

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA BROCA PELUDA,
Hyponeuma taltula (SCHAUS, 1904) (LEPIDOPTERA, EREBIDAE), EM
CANA-DE-AÇÚCAR**

Aimée Regali Selegim

Engenheira Agrônoma

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA BROCA PELUDA,
Hyponeuma taltula (SCHAUS, 1904) (LEPIDOPTERA, EREBIDAE), EM
CANA-DE-AÇÚCAR**

Discente: Aimée Regali Seleglim

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

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

S464e Selegim, Aimée Regali
Estratégias para o controle da broca peluda, *Hyponeuma taltula* (Schaus, 1904) (Lepidoptera, Erebidae), em cana-de-açúcar / Aimée Regali Selegim. -- Jaboticabal, 2020
58 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

1. Entomologia. 2. Cana-de-açúcar. 3. Inseticidas. 4. Pragas agrícolas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA BROCA PELUDA, *Hyponeuma taltula* (SCHAUS, 1904) (LEPIDOPTERA, EREBIDAE), EM CANA-DE-AÇÚCAR

AUTORA: AIMÉE REGALI SELEGHIM

ORIENTADOR: SERGIO ANTONIO DE BORTOLI

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



Prof. Dr. SERGIO ANTONIO DE BORTOLI (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitossanidade) / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Profa. Dra. ALESSANDRA MARIELI VACARI (Participação Virtual)
Universidade de Franca - UNIFRAN / Franca/SP



Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO (Participação Virtual)
Departamento de Entomologia e Acarologia / ESALQ/USP - Piracicaba/SP

Jaboticabal, 18 de dezembro de 2020.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

AIMÉE REGALI SELEGHIM - Nascida em 1 de Junho de 1991, na cidade de São Carlos - SP, Brasil. É Engenheira Agrônoma graduada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Campus de Piracicaba, com título obtido em dezembro de 2016. As atividades relacionadas à entomologia tiveram início em 2016 na Usina São Martinho, Pradópolis, SP, onde adquiriu experiência atuando na área de Agronomia, com ênfase em Manejo Integrado de Pragas na cultura da cana-de-açúcar. Neste período participou de eventos na área de atuação e, em agosto de 2018, ingressou no mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, com orientação do Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli.

DEDICO

Dedico este trabalho aos meus familiares, amigos e todas as pessoas que apoiaram e que contribuíram para minha formação profissional e pessoal. Principalmente aos meus pais, Paulo Seleghim Junior e Mirna Helena Regali Seleghim, meu irmão Alexandre Regali Seleghim e meu namorado Victor Ivar van Halst pelo amor inigualável.

“Tudo que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado” -
Gandalf, J.R.R. Tolkien

“Em nome de interesses pessoais, muitos abdicam do pensamento crítico, engolem abusos e sorriem para quem desprezam. Abdicar de pensar também é crime” - Hannah Arendt

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV), ao Departamento de Fitossanidade (DEF) e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela oportunidade de realizar o mestrado, pela dedicação e toda atenção dada a mim e aos meus colegas de curso.

Ao Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli, pelo grande profissional e por toda orientação rica em conhecimento, conselhos e contribuições cedidas por todo período do mestrado.

À Prof. Dra. Alessandra Marieli Vacari, pelos conselhos e pela contribuição na execução deste trabalho.

Ao consultor Dr. Enrico de Beni Arrigoni por incentivar meu ingresso no programa de mestrado.

A todos os amigos, dentro e fora da universidade, especialmente aos amigos da Usina São Martinho, Unesp, Esalq e São Carlos.

Aos amigos do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos – LBCI, FCAV-UNESP, por toda ajuda, conversas e momentos de descontração dentro e fora do ambiente laboratorial.

À Usina São Martinho S/A, pela cessão da área de estudo e por todo apoio na realização do trabalho.

Finalmente, a todos aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho.

Sumário

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO	vi
ABSTRACT.....	vii
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura.....	2
2.1. A cultura da cana-de-açúcar.....	2
2.1.1. Fisiologia e fenologia da cana-de-açúcar.....	3
2.1.1.1. Brotação.....	3
2.1.1.2. Perfilhamento.....	4
2.1.1.3. Crescimento Vegetativo.....	5
2.1.1.4. Maturação.....	6
2.2. Pragas da cultura da cana-de-açúcar.....	6
2.3. <i>Hyponeuma taltula</i>	8
2.3.1. Morfologia.....	10
2.3.2. Biologia.....	12
2.3.3. Danos.....	13
2.3.4. Monitoramento e levantamento populacional.....	16
2.3.5. Métodos de controle.....	17
3. Relato do comportamento de <i>Hyponeuma taltula</i>	19
4. Material e métodos.....	24
4.1. Área experimental.....	24
4.2. Confirmação da espécie.....	25
4.3. Tratamentos.....	26
4.3.1. Padronização da suspensão de <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i>	29
4.3.1.1. Concentração de conídios de <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i>	29
4.3.1.2. Viabilidade de conídios de <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i>	29
4.4. Avaliação e amostragem de pragas de solo.....	30

4.5. Delineamento experimental.....	32
4.6. Análise de dados.....	32
4.7. Análise de banco de dados.....	33
5. Resultados e discussão.....	33
6. Conclusão.....	49
7. Referências.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados para controle de <i>Hyponeuma taltula</i>	32
Tabela 2 - Valores de $Pr > Z $ (Teste de Wilcoxon a 5% de significância) na comparação das amostragens de danos de <i>Hyponeuma taltula</i> nos diferentes tratamentos.....	39
Tabela 3 - Valores de $Pr > Z $ (Teste de Wilcoxon a 5% de significância) na comparação dos tratamentos para <i>Hyponeuma taltula</i> , nas diferentes amostragens.....	41
Tabela 4 - Média \pm erro padrão da porcentagem de Tocos Atacados (T.A.%) por <i>Hyponeuma taltula</i> (Broca peluda) em soqueira de cana-de-açúcar, nas diferentes amostragens.....	43
Tabela 5 - Porcentagem da eficiência de controle dos inseticidas, calculada pela fórmula de Henderson e Tilton (1955).....	50

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Ilustração do ciclo de desenvolvimento da cana-de-açúcar, de cana planta a cana soca. (Ilustração: Nunes, G.S.).....	3
Figura 2 - Lagartas de <i>Hyponeuma taltula</i> (a) e <i>Diatraea saccharalis</i> (b). (Foto: Selegim, A.R.).....	9
Figura 3 - Desenho esquemático da lagarta de <i>Hyponeuma taltula</i> (Zenker et al., 2007).....	11
Figura 4 - Desenho esquemático de pupas de <i>Hyponeuma taltula</i> (Zenker et al., 2007).....	11
Figura 5 - Canavial e soqueira com sintoma do ataque de <i>Sphenophorus levis</i> e/ou <i>Hyponeuma taltula</i> (“a” e “b”); Soqueira arrancada e confirmação da presença de larva de <i>H. taltula</i> (“c”). (Foto: Selegim, A.R.).....	12
Figura 6 - Ciclo biológico de <i>Hyponeuma taltula</i> . (Ilustração e fotos: Selegim, A.R.).....	13
Figura 7 - Ilustração do comportamento e habitat das larvas de <i>Hyponeuma taltula</i> . (Ilustração: Nunes, G.S.)	14
Figura 8 - Sintomas de taque de <i>Hyponeuma taltula</i> em cana-de-açúcar, destacando o sintoma de “coração morto” (“a”). Perfilho cortado com a confirmação da presença de larva de <i>H. taltula</i> (“b”, “c” e “d”) (Fotos: Usina São Martinho e Selegim, A.R.).....	15
Figura 9 - Podridões causadas pelo broqueamento de <i>Hyponeuma taltula</i> na soqueira. (Fotos: Usina São Martinho e Selegim, A.R.).....	16
Figura 10 - Pupa de <i>Hyponeuma taltula</i> (a esquerda) e de <i>Sphenophorus levis</i> (a direita). (Foto: Usina São Martinho).....	20

- Figura 11 - Lagartas de *Hyponeuma taltula* entre o solo e rizoma de cana. (Foto: Usina São Martinho)21
- Figura 12 - Lagartas de *Hyponeuma taltula* em rizomas degradados e secos. (Foto: Usina São Martinho).....21
- Figura 13 - Diferentes formas biológicas de *Metamasius hemipterus*. (Foto: Usina São Martinho).....22
- Figura 14 - Lagartas de *Hyponeuma taltula* em muda pré-brotada de cana-de-açúcar (MPB). (Foto: Usina São Martinho).....23
- Figura 15 - Área experimental localizada em Guariba, SP. (Imagem “a” cedida pelo Google Earth Pro e foto “b” por Selegim, AR).....24
- Figura 16 - Lagarta e adultos de *Hyponeuma taltula* mantidos/obtidos no laboratório. (Foto: Selegim, A.R.).....25
- Figura 17 - Aplicador de inseticidas de quatro linhas para soqueira na cana-de-açúcar. (Foto: Usina São Martinho).....27
- Figura 18 - Ponto de amostragem de pragas de solo, com abertura de trincheiras com 50 cm x 50 cm x 30 cm, onde é retirada a touceira e os tocos cortados longitudinalmente para avaliar a presença de formas biológicas de pragas e danos. (Foto: Usina São Martinho).....30
- Figura 19 - Dano causado por *Hyponeuma taltula* (esquerda) e por *Sphenophorus levis* (direita). (Foto: Usina São Martinho)31
- Figura 20 - Lagartas de *Hyponeuma taltula*, com as letras “a”, “b” e “c” indicando os três pares de falsas pernas abdominais e “d” o par de pernas anais (confirmação da espécie no campo). (Foto: Selegim, AR).....32

Figura 21 - Média da porcentagem de Tocos Atacados (%T.A.) por <i>Hyponeuma taltula</i> durante o período das amostragens.....	40
Figura 22 - Número médio de lagartas de <i>Hyponeuma taltula</i> por hectare (Larvas/ha) e porcentagem de Tocos Atacados (T.A.%), mês a mês, das quatro últimas safras (2017-2020).....	40
Figura 23 - Equação de regressão linear para o número médio de lagartas de <i>Hyponeuma taltula</i> por hectare (Larvas/ha) e porcentagem de Tocos Atacados (T.A.%), dos meses de Abril a Dezembro, das quatro últimas safras (2017-2020).....	41
Figura 24 - Brotação e perfilhamento da cana para formação de nova soqueira, novo canavial e a infestação de pragas de solo durante esse processo. (Ilustração: Nunes, G.S.).....	43
Figura 25 - Comparação entre a porcentagem inicial (0 DAT) e final (330 DAT) de Tocos Atacados (T.A.%) nos diferentes tratamentos.....	46

ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA BROCA PELUDA, *Hyponeuma taltula* (SCHAUS, 1904) (LEPIDOPTERA, EREBIDAE), EM CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO - Devido à abrangência da cultura da cana-de-açúcar no Brasil, diferentes condições climáticas e de manejo podem favorecer ou prejudicar a infestação por pragas, sendo que atualmente muitas das espécies que não eram consideradas primárias na cultura tiveram sua importância elevada. A Broca peluda, *Hyponeuma taltula* (Schaus) (Lepidoptera: Erebidae), é um exemplo e, no passado, por não ser uma praga de grande expressão, poucos estudos foram feitos sobre seus hábitos e seu manejo no canavial. Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo, tanto a descrição de características da cultura da cana-de-açúcar e da praga *H. taltula*, visando a melhor compreensão de seus efeitos, tipos de danos, como monitorá-la e controlá-la, quanto avaliar a eficácia de diferentes tratamentos com produtos químicos e biológicos, aplicados em cana soca, para o seu controle. Um ensaio foi instalado em área infestada, seguindo delineamento inteiramente casualizado, onde os inseticidas químicos e biológicos foram aplicados com um implemento aplicador de inseticida em soqueiras. Os tratamentos utilizados foram: Altacor (Clorantraniliprole - 350g ia / ha), Engeo Pleno S (Tiametoxan + Lambda-cialotrina – 282 g ia / ha + 212 g ia / ha), Singular BR (Fipronil – 198 g ia / ha), Capture 400 EC (Bifentrina – 120 g ia / ha), Mirza 480 SC (Triflumuron – 480 g ia / ha), *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae* (Bb SM + Ma SM - 1×10^{12} conídios / ha + 1×10^{12} conídios / ha) e uma testemunha. As avaliações foram mensais, determinando-se a quantidade de dano causado pela *H. taltula* nas soqueiras da cana-de-açúcar. Os dados foram analisados pelo Teste de Wilcoxon e pode-se concluir que houve eficiência no controle com Altacor e Capture. Além disso, durante as avaliações pode-se verificar diversas características comportamentais da praga que devem auxiliar tanto na estratégia de manejo quanto na criação em laboratório.

