de pupas no campo, o que corresponde ao período entre janeiro e fevereiro de 2015. Portanto isso não permitiu o levantamento dos demais índices nessas épocas de avaliações. Já nas demais épocas de avaliações, foi possível trabalhar com todos os índices propostos. A variável pupas de *S. levis* demonstrou-se a variável mais limitante no estudo de distribuição espacial com os índices, devido as médias de ocorrência serem mais baixas para esse estágio de

desenvolvimento, o que é normal devido a própria viabilidade da população em campo sofrer baixas ao longo do desenvolvimento, e principalmente, ao pequeno período que compreende esta fase de desenvolvimento do inseto (BARRETO-TRIANA, 2009).

Ainda, com exceção de uma data de avaliação que há indicativo de distribuição uniforme pelos índices, muito provável pela baixa ocorrência no início de Abril de 2014, os índices de dispersão demonstram um padrão de distribuição agregada nas para o restante do período avaliado no ano. Portanto, os dados de razão variância-média (I) apresentaram valores maiores que um, o mesmo se observa para o índice de Morisita (I_d). Já o coeficiente de Green (C_x) para a fase de pupa apresentou valores positivos. O expoente k da Binomial Negativa retorna valores tendendo a zero, representando uma alta agregação para a espécie nesta fase de desenvolvimento na cultura da cana-de-açúcar, algo que é esperado devido ao observado para a fase de larvas.

Em relação aos adultos da praga, sua ocorrência foi observada durante ambas safras (Tabela 2 e 3), mesmo que a média observada alcançasse pequenos valores, estes ainda permitiram o estudo completo da distribuição da forma adulta do gorgulho da cana. Logo, foi verificado que os índices de distribuição para a fase adulta também apontam para a distribuição altamente agregada, pois todos os valores para a razão variância-média e o índice de Morisita são maiores que um, os valores para o coeficiente de Green são positivos e o expoente k da binomial negativa apresentam-se menores do que dois por todo o período.

Para a soma de todas as formas biológicas da praga ao longo dos ciclos produtivos da cultura avaliados, não se observou alteração na forma de distribuição da praga. Os índices são bem notáveis para demonstrar uma alta agregação ao longo das duas safras. Entretanto, poderia se esperar algo diferente, com a movimentação dos adultos em superfície, mas a baixa mobilidade de adultos, aliado a alta agregação dos estágios anteriores, são o suficiente para caracterizar a distribuição da espécie como altamente agregada.

Os rizomas de cana-de-açúcar atacados pelo gorgulho da cana são encontrados com mais facilidade do que o inseto em si. Mesmo assim, obedecem ao mesmo padrão de distribuição agregada da praga, cujos índices são todos

indicadores de distribuição altamente agregada. Um fato que pode ser notado é que se encontra em uma mesma trincheira rizomas atacados em diferentes épocas, fato que se nota devido à decomposição do material.

A análise dos dados de rizomas atacados por *S. levis*, revelou-se uma boa fonte de material para a amostragem da praga, pois é possível verificar durante todo o ano informações sobre o ataque, e isso, é independente da presença do inseto na avaliação. Além disso, o rizoma atacado é de fácil identificação e contagem, ao contrário dos outros tipos de variáveis verificadas para o estudo da distribuição. Isso ocorre porque os rizomas são de maior tamanho, o que o torna menos complexo e demorado o ato de amostrar. Mesmo assim, isso não exime a necessidade de seccionar todo o material em busca das galerias e/ou minas, mas já fica mais rápido, pois não é necessário procurar a praga. Outros fatores que facilitam a avaliação é a presença das fezes do gorgulho, os orifícios de entrada e saída dos rizomas e até mesmo a presença de restos da ecdise do inseto.

Em relação ao teste de ajuste à distribuição de frequência, mais uma vez as análises para as formas de *S. levis* mostraram uma hegemonia para a distribuição agregada ao longo das duas safras avaliadas (Tabelas 4 e 5).

As análises de ajuste à distribuição de frequência, portanto, confirmam os dados do estudo dos índices de dispersão em quase todas as datas. As exceções são as datas onde ocorreram pouca contagem de para larvas e pupas. Isto fica claro nos períodos onde a ocorrência destes dois estágios da praga na cana-de-açúcar não permitiu ajuste à distribuição Binomial Negativa, com ajuste somente à distribuição de Poisson nesses períodos somente para estes estágios, caracterizando a distribuição aleatória da praga neste caso.

Tabela 2. Índices de dispersão para larvas, pupas, adultos, formas biológicas e rizomas atacados de *Sphenophorus levis* atacados na cultura da cana-de-açúcar. Santa Ernestina – SP, Brasil, 2013/2014. Continua...

Variável	Índices	Épocas de Amostragem												
		08/05/2013	22/05/2013	05/06/2013	19/06/2013	03/07/2013	17/07/2013	31/07/2013	14/08/2013	28/08/2013	11/09/2013	25/09/2013	09/10/2013	23/10/2013
Larvas	m	0,4900	0,5500	0,7600	0,7200	0,9000	1,2700	1,3800	1,3300	1,2600	1,1500	0,9000	0,7900	0,6200
	s ²	1,3231	1,7050	1,5378	2,0420	3,0808**	3,6334	4,4602	4,2637	3,7095	3,3005	2,5960	1,9454	1,5309
	I	2,7003**	3,0992**	2,0234**	2,8361**	3,4231**	2,8610**	3,232**	3,2058**	2,944**	2,8700**	2,8844**	2,4625**	2,4692**
	Id	4,5068**	4,8485**	2,3509**	3,5603**	3,6953**	2,4622**	2,6129**	2,6544**	2,5397**	2,6240**	3,0961**	2,8562**	3,3845**
	Cx	0,0354**	0,0389**	0,0136**	0,0258**	0,0272**	0,0148**	0,0163**	0,0167**	0,0156**	0,0164**	0,0212**	0,0187**	0,0241**
	k mom	0,2882	0,262	0,7426	0,3921	0,3714	0,6824	0,6183	0,6030	0,6481	0,6148	0,4776	0,5402	0,4220
k máx.ver	0,1689	0,1644	0,4685	0,3193	0,2204	0,4054	0,3096	0,3299	0,3747	0,3380	0,3059	0,3395	0,2323	
Pupas	m	0,1000	0,1200	0,2300	0,2900	0,2500	0,3900	0,5900	0,6700	0,6000	0,6500	0,7000	0,6400	0,5300
	s ²	0,1919	0,1673	0,5021	0,8342	0,5934	1,0080	1,4160	1,8799	1,5556	1,6843	1,9230	1,3034	1,1809
	I	1,9191**	1,3939**	2,1831**	2,8767**	2,3737**	2,5846**	2,4001**	2,8058**	2,5923**	2,5913**	2,7561**	2,0366**	2,2281**
	Id	11,1111**	4,5454**	6,3241**	7,6355**	6,6667**	5,1282**	3,389*	3,7087**	3,6723**	3,4615**	3,5197**	2,6290**	3,3382**
	Cx	0,1021**	0,0358*	0,05378**	0,0670**	0,0572**	0,0417**	0,02414**	0,0274**	0,0269**	0,0249**	0,0255**	0,0165**	0,0236**
	k mom	-	-	0,1944	0,1545	0,1820	0,2461	0,4214	0,3710	0,3767	0,4085	0,3986	0,6174	0,4316
k máx.ver	-	-	0,1234	0,0904	0,1095	0,1475	0,2690	0,1752	0,1954	0,1831	0,1861	0,3428	0,2788	
Adultos	m	0,6125	0,3000	0,2400	0,1900	0,2500	0,18	0,2500	0,3400	0,4200	0,5000	0,4400	0,4700	0,4900
	s ²	0,6960	0,7575	0,5479	0,3575	0,5328	0,4521	0,5126	0,9741	1,1956	1,5253	0,8145	1,0799	1,1211
	I	2,9596**	2,5252**	2,2828**	1,8814**	2,1313**	2,5118**	2,0505**	2,8651**	2,8466**	3,0505**	1,8514**	2,2977**	2,2880**
	Id	7,2581**	6,2069**	6,5217**	5,8480**	5,6667**	9,8039**	2,3333**	6,5954**	5,4588**	5,1429**	2,9598**	3,7928**	3,6565**
	Cx	0,0632**	0,0526**	0,0558**	0,0490*	0,0471**	0,0889**	0,0438**	0,0565**	0,0450**	0,0418**	0,0198*	0,0282**	0,0268**
	k mom	0,1633	0,1967	0,1871	0,2155	0,2210	0,1191	0,2380	0,1823	0,2274	0,2438	0,5169	0,3622	0,3804
k máx.ver	0,0823	0,1262	0,1154	0,1342	0,1362	0,1067	0,1672	0,1443	0,1517	0,1605	0,2705	0,2303	0,2218	
Formas biológicas	m	0,9100	1,0800	1,2300	1,2000	1,4000	1,8400	2,2200	2,3400	2,2800	2,3000	2,0400	1,9000	1,6400
	s ²	2,2847	3,1248	2,9667677	3,7374	4,2020	4,8226	6,1935	7,1156	6,8703	6,0505	6,7661	5,8889	5,7075
	I	2,5107**	2,8934**	2,4120**	3,1144**	3,0014**	2,6210**	2,7899**	3,0408**	3,0133**	2,6307**	3,3167**	3,0994**	3,4802**
	Id	2,6618**	2,7518**	2,1458**	2,7591**	2,4255**	1,8769**	1,8018**	1,8671**	1,8780**	1,7050**	2,1298**	2,0997**	2,5064**
	Cx	0,0168**	0,0177**	0,0116**	0,0178**	0,0144**	0,0089*	0,0081**	0,0088**	0,0089**	0,0071**	0,0114**	0,0111**	0,0152**
	k mom	0,6024	0,5704	0,8711	0,5675	0,6995	1,1351	1,2403	1,1466	1,1325	1,4105	0,8806	0,9050	0,6612
k máx.ver	0,3395	0,3229	0,6055	0,5435	0,4144	0,7513	0,8790	0,7645	0,7550	0,9315	0,4774	0,5146	0,3687	
Rizomas atacados	m	0,8000	0,91	1,2800	1,0400	1,1000	1,4200	1,7400	1,7100	1,7100	1,5600	1,4400	1,6800	1,4400
	s ²	3,0101	4,2039	2,9713	3,1095	3,7071	6,1248	6,9216	6,8342	6,8342	6,5923	3,7842	6,0986	3,6024
	I	3,7626**	4,6197**	2,3213**	2,9899**	3,3701**	4,3132**	3,9779**	3,9966**	3,9966**	4,2258**	2,6279**	3,6301**	2,5017**
	Id	4,4620**	4,9817**	2,0300**	2,9126**	3,1526**	3,3263**	2,7041**	2,7451**	2,7451**	3,0604**	2,1270**	2,5592**	2,0396**
	Cx	0,0350**	0,0402**	0,0104**	0,0193**	0,0217**	0,0235**	0,0172**	0,0176**	0,0176**	0,0208**	0,0114**	0,0157**	0,0150**
	k mom	0,2896	0,2514	0,9687	0,5226	0,4641	0,4286**	0,5842	0,5706	0,5706	0,4836	0,8846	0,6388	0,9589
k máx.ver	0,1735	0,2028	0,6255	0,4970	0,4447	0,2715	0,3183	0,2894	0,2894	0,2035	0,5360	0,5042	0,5838	

m = média amostral; s^2 = variância amostral; I = razão variância/média; Id = Índice de Morisita; Cx = Coeficiente de Green; k_{mom} = k pelo método dos momentos; $k_{máx.ver.}$ = k pelo método da máxima verossimilhança; **significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 2. Continuação: Índices de dispersão para larvas, pupas, adultos, formas biológicas e rizomas atacados de *Sphenophorus levis* atacados na cultura da cana-de-açúcar. Santa Ernestina – SP, Brasil, 2013/2014.