Palavras-chave: Broca peluda, cana-de-açúcar, entomologia, inseticidas, pragas agrícolas.

**CONTROL STRATEGY FOR THE HAIRY BORER, *Hyponeuma taltula*
(SCHAUS, 1904) (Lepidoptera, Erebidae), IN SUGARCANE CROP**

ABSTRACT - Due to the range of the sugarcane crop in Brazil, different climatic and management conditions can favor or hinder infestation by pests, and currently, many of the species that were not considered primary in the crop had its importance elevated. The hairy borer, *Hyponeuma taltula* (Schaus) (Lepidoptera: Erebidae), is an example and, in the past, since it is not a very common pest, few studies have been done on its habits and how to control it in the sugarcane fields. Therefore, the present research had as objective, both the description of characteristics of the sugarcane crop and the pest *H. taltula*, for a better understanding its effects, damages, as well as how it is monitored and controlled throughout the evaluation of the effectiveness of different treatments, applied in sugarcane ratoon, aiming the control of the hairy borer. An experiment was installed in an infested area, following a completely randomized design, where chemical and biological insecticides were applied by an insecticide applicator with cutting discs. The treatments used were: Altacor (Chlorantraniliprole - 350g ia / ha), Engeo Pleno S (Tiametoxan + Lambda-cyhalothrin - 282 g ia / ha + 212g / ha), Singular BR (Fipronil - 198 g ia / ha), Capture 400 EC (Bifenthrin - 120 g ia / ha), Mirza 480 SC (Triflumuron - 480 g ia / ha), *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae* (Bb SM + Ma SM - 1×10^{12} conidia / ha + 1×10^{12} conidia / ha) and control. The evaluations were made monthly, determining the amount of damage caused by *H. taltula* in sugarcane ratoons. The data were analyzed by the Wilcoxon Test and it was concluded that there was efficiency in the control using Altacor and Capture. In addition, during the evaluations it is possible to verify several pest behavioral characteristics that should help in future improvements both in the management strategies and in the laboratory rearing.

Key-words: Hairy borer, sugarcane, *entomology*, insecticides, agricultural pests.

1. Introdução

O Brasil se destaca por ser o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, *Saccharum spp.* (Poaceae), tendo uma área total colhida de 10.039,1 mil hectares na safra 2019/2020. E, dentre os estados brasileiros, São Paulo é o maior produtor contribuindo com 50,96% de toda produção nacional, o que equivale a 4.302,2 mil hectares plantados/colhidos (CONAB, 2020).

Além de sua importância econômica, a cana é fonte de energia renovável, representando aproximadamente 17,4% da produção de energia na matriz energética brasileira. Dentre as fontes de energia renováveis, a cultura responde por 50% da produção total (NEB, 2019).

Com a introdução de carros flex-fuel no mercado Brasileiro em 2003, a demanda por etanol aumentou significativamente e, para atendê-la, as áreas de produção de cana-de-açúcar expandiram-se muito rapidamente (Martines Filho et al., 2006; Samanez et al., 2007). Estima-se que a demanda por combustíveis renováveis, como o etanol da cana-de-açúcar, deverá aumentar ainda mais em função dos protocolos internacionais que visam à redução da emissão de gases do efeito estufa (Leal et al., 2013; Goldemberg et al., 2014). Isso porque, a cada tonelada de cana existe o potencial energético de 1,2 barris de petróleo (Cicero et al., 2009), o que torna a cultura uma das melhores alternativas para reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa (Soares et al., 2009). Além disso, a cultura também é considerada uma atividade comprovadamente sustentável devido ao uso dos seus produtos e subprodutos, como o bagaço para a produção de energia elétrica, o álcool medicinal, o açúcar para alimentação e a vinhaça na fertirrigação, dentre outros.

Assim, a cultura assume posição de destaque no cenário econômico mundial e, para o Brasil se manter como maior produtor mundial de cana-de-açúcar é imprescindível a busca permanente por soluções acerca dos fatores que impactam e reduzem a produtividade dos canaviais.

Uma vez que a cultura está exposta ao ataque de insetos-praga, prejuízos podem ocorrer, sendo os mesmos da ordem de 60 milhões de toneladas, o que reduz significativamente também a produção industrial (Parra et al., 2010; Oliveira et al., 2014). Além disso, devido às diversas condições climáticas,

mudanças no manejo de cana-de-açúcar, dentre outros fatores, muitas lavouras estão sendo infestadas por novas pragas, entre elas a Broca peluda, *Hyponeuma taltula* (Schaus, 1904) (Lepidoptera: Erebidæ), com poucas informações geradas em relação às suas características bionômicas e sem medidas eficientes para seu controle até o momento.

Portanto, é de grande importância que pesquisas relacionadas a essa praga sejam urgentemente realizadas e, nesse sentido, um dos objetivos deste trabalho foi apresentar características descritivas, tanto da fisiologia e fenologia da cana-de-açúcar, quanto da morfologia, biologia e comportamento de *H. taltula*, contribuindo com os conhecimentos sobre seus efeitos, tipos de danos, monitoramento e o desafio imposto pelo seu controle dentro de programas de Manejo de Pragas na cultura da cana-de-açúcar. Além disso, este trabalho visou o estudo de possíveis estratégias de manejo através do uso eficiente de diferentes inseticidas químicos (de ação fisiológica e de contato) e biológicos (fungos entomopatogênicos) aplicados no corte de soqueira, que é uma operação amplamente utilizada no manejo de cana-de-açúcar para controle de outra praga de solo de grande importância econômica na cultura, o *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) (Dinardo-Miranda, 2018).

2. Revisão de Literatura

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é originária das ilhas da Nova Guiné, no sudoeste do Oceano Pacífico, pertencendo ao gênero *Saccharum*, que abrange várias espécies, com as canas cultivadas, na sua maioria, sendo híbridos (Figueiredo, 2008).

A cana-de-açúcar é considerada uma cultura semi-perene, visto que fornece vários cortes durante o seu ciclo produtivo, em média cinco a seis. Porém, após cada colheita devem ser feitos investimentos expressivos para manter a produtividade e a longevidade da cultura. Antes de seu primeiro corte, a cana é chamada de “cana planta” e após a sua primeira colheita é denominada

de “cana soca”, devido às rebrotas das soqueiras formadas após a colheita, conforme ilustra a Figura 1.

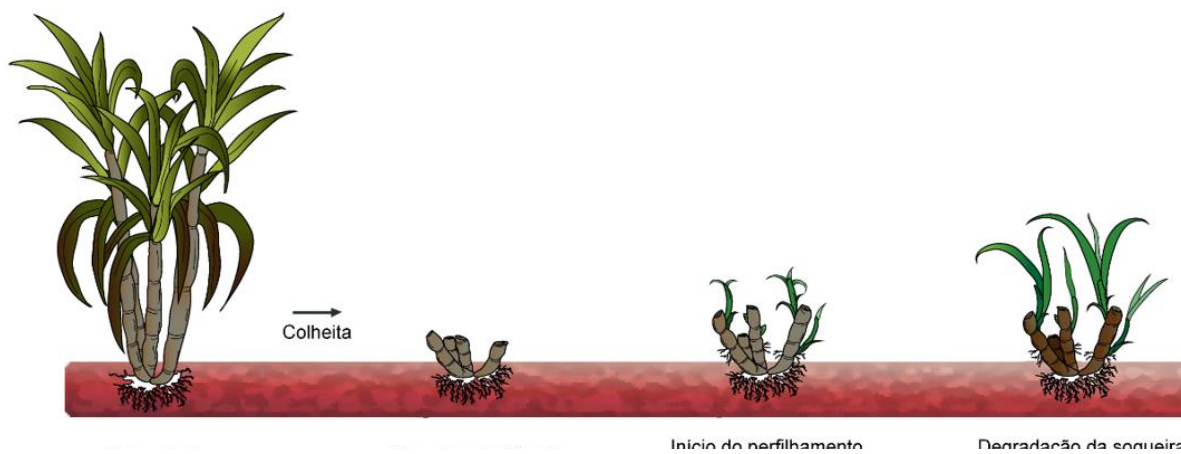


Figura 1 - Ilustração do ciclo de desenvolvimento da cana-de-açúcar, de cana planta a cana soca. (Ilustração: Nunes, G.S.)

As principais tecnologias com potencial de contribuição para a sustentabilidade e produtividade da cana-de-açúcar estão associadas com o melhoramento genético, planejamento e manejo agrícola que envolve, desde as técnicas de plantio e tratos culturais, até a colheita e o combate a pragas e doenças (Nova Cana, 2013).

2.1.1. Fisiologia e fenologia da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta C4 e muito eficiente na conversão de energia, podendo acumular o dobro de biomassa que uma planta C3, possuindo classicamente quatro fases fenológicas distintas: brotação, perfilhamento, crescimento vegetativo e maturação (Alencar, 2012).

2.1.1.1. Brotação

A cana-de-açúcar propaga-se de forma vegetativa, realizada por meio de colmos que contêm gemas axilares, onde inicia a brotação e o enraizamento para formação de uma nova planta (Scarpari e Beauclair, 2008). Portanto, após se efetuar a colheita dos colmos, tem início a brotação da soca, ou brotação dos primórdios e gemas restantes da base do colmo após a colheita, com um novo processo de perfilhamento se estabelecendo.

A boa capacidade de brotação é uma característica desejável nas cultivares de cana-de-açúcar, principalmente quando essa fase ocorre em épocas de condições ambientais desfavoráveis (Casagrande, 1991). Para a brotação das soqueiras é fundamental, de acordo com Carneiro et al. (1995), a reserva em rizomas ou colmos subterrâneos (parte basal do colmo que permanece enterrada, abaixo do nível do solo após o corte da cana), raízes remanescentes do ciclo anterior e o estado e sanidade da soqueira como um todo.

Esta primeira fase é um processo biológico que, como todos os outros, consome energia e essa energia é gerada a partir da degradação das substâncias de reserva do colmo, através do processo fisiológico da respiração. Num período de cerca de 30 dias, as reservas dos toletes, rizomas ou tocos resultantes do processo de colheita, são fundamentais para a evolução do processo de brotação, reduzindo essa dependência à medida que o sistema radicular se desenvolve, aumentando a superfície ativa de absorção de água e nutrientes do solo. De maneira geral, a brotação inicia de 7 a 10 dias após o plantio ou colheita e geralmente dura ao redor de 30-35 dias (Bacchi, 1983; Blackburn, 1984)

A brotação constitui fase importante, pois uma boa brotação reflete em um bom estabelecimento da cultura, que trará à área cultivada plantas vigorosas e, ao final do ciclo, alta produtividade e longevidade para os próximos ciclos (Silva et al., 2003 e 2004).

2.1.1.2. Perfilhamento

Após a brotação inicia-se o perfilhamento da parte aérea da planta. Os primeiros brotos ou perfilhos provenientes das gemas dos toletes, rizomas ou tocos da soqueira são denominados perfilhos primários ou maternos. Esses perfilhos primários também possuem gemas e região radicular na parte subterrânea e essas gemas desenvolvem-se em novos brotos, formando os perfilhos secundários. Os perfilhos originários dos secundários são os terciários, e assim por diante (Rocheouste, 1967)

Uma das características marcantes da cana é o perfilhamento abundante na fase inicial de desenvolvimento. Para a cana planta ocorre aumento do perfilhamento até os 180 dias após seu plantio, seguido de uma redução de

cerca de 50%, sendo que a partir dos 270 dias o número de perfilhos tende a estabilizar (Silva et al., 2002; Castro e Christofolletti, 2005). Essa redução no perfilhamento ou estabilização ocorre devido a competição por luz e água na própria planta, com o auto-sombreamento induzindo a inibição do perfilhamento e ocorrendo a aceleração do crescimento do colmo, o que é devido à dominância hormonal da gema apical que manterá a prioridade do crescimento do colmo, até a ocorrência de temperaturas baixas ou florescimento (Rodrigues, 1995). De acordo com Bezuidenhout et al. (2003), o estresse hídrico causa a redução na emissão de novos perfilhos, ou até o abortamento de perfilhos saudáveis, uma vez que com a falta de água cessa a divisão e o alongamento celular, impedindo a diferenciação e o crescimento dos tecidos que darão origem às novas estruturas. Durante o período de perfilhamento a cultura exige grande quantidade de água para que ocorra o seu pleno desenvolvimento vegetativo.

O mesmo ocorre para o perfilhamento na cana soca, ou seja, o perfilhamento é afetado por fatores como luz, temperatura, umidade do solo e nutrientes, que são manejados pelo espaçamento, profundidade, época de plantio, época de corte e o controle de pragas e doenças (Alexander, 1973).

2.1.1.3. Crescimento vegetativo

Após todos os perfilhos estarem formados inicia o estágio de crescimento da cana-de-açúcar, estágio esse caracterizado por intensa divisão, diferenciação e alongamento celular. Como consequência ocorre aumento no tamanho e na matéria seca total da planta, sendo esse período conhecido como o de crescimento vegetativo da cana-de-açúcar (Malavolta e Haag, 1964; Santos, 1977; Machado, 1987).

A idade fisiológica da planta e o clima são fatores que afetam o ritmo de desenvolvimento da planta. Com condições pouco favoráveis ao crescimento, como a baixa disponibilidade hídrica no solo ou mesmo déficit hídrico, baixas temperaturas e menores intensidades de radiação causam redução no crescimento da planta. Já, com o início das precipitações, aumento da temperatura e intensidade luminosa ocorre a fase de maior desenvolvimento da cultura (Santos, 1977; Segato et al., 2006).

2.1.1.4. Maturação

O processo de maturação é definido pelos fisiologistas como o momento de acumulação máxima de produtos foto-assimilados nos órgãos de reserva da planta que, no caso da cana-de-açúcar, é a sacarose no colmo. Esse fenômeno é determinado pelos processos de engrossamento e alongamento das células da parede, aumento mínimo da matéria seca, gradual desidratação, aumento e retenção de sacarose acumulada, diminuição do alongamento das folhas do colmo e posterior desprendimento delas (Alexander, 1973)

Cada entrenó acumula seu próprio açúcar, sendo os valores de sacarose mais elevados na direção do centro do colmo, declinando no sentido das pontas. Segundo Alexander (1973), o mecanismo de acúmulo de sacarose é o mesmo, tanto em tecidos imaturos como nos adultos. Todavia, o acúmulo difere nesses dois tipos de tecidos em função de reguladores de crescimento e da ação das invertases. Nos tecidos imaturos, onde predomina a rápida expansão celular, o açúcar acumulado é rapidamente hidrolisado. Já, no caso das plantas adultas em processos de maturação, a ação de invertase “neutra ou alcalina” é aumentada, sendo que a atividade quase nula das invertases indica que está ocorrendo efetivamente acúmulo de sacarose.

Na época da colheita, os colmos industrializáveis devem apresentar no mínimo 18° Brix (teor de sólidos solúveis no caldo), polarização mínima de 15,3% (percentagem de sacarose aparente no caldo), pureza mínima de 85,0% (percentagem de sacarose aparente no caldo em sólidos solúveis) e no máximo 1,0% de açúcares redutores, como glicose e frutose. Um canavial que apresentar estas condições terá um rendimento em torno de 11,3% de açúcar (Aude, 1993).

2.2. Pragas da cultura da cana-de-açúcar

Parte da produção de cana-de-açúcar no Brasil é perdida devido a ocorrência de inúmeras pragas, as quais, além de influenciarem indiretamente a capacidade de rebrota da cana, também afetam a produtividade e, na medida em que as áreas de plantio de cana vêm se expandindo, tem ocorrido um aumento proporcional dos problemas relacionados ao ataque de insetos-praga (Almeida, 2005).

Aproximadamente 85 espécies de insetos foram reconhecidas como causadoras de danos às lavouras de cana no Brasil. Dentre elas, algumas são

consideradas pragas importantes ou primárias e, em alguns casos, de abrangência regional ou nacional. Como exemplo de pragas que atacam a base do colmo ou soqueira tem-se: a cigarrinha-da-raiz, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae); o migdolus, *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Vesperidae); o bicudo-da-cana *S. levis*; a broca peluda, *H. taltula*; a lagarta-elasma, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae); os cupins, *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera: Rhinotermitidae) e *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera: Termitidae); e o percevejo-castanho, *Scaptocoris castanea* (Perty, 1830) (Hemiptera: Cydnidae). Das pragas da parte aérea pode-se relacionar: a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae); a broca-pequena-da-cana, *Diatraea flavipennella* (Box, 1931) (Lepidoptera: Crambidae); a broca-gigante, *Telchin licus* (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae); as formigas saúvas, *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae); a cigarrinha-das-folhas, *Mahanarva posticata* (Stal, 1855) (Hemiptera: Cercopidae); e o besouro-rajado-da-cana *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1765) (Coleoptera: Curculionidae) (Leslie, 2007; CTC, 2013).

A importância de uma ou outra espécie de inseto-praga depende de diversos fatores, sendo os mais relevantes: a região de cultivo (condições edafoclimáticas), ano agrícola e técnicas adotadas na condução e manejo da lavoura. Para reduzir os prejuízos causados por esses artrópodes, deve-se considerar sempre a utilização de técnicas corretas, econômicas e ambientalmente seguras, trabalhando-se para implantar um programa de Manejo Integrado de Pragas (Dinardo-Miranda, 2008).

Após a colheita são iniciadas as operações referentes aos tratamentos culturais da soqueira, que dependem das situações específicas do canavial, principalmente em relação à sanidade, sendo elas: cultivo, adubação, controle de plantas daninhas e de pragas, sempre tendo como base as estratégias de manejo escolhidas.

2.3. *Hyponeuma taltula*

O aumento de área colhida mecanicamente devido a proibição da queima da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, aliado à expansão das áreas de plantio e ao escalonamento deste plantio em diversas épocas do ano, visando otimizar a colheita da cultura para obter melhor aproveitamento do parque de máquinas, do aparato industrial e dos recursos humanos, vem causado o aumento na incidência de algumas pragas e doenças nos canaviais, inclusive de insetos que não eram de grande importância econômica (Almeida, 2005; Ferreira et al., 2008).

No geral, várias são as pragas relacionadas à cultura da cana-de-açúcar, sendo os insetos que se desenvolvem no solo de mais difícil controle, além de normalmente dependerem de uma avaliação destrutiva das soqueiras e de suas presenças serem notadas geralmente após os sintomas do ataque se tornarem visíveis (Dinardo-Miranda, 2008).

Como já mencionado, dentre as pragas de solo na cultura da cana destacam-se: cigarrinha das raízes, broca-gigante, gorgulho-da-cana, *midgulus* e, mais recentemente, a Broca peluda, que possui a sinonímia *Hyponeuma leucanioides* Schaus, 1906 (Lepidoptera: Erebididae).

Seu nome vulgar, Broca peluda, deriva da característica das lagartas apresentarem cerdas longas distribuídas pelo corpo e não terem manchas, diferentemente das larvas de *D. saccharalis* (Macedo e Macedo, 2007; Macedo et al., 2015) (Figura 2).



Figura 2 – Lagartas de *Hyponeuma taltula* (a) e *Diatraea saccharalis* (b). (Foto: Selegim, A.R.)

A Broca peluda é uma lepidobroca que foi descrita a partir de exemplares coletados na cidade de Castro, Paraná, sendo a presença da praga registrada nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Alagoas e Pernambuco (Guagliumi, 1973; Guagliumi e Mendes, 1974; Macedo e Macedo, 2007; Zenker et al., 2007; Moraes e Ávila, 2014). Atualmente ela se apresenta como uma praga primária em muitos canaviais e está amplamente distribuída em todo o Estado de São Paulo (Rosa e Fernandes, 2020), existindo grande urgência de estudos sobre esse inseto.

A literatura evidencia poucos trabalhos a respeito de *H. taltula*, podendo-se citar: Zenker et al. (2007), que contém breve descrição e caracterização morfológica de imaturos; Rodrigues et al. (2012) e Dario et al. (2014), que versam sobre controle químico e biológico; Macedo e Macedo (2007), que trata da criação dessa espécie em condições de laboratório; Triana (2015), sobre a ecologia química da praga; e, mais recentemente, Rosa e Fernandes (2020), sobre a expansão do ataque de *H. taltula* no Estado de São Paulo, associado a estudos de comportamento e de danos, comparados com aqueles produzidos por *S. levis*.

Outro ponto que deve ser destacado é em relação ao controle químico, sendo que o Agrofit (2020) não relaciona produtos registrados para o tratamento visando o combate de *H. taltula*.

2.3.1. Morfologia

Zenker et al. (2007), que realizaram a descrição morfológica das fases imaturas da *H. taltula*, com espécimes coletados em áreas de cana da Usina Triunfo (Boca da Mata, AL), citam que os ovos apresentam formato subpiramidal, não muito comum em espécies de herminiíneos. As larvas de *H. taltula* (Figura 3) apresentam coloração de fundo branca sem listras ou outras manchas conspícuas, com comprimento médio de 33,2 mm, variando de 28,2 a 37,3 mm; cerdas afiladas, relativamente longas e pouco conspícuas, de coloração castanho-translúcida e, quase sempre, inseridas em bulbos da mesma cor. As placas protorácicas e anal são conspícuas. Na cabeça, a cápsula cefálica mede cerca de 3,0 mm e tem coloração alaranjada; a região adfrontal é amarelada; com reticulações presentes na região média até a superior; fronte e anteclípeo alaranjados; clipeo translúcido; linha ecdisial ou sutura adfrontal negra e bem definida. A mandíbula é do tipo serrada e apresenta dois dentes conspícuos, com a maxila apresentando dois lobos cilíndricos e a “fiandeira” de formato tubular simples. No tórax, os três segmentos apresentam pernas esclerotizadas; espiráculos protorácicos com peritrema externamente negro e internamente castanho-escuro, medindo cerca de 1,5 vezes o tamanho do oitavo urômero. O cérvix separa a cabeça da placa protorácica. Abdome tem 10 segmentos visíveis, 3 pseudópodos (3 pares de falsas pernas), do quarto ao sexto segmento, e um

no décimo (ou falsa perna anal). As pupas são do tipo obtecta (Figura 4) e de coloração inicial marrom clara, escurecendo com o desenvolvimento do inseto.

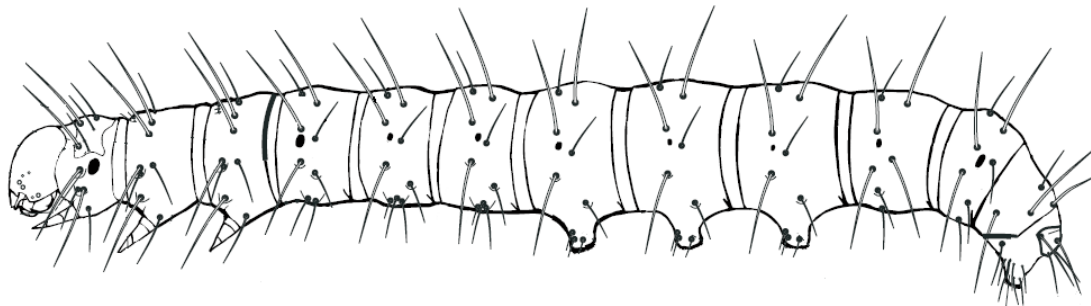


Figura 3 – Desenho esquemático da lagarta de *Hyponeuma taltula* (Zenker et al., 2007).