Estádio	Índices	Épocas de Amostragem												
		06/11/2013	20/11/2013	04/12/2013	18/12/2013	01/01/2014	15/01/2014	29/01/2014	12/02/2014	26/02/2014	12/03/2014	26/03/2014	09/04/2014	23/04/2014
Larvas	<i>m</i>	0,5700	0,3800	0,3500	0,1400	0,1200	0,0200	0,0800	0,1100	0,1000	0,1500	0,1600	0,3000	0,4200
	<i>s</i> ²	1,3385	0,8844	0,7753	0,2428	0,2481	0,0400	0,0945	0,1595	0,1313	0,2298	0,2974	0,5556	0,8723
	<i>I</i>	2,3482**	2,3275**	2,2150**	1,7345**	2,0673**	2,0000**	1,1818**	1,4500**	1,3131**	1,5320**	1,8586**	1,8519**	2,0770**
	<i>Id</i>	3,3835**	4,5519**	4,5378**	6,5934**	10,6061**	100,0000**	3,5714ns	5,4545**	4,4444**	4,7619**	6,6667**	3,9080**	3,6005**
	<i>Cx</i>	0,0241**	0,0359**	0,0357**	0,0565*	0,0970**	1,0000*	0,0260ns	0,0450ns	0,0348ns	0,0380ns	0,0572*	0,0294*	0,0263**
	<i>k</i> mom	0,4228	0,2863	0,2881	-	-	-	-	-	-	-	0,1864	0,3522	0,3899
	<i>k</i> máx.ver	0,2319	0,2046	0,1503	-	-	-	-	-	-	-	0,1375	0,2246	0,2411
Pupas	<i>m</i>	0,4800	0,5600	0,3100	0,2500	0,1300	0,0700	-	0,0400	-	0,0300	0,0500	0,0400	0,0500
	<i>s</i> ²	0,9188	1,4004	0,7413	0,5530	0,2759	0,0860	-	0,0589	-	0,0496	0,1086	0,0388	0,0682
	<i>I</i>	1,9141**	2,5007**	2,3913**	2,2121**	2,1220**	1,2280 ^{ns}	-	1,4747**	-	1,6532**	2,1717**	0,9697 ^{ns}	1,3636**
	<i>Id</i>	2,9255**	3,70123**	5,5914**	6**	10,2564**	4,7619ns	-	16,6667**	-	33,3333**	30,0000**	0,0000 ^{ns}	10,0000**
	<i>Cx</i>	0,0194**	0,0273**	0,0466**	0,0505**	0,0935**	0,0380ns	-	0,1582ns	-	0,3266ns	0,2929**	-0,0101	0,0909ns
	<i>k</i> mom	0,5251	0,3732	0,2228	0,2063	-	-	-	-	-	-	-	- ^{s² < m}	-
	<i>k</i> máx.ver	0,3014	0,2112	0,1226	0,1344	-	-	-	-	-	-	-	- ^{s² < m}	-
Adultos	<i>m</i>	0,5200	0,6000	0,5500	0,4800	0,3500	0,5900	0,9000	0,9400	0,8100	0,7700	0,6000	0,6600	0,5100
	<i>s</i> ²	1,1006	1,5960	1,5429	1,3026	1,1591	1,4161	2,6566	3,8145	2,5999	2,5627	1,7172	1,7620	1,3231
	<i>I</i>	2,1166**	2,6599**	2,8053**	2,7138**	3,3117**	2,4001**	2,9517**	4,0580**	3,2098**	3,3282**	2,8620**	2,6697**	2,5944**
	<i>Id</i>	3,1674**	3,7853**	4,3098**	4,6099**	7,7311**	3,3898**	3,1710**	4,2553**	3,7346**	4,0328**	4,1243**	3,5431**	4,1569**
	<i>Cx</i>	0,0219**	0,0281**	0,0334**	0,0364**	0,0680**	0,0241**	0,0219**	0,0329**	0,0276**	0,0306**	0,0316**	0,0257**	0,0319**
	<i>k</i> mom	0,4657	0,3615	0,3047	0,2801	0,1514	0,4214	0,4611	0,3073	0,3666	0,3307	0,3222	0,3953	0,3199
	<i>k</i> máx.ver	0,2637	0,2122	0,1519	0,1754	0,0885	0,2690	0,2770	0,1899	0,2041	0,1804	0,1893	0,2349	0,1651
Formas biológicas	<i>m</i>	1,5700	1,5400	1,210	0,8700	0,6000	0,6800	0,9800	1,0900	0,9100	0,9500	0,8100	1,0000	0,9800
	<i>s</i> ²	6,7728	7,4226	4,935	2,8617	1,8182	1,4521	3,0299	3,9211	2,7494	2,8359	2,0950	2,2020	2,6259
	<i>I</i>	4,3139**	4,8199**	4,0787**	3,2893**	3,0303**	2,1355**	3,0917**	3,5973**	3,0213**	2,9851**	2,5862**	2,2020**	2,6794**
	<i>Id</i>	3,1031**	3,4717**	3,5399**	3,6354**	4,4086**	2,6778**	3,1349**	3,3809**	3,2234**	3,0907**	2,9630**	2,2020**	2,7141**
	<i>Cx</i>	0,0212**	0,0250**	0,0257**	0,0266**	0,0344**	0,0169**	0,0216**	0,0240**	0,0225**	0,0211**	0,0198**	0,0121**	0,0173**
	<i>k</i> mom	0,4738	0,4032	0,3930	0,3800	0,2955	0,5989	0,4685	0,4197	0,4502	0,4786	0,5106	0,8319	0,5835
	<i>k</i> máx.ver	0,2629	0,2213	0,2460	0,2408	0,2237	0,4138	0,2901	0,3006	0,2926	0,3252	0,3391	0,5681	0,3365
Rizomas atacados	<i>m</i>	1,5000	1,3100	1,200	1,0300	0,8600	0,9400	0,8900	0,7500	0,7100	0,6100	0,4000	0,3300	0,4300
	<i>s</i> ²	5,5859	5,0241	4,485	3,7870	2,4044	2,4408	2,6645	2,0884	1,7433	1,8969	1,0303	1,0112	1,3789
	<i>I</i>	3,7239**	3,8352**	3,7374**	3,6767**	2,7959**	2,5966**	2,9939**	2,7845**	2,4554**	3,1096**	2,5757**	3,0643**	3,2067**
	<i>Id</i>	2,8098**	3,1591**	3,2773**	3,2979**	3,0917**	2,6995*	3,2431**	3,3874**	3,0584**	4,4809**	5,0000**	7,3864**	6,2016**
	<i>Cx</i>	0,0183**	0,0218**	0,0230**	0,0262**	0,0211**	0,0172**	0,0227**	0,0241**	0,0208**	0,0352**	0,0404**	0,0645**	0,0525**
	<i>k</i> mom	0,5507	0,4620	0,438	0,3848	0,4789	0,5887	0,4464	0,4203	0,4878	0,2892	0,2538	0,1599	0,1949
	<i>k</i> máx.ver	0,2814	0,3150	0,2120	0,1885	0,2763	0,3301	0,2858	0,2448	0,2893	0,1682	0,1443	0,0941	0,1005

m = média amostral; *s*² = variância amostral; *I* = razão variância/média; *Id* = Índice de Morisita; *Cx* = Coeficiente de Green; *k*_{mom} = *k* pelo método dos momentos; *k*_{máx.ver.} = *k* pelo método da máxima verossimilhança; - *s*² < *m* = variância menor que a média **significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 3. Índices de dispersão para larvas, pupas, adultos, formas biológicas e rizomas atacados de *Sphenophorus levis* atacados na cultura da cana-de-açúcar. Santa Ernestina – SP, Brasil, 2014/2015. Continua...