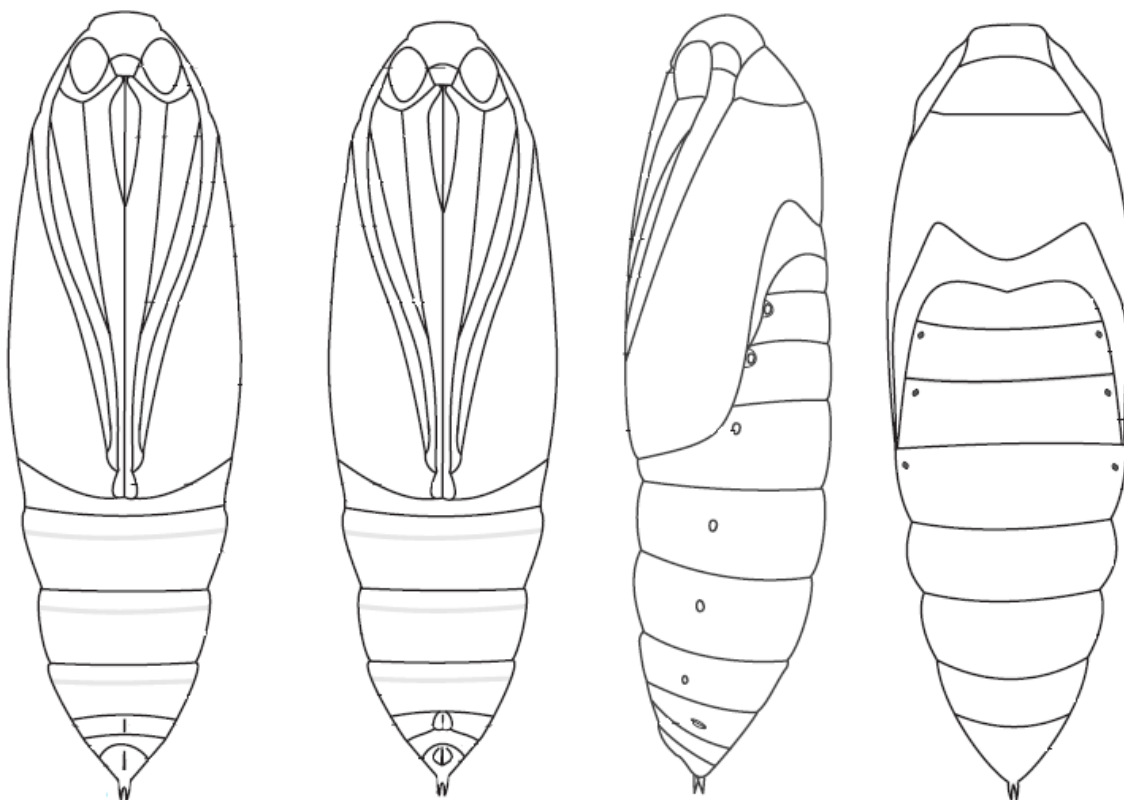


Figura 4 – Desenho esquemático de pupas de *Hyponeuma taltula* (Zenker et al., 2007).

2.3.2. Biologia

A Broca peluda da cana-de-açúcar foi reconhecida como praga por provocar danos e sintomas similares aos causados por *Metamasius* (Guagliumi, 1973) ou aos causados por *Sphenophorus* (Figura 5).

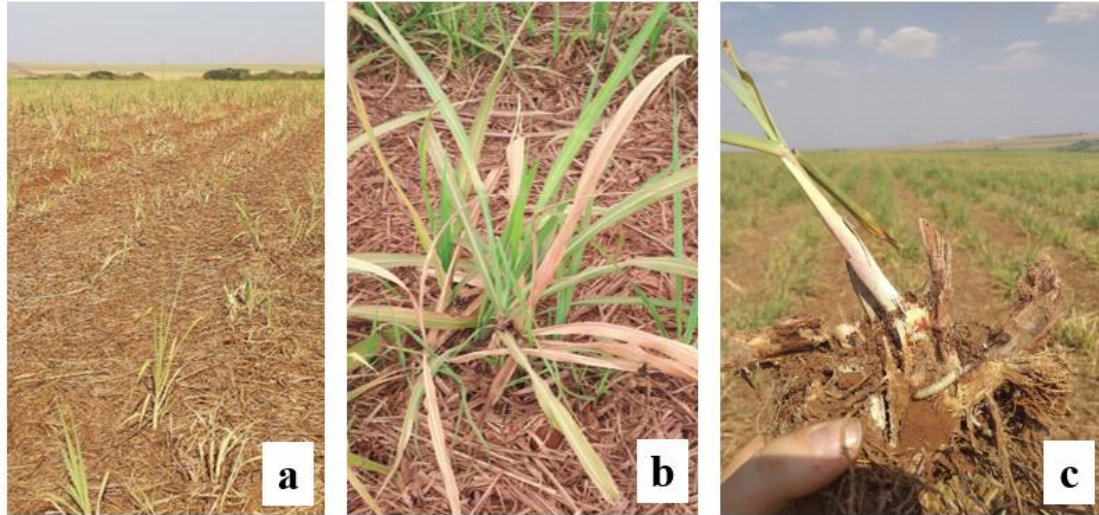


Figura 5 - Canavial e soqueira com sintoma do ataque de *Sphenophorus levis* e/ou *Hyponeuma taltula* (“a” e “b”); Soqueira arrancada e confirmação da presença de larva de *H. taltula* (“c”). (Foto: Selegim, A.R.)

Segundo Macedo e Macedo (2007), o ciclo de vida (Figura 6), a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, 60% de UR e fotofase de 14 horas, se completa em aproximadamente 80 dias. Os ovos são colocados de forma individualizada no solo e permanecem neste estágio por 5,5 dias, até a eclosão das lagartas que têm um período de desenvolvimento de 53,5 dias, com a fase de pupa prolongando-se por 13,5 dias. Os adultos vivem de 5 a 6 dias e cada fêmea coloca, em média, 85 ovos por dia, totalizando uma média de 425 ovos.



Figura 6 - Ciclo biológico de *Hyponeuma taltula*. (Ilustração e fotos: Seleglim, A.R.)

2.3.3. Danos

Normalmente as mariposas colocam os ovos na base das plantas ou no palhiço sobre o solo e, após eclodirem, as lagartas iniciam sua alimentação pelas raízes migrando para o interior da soqueira, onde se alimentam dos rizomas, também denominados de “tocos” (Figura 7), causando o amarelecimento das folhas e, em casos mais severos, morte dos perfilhos (Figura 5).

Segundo Rosa e Fernandes (2020), os danos podem ser considerados diretos ou indiretos. Diretos porque o ataque da praga provoca a morte de muitos perfilhos, podendo em casos mais severos ocorrer a morte da soqueira, e indiretos pela característica da praga em iniciar sua alimentação pelos rizomas

(Figura 7), que pode reduzir a capacidade de desenvolvimento da planta e não necessariamente causar a sua morte.

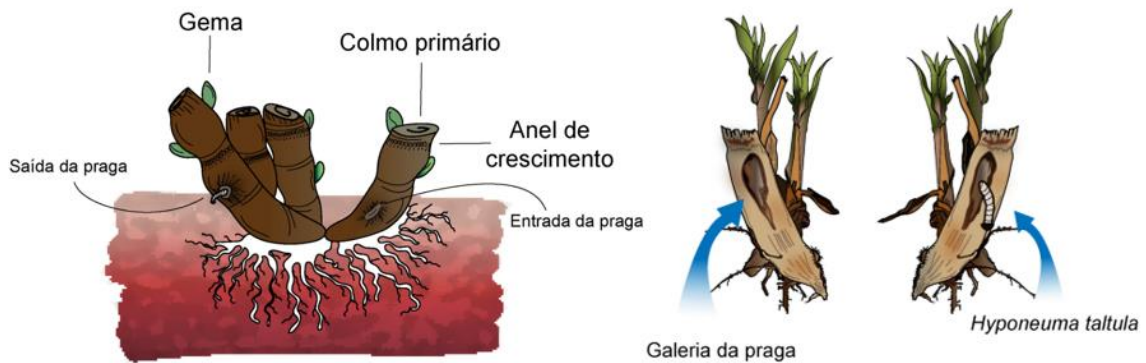


Figura 7 – Ilustração do comportamento e habitat das larvas de *Hyponeuma taltula*. (Ilustração: Nunes, G.S.)

Ainda, pode ocorrer um tipo de ataque da praga na planta que causa o sintoma conhecido como “coração morto”, comumente descrito como um dos sintomas da infestação prematura da *D. saccharalis*. Neste caso, em plantas ou soqueiras mais novas, as lagartas se alimentam dos primeiros internódios basais e causam a morte da gema apical. Com a morte da gema apical ocorre a morte do perfilho primário, o que é evidenciado pelo amarelecimento e seca que inicia pelas folhas mais novas do perfilho, como é ilustrado na Figura 8. Em plantas adultas provoca perda de peso, brotação lateral, enraizamento aéreo e quebra de colmos (Canaoeste, 2013).



Figura 8 – Sintomas de taque de *Hyponeuma taltula* em cana-de-açúcar, destacando o sintoma de “coração morto” (“a”). Perfilho cortado com a confirmação da presença de larva de *H. taltula* (“b”, “c” e “d”) (Fotos: Usina São Martinho e Selegim, A.R.)

A praga também provoca danos relacionados com a entrada de fungos pelos orifícios construídos pelas lagartas, o que pode ocasionar podridões (Figura 9), resultando em diminuição na produtividade e no rendimento industrial devido a problemas com a inversão da sacarose e contaminação no processo da fermentação alcoólica (Dario et al., 2014).



Figura 9 - Podridões causadas pelo broqueamento de *Hyponeuma taltula* na soqueira. (Fotos: Usina São Martinho e Selegim, A.R.)

2.3.4. Monitoramento e levantamento populacional

O sucesso das estratégias de controle de uma praga pode ser atribuído a diversos fatores, mas certamente o conhecimento do comportamento do inseto nas áreas cultivadas, por meio de estudos de sua distribuição espacial e dinâmica populacional, são indispensáveis para o desenvolvimento de planos de amostragem, visando a aplicação em programas de manejo integrado de pragas, de acordo com os níveis de controle, de equilíbrio e de dano (Southwood, 1978; Giles et al., 2000; Wright et al., 2002).

Para se conhecer o nível populacional da praga é necessário empregar esquemas de amostragens, que podem estimar a população absoluta (número de insetos por unidade de área), a população relativa (número de insetos por levantamento) e os índices populacionais (média dos produtos metabólicos ou efeitos causados pelos insetos), sendo as duas últimas as mais utilizadas, de acordo com Gallo et al. (2002). Por falta de informações sobre *H. taltula*, o método de amostragem mais frequentemente utilizado é o proposto por Arrigoni et al. (1988), que é o empregado para levantamento de populações de pragas de solo em geral, e que consiste na realização de pelo menos 2 pontos de amostragem por hectare. Em cada ponto abre-se uma trincheira de 50 cm (largura) x 50 cm (comprimento) x 30 cm (profundidade), onde o solo e o material

vegetal da touceira da cana devem ser vistoriados para a verificação da ocorrência de danos e a presença de formas biológicas da praga.

Segundo Rosa e Fernandes (2020), em levantamento realizado em área de aproximadamente 442 hectares na região de São Simão, SP, onde foram realizados 1 ponto de amostragem a cada 2 hectares, *H. taltula* apresentou distribuição aleatória determinado pelos valores de I (Índice Razão Variância Média) e I_d (Índice de Morisita). Além disso, os resultados para o expoente k da distribuição binomial negativa apresentaram valor superior a oito, também sugerindo distribuição aleatória. Os resultados obtidos para *S. levis* foram avaliados na mesma área e tiveram resultado diferente, caracterizando distribuição agregada, corroborando com relatado por Izeppi (2015).

De acordo com a distribuição espacial dos insetos, métodos diferentes de amostragens são necessários, variando-se o número, o tamanho da unidade amostral e a alocação das amostras na área (Iwao, 1972). Na distribuição ao acaso ou aleatória, como determinado para *H. taltula*, todos os pontos na área amostral têm a mesma probabilidade de serem ocupados pela praga, sendo que a presença de um indivíduo não altera a posição de outro. Esse tipo de distribuição não ocorre com tanta frequência na natureza, pois a hipótese de que todos os pontos têm a mesma probabilidade de serem ocupados implica em que todos os pontos tenham condições idênticas de habitat. A presença de um indivíduo não alterando a posição de outro implica também numa falta de interação entre os indivíduos, o que normalmente não acontece (Elliott, 1979; Rabinovich, 1980; Perecin e Barbosa, 1992).

2.3.5. Métodos de controle

Segundo Dario et al. (2014), não há inseticidas eficientes para o controle da *H. taltula* e a principal metodologia adotada de controle é a catação manual das lagartas, que é onerosa e pouco adequada, especialmente em cana de açúcar onde a extensão de área cultivada inviabiliza esse procedimento. Também não existem inseticidas registrados para o controle da *H. taltula* (Agrofit, 2020).