Estádio	Índices	Época de amostragem												
		08/05/2014	22/05/2014	05/06/2014	19/06/2014	03/07/2014	17/07/2014	31/07/2014	14/08/2014	28/08/2014	11/09/2014	25/09/2014	09/10/2014	23/10/2014
Larvas	m	0,5200	0,6400	0,7400	0,8100	1,010	1,2500	1,3600	1,300	1,200	1,200	1,1200	0,8200	0,7100
	s^2	1,2016	1,8893	1,6085	1,6504	3,1211	2,8965	4,1923	4,2525	3,1111	2,7878	2,5713	1,8461	1,6625
	I	2,3108**	2,9520**	2,1736**	2,0375**	3,0902**	2,3172**	3,0826**	3,2712**	2,5926**	2,3232**	2,2958**	2,2513**	2,3416**
	Id	3,545**	4,0675**	2,5916**	2,2840**	3,0693**	2,0516**	2,5272**	2,7430**	2,3249**	2,1008**	2,1557**	2,5294**	2,8974**
	Cx	0,0257**	0,0310**	0,0161**	0,0130**	0,0209**	0,0106**	0,0154**	0,0176**	0,0134**	0,0111**	0,0117**	0,0154**	0,0192**
	k mom	0,3967	0,3279	0,6305	0,7807	0,4832	0,9490	0,6530	0,5724	0,7535	0,9069	0,8643	0,6553	0,5292
	k máx.ver	0,2074	0,1957	0,4010	0,5885	0,2747	0,5594	0,3544	0,3129	0,4562	0,4825	0,4780	0,3884	0,2727
Pupas	m	0,0800	0,1800	0,2700	0,2800	0,3300	0,4700	0,6500	0,7700	0,7100	0,6300	0,8000	0,6400	0,5800
	s^2	0,1147	0,2905	0,5829	0,5875	0,8092	1,1203	1,5227	2,0577	1,7837	1,5082	2,0000	1,3842	1,2966
	I	1,4343**	1,6139**	2,1590**	2,0981**	2,4521**	2,3836**	2,3427**	2,6723**	2,5123**	2,3939**	2,5000**	2,1629**	2,2355**
	Id	7,1429**	4,5752**	5,4131**	5,0264**	5,4924**	3,9778**	3,0769**	3,1784**	3,1388**	3,2258**	2,8797**	2,8274**	3,1458**
	Cx	0,0620*	0,0361**	0,0446**	0,0407**	0,0453**	0,0301**	0,0210**	0,0220**	0,0216**	0,0225**	0,0190**	0,0185**	0,0217**
	k mom	-	0,2932	0,2330	0,2550	0,2273	0,3397	0,4841	0,4604	0,4695	0,4520	0,5333	0,5504	0,4695
	k máx.ver	-	0,2069	0,1774	0,1693	0,1336	0,2032	0,3193	0,2254	0,2262	0,2104	0,2609	0,307	0,3054
Adultos	m	0,2900	0,3300	0,2100	0,2200	0,3200	0,3400	0,3500	0,4300	0,5100	0,5500	0,600	0,3500	0,6500
	s^2	0,6322	0,789	0,3696	0,3956	0,7451	0,7721	0,7551	1,0759	1,4039	1,4419	1,3131	0,7955	1,5025
	I	2,1801**	2,3909**	1,7580**	1,7980**	2,3283**	2,2709**	2,1573**	2,5020**	2,7528**	2,6217**	2,1886**	2,2727**	2,3116**
	Id	5,1724**	5,3030**	4,7619**	4,7619**	5,2419**	4,8128**	4,3697**	4,5404**	4,4706**	3,9731**	2,9944**	4,7059**	3,0288**
	Cx	0,0421**	0,0435**	0,0380**	0,0380**	0,04284**	0,0385**	0,0340**	0,0359**	0,0351**	0,0300**	0,0201**	0,0374**	0,0205**
	k mom	0,2457	0,2373	0,2763	0,2757	0,2409	0,2675	0,3024	0,2863	0,2910	0,3392	0,5048	0,2750	0,4956
	k máx.ver	0,1351	0,1574	0,1893	0,1728	0,1398	0,1764	0,2005	0,1949	0,1792	0,2085	0,2753	0,1990	0,2978
Formas biológicas	m	0,8900	1,1500	1,2200	1,3100	1,6600	2,0600	2,3600	2,500	2,4200	2,3800	2,5200	1,8100	1,9400
	s^2	1,8767	3,0177	2,9612	3,0443	4,1863	4,8853	6,9398	7,1616	6,3875	5,6925	7,4036	5,8726	6,6226
	I	2,1086**	2,6241**	2,4272**	2,3239**	2,5218**	2,3715**	2,9406**	2,8646**	2,6395**	2,3918**	2,9380**	3,2445**	3,4137**
	Id	2,2472**	2,4104**	2,1677**	2,0082**	1,9131**	1,6623**	1,8175**	1,7414**	1,6735**	1,5814**	1,7644**	2,2345**	2,2381**
	Cx	0,0126**	0,0142**	0,0118**	0,0102**	0,0092**	0,0067**	0,0083**	0,0075**	0,0068**	0,0059**	0,0077**	0,0125**	0,0125**
	k mom	0,8028	0,7081	0,8548	0,9895	1,0908	1,502	1,2161	1,3407	1,4761	1,7100	1,3003	0,8064	0,8037
	k máx.ver	0,4704	0,4146	0,6350	0,7471	0,5932	0,9897	0,9808	0,8522	0,9387	1,0909	0,6784	0,5129	0,4386
Rizomas atacados	m	0,8700	1,0100	1,4100	1,1800	1,2500	1,4100	1,6100	1,6600	1,7400	1,6300	1,6900	1,5200	1,5900
	s^2	2,9425	4,4746	3,6787	3,341	3,6035	5,1736	5,2302	5,984	6,0327	6,3769	4,4585	5,4238	4,4868
	I	3,3822**	4,4303**	2,6090**	2,8314**	2,8828**	3,6692**	3,2486**	3,6050**	3,4671**	3,9122**	2,6382**	3,5683**	2,8219**
	Id	3,7423**	4,3960**	2,1378**	2,5496**	2,5032**	2,8875**	2,3913**	2,5630**	2,4118**	2,7797**	1,9653**	2,6839**	2,1415**
	Cx	0,0277**	0,0343**	0,0115**	0,0157**	0,0152**	0,0191**	0,0141**	0,0158**	0,0143**	0,0180**	0,0098**	0,0170**	0,0115**
	k mom	0,3652	0,2944	0,8763	0,6443	0,6639	0,5282	0,7160	0,6372	0,7053	0,5597	1,0316	0,5918	0,8727
	k máx.ver	0,2248	0,2327	0,5719	0,5745	0,5298	0,3155	0,3877	0,3133	0,3302	0,2825	0,6246	0,4634	0,5500

m = média amostral; s^2 = variância amostral; I = razão variância/média; Id = Índice de Morisita; Cx = Coeficiente de Green; k_{mom} = k pelo método dos momentos; $k_{máx.ver.}$ = k pelo método da máxima verossimilhança; - $s^2 < m$ = variância menor que a média **significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 3. Continuação: Índices de dispersão para larvas, pupas, adultos, formas biológicas e rizomas atacados de *Sphenophorus levis* atacados na cultura da cana-de-açúcar. Santa Ernestina – SP, Brasil, 2014/2015.

Estádio	Índices	Épocas de Amostragem												
		06/11/2014	20/11/2014	04/12/2014	18/12/2014	01/01/2015	15/01/2015	29/01/2015	12/02/2015	26/02/2015	12/03/2015	26/03/2015	09/04/2015	23/04/2015
Larvas	m	0,6100	0,4200	0,2800	0,200	0,0500	-	-	0,1600	0,1600	0,1300	0,1200	0,4000	0,4000
	s ²	1,1898	0,9733	0,6077	0,3636	0,06818	-	-	0,2166	0,257	0,1748	0,1269	0,5859	0,8889
	I	1,9505**	2,3175**	2,1703**	1,8182**	1,3636**	-	-	1,3535**	1,6061**	1,3450**	1,0572 ^{ns}	1,4646**	2,2222**
	Id	2,5684**	4,1812**	5,2910**	5,2632**	10,0000**	-	-	3,3333**	5,0000**	3,8461**	1,5151ns	2,1795**	4,1026**
	Cx	0,015*	0,0321**	0,0433**	0,0431**	0,0909ns	-	-	0,0236**	0,0404**	0,0287ns	0,0052ns	0,0119**	0,0313**
	k mom	0,6418	0,3188	0,2393	0,2444	-	-	-	-	-	-	-	0,8609	0,3273
	k máx.ver	0,3423	0,2317	0,1185	0,1601	-	-	-	-	-	-	-	0,6299	0,1997
Pupas	m	0,6700	0,6000	0,4300	0,2400	0,0900	0,1100	-	-	0,0400	0,0600	0,0300	0,1200	0,0600
	s ²	1,6173	1,3535	1,0355	0,4469	0,2039	0,1999	-	-	0,059	0,0772	0,0495	0,1471	0,0772
	I	2,4138**	2,2559**	2,4080**	1,8620**	2,2660**	1,8173**	-	-	1,4747**	1,2862**	1,6532**	1,2256 ^{ns}	1,2862*
	Id	3,12076**	3,1073**	4,3189**	4,7101**	16,6667**	9,0909**	-	-	16,6667**	3,8462*	33,3333**	3,0303ns	6,6667*
	Cx	0,0214**	0,0213**	0,0335**	0,0375**	0,1582**	0,0817**	-	-	0,1582*	0,0287ns	0,3266ns	0,0205ns	0,0572ns
	k mom	0,4739	0,4777	0,3054	0,2784	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	k máx.ver	0,282	0,2471	0,1753	0,1831	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adultos	m	0,5700	0,6400	0,6700	0,6000	0,5400	0,6800	1,0300	0,9700	0,9100	0,7800	0,7100	0,5400	0,6200
	s ²	1,1566	1,5661	1,7385	1,5556	1,4024	1,5935	2,8173	3,1203	2,6888	2,6784	2,006	1,2206	1,6723
	I	2,0293**	2,4470**	2,5947**	2,5926**	2,5971**	2,3434**	2,7352**	3,2168**	2,9547**	3,4339**	2,8253**	2,2604**	2,6973**
	Id	2,8195**	3,2738**	3,3921**	3,6723**	3,9833**	2,9851**	2,6842**	3,2860**	3,1502**	4,1292**	3,5815**	3,3543**	3,754**
	Cx	0,0184**	0,0230**	0,0242**	0,0270**	0,0301**	0,0201**	0,0170**	0,0231**	0,0217**	0,0316**	0,0261**	0,0238**	0,0278**
	k mom	0,5538	0,4423	0,4201	0,3767	0,3381	0,5062	0,5936	0,4376	0,4655	0,3205	0,389	0,4284	0,3653
	k máx.ver	0,3269	0,2686	0,1954	0,2133	0,1921	0,3082	0,3584	0,2400	0,2577	0,1932	0,2150	0,2729	0,2064
Formas biológicas	m	1,8500	1,6600	1,3800	1,0400	0,6800	0,7900	1,0300	1,1300	1,1100	0,9700	0,8600	1,0600	1,0800
	s ²	7,3409	7,2368	5,3289	3,7358	1,6945	1,7433	2,8173	3,4072	3,2706	2,8173	2,1216	2,0368	2,741
	I	3,9681**	4,3595**	3,8615**	3,5921**	2,4920**	2,2068**	2,7352**	3,0152**	2,9465**	2,9044**	2,4670**	1,9215**	2,5380**
	Id	2,5969**	3,0157	3,0678**	3,4914**	3,2046**	2,5316**	2,6842**	2,7813**	2,7518**	2,9639**	2,7086**	1,8688**	2,4230**
	Cx	0,0161**	0,0204**	0,0209**	0,0252**	0,0223**	0,0155**	0,0170**	0,0180**	0,01770**	0,0198**	0,0173**	0,0088**	0,0144**
	k mom	0,6233	0,4941	0,4823	0,4012	0,4550*	0,6547	0,5936	0,5607	0,5703	0,5093	0,5862	1,1503	0,7022
	k máx.ver	0,3693	0,2747	0,308	0,2929	0,3221	0,4069	0,3584	0,3654	0,3555	0,4138	0,4037	0,8872	0,408
Rizomas atacados	m	1,7100	1,3200	1,4700	1,2400	1,0800	1,0600	0,9000	1,0100	0,7500	0,7700	0,6300	0,5800	0,7100
	s ²	6,006	5,7349	5,3829	4,3257	3,0238	2,6428	2,3333	3,0201	1,7449	2,0577	1,7708	1,5996	2,6928
	I	3,5123**	4,3447**	3,6619**	3,4884**	2,7999**	2,4932**	2,5926**	2,9902**	2,3266**	2,6723**	2,8108**	2,7579**	3,7927**
	Id	2,4630**	3,5276**	2,8050**	3,0029**	2,6653**	2,4079**	2,7715**	2,9703**	2,7748**	3,1784**	3,8914**	4,0533**	4,9497**
	Cx	0,0148**	0,0255**	0,0182**	0,0202**	0,0168**	0,0142**	0,0179**	0,0199**	0,0179**	0,0220**	0,0292**	0,0308**	0,0399**
	k mom	0,6807	0,3947	0,5522	0,4983	0,6000	0,7099	0,5651	0,5075	0,5654	0,46044	0,3479	0,3299	0,2542
	k máx.ver	0,3665	0,2574	0,2597	0,2757	0,3738	0,4206	0,3345	0,298	0,3345	0,2623	0,2004	0,1792	0,1321

m = média amostral; s^2 = variância amostral; I = razão variância/média; Id = Índice de Morisita; Cx = Coeficiente de Green; k_{mom} = k pelo método dos momentos; $k_{máx.ver}$ = k pelo método da máxima verossimilhança; **significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo a 5 % de probabilidade.

Para as larvas, o ajuste ocorre na primeira safra somente no período onde se constatou a ascensão da média de ocorrência em campo, 26/03/2014, não sendo observado para as pupas nesta safra a impossibilidade de não utilizar datas de amostragem. Por outro lado, na safra seguinte 2014/15, foi observado este comportamento de distribuição aleatória pelo teste de ajuste das frequências tanto para larvas como para as pupas da praga. Mais uma vez, foi observado ao retornar o crescimento da ocorrência em campo. Isso ocorreu em Fevereiro de 2015 para as larvas, em Maio de 2015 para as pupas.

Outro fato importante de se ressaltar para o estudo das larvas e pupas pelo ajuste de frequências à modelos de distribuição, é que houve o mesmo comportamento nas duas safras quando observado a impossibilidade de realizar os ajustes aos modelos de Poisson e Binomial Negativa. Isso ocorreu devido a redução destas formas biológicas em período semelhantes nas duas épocas, não fornecendo graus de liberdade suficientes para a realização das inferências. Sendo que para as larvas isso ocorreu de Dezembro de 2013 à março de 2014, e de janeiro de 2015 à março de 2015. Entretanto, para as larvas o período foi de Maio, retornando a acontecer o mesmo de Janeiro à Abril nas duas safras.

Para os demais períodos das duas fases mais iniciais avaliadas, o ajuste foi viável tanto para Poisson, padrão de distribuição aleatória, bem como para Binomial Negativa, padrão de distribuição agregada. Entretanto, sempre evidenciando que a distribuição é melhor ajustada através dos valores do teste de qui-quadrado não significativos, sendo que em caso de dois resultados não significativos ou significativos, deve-se adotar o menor valor de qui-quadrado (SOUZA, 2016). Sendo portanto, o melhor ajuste para os demais períodos a distribuição de frequência Binomial Negativa, o que mostra que pupas e larvas são de fato distribuídas na área do talhão de forma contagiosa.

Para adultos do gorgulho, formas biológicas bem como para rizomas atacados (Tabelas 4 e 5), foi observado ajuste para todas as datas nos dois anos. Para adultos, houve duas datas da primeira safra, dias 19/06/2013 e 17/07/2013, onde só foi possível fazer ajuste à distribuição de Poisson. Portanto somente nestes casos os adultos tiveram distribuição aleatória na área do talhão.

Tabela 4. Teste do qui-quadrado (χ^2) para ajuste das distribuições de Poisson e binomial negativa para larvas, pupas, adultos, formas biológicas e rizomas atacados de *Sphenophorus levis* na cultura da cana-de-açúcar. Santa Ernestina - SP, Brasil, na safra agrícola 2013/2014.

Épocas de Amostragem	Larvas				Pupas				Adultos				Formas biológicas				Rizomas atacados				
	Poisson		Binomial negativa		Poisson		Binomial negativa		Poisson		binomial negativa		Poisson		Binomial negativa		Poisson		Binomial negativa		
	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	
Safra 2013/2014	08/05/2013	57,4802**	2	2,3831 ^{ns}	2	GLI	-	GLI	-	26,5580**	1	3,6023 ^{ns}	1	874198**	3	12,5866*	4	63,9255**	2	2,3841 ^{ns}	3
	22/05/2013	56,4502**	2	1,4873 ^{ns}	2	GLI	-	GLI	-	22,8901**	1	2,2436 ^{ns}	1	110,2506**	3	7,8250 ^{ns}	4	91,9940**	3	7,6508 ^{ns}	4
	05/06/2013	46,3201**	2	13,5723**	3	20,3974**	1	1,4629 ^{ns}	1	19,7035**	1	1,1318 ^{ns}	1	62,2120**	3	7,1932 ^{ns}	4	60,5841**	3	14,3127**	4
	19/06/2013	44,7085**	2	3,6041 ^{ns}	3	22,6529**	1	1,3204 ^{ns}	1	19,9908**	1	GLI	-	43,3766**	3	5,1836 ^{ns}	4	55,8815**	3	1,2392 ^{ns}	4
	03/07/2013	122,4795**	3	8,7582*	3	24,4085**	1	3,3529 ^{ns}	1	22,6237**	1	2,6371 ^{ns}	1	136,1538**	4	13,8151*	5	61,0513**	3	2,3394 ^{ns}	4
	17/07/2013	87,9226**	3	12,4639*	4	23,6590**	1	3,2244 ^{ns}	2	10,4947**	1	GLI	-	85,0036**	4	11,4400*	5	183,7823**	4	9,9534 ^{ns}	5
	31/07/2013	166,5118**	4	17,7194**	4	51,511**	2	6,5221 ^{ns}	3	15,9745**	1	0,6966 ^{ns}	1	114,3079**	5	11,6194 ^{ns}	6	176,6411**	4	17,1186**	5
	14/08/2013	125,2443**	3	16,2353**	4	100,7944**	2	26,8926**	3	13,0799**	1	0,8101 ^{ns}	1	132,6357**	5	10,0226 ^{ns}	6	206,3940**	4	24,1203**	5
	28/08/2013	109,4997**	3	17,7100**	4	84,4351**	2	19,8940**	3	19,5827**	1	1,2946 ^{ns}	2	129,2267**	5	14,1419*	6	206,3940**	4	24,1203**	5
	11/09/2013	96,1935**	3	14,3162**	4	95,4912**	2	27,0943**	3	54,2214**	2	1,2795 ^{ns}	2	105,8428**	5	21,5483**	6	256,8330**	4	24,1931**	5
	25/09/2013	83,9433**	3	3,7699 ^{ns}	3	93,0716**	2	19,8030**	3	31,0049**	1	16,6310**	2	228,9334**	5	9,2433 ^{ns}	5	105,8743**	4	12,2413*	5
	09/10/2013	45,1454**	2	10,8932*	3	72,8040**	2	28,1824**	3	46,7346**	2	3,1504 ^{ns}	2	138,4829**	4	21,9952**	5	89,7260**	4	9,4579 ^{ns}	5
	23/10/2013	59,9701**	2	8,5833*	3	51,4406**	2	4,6101 ^{ns}	2	47,4444**	2	7,0794*	2	173,5069**	4	11,3513*	5	93,5573**	4	14,3611*	5
	06/11/2013	59,5877**	2	7,9951*	2	44,7975**	2	10,2645**	2	48,9426**	2	7,0146*	2	198,6493**	4	16,1397**	5	164,2777**	4	20,6655**	5
	20/11/2013	19,9063**	1	3,2192 ^{ns}	2	55,4868**	2	8,6254*	2	54,9553**	2	3,9421 ^{ns}	3	179,3456**	4	11,7455*	5	103,9954**	3	7,0243 ^{ns}	4
	04/12/2013	35,2172**	1	12,2871**	1	27,0629**	1	3,3419 ^{ns}	1	79,8297**	2	6,4913*	2	117,1332**	3	9,7219*	4	141,2996**	3	24,0155**	4
	18/12/2013	GLI	-	GLI	-	17,5281**	1	0,8805 ^{ns}	1	58,1337**	2	1,7161 ^{ns}	2	124,5267**	3	2,5423 ^{ns}	3	145,6048**	3	22,5930**	4
	01/01/2014	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	24,7003**	1	1,3550 ^{ns}	1	43,7413**	2	1,1032 ^{ns}	3	58,2287**	2	5,9021 ^{ns}	3
	15/01/2014	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	51,5111**	2	6,5221 ^{ns}	3	35,4821**	2	5,1232 ^{ns}	3	90,9168**	3	15,3401**	4
	29/01/2014	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	128,7899**	3	4,2117 ^{ns}	3	132,9221**	3	32,1749**	4	102,3887**	3	8,0973*	3
	12/02/2014	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	145,9386**	3	10,7037*	4	97,9873**	3	5,8137 ^{ns}	4	62,6501**	2	5,7508 ^{ns}	3
	26/02/2014	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	68,7029**	2	5,9096 ^{ns}	3	122,5558**	3	6,6987 ^{ns}	4	56,5894**	2	5,8408 ^{ns}	3
	12/03/2014	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	69,6814**	2	7,1618 ^{ns}	3	84,6337**	3	2,2499 ^{ns}	4	59,0418**	2	4,6438 ^{ns}	3
	26/03/2014	11,5919**	1	GLI	-	GLI	-	GLI	-	64,3985**	2	4,3731 ^{ns}	3	48,1709**	2	3,7722 ^{ns}	3	27,0991**	1	4,2945 ^{ns}	2
	09/04/2014	17,8011**	1	1,4106 ^{ns}	1	GLI	-	- ² _s < m	-	54,1484**	2	5,1946 ^{ns}	3	48,7429**	3	7,1010 ^{ns}	4	24,4367**	1	1,6669 ^{ns}	1
	23/04/2014	22,5311**	1	3,9309 ^{ns}	2	GLI	-	GLI	-	66,8154**	2	6,4216*	2	104,7059**	3	12,2538*	4	32,0273**	1	12,7124**	2

χ^2 = Estatística do teste qui-quadrado; G.L. = número de graus de liberdade do qui-quadrado; GLI = graus de liberdade insuficiente; **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo a 5 % de probabilidade.