Alguns trabalhos citam a possibilidade do controle químico com a aplicação dos inseticidas Temik (aldicarb) e Furadan (carbofuran) na linha e na entrelinha da cana de-açúcar (Macedo, 2005; Canaoeste, 2013), ressaltando-se

a inexistência de registro para esses químicos e, inclusive, lembrando que em outubro de 2012, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou o cancelamento do registro do Temik 150, estando proibida a produção, comercialização e o uso de qualquer agrotóxico à base de aldicarb, o mesmo acontecendo com o ingrediente ativo carbofuran (Projeto de lei N.º 7.586-A, DE 2006, do Sr. Fernando Coruja)

Em termos experimentais, a eficiência dos inseticidas tiametoxan (Actara) e clorantranilipole (Altacor) foi estudada na Usina Triunfo Agroindustrial, Boca da Mata, AL, obtendo-se um aumento de apenas 14 a 23 % no número de colmos saudáveis (Dario et al., 2014).

Rodrigues et al. (2012) reportaram que os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv. Vuill.) (Boveriz, Biocontrol) e *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Metarriz, Biocontrol) não foram eficazes no controle de *H. taltula*, mas que o tiametoxan (Actara 250 WG) causou redução de 93,4% nos danos aos 28 dias após a aplicação, em canavial da região de Ribeirão Preto, SP.

Em notícia veiculada no “site” da Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo, o pesquisador do Instituto Biológico - IB, Dr. Luís Garrigós Leite citou o potencial uso do nematoide entomopatogênico de largo espectro *Steinernema rarum* Aguera de Doucet, 1986 (Rhabditida: Steinernematidae) para controle de diversas pragas de solo, dentre elas *H. taltula*.

Machado (2006) cita a eficiência de controle de *H. leucanioides* com o inseticida fipronil, com o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) e com o nematoide *Heterorhabditis indica* Poinar, Karunakar & David, 1992 (Rhabditidae: Heterorhabditidae), nas concentrações de 5×10^8 e 5×10^9 , com reduções no percentual de dano de 70%, 40%, 80% e 70%, respectivamente.

Uma patente sobre o uso de genes cry da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bacillales: Bacillaceae) relata também *H. taltula* como uma das pragas que pode ser controlada com a produção de plantas geneticamente modificadas com esses genes (Chavez et al., 2014).

E, mais recentemente, Triana (2015) relata a possibilidade futura da utilização de feromônio sexual, feminino e masculino, como estratégia de controle comportamental a ser testado na fase adulta da Broca peluda da cana.

Em relação às aplicações visando ao controle de *H. taltula*, deve-se ressaltar que o comportamento de ataque de *H. taltula* desse inseto em cana-de-açúcar dificulta seu controle, uma vez que as lagartas ficam protegidas no interior do colmo ou nos rizomas, abaixo do nível de solo, enquanto o adulto possui a capacidade de voar e migrar para outras áreas, o que tende a diminuir o contato com qualquer tratamento fitossanitário visando seu combate. Portanto, é necessário a implementação de novos estudos quanto aos métodos de controle da praga e com bastante urgência.

3. Relato do comportamento de *Hyponeuma taltula*

Durante a execução desse trabalho algumas características interessantes da praga foram observadas, principalmente nas amostragens realizadas visando insetos de solo, pertinentes à conclusão do estudo. De início fora notada grande dificuldade para encontrar as diferentes formas biológicas da *H. taltula*, que são as larvas no solo ou na soqueira de cana-de-açúcar. Isso se deve ao comportamento e característica da praga que é uma mariposa, de hábito noturno, e as pupas se desenvolverem do lado de fora da soqueira e não internamente, como acontece com *S. levis* (Figura 10).



Figura 10 – Pupa de *Hyponeuma taltula* (a esquerda) e de *Sphenophorus levis* (a direita). (Foto: Usina São Martinho)

Pode-se ver que, além da pupa ser formada ao lado da soqueira e não dentro dela, *H. taltula* utiliza restos e bagacilhos da cana para montar um casulo de proteção, com isso podendo justificar o fato da galeria da praga não possuir a “serragem”, uma vez que ela a utiliza para montar o seu casulo, como pode ser observado pelas Figuras 10 e 19.

Outro aspecto bastante interessante é que em muitas amostragens a lagarta foi encontrada fora da soqueira, sugerindo que ao final do ciclo, pouco antes da formação da pupa e durante a “coleta de bagacilho” para preparação do casulo, a lagarta transite entre o rizoma e o solo, ocorrendo neste período as possíveis contaminações (Figuras 11). Por isso, o dano se torna caracteristicamente escuro e em alguns casos em estágio avançado de apodrecimento dado ao elevado índice de contaminação (Figuras 9 e 12).



Figura 11 - Lagartas de *Hyponeuma taltula* entre o solo e rizoma de cana. (Foto: Usina São Martinho)



Figura 12 – Lagartas de *Hyponeuma taltula* em rizomas degradados e secos. (Foto: Usina São Martinho)

Como pode ser observado pela Figura 12, a praga sobrevive se alimentando e/ou habitando material em degradação e com baixa umidade. Muito diferente de *S. levis* que necessita de certa estrutura e sanidade no toco, uma vez que sua pupa é livre (Figura 10). *Metamasius hemipterus* é uma praga que também pode ser encontrada em material seco ou em degradação, sendo muito semelhante a *S. levis*, porém, como a *H. taltula*, possui a proteção de um casulo na sua pupa, como ilustra a Figura 13.



Figura 13 – Diferentes formas biológicas de *Metamasius hemipterus*. (Foto: Usina São Martinho)

Também ocorreram relatos oriundos de área situada na região de Ribeirão Preto, de que foram encontradas lagartas de *H. taltula* atacando mudas pré- brotadas (MPB) de cana-de-açúcar. É possível, inclusive, observar que a lagarta tem a coloração alterada devido ao alimento ingerido ser pedaços de cana em processo de degradação, bem como do substrato a base de bagaço (Figura 14).



Figura 14 – Lagartas de *Hyponeuma taltula* em muda pré-brotada de cana-de-açúcar (MPB). (Foto: Usina São Martinho)

Esta observação pode auxiliar futuras criações da praga em laboratório, uma vez que ela, diferentemente das demais pragas da cana-de-açúcar, parece complementar sua dieta com material em degradação e, talvez, até com solo. De fato, durante as amostragens também foram coletadas lagartas de coloração diferenciada, como nas Figuras 8, 11, 14 e 20.

Nas tentativas de se manter o inseto em criação de laboratório, durante o ensaio, aconteceram altas taxas de mortalidade, possivelmente por terem sido alimentadas somente com dieta artificial utilizada para a broca (Hensley e Hammond Jr., 1968) e que não é especialmente formulada para atender as necessidades de *H. taltula*, não possuindo também as características físico-químicas semelhantes às do solo e matéria seca da cana, ou em degradação.

4. Material e métodos

4.1. Área experimental

A área experimental foi instalada em uma fazenda de área comercial de cana-de-açúcar, localizada no município de Guariba, SP, latitude $21^{\circ}22'0.15''S$, longitude $48^{\circ}11'41.36''$, 1º ano de corte, cultivar SP87 – 365, sendo o solo do tipo LVe-1 (Latosolo Vermelho eutrófico textura média). A área com aproximadamente 30 ha foi cedida pela Usina São Martinho para realização do experimento (Figura 15).

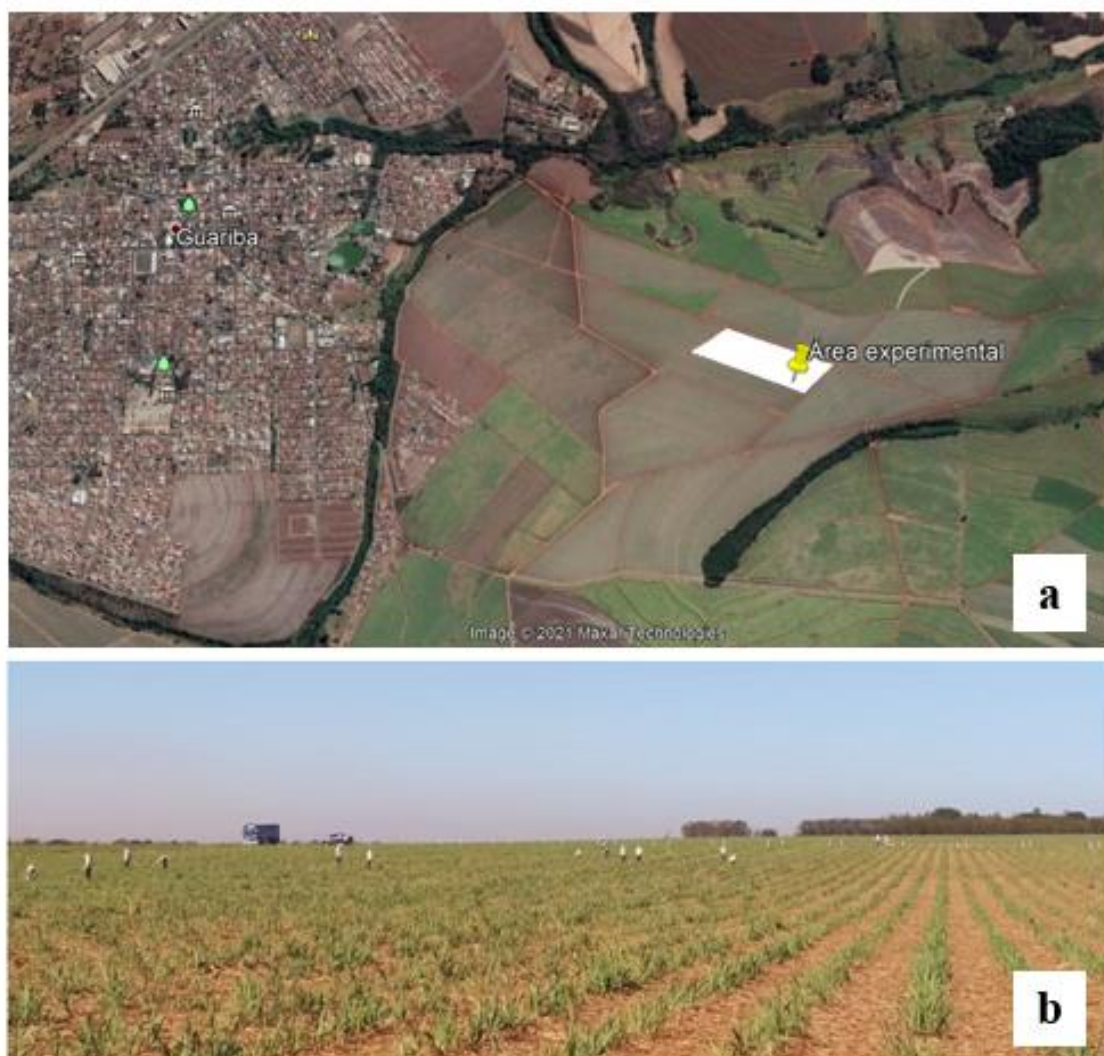


Figura 15 - Área experimental localizada em Guariba, SP. (Imagem “a” cedida pelo Google Earth Pro e foto “b” por Selegim, AR)

A escolha da área foi feita de acordo com histórico de insetos-praga, onde foi priorizado o registro e histórico da ocorrência de *H. taltula* e ausência ou baixa infestação para as demais pragas de solo (*S. levis*; *M. fryanus*; *M. hemipterus*;

formigas (Hymenoptera: Formicidae) e cupins (Isoptera: Termitidae). Além disso, foram considerados outros aspectos importantes para a implantação do experimento na referida área, sendo eles: homogeneidade, sem manchas de solo, declive, “reboleiras” causadas por outros fatores bióticos (outras pragas, plantas daninhas) ou abióticos (como rochas muito próximas à superfície) e com tamanho satisfatório para que o delineamento experimental não fosse prejudicado.

4.2. Confirmação da espécie

Durante a avaliação prévia da área escolhida para execução do experimento, lagartas foram coletadas para confirmação da espécie, o que foi feito pelo Prof. Dr. Sinval Silveira Neto. As larvas encontradas foram colocadas em recipientes plásticos contendo solo e cana, sendo transportados ao Laboratório de Biologia e Criação de Insetos – LBCI, FCAV-UNESP, em Jaboticabal, SP, onde foram criadas em pedaços de colmos de cana e em dieta artificial para broca (Hensley e Hammond Jr., 1968), visando à obtenção de adultos (Figura 16).



Figura 16 – Lagarta e adultos de *Hyponeuma taltula* mantidos/obtidos no laboratório. (Foto: Selegim, A.R.)

4.3. Tratamentos

Os tratamentos utilizados foram: Clorantraniliprole, diamida (Altacor), Tiametoxam + Lambda-cialotrina (Engeo Pleno), Fipronil, pirazol (Singular BR), Bifentrina, piretroide (Capture 400 EC), Triflumurom, benzoilureia (Mirza 480 SC) e *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae* formulados em arroz e produzidos pela USM (Bb SM + Ma SM - 1×10^{12} conídios/ha + 1×10^{12} conídios/ha, ambos com 98% de conídios viáveis) e uma testemunha, onde a soqueira foi cortada e aplicado somente água (Tabela 1).

Como não existem inseticidas registrados para a praga alvo a escolha dos produtos e ingredientes ativos se deu pelas características pertinentes constantes em citações de alguns destes produtos ou ingredientes ativos em trabalhos visando o controle da *H. taltula*, como para os produtos a base de *B. bassiana* e de *M. anisopliae*, Singular BR, Engeo Pleno S e Altacor (Machado, 2006; Rodrigues et al., 2012; Dario et al., 2014). Já o inseticida Mirza 480 SC foi escolhido por ter registro para controle de *D. saccharalis* em cana-de-açúcar, enquanto o Capture 400 EC por ser utilizado para controle de *M. fryanus* e cupins subterrâneos.

Os produtos foram aplicados com um implemento aplicador de inseticida para soqueira, disponibilizado pela Usina São Martinho, de 4 linhas de corte e volume de aplicação de 200 L/ha, logo após a colheita do 1º corte do canavial (Figura 17), uma vez que o mesmo realiza a aplicação dos produtos em profundidade visando o controle das formas biológicas que se alojam no solo e na planta.



Figura 17 – Aplicador de inseticidas de quatro linhas para soqueira na cana-de-açúcar. (Foto: Usina São Martinho)

Cada parcela foi constituída de 8 linhas espaçadas em 1,5 m × 1,5 m e comprimento de 500 m, resultando numa área total de aproximadamente 20 hectares. Antes da aplicação dos produtos foi realizada a avaliação prévia da área (antes do tratamento - 0 DAT), com as amostragens subsequentes realizadas a cada 30 dias.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados para controle de *Hyponeuma taltula*.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose de produto comercial	Dose do ingrediente ativo (i.a.)	Volume de calda
<i>Bb SM + Ma SM</i>	<i>Beauveria bassiana + Metarhizium anisopliae</i>	1 kg ha ⁻¹ + 1 kg ha ⁻¹ (de fungo formulado em arroz)	1x 10 ¹² gramas de conídios/ha + 1x 10 ¹² gramas de conídios/ha	200L ha ⁻¹
Altacor	Clorantraniliprole	0,3 kg ha ⁻¹	105g ha ⁻¹	200L ha ⁻¹
Singular BR	Fipronil	0,33L ha ⁻¹	198g ha ⁻¹	200L ha ⁻¹
Capture 400 EC	Bifentrina	0,3L ha ⁻¹	120g ha ⁻¹	200L ha ⁻¹
Engeo Pleno S	Tiametoxan + Lambda-cialotrina	2,0L ha ⁻¹	282 + 212 g ha ⁻¹	200L ha ⁻¹
Mirza 480 SC	Triflumuron	1,0L ha ⁻¹	480g ha ⁻¹	200L ha ⁻¹

4.3.1. Padronização da suspensão de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*

Os fungos entomopatogênicos utilizados no estudo foram *B. bassiana* + *M. anisopliae*, formulados em arroz e produzidos pela Usina São Martinho, cujas cepas utilizadas são ICBC 66 e ICBC 425, respectivamente.

Antes da aplicação dos fungos foi necessária a avaliação da concentração dos conídios, para padronização da dose em 1×10^{12} g de conídios/ha (Bb SM) e 1×10^{12} g de conídios/ha (Ma SM), determinando-se também as viabilidades dos mesmos.

4.3.1.1. Concentração de conídios de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*

A concentração de conídios foi determinada por meio da pesagem de 0,1 g do material e, em seguida, feita uma suspensão em 9,9 mL de água estéril contendo espalhante adesivo (0,01% Tween[®] 80), a qual foi diluída para uma concentração de 105 conídios mL⁻¹. Posteriormente, foram preparadas cinco lâminas de Neubauer e efetuadas as leituras. A concentração de conídios, em número de conídios.g⁻¹ de produto, foi calculada multiplicando-se o número de conídios mL⁻¹ pelo volume de diluição da amostra.

4.3.1.2. Viabilidade dos conídios de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*

Foram preparadas três placas de Petri com meio B.D.A., distribuído em uma fina camada no fundo das placas, as quais foram expostas à secagem em cabine de fluxo laminar. Posteriormente, foram transferidos 150 µL da suspensão de conídios, a mesma utilizada para determinação de concentração, para as placas de B.D.A. utilizando pipeta de 200 µL. As placas foram incubadas em câmara climatizada tipo B.O.D. ($26 \pm 0,5^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas), durante 24 horas. Foi efetuada a leitura em microscópio óptico comum, na qual foram contados os conídios germinados e não germinados em faixas correspondentes ao diâmetro vertical e horizontal do campo. Em seguida, o resultado foi determinado dividindo-se o número de conídios germinados pelo total de conídios contados (germinados + não germinados) multiplicando-se o resultado por 100.

4.4. Avaliação e amostragem de pragas de solo

Em cada parcela foram realizados dez pontos de amostragem de pragas de solo, sempre na quarta linha da parcela, de 30 em 30 metros, totalizando 210 pontos/amostragem. O ponto de amostragem de pragas de solo consistiu na abertura de trincheiras de 0,5 m (comprimento) x 0,5 m (largura) x 0,3 m (profundidade) ($0,075 \text{ m}^3$), conforme metodologia proposta por Arrigoni et al. (1988). Das trincheiras retiravam-se as touceiras por inteiras e os tocos (parte resultante do corte basal da cana-de-açúcar, também conhecido como rizoma), contados e abertos por meio de cortes longitudinais para observação de injúria, visando a obtenção das porcentagens de danos (% Tocos Atacados) (Figura 18).



Figura 18 - Ponto de amostragem de pragas de solo, com abertura de trincheiras com 50 cm x 50 cm x 30 cm, onde é retirada a touceira e os tocos cortados longitudinalmente para avaliar a presença de formas biológicas de pragas e danos. (Foto: Usina São Martinho)

O cálculo utilizado para obtenção da porcentagem de danos foi proposto por Dinardo-Miranda (2018), onde:

$$\text{Dano (\%)} = \text{n}^\circ \text{ "tocos" danificados} / \text{n}^\circ \text{ total de "tocos"} \times 100.$$

Antes da aplicação dos produtos foi realizada a avaliação prévia da área (0 DAT), com as amostragens subsequentes realizadas mensalmente (pós aplicação) aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 270, 330 DAT, respectivamente.

É importante salientar que existe grande semelhança entre os danos causados por *H. taltula* e por *S. levis*, sendo que para diferenciá-los foram utilizadas as seguintes características: os danos de *H. taltula* são escuros e sem presença de serragem, enquanto o dano causado pelo *S. levis* é mais claro e geralmente preenchido de serragem, como ilustra Figura 19. As larvas que se assemelhavam à Broca peluda eram confirmadas em campo de acordo com as características de *H. taltula*, de possuir 3 pseudópodos (3 pares de falsas pernas), do quarto ao sexto segmento, e 1 no décimo segmento (ou falsa perna anal), como descrito por Zenker et al. (2007) (Figura 20).



Figura 19 - Dano causado por *Hyponeura taltula* (esquerda) e por *Sphenophorus levis* (direita). (Foto: Usina São Martinho)



Figura 20 - Lagartas de *Hyponeuma taltula*, com as letras “a”, “b” e “c” indicando os três pares de falsas pernas abdominais e “d” o par de pernas anais (confirmação da espécie no campo). (Foto: Selegim, AR)

4.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 7 tratamentos e 3 repetições, totalizando 21 parcelas. Cada parcela constava de 8 linhas espaçadas em 1,5 m x 1,5 m e comprimento de 500m, resultando numa área total de aproximadamente 20 hectares.

4.6. Análise dos dados

Os resultados da porcentagem de dano de cada tratamento da área experimental foram submetidos aos testes de Bartlett, para constatação de homocedasticidade (PROC GLM), e de Cramer von Mises, para normalidade (PROC UNIVARIATE). Os dados apresentaram homocedasticidade, porém não normalidade, utilizando-se, assim, a análise não paramétrica. Para a análise não paramétrica foi utilizado o teste de Wilcoxon na comparação das médias 2 a 2 ($P > 0,05$) (SAS Institute, 2015).

Os resultados de infestação ou danos foram utilizados para determinar as porcentagens de eficiência dos inseticidas no controle de *H. taltula*, calculadas pela a fórmula de Henderson e Tilton (1955), que se segue:

$$%E=100 \times [1 - (NIV\ TesA \times NIV\ TratD)/(NIV\ TesD \times NIV\ TratA)], \text{ onde:}$$

%E = Porcentagem de eficiência do tratamento

NIV = Número de insetos vivos

TesA= Testemunha antes da aplicação (prévia)

TesD= Testemunha depois da aplicação

TraA = Tratamento antes da aplicação (prévia)

TraD= Tratamento depois da aplicação

4.7. Análise de banco de dados

Com a finalidade de enriquecer interpretação dos resultados obtidos, bem como de se entender melhor o comportamento de *H. taltula* em áreas comerciais de cana-de-açúcar, foram utilizados dados da porcentagem média de Tocos Atacados (T.A.%) e lagartas de *H. taltula* por hectare (Larvas/ha), cedidos por Usina situada na região de Ribeirão Preto, SP, dados esses referentes aos últimos 4 anos-safra de levantamentos de pragas de solo, que começam de abril a dezembro.

5. Resultados e discussão

O experimento em campo foi instalado em meados de Junho/2019, época de clima seco e frio, tradicional inverno na região de Guariba (SP), onde se iniciou a avaliação prévia, antes da aplicação dos tratamentos (0 DAT). No dia seguinte iniciou-se a instalação do experimento e a aplicação dos produtos nos diferentes tratamentos, seguindo-se as avaliações mensais de pragas de solo, o que foi feito aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 270, 330 dias após os tratamentos (DAT).

As análises inicialmente mostraram a baixa densidade de lagartas encontradas (cerca de 0,16 / ponto amostrado, média de todos os pontos amostrados no experimento) e a alta frequência de “zeros” na quantidade de lagartas de *H. taltula* por hectare-frequência, o que gera grande variabilidade, e

pode provocar distorções nos procedimentos de inferência derivados da análise de variância, podendo prejudicar a eficácia das transformações numéricas realizadas, especialmente aquelas que empregam a função logarítmica, uma vez que o zero não pertence ao domínio dessa função.