Tabela 5. Teste do qui-quadrado (χ^2) para ajuste das distribuições de Poisson e binomial negativa para larvas, pupas, adultos, formas biológicas e rizomas atacados de *Sphenophorus levis* na cultura da cana-de-açúcar. Santa Ernestina - SP, Brasil, na safra agrícola 2014/2015.

Épocas de Amostragem	Larvas				Pupas				Adultos				Formas biológicas				Rizomas atacados				
	Poisson		Binomial negativa		Poisson		Binomial negativa		Poisson		Binomial negativa		Poisson		Binomial negativa		Poisson		Binomial negativa		
	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	
Safra 2014/15	08/05/2014	61,8905**	2	8,7599*	2	GLI	-	GLI	-	28,3648**	1	4,8644*	1	60,2999**	3	15,1398**	3	127,7244**	3	5,1008 ^{ns}	3
	22/05/2014	58,7285**	2	5,0985 ^{ns}	3	13,3555**	1	GLI	-	22,4788**	1	2,7558 ^{ns}	1	84,9096**	3	7,5151 ^{ns}	4	86,7898**	3	5,7625 ^{ns}	4
	05/06/2014	41,1116**	2	9,8331*	3	13,8114**	1	0,3260 ^{ns}	1	15,0125**	1	0,9510 ^{ns}	1	52,8287**	3	1,4307 ^{ns}	4	75,6156**	4	13,5981*	5
	19/06/2014	31,6025**	2	2,9187 ^{ns}	3	17,5454**	1	0,9032 ^{ns}	1	19,7692**	1	2,5102 ^{ns}	1	44,0693**	3	14,8293**	4	55,0084**	3	2,2253 ^{ns}	4
	03/07/2014	108,2039**	3	9,72623*	4	24,3658**	1	2,3454 ^{ns}	1	26,4250**	1	2,550 ^{ns}	1	118,6267**	4	24,0965**	5	65,7635**	3	2,3463 ^{ns}	4
	17/07/2014	69,6919**	3	10,5313*	4	59,1326**	2	4,7941 ^{ns}	2	16,9534**	1	1,4999 ^{ns}	1	99,2174**	5	9,4708 ^{ns}	5	177,0156**	4	14,2575*	5
	31/07/2014	109,2545**	3	14,0224**	4	41,2145**	2	3,9585 ^{ns}	3	18,5591**	1	1,1051 ^{ns}	1	94,9302**	5	7,2023 ^{ns}	6	154,7579**	4	13,1085*	5
	14/08/2014	130,3528**	3	16,9722**	4	84,5043**	2	22,4738**	3	18,6224**	1	0,8993 ^{ns}	2	138,8526**	5	15,9449*	6	203,1982**	4	24,8026**	5
	28/08/2014	90,8145**	3	15,0403**	4	87,1236**	2	28,4733**	3	61,5093**	2	1,7041 ^{ns}	2	121,0374**	5	12,4204 ^{ns}	6	205,3842**	4	27,0664**	5
	11/09/2014	82,0658**	3	19,8447**	4	87,1928**	2	26,8844**	3	52,7757**	2	1,9814 ^{ns}	2	105,5655**	5	24,0228**	6	201,7987**	4	14,3756*	5
	25/09/2014	78,2742**	3	20,2072**	4	83,2516**	2	23,0695**	3	54,2568**	2	12,9563**	3	202,1971**	5	23,1714**	6	100,7035**	4	11,7472*	5
	09/10/2014	47,3596**	2	9,9806*	3	74,9529**	2	26,2480**	3	18,5591**	1	1,5900 ^{ns}	1	123,8035**	4	13,7456*	5	89,1118**	4	9,0346 ^{ns}	5
	23/10/2014	67,0531**	2	16,8297**	3	49,9284**	2	3,5213 ^{ns}	2	45,5383**	2	6,5865 ^{ns}	3	198,7857**	5	14,5802*	5	104,3818**	4	15,5723**	5
	06/11/2014	50,3244**	2	16,4940**	3	55,0051**	2	6,4887 ^{ns}	3	45,5498**	2	6,3917*	2	184,9544**	4	9,9565 ^{ns}	5	152,8146**	4	17,8066**	5
	20/11/2014	16,6707**	1	0,5919 ^{ns}	2	56,6377**	2	18,3842**	3	52,4033**	2	5,4784 ^{ns}	3	166,7294**	4	17,6024**	5	110,0584**	3	3,5876 ^{ns}	4
	04/12/2014	37,4569**	1	13,2212**	1	26,3682**	1	2,9570 ^{ns}	2	89,0647**	2	24,9114**	3	129,3827**	4	10,3183*	4	185,0253**	4	24,2667**	5
	18/12/2014	17,3283**	1	1,3081 ^{ns}	1	16,5508**	1	0,9514 ^{ns}	1	62,7242**	2	7,1152 ^{ns}	3	77,2629**	3	4,8945 ^{ns}	4	123,8561**	3	25,2596**	4
	01/01/2015	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	65,7099**	2	2,8803 ^{ns}	2	42,8051**	2	5,2613 ^{ns}	3	86,1650**	3	7,0484 ^{ns}	4
	15/01/2015	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	52,6676**	2	9,4270*	3	47,6870**	2	10,3976*	3	84,4864**	3	15,0632**	4
	29/01/2015	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	113,9949**	3	12,7980*	4	113,9949**	3	12,7980*	4	109,8257**	3	9,8310*	3
	12/02/2015	9,4678**	1	GLI	-	GLI	-	GLI	-	160,6770**	3	13,5998**	4	104,3961**	3	6,4323 ^{ns}	4	87,9281**	3	10,9698*	4
	26/02/2015	10,4447**	1	GLI	-	GLI	-	GLI	-	146,2281**	3	14,5424**	4	91,6990**	3	4,9314 ^{ns}	4	51,8468**	2	10,1958*	3
	12/03/2015	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	66,5765**	2	7,2437 ^{ns}	3	63,9517**	3	3,2734 ^{ns}	4	59,6022**	2	4,3967 ^{ns}	3
	26/03/2015	GLI	-	GLI	-	GLI	-	GLI	-	77,5552**	2	12,1393**	3	45,1484**	2	3,6286 ^{ns}	3	67,2750**	2	6,0042 ^{ns}	3
	09/04/2015	9,7420**	1	3,0922 ^{ns}	2	GLI	-	GLI	-	42,9893**	2	2,8903 ^{ns}	2	26,6982**	3	6,3488 ^{ns}	4	61,8372**	2	4,9808 ^{ns}	2
	23/04/2015	23,1009**	1	5,6031 ^{ns}	2	GLI	-	GLI	-	61,3263**	2	8,2781*	3	101,8415**	3	14,6380**	4	76,4722**	2	6,486 ^{ns}	3

χ^2 = Estatística do teste qui-quadrado; G.L. = número de graus de liberdade do qui-quadrado; GLI = graus de liberdade insuficiente; **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo a 5 % de probabilidade.

Nas demais datas de avaliações e para as três variáveis, o melhor ajuste foi para a distribuição de frequências da Binomial Negativa, o que fez com que caracteriza a distribuição agregada em todas estas avaliações.

De acordo com Barbosa (1992), os índices de dispersão são utilizados para descrever o padrão de distribuição de insetos de uma área. Como visto neste trabalho, os índices são de forma geral maiores que um tanto para a razão variância-média e para Morisita, positivos e diferentes de zero para o coeficiente de Green, o que evidenciou uma distribuição agregada (MORISITA, 1962; GREEN, 1966; ELLIOTT, 1979). Elliott (1979), ainda afirma que valores do expoente k da binomial negativa abaixo de dois e positivos, representam uma alta agregação nos talhões.

Pavlu (2012) e Izeppi (2015), realizaram o estudo da distribuição de *S. levis* através da geoestatística, e também verificaram a distribuição contagiosa da praga, mesmo assim, acabaram por verificar uma frequência maior de aleatoriedade durante o ano, o que deve-se provavelmente a menor infestação nas áreas estudadas.

Os resultados aqui alcançados se devem a escolha de uma área com histórico de alta infestação, sendo acima de 20%. Canassa (2015) afirma que a agregação é facilmente estudada para *S. levis* em áreas com histórico de alta infestação, o que corrobora com os resultados deste trabalho. Além disso o período avaliado por este último autor, foi igual ao deste trabalho com intervalo semelhante de 15 dias, entretanto, o autor obteve dificuldade em estudar a distribuição espacial pois usou um menor número de parcelas para a krigagem da área, 18 soqueiras e 24 iscas, não sendo o mais adequado de acordo com Taylor (1984) e Souza, Barbosa e Busoli (2014), que recomendam um número de aproximadamente 100 pontos para estudos da distribuição espacial.

Degaspari et al. (1987) ao estudarem a biologia do gorgulho-da-cana, verificaram alta longevidade dos adultos, o que ultrapassa em média 170 dias. Isso pode explicar o porquê, neste trabalho, foi verificado em quase a totalidade das avaliações todas as formas biológicas da praga, mesmo que em pequeno número para algumas épocas de avaliação ao longo do ano. Além do mais, quando analisado que atualmente a cultura é conduzida na maior parte das regiões produtoras sem queimada, como cana crua, favorece a multiplicação e permanência

do inseto nas áreas, diferente do verificado por Precetti e Arrigoni (1990), quando a queimada era realizada como prática cultural para facilitar a colheita manual e manejo de pragas como a cigarrinha das raízes.

Ainda segundo Degaspari et al. (1987), *S. levis* tem baixíssima taxa de migração ou movimentação ao longo de uma ano, cerca de 6 a 11 metros de raio ao redor da touceira inicialmente atacada, fator que corrobora com a distribuição agregada observada parra esse inseto neste trabalho.

Outro fator que auxiliou no estudo da distribuição espacial foi o uso de armadilhas para atração de adultos sem o uso de inseticida. Girón-Pérez et al. (2009) mesmo com a ciência da existência do feromônio de agregação identificado por Zarbin et al. (2004), utilizou toletes de cana com melaço para atrair o gorgulho em iscas tóxicas. A atração foi determinada pela liberação de cairomônios volatilizados da fermentação da cana em presença do melaço. Neste processo foi identificado que o etanol e o acetato de etila provenientes da fermentação da própria cana foram os responsáveis pela atração do gorgulho.

Rabinovich (1980) explica que a distribuição agregada de insetos é comum àqueles que buscam a sobrevivência em locais mais abrigados como partes de planta no solo, por exemplo, como verificado por Cividanes et al. (2009) ao estudarem a diversidade e distribuição espacial de artrópodes associados ao solo em agroecossistemas.

Reyes (2015) e Perez-De La O (2014) estudaram a distribuição espacial de outro representante do gênero *Sphenophorus*, *S. incurrens*, o gorgulho da cana-de-açúcar no México. Os dados destes autores corroboram os desta pesquisa sobre o hábito gregário deste insetos, e demonstram que a distribuição agregada ou contagiosa é característica do gênero, independe do país ou da região produtora de cana-de-açúcar.

4.2.1 Estimativa do k comum (K_c)

Nos campos de cana-de-açúcar comumente utiliza-se a contagem e proporção de rizomas atacados pelo gorgulho como amostragem para a tomada de controle (DINARDO-MIRANDA, 2008).

A escolha pelos rizomas atacados frente a procura pelas diferentes formas biológicas do inseto é algo mais lógico a fim de facilitar a amostragem, uma vez que os rizomas são maiores, mais fáceis de achar e contar (ALVES; FERREIRA; SANTOS, 2015).

Aliado a isso, estimar o k comum é necessário para a obtenção de um plano de amostragem sequencial (ELLIOTT, 1979). Pois quando o valor de k é constante para uma praga, assume-se que o nível de agregação é uma característica para a variável em estudo (BLISS; OWENS, 1958).

Como o teste de aderência das frequências observadas às esperadas para os rizomas atacados de cana-de-açúcar apresentou ajuste à distribuição binomial negativa, optou-se por ajustar este modelo de distribuição com um k comum que representasse a maioria das amostragens para as quatro cultivares do presente estudo.

De acordo com os resultados obtidos para os rizomas atacados por *S. levis*, verificou-se que o valor do qui-quadrado (χ^2) foi não significativo, e na análise de variância, o teste F para inclinação ($1/k$) foi significativo, bem como para a interseção, ou seja, assim pelo valor do χ^2 , foram atendidas as condições necessárias para a obtenção de um k comum segundo BLISS e OWEN (1958) (Tabela 6).

Tabela 6. Índices de k comum (k_c) para rizomas atacados de *Sphenophorus levis*. Santa Ernestina- SP, Brasil, nas safras agrícolas 2013/14 e 2014/15.

Variável	K_{comum}	Teste para homogeneidade de k_c		
		χ^2	Teste F $1/k$	Teste F interseção
Rizomas atacados	0,5021	49,4285 ^{ns}	607,1782**	32,4409**

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

4.3. Plano de amostragem sequencial

Um plano de amostragem sequencial tem como objetivo facilitar o processo de amostragem, tornando o mais rápido e eficiente (COSTA 2009; SOUZA 2016), através do uso da regra decisória de continuar ou não amostrando até um limite de pontos amostrais (BARBOSA. 1992)

O nível de dano proposto por Dinardo-Miranda (2008), assume-se os valores de porcentagem de rizomas atacados de 2 e 4%, respectivamente indicam, baixo e alto níveis de dano causados por *S. levis* em cana. Entretanto, quando analisados os dados do presente trabalho, foi constatado que não houve porcentagem de rizomas atacados menor que 5%, ou seja, tornando-se necessário estipular novos valores de porcentagem de dano para a tomada de decisão.

Para isso foi utilizada a equação de regressão linear da relação dos rizomas atacados por trincheira pela porcentagem de rizomas atacados por trincheira. Foi observado que os valores de 5 e 10% corresponderam aos valores aproximados de 0,2 e 0,6 rizomas atacados por trincheira consecutivamente valores mais adequados à distribuição estudada (Figura 16).

Com a utilização do k comum (Tabela 6), construiu-se o plano de amostragem sequencial para rizomas atacados pelo gorgulho em cana-de-açúcar (Figura 17), onde as hipóteses ficaram, $H_0: m_0=0,2$ e $H_1: m_1=0,6$, ou seja, acima do limite superior se rejeita H_0 , ou seja, toma-se a decisão de controlar o gorgulho, e abaixo do inferior se aceita H_0 , e não se controla o gorgulho.

Portanto, na construção do plano de amostragem sequencial de rizomas de cana-de-açúcar atacados por *S. levis*, o nível de controle (m_1) adotado foi de 0,6 (10%) rizomas atacados formas biológicas por ponto de amostragem, ficando a hipótese: $H_0: m_0 = 0,2$ (5%) versus $H_1: m_1 = 0,6$ (10%).

Número de rizomas atacados por trincheira x Rizomas atacados (%)

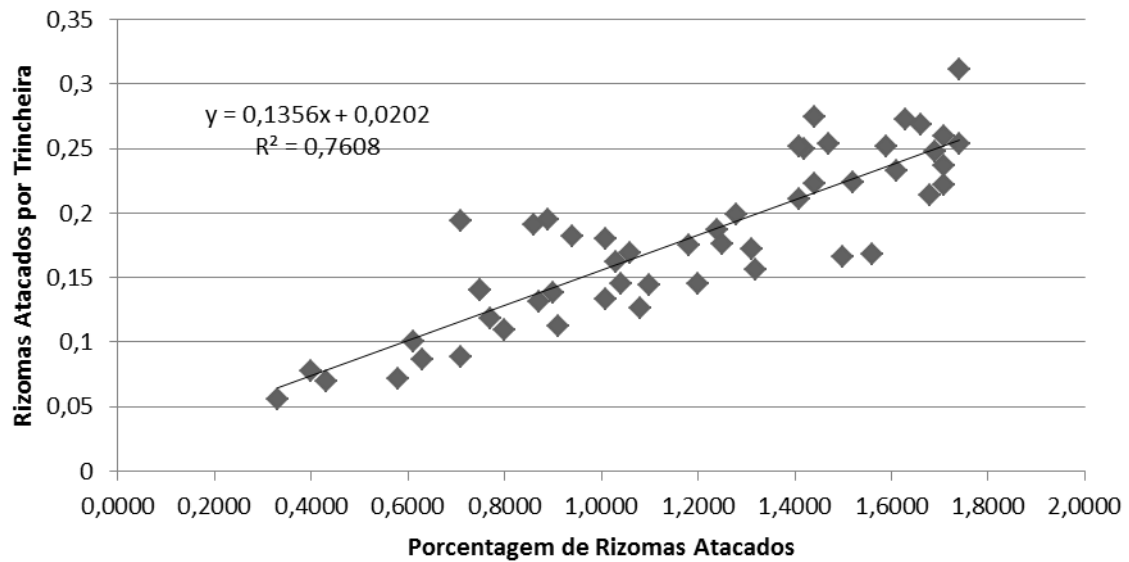


Figura 16. Análise de regressão da relação de número de rizomas atacados por trincheira x porcentagem de rizomas atacados. Santa Ernestina – SP 2013/14/15.

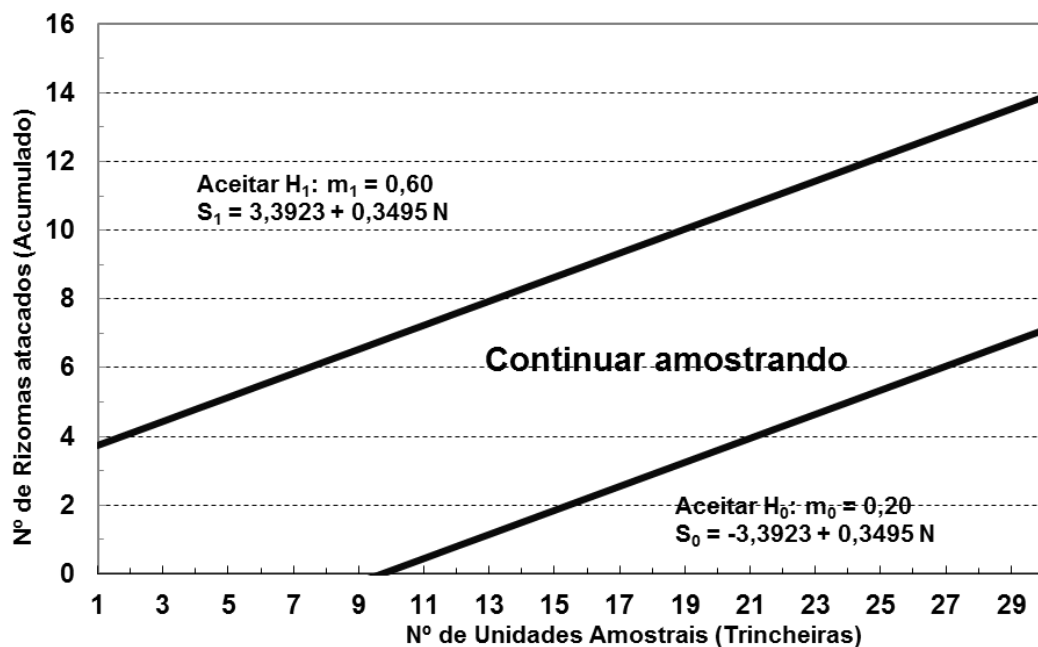


Figura 17. Linhas de decisão do plano de amostragem sequencial do número de rizomas atacados por *Sphenophorus levis* por trincheira de 0,5 x 0,5 x 0,5m.

Associado aos demais resultados, foi possível confeccionar uma ficha de campo (Tabela 7) para facilitar o trabalho de amostragem sequencial no campo.