O mesmo não ocorreu para a porcentagem de danos, estimada pela porcentagem de Tocos Atacados (T.A.%) por *H. taltula*, o que definiu a opção pela análise estatística apenas dos dados da T.A.%, sendo então os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Engeo Pleno S	30 DAT	0,5133	-	-	-	-	-	-	-	-
	60 DAT	0,5437	0,9862	-	-	-	-	-	-	-
	90 DAT	0,4642	0,2231	0,3019	-	-	-	-	-	-
	120 DAT	0,1723	0,0773	0,1185	0,699	-	-	-	-	-
	150 DAT	0,0206	0,006	0,0107	0,2159	0,3636	-	-	-	-
	180 DAT	0,0302	0,0089	0,0172	0,3504	0,5534	0,7705	-	-	-
	270 DAT	0,3338	0,1309	0,1676	0,889	0,5722	0,1224	0,1755	-	-
	330 DAT	<,0001	0,0002	0,0012	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	-
Mirza 480 SC	0 DAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 DAT	0,0327	-	-	-	-	-	-	-	-
	60 DAT	0,3506	0,0635	-	-	-	-	-	-	-
	90 DAT	0,0832	0,5247	0,0941	-	-	-	-	-	-
	120 DAT	0,0475	0,8077	0,0836	0,3903	-	-	-	-	-
	150 DAT	0,0001	0,0441	<,0001	0,0061	0,1055	-	-	-	-
	180 DAT	0,0052	0,6393	0,0087	0,2891	0,8469	0,099	-	-	-
	270 DAT	0,2728	0,275	0,5352	0,6157	0,228	0,0012	0,08	-	-
330 DAT	0,0664	0,563	0,2484	0,8936	0,4952	0,0064	0,201	0,5391	-	
Singular BR	0 DAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 DAT	0,2145	-	-	-	-	-	-	-	-
	60 DAT	0,4372	0,0559	-	-	-	-	-	-	-
	90 DAT	0,327	0,0292	0,7399	-	-	-	-	-	-
	120 DAT	0,0027	<,0001	0,0065	0,0154	-	-	-	-	-
	150 DAT	0,187	0,0118	0,4879	0,6957	0,0296	-	-	-	-
	180 DAT	0,7169	0,08	0,8417	0,5965	0,0048	0,3896	-	-	-
	270 DAT	0,025	0,0002	0,0657	0,1444	0,178	0,2411	0,0651	-	-
330 DAT	0,2131	0,8583	0,0481	0,0335	<,0001	0,0142	0,1395	0,0004	-	
Testemunha	0 DAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30 DAT	0,0507	-	-	-	-	-	-	-	-
	60 DAT	0,0206	0,6742	-	-	-	-	-	-	-
	90 DAT	0,0016	0,1221	0,2417	-	-	-	-	-	-
	120 DAT	0,0001	0,0062	0,0122	0,1309	-	-	-	-	-
	150 DAT	<,0001	0,0018	0,0035	0,0631	0,882	-	-	-	-
	180 DAT	0,0519	0,8367	0,7731	0,1732	0,0129	0,0034	-	-	-
	270 DAT	0,0013	0,1083	0,2062	0,9435	0,1309	0,0651	0,1433	-	-
330 DAT	0,773	0,0293	0,0094	0,0007	<,0001	<,0001	0,0443	0,0005	-	

Tabela 3. Valores de $Pr > |Z|$ (Teste de Wilcoxon a 5% de significância) na comparação dos tratamentos para *Hyponeuma taltula*, nas diferentes amostragens.

Amostragem	Tratamento	Altacor®	Bb SM + Ma SM	Capture® 400 EC	Engeo Pleno™ S	Mirza® 480 SC	SingularBR®	Testemunha
0 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	0,8728	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,0502	0,1506	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	0,3633	0,3676	0,0056	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,2725	0,3306	0,5392	0,0662	-	-	-
	Singular BR	0,7892	0,6822	0,035	0,5133	0,2062	-	-
	Testemunha	0,1128	0,2499	0,7718	0,0161	0,7642	0,0814	-
30 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	0,0654	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,3451	0,2168	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	0,5152	0,1684	0,8252	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,4743	0,0153	0,11	0,1795	-	-	-
	Singular BR	0,0646	0,6994	0,4047	0,2727	0,0141	-	-
	Testemunha	0,9355	0,0685	0,4613	0,5821	0,4829	0,1106	-
60 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	0,0775	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,0035	0,1356	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	0,0366	0,6705	0,3322	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,0037	0,6121	0,4427	0,9806	-	-	-
	Singular BR	0,0938	0,6092	0,0735	0,4243	0,3992	-	-
	Testemunha	0,1434	0,5835	0,0572	0,3406	0,142	0,7629	-
90 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	<,0001	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,1377	0,0005	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	0,0075	0,1864	0,0795	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,0032	0,0291	0,1039	0,4409	-	-	-
	Singular BR	0,002	0,0492	0,0791	0,6972	0,9054	-	-
	Testemunha	<,0001	0,4016	0,0064	0,5769	0,1759	0,2547	-
120 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	0,6542	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,5846	0,262	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	0,4839	0,2044	0,88	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,4077	0,1501	0,7092	0,8251	-	-	-

	Singular BR	0,5891	0,9013	0,2156	0,1648	0,1256	-	-
	Testemunha	0,3952	0,6471	0,1365	0,1126	0,0735	0,6892	-
150 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	0,0815	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,0419	0,5958	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	0,0815	0,966	0,6426	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,1746	0,6017	0,3032	0,5709	-	-	-
	Singular BR	0,0028	0,0874	0,3302	0,1072	0,0255	-	-
	Testemunha	0,3493	0,275	0,132	0,2608	0,5699	0,0079	-
180 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	0,3186	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,6771	0,627	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	0,4265	0,8485	0,7104	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,136	0,6966	0,2546	0,4439	-	-	-
	Singular BR	0,0054	0,0712	0,0171	0,0316	0,1467	-	-
	Testemunha	0,0129	0,1432	0,0466	0,071	0,1842	0,8256	-
270 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	0,4507	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,5234	1	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	0,3505	0,1068	0,1278	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,0374	0,0086	0,0092	0,2198	-	-	-
	Singular BR	1	0,4033	0,4901	0,2931	0,0288	-	-
	Testemunha	0,963	0,4425	0,4915	0,3742	0,0436	0,9667	-
330 DAT	Altacor	-	-	-	-	-	-	-
	Bb SM + Ma SM	0,0014	-	-	-	-	-	-
	Capture 400 EC	0,1174	0,0382	-	-	-	-	-
	Engeo Pleno S	<,0001	0,0015	<,0001	-	-	-	-
	Mirza 480 SC	0,1083	0,0581	0,9578	<,0001	-	-	-
	Singular BR	0,0011	0,847	0,0276	0,0054	0,0491	-	-
	Testemunha	0,0004	0,2733	0,0129	0,1048	0,0148	0,379	-

Para facilitar a interpretação dos dados, foi construída a Tabela 4, onde é possível verificar a média \pm erro padrão das porcentagens de dano em cada avaliação dos danos das pragas de solo, sendo constatado para todos os tratamentos oscilações na porcentagem de Tocos Atacados (T.A.%) no transcorrer das amostragens (Figura 16).

Tabela 4. Média \pm erro padrão da porcentagem de Tocos Atacados (T.A.%) por *Hyponeuma taltula* (Broca peluda) em soqueira de cana-de-açúcar, nas diferentes amostragens (“Pré” e “Pós” aplicação dos tratamentos).

	Pré 1	Pós 1	Pós 2	Pós 3	Pós 4	Pós 5	Pós 6	Pós 7	Pós 8
Tratamentos	(10/06/2019)	(27/07/2019)	(28/08/2019)	(30/09/2019)	(28/10/2019)	(30/11/2019)	(30/12/2019)	(09/03/2020)	(06/05/2020)
	0 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT	150 DAT	180 DAT	270 DAT	330 DAT
Testemunha	12,4 \pm 1,93	5,4 \pm 1,56	3,9 \pm 1,21	2,1 \pm 0,92	0,6 \pm 0,59	0,3 \pm 0,28	5,7 \pm 1,86	1,9 \pm 0,81	12,9 \pm 2,61
Bb SM + Ma SM	10,2 \pm 1,78	11,2 \pm 2,28	5,9 \pm 1,69	1,1 \pm 0,63	0,8 \pm 0,52	1,0 \pm 0,60	2,6 \pm 1,36	0,9 \pm 0,50	8,1 \pm 1,52
Altacor[®]	7,6 \pm 1,40	5,2 \pm 1,61	2,5 \pm 1,30	11,8 \pm 1,98	1,9 \pm 1,40	0,0 \pm 0,00	0,7 \pm 0,48	1,8 \pm 0,76	2,4 \pm 1,20
Singular BR[®]	8,1 \pm 1,67	9,4 \pm 1,93	4,1 \pm 1,10	3,8 \pm 1,18	0,6 \pm 0,42	3,2 \pm 1,00	5,3 \pm 1,50	1,6 \pm 0,60	9,3 \pm 1,92
Capture 400 EC[®]	13,3 \pm 1,97	7,0 \pm 1,65	11,2 \pm 2,61	7,9 \pm 1,76	3,3 \pm 1,54	2,9 \pm 1,50	3,6 \pm 3,06	1,7 \pm 1,02	3,8 \pm 1,14
Engeo Pleno S[™]	5,8 \pm 1,27	6,5 \pm 1,66	7,5 \pm 2,06	8,9 \pm 4,52	3,7 \pm 1,82	1,4 \pm 0,86	1,3 \pm 0,65	3,1 \pm 1,01	16,4 \pm 1,76
Mirza 480 SC[®]	12,1 \pm 2,36	4,0 \pm 1,47	5,7 \pm 1,01	4,8 \pm 1,56	3,6 \pm 1,77	0,6 \pm 0,42	2,1 \pm 0,76	5,4 \pm 1,48	4,1 \pm 1,15

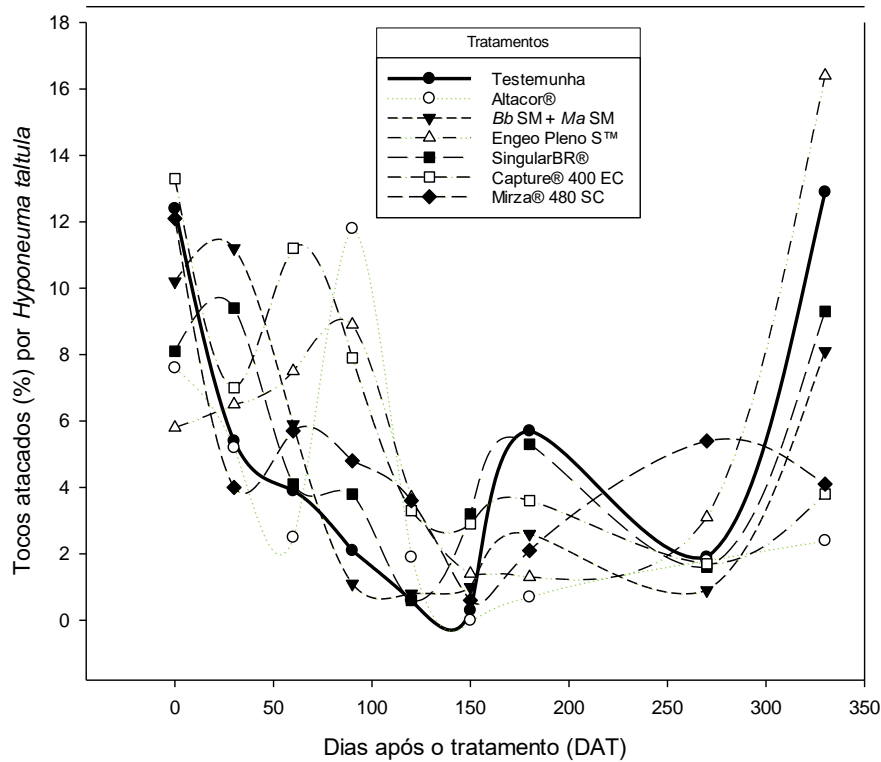


Figura 21 - Média da porcentagem de Tocos Atacados (%T.A.) por *Hyponeuma taltula* durante o período das amostragens.

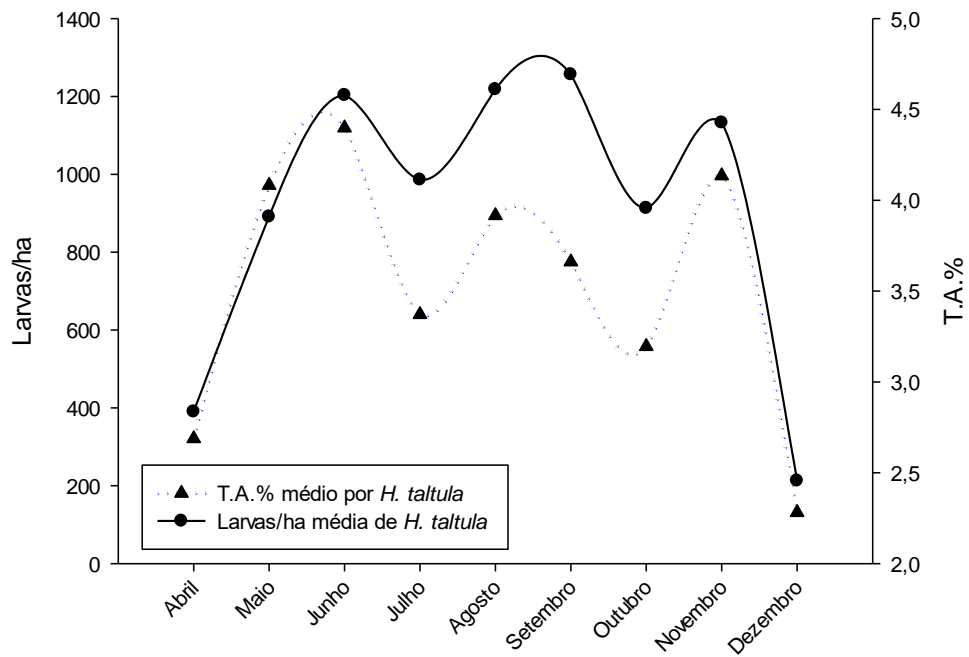


Figura 22 – Número médio de lagartas de *Hyponeuma taltula* por hectare (Larvas/ha) e porcentagem de Tocos Atacados (T.A.%), mês a mês, das quatro últimas safras (2017-2020).