A forma de utilização da ficha é pelas informações realizadas através da amostragem convencional de trincheiras, ou seja, abre-se a trincheira e contam-se todos os rizomas atacados por *S. levis* dentro dela. Após a contagem, acumula-se o número de rizomas atacados após cada trincheira. A cada unidade amostral deve-se verificar se valor acumulado junto aos valores de limite inferior e superior do gráfico ou da tabela de campo, para saber se a amostragem para devido ao controle, ou se se continua amostrando até o limite de não controle. Em outros termos, significa que se o valor total acumulado estiver abaixo da linha inferior (limite inferior), deve-se parar a amostragem e aceitar H_0 , optando-se por não controlar o gorgulho-da-cana. Quando o total acumulado estiver acima da linha superior (limite superior), deve-se parar a amostragem, rejeita-se H_0 , optando-se pelo controle. Ou ainda, se o valor acumulado permanecer entre as duas linhas, deve-se continuar amostrando até atingir o número máximo esperado de rizomas atacados por trincheira para a tomada de decisão, quando se suspende a amostragem, devendo repeti-la antes da próxima amostragem programada, que deve ser a cada duas semanas (Tabela 7).

A Curva Característica de Operação $CO(m)$ indica a probabilidade de tomar uma decisão correta para um determinado nível de infestação. Verificou-se que quando a média for de 0,2 rizomas de cana atacados por trincheira, o teste possui 90% de probabilidade de aceitar H_0 , não recomendando o controle e, quando a média for de 0,6 rizomas de cana atacados por trincheira, a probabilidade de aceitar H_0 é de 10%, isto é, a probabilidade de se recomendar o controle é de 90%, para campos de cana-de-açúcar (Figuras 18). Posteriormente, obteve-se o número esperado de amostras $E(N)$ para o número médio de rizomas atacados por trincheira pelo gorgulho-da-cana. Observa-se que o tamanho máximo esperado de amostras é de 21 unidades amostrais para áreas de cana-de-açúcar com 0,3 rizomas atacados (Figura 19).

Tabela 7. Ficha de campo para amostragem sequencial de rizomas atacados por *Sphenophorus levis* em cana-de-açúcar.

Nº de Amostras	Limite Inferior (Não Controlar)	Rizomas atacados (Acumulado)	Limite Superior (Controlar)
1	-		4
2	-		4
3	-		4
4	-		5
5	-		5
6	-		5
7	-		6
8	-		6
9	-		7
10	-		7
11	-		7
12	1		8
13	1		8
14	2		8
15	2		9
16	2		9
17	3		9
18	3		10
19	3		10
20	4		10
21	4		11
22	4		11
23	5		11
24	5		12
25	5		12
26	6		12
27	6		13
28	6		13
29	7		14
30	7		14

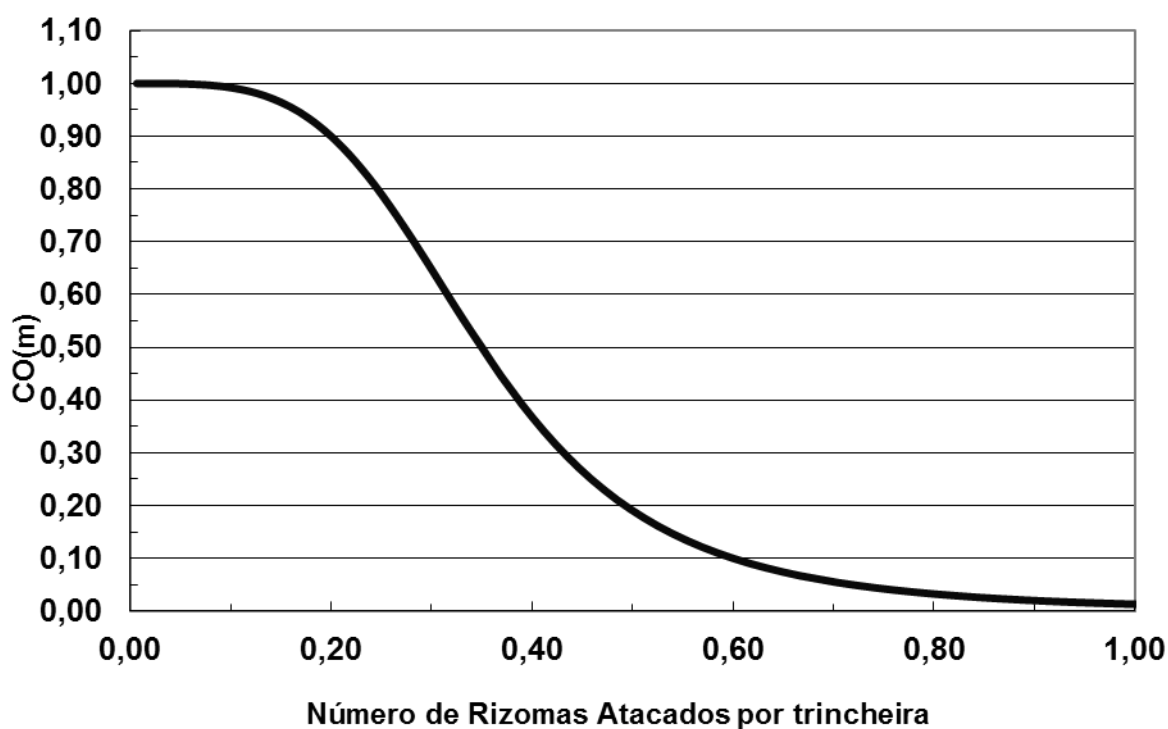


Figura 18. Curva Característica de Operação $CO(m)$ do plano de amostragem sequencial para o número de rizomas de cana-de-açúcar atacados por *Sphenophorus levis* por trincheira.

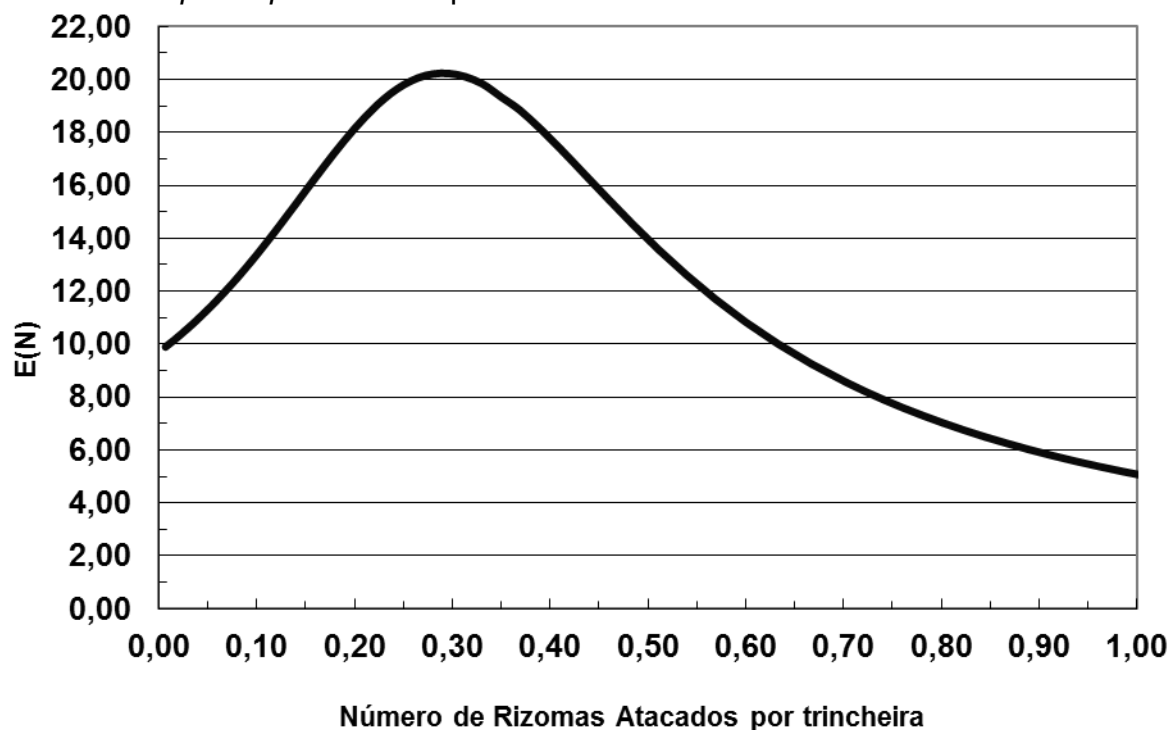


Figura 19. Curva do tamanho esperado de amostras $E(N)$ do plano de amostragem sequencial para o número de rizomas de cana-de-açúcar atacados por *Sphenophorus levis* por trincheira.

Ainda é possível verificar que para uma infestação média de 0,2 rizomas atacados por trincheira, o número esperado de amostras é de 18 trincheiras, enquanto que para 0,6 é de 11 trincheiras para amostrar nos campos de produção (Figura 19).

Não existem planos de amostragem sequencial para *S. levis*, sendo este o primeiro, e infelizmente também não há para nenhum inseto do gênero ainda (HELD; POTTER, 2012). Entretanto, para *Diatraea saccharalis*, a broca-da-cana, existem planos de amostragem sequencial específicos para o país de ocorrência (SCHEXCNAYDER; REAGAM; RING, 1996; CARVALHO, 2011), mas mesmo assim isto mostra que existem poucos estudos onde se desenvolveu um plano de amostragem sequencial para pragas da cultura.

Pavlu (2012) quando estudou a amostragem convencional do gorgulho, chegou a conclusão que 17 pontos ou trincheiras, eram necessários para se tomar a decisão de controle para *S. levis*, tal informação corrobora em parte o encontrado neste trabalho, pois o valor fica próximo do valor para 0,2 rizomas como limite. Apesar disso é necessário salientar que o trabalho de amostragem pode ser resumido dependendo do número de rizomas atacados encontrado, bem como pode ser necessário um número maior de trincheiras para a conclusão da amostragem, o que evidencia a importância deste estudo.

5. CONCLUSÕES

A temperatura mínima foi o fator meteorológico que mais influenciou na variação da densidade populacional de todas as formas biológicas de *S. levis*, seguido da umidade relativa ar.

O pico de larvas ocorreu na última semana do mês de julho, o de pupas no mês de agosto, o de adultos ocorreu no mês de fevereiro. Os rizomas tem maior registro de ataque em no mês de agosto

A distribuição espacial de *S. levis* é altamente agregada, independentemente da fase biológica do inseto ou da época de avaliação.

Os danos causados no rizoma por esta praga também são altamente agregados e facilitam a amostragem.

No plano de amostragem sequencial para rizomas atacados, o número máximo de unidades amostrais esperado para se tomar a decisão de controle é de 21 unidades amostrais, e resultou em uma planilha para avaliação direta no campo

6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2016: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativo, 2016. 456 p.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 12/06/ 2012.

ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology**. Amsterdam: Elsevier Publishing, 752 p., 1973.

ALMEIDA, L. C. **Gorgulho da Cana-de-açúcar**. Piracicaba: Centro De Tecnologia Canavieira, 2005. p.1-3. (Boletim Técnico C.T.C)

ALMEIDA, L. C., STINGEL, E.; ARRIGONI, E. de B. **Monitoramento e controle de pragas da cana-de-açúcar**. Piracicaba-Sp.: Centro de Tecnologia Canavieira, 35p. 2008.

ALVES, M. O.; FERREIRA, R. V.; DOS SANTOS, E. F. Interpretação visual da ocorrência do *Sphenophorus levis* na cana-de-açúcar com uso do sensor oli/landsat 8. **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v. 7, n. esp., 2015.

ANDRADE, F. S. **Impactos das mudanças climáticas na produção de açúcar e seus efeitos sobre a economia do Brasil**. 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Escola de Economia de São Paulo – Fundação Getúlio Vargas, 2016.

ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distributions. **Biometrics**, Alexandria, v.5, p.165-73, 1949.

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

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

BARRETO-TRIANA, N. **Comportamento sexual e reprodutivo de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar**. 2009. 95f. Tese (Doutorado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2009.

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

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

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

CANASSA, F. **Distribuição espacial, efeito do manejo da palha pós-colheita e da aplicação de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) na ocorrência de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar**. 2014. 98f. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

CARVALHO, J. S. **Distribuição espacial e amostragem sequencial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794)(Lepidoptera: Crambidae), na cultura de cana-de-açúcar.** 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola). FCAV/UNESP, Jaboticabal, 2011.

CARVALHO, T. F. O. **Modernização agrícola e a região da Alta Mogiana Paulista: análise da expansão da produção de cana-de-açúcar em uma tradicional região cafeeira.** 2014. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista —Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2014.

CPTEC. **CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS.** Síntese Sinótica de 2013, 2014 e 2015. Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/> Acesso em 20 de abril de 2016.

CÍCERO, E. A. S.; FERRAUDO, A. S.; LEMOS, M. V. F. Identificação de genes *Cry* de *Bacillus thuringiensis* no controle de *Sphenophorus levis*, o Gorgulho da Cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.817-823, 2009.

CIVIDANES, F. J.; BARBOSA, J. C.; MARTINS, I. C. F.; PATTARO, F.; NUNES, M. A.; SANTOS, R. S. Diversidade e distribuição espacial de artrópodes associados ao solo em agroecossistemas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 991-1002, 2009.

CONAB (Companhia Nacional De Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-Açúcar.** Quarto Levantamento Abril/2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_14_09_06_31_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_15-16.pdf Acesso em 10 Maio de 2016.

COSTA, M. G. **Distribuição espacial e amostragem sequencial de ninfas e adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) na cultura de citros.** 2009. 106f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista —Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2009.

COSTA, M. G.; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T.; LEAL, R. M. Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 546-554, 2010

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

DINARDO-MIRANDA, L. L. Nematóides e pragas de solo em cana-de-açúcar. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, v. 110, n. 1, p. 25-32, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Ocorrência de *Sphenophorus levis*. **Stab – Açúcar , Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.19, n.1, p.26, 2000.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Pragas**. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agronomico, p. 349 – 404, 2008.

DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 2. Ed. New York: John Wiley, 1981. 709p.

DUPUY, M. M.; RAMIREZ, R. A. Biology and Management of Billbugs (Coleoptera: Curculionidae) in Turfgrass. **Journal of integrated pest management**, Annapolis, v. 7, n. 1, p. 6, 2016.

ELLIOTT NC, KIECKHEFER RW, WALGENBACH DD. Binomial sequential sampling methods for cereal aphids in small grains. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, p. 1381-1387, 1990.

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

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, p.203- 2011, 2002.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e o papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 31-45, 2008.

GILES, K. L.; ROYER, T. A.; ELLIOTT, N. C.; KINDLER, S. D. Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the greengug (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plains. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.93, p.1522-1530, 2000.

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

GIRÓN-PÉREZ, K. E. T; NAKANO, O.; SILVA, A. C.; ODA-SOUZA, M.L. Attraction of *Sphenophorus levis* Vaurie adults (Coleoptera: Curculionidae) to vegetal tissues at different conservation levels. **Neotropical entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 842-846, 2009.

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

GREENWOOD, M.; YULE, G. U. An Inquiry into the Nature of Frequency Distributions representative of Multiple Happenings with Particular Reference to the Occurrence of Multiple Attacks of Disease or of Repeated Accidents. **Journal of Royal Statistical Society**, London, v. 83, p. 255-259, 1920:

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

HELD, D. W.; POTTER, D. A. Prospects for managing turfgrass pests with reduced chemical inputs. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 57, p. 329–354, 2012

LEITE, L. G.; TAVARES, F. M.; BOTELHO, P. S. M.; BATISTA FILHO, A.; POLANCZYK, R. A.; SCHMIDT, F. S. Eficiência de nematoides entomopatogênicos e inseticidas químicos contra *Sphenophorus levis* e *Leucothyreus* sp. em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 42, p. 40-48, 2012.

LOPES, D. O. P.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; BUSOLI, A. C. **Atualidades em pragas da cultura da cana-de-açúcar: sudeste e nordeste do Brasil**. In: BUSOLI, A. C.; FRAGA, D. F.; SANTOS, L. C.; ALENCAR, J. R. D. C. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; JANINI, J. C.; SOUZA, L. A.; VIANA, M. A.; FUNICHELLO, M. Tópicos em Entomologia Agrícola, Jaboticabal: Multipress, 47-64p. 2011.

MAIL, G. A. Winter Soil Temperatures and their Relation to subterranean Insect Survival. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 41, n. 8, p. 571-592., 1930.

MANHÃES, C. M. C.; GARCIA, R. F.; JÚNIOR, D. C.; FRANCELINO, F. M. A.; JÚNIOR, J. F. S. V.; FRANCELINO, H. O. Perdas quantitativas e danos às soqueiras na colheita de cana-de-açúcar no Norte Fluminense. **Vértices**, Campos de Goitacazes, v. 15, n. 3, 61-71, 2013.

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

MELO, A. S.; SAMPAIO, Y. S. B. Uma Nota Sobre o Impacto do Preço do Açúcar, do Etanol e da Gasolina na Produção do Setor Sucroalcooleiro. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 1, p. 61-69, 2016.

MORAES, G. C.; ÁVILA, C. J. *Sphenophorus levis* detected in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Agricultural Science Research Journals**, Accra, v. 3, n. 1, p. 36-37, 2013.

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

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. **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para sustentabilidade e produtividade**. Blucher, São Paulo, p. 441-450, 2010.

PAVLU, F. A. **Plano de amostragem e distribuição espacial visando o controle localizado de *Sphenophorus levis* na cultura da cana-de-açúcar**. 2012. 79f. Tese de Doutorado (Mecanização Agrícola). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2012.

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

PEREZ-DE LA O, N. B.; LOPEZ-MARTINEZ, V.; JIMENEZ-GARCIA, D.; JONES, R. W. Determination of spatial distribution of *Sphenophorus incurrens* (Coleoptera: Curculionidae) using GIS in Morelos, Mexico. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 97, n. 1, p. 285-287, 2014.

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

PRECETTI, A. A. C. M.; ARRIGONI, E. B. **Aspectos biológicos e controle do besouro *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar**. *Boletim Técnico Copersuca* – Edição Especial, 1990. 15p.

PRECETTI, A. A. C. M.; TERAN, F. O. **Gorgulhos da can-de-açúcar, *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978, e *Metamasius hemipterus* (L. 1765) (Col., Curculionidae)**. In: Reunião técnica agrônômica: Pragas da cana-de-açúcar, 1., 1983, Piracicaba, Anais... Piracicaba: Copresuca, p. 32 – 37, 1983.

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

REYES, J. C. B. **Distribución espacial de *Sphenophorus incurrens* Gyllenhal en la zona de producción de caña del ingenio Emiliano Zapata en Morelos**. 2015. 39f. Dissertação Mestrado em Ciência e Manejo Agroecológico de Pragas e Enfermidades. Instituto Politécnico Nacional. 2015

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

SAS INSTITUTE. **The SAS-system for windows: release 6.11 (Software)**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. **Anatomia e Botânica**. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agronomico, p. 47 – 56, 2008.

SCHEXNAYDER, H. P.; REAGAN, T. E.; RING, D. R. Sampling for the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) on sugarcane in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 94, n. 3, p. 766-771, 2001.

SIMI, I. D. **Controle de *Sphenophorus levis* e *Conotrachelus humeropictus* pelo uso combinado de nematoides e fungos entomopatogênicos**. 2014. 121f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas). Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu, 2014.

SOUZA, L. A.. **Dinâmica populacional, distribuição espacial e plano de amostragem sequencial de *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Heteroptera: Pentatomidae) em cultivares de soja**. 2016, 85 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola). FCAV/UNESP. 2016.

SOUZA, L.A.; BARBOSA, J.C.; BUSOLI, A.C. Amostragem de insetos-praga no MIP. In: BUSOLI, A.C.; SOUZA, L.A.; ALENCAR, J.R.C.C.; FRAGA, D.F.; GRIGOLLI, J.F. (Eds.). **Tópicos em Entomologia Agrícola - VII**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel - ME, 2014. p.23-34.

SOUTHWOOD, T.E.R. **Ecological methods**. Wiley, New York, 1978. 525p

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

TAVARES, F. M.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; ALMEIDA, L. C.; SILVA, A. C.; AMBRÓS, C. M. Efeito de *Heterorhabditis indica* e *Steinernema* sp.(Nemata: Rhabditida) sobre larvas do bicudo da cana-de-açúcar *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), em laboratório e casa-de-vegetação. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 12-19. 2007.

VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE, A. A.; PERECIN, D.; JORGE, L. A. C.; LANDELL, M. G. A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 849-858, 2003.

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

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

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

ZARBIN, P. H.; PRINCIVAL, J. L.; SANTOS, A. A. D.; DE OLIVEIRA, A. R.. Synthesis of (S)-(+)-2-methyl-4-octanol: male-specific compound released by sugarcane weevil *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 331-334, 2004.