Como já mencionado, os dados utilizados foram fornecidos por Usina da Região de Ribeirão Preto para auxiliar no estudo do comportamento da praga e de como são distribuídas as infestações de *H. taltula* ao longo do ano. A Figura 22 mostra que existem picos populacionais medidos, tanto em larvas/ha como pelas infestações dadas pela porcentagem de dano (Tocos Atacados - T.A.%), que são bastante semelhantes, sugerindo que o número de larvas encontrados nas amostragens correlaciona-se com a porcentagem de danos, vista pela porcentagem de T.A.%, conforme Figura 23 e que, nas amostragens e em estudos da praga podemos utilizar tanto o parâmetro larvas/ha quanto T.A.%. Além disso, existem pelo menos 3 picos distintos da praga em junho, agosto-setembro e novembro.

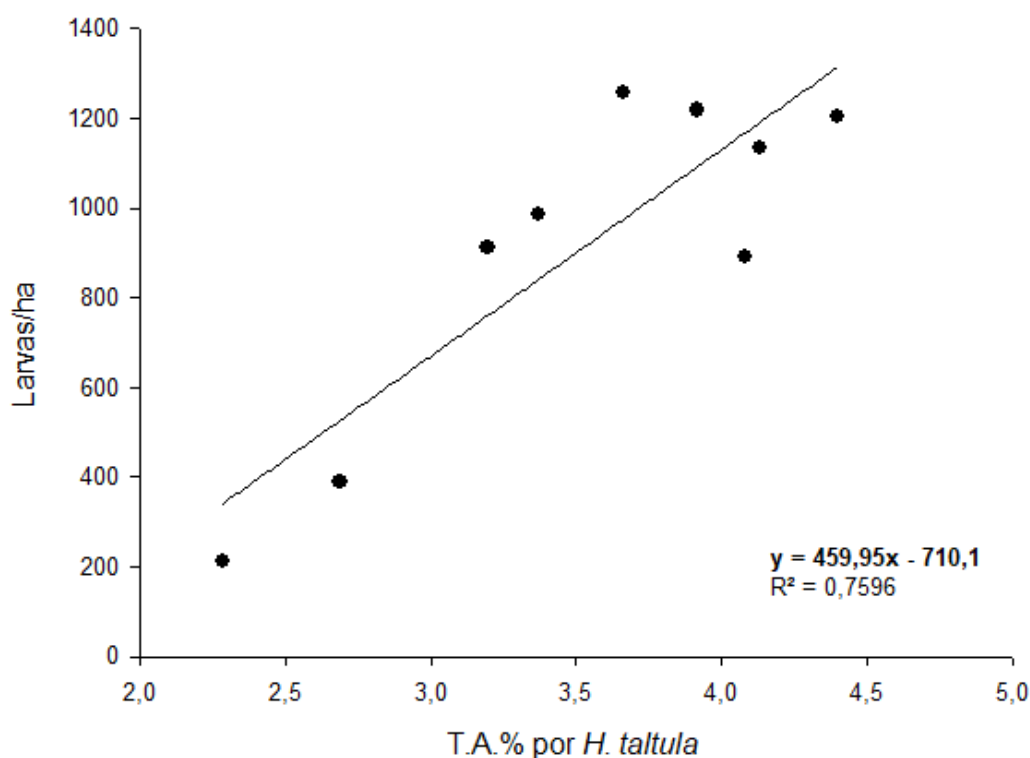


Figura 23 - Equação de regressão linear para o número médio de lagartas de *Hyponeuma taltula* por hectare (Larvas/ha) e porcentagem de Tocos Atacados (T.A.%), dos meses de Abril a Dezembro, das quatro últimas safras (2017-2020).

Considerando que os 3 picos observados na Figura 22 ocorrem durante 9 meses (de abril a dezembro) pode-se dizer que se tem aproximadamente 1 pico da praga a cada 3 meses, destacando-se que esse período de tempo entre um

pico e outro, de 3 meses, se aproxima com o ciclo biológico da praga que é de 80 dias, como citado por Macedo e Macedo (2007). Então, considerando que o ciclo biológico esteja relacionado com os picos populacionais encontrados nas últimas quatro safras de cana-de-açúcar região de Ribeirão Preto, SP, (2017/2020 - nos meses de abril a dezembro), pode-se dizer que, possivelmente, exista também pelo menos mais um pico entre janeiro e março, totalizando quatro picos populacionais da praga por ano.

O conhecimento da ocorrência dos picos de infestação de insetos-praga, sua distribuição e danos às plantas é ferramenta importante, uma vez que elas balizam as atividades dos produtores, permitindo e facilitando, tanto o planejamento das operações, quanto à escolha das estratégias de manejo, permitindo a realização de um controle mais eficiente, e servindo também de base para estudos de modelagem comportamental e de preditivas, como os de previsão de futuras infestações.

Em um paralelo com o experimento realizado pode ser observado que grande parte dos picos populacionais mostrados na Figura 21 são coincidentes com aqueles mostrados na Figura 22, evidenciando que dentro do experimento ocorreram várias oscilações populacionais ou picos de infestação, podendo então, essas oscilações, estarem ou não, relacionadas a algum tipo de efeito natural e/ou efeito de controle promovido pelos tratamentos aplicados.

Ao analisar cada período da Figura 21 e os dados da Tabela 4, percebe-se, inicialmente, que as infestações da primeira amostragem (0 DAT) não foram semelhantes em todos os tratamentos, porém todos apresentando altas infestações (> 5 T.A.%), particularmente no mês de junho (Figura 22).

Ao se analisar a Figura 21 e os dados da Tabela 4 verifica-se que existe, da primeira até a amostragem de 120 DAT, uma tendência das infestações diminuírem em todos os tratamentos, sendo que a amostragem realizada no 120º dia (120 DAT) coincide com a baixa infestação no mesmo período (outubro) (Figura 22). Porém, o pico evidenciado nos meses de agosto e setembro parece não ocorrer em todos os tratamentos e, em especial na testemunha.

No geral, muitas diferenças no comportamento da praga e em seus picos populacionais foram observados (Figura 21), particularmente entre 0 DAT e 120 DAT, nos diferentes tratamentos, com maioria dessas diferenças não sendo significativas, como indicam as Tabelas 2 e 3. Mesmo sem diferenças

significativas, pode-se entender que essas alterações possam ocorrer por diversos motivos, como, por exemplo, a predominância de diferentes estágios de desenvolvimento do inseto e/ou gerações da praga nas soqueiras da cana-de-açúcar. Assim, na primeira amostragem (0 DAT), vários tratamentos não possuíam um valor tão alto de T.A.%, exemplos Altacor (7,6 T.A.%) e Capture (13,3 T.A.%), com diferença significativa aos 0 DAT ($p < 0,05$), indicando que os tratamentos estariam em momentos diferentes de infestações/picos. Ou seja, para as parcelas de Capture, o pico de infestação ocorreu próximo aos 0 DAT, enquanto que para Altacor este mesmo pico ocorreu aos 90 DAT e, aos 0 DAT, para o tratamento Altacor teríamos o final de uma infestação.

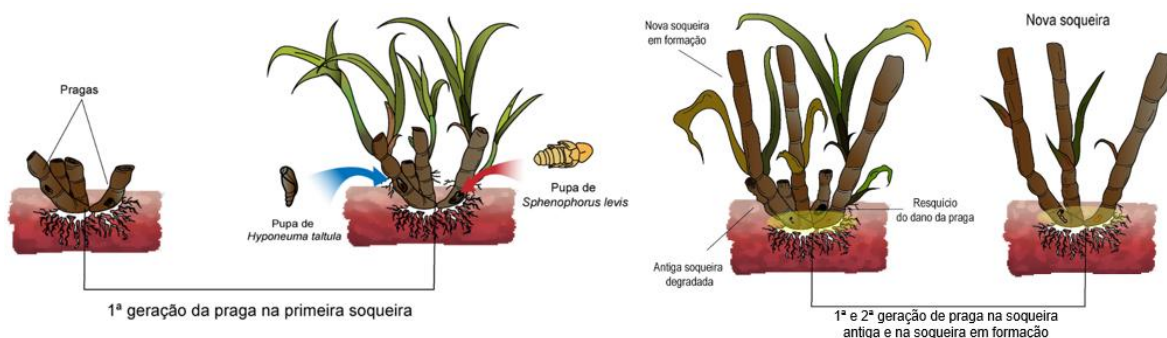


Figura 24 – Brotação e perfilhamento da cana para formação de nova soqueira, novo canalial e a infestação de pragas de solo durante esse processo. (Ilustração: Nunes, G.S.)

Dos 0 DAT aos 120 DAT existem variáveis no tempo e que podem interferir nos resultados, que são o crescimento e fechamento de ciclo da praga dentro dos rizomas, diferentes gerações e o crescimento dos diferentes estágios fenológicos da cana-de-açúcar. Ou seja, neste período existem diversas interferências que atuam nos números coletados e até uma possível sobreposição na contabilização dos danos devido à presença da antiga soqueira, que ainda não havia sido degradada, como ilustra a Figura 24.

Após a colheita da cana, ocorre a brotação e o consequente incremento na emissão de perfilhos até os 180 dias, seguido de uma redução de cerca de 50% no perfilhamento, sendo que a partir dos 270 dias o número de perfilhos tende a estabilizar (Silva et al., 2002; Castro e Christofolletti, 2005). Assim, no período de 30 DAT aos 120 DAT, possivelmente houve a contabilização de danos na antiga soqueira, sem influência dos tratamentos, e da nova soqueira, o que pode explicar a oscilação nos danos dos tratamentos, ou seja, muitos

“picos” dentro desse período que podem não ser exatamente picos e sim o dano antigo que está sendo acumulado e contabilizado. Portanto, neste caso nota-se que não há confiabilidade nos resultados obtidos com menos de 120 DAT, visto que ocorrem diversas interferências e variáveis no sistema e não é possível isolar o efeito do controle nas infestações. A Figura 21 mostra a grande oscilação dos dados até os 120 DAT e depois certa regularidade e tendência.

Entre os 150 e 180 DAT houve aumento significativo dos danos na testemunha ($p < 0,05$) (Tabela 2), sendo essa mesma tendência constatada pelo pico no mesmo período, novembro e dezembro (Figura 22). Porém, com esse aumento não sendo significativo para os demais tratamentos ($p > 0,05$), como mostra a Tabela 3, a partir dos 180 DAT pode-se constatar o efeito de controle em todos os tratamentos, com a redução ou supressão das infestações.

Outro ponto a ser destacado é o fato de a Broca peluda passar boa parte do seu ciclo de vida (fase larval toda) no interior da soqueira, se alimentando e protegida dos fatores bióticos e abióticos adversos e, mesmo considerando a ação sistêmica do Altacor e do Engeo Pleno S, quando aplicados na soqueira, após a colheita, não são translocados para os tocos da “soqueira velha” e sim para os novos perfilhos brotados, uma vez que as raízes da soqueira velha são gradativamente substituídas pelas raízes novas do perfilho em desenvolvimento (Bacchi, 1983) (Figura 19). Assim, os efeitos de controle só poderão ser visíveis nas contagens que consideram apenas a soqueira nova em formação, já que nas soqueiras antigas as lagartas estão protegidas no interior das soqueiras e os efeitos dos produtos passam a serem significativos apenas após os 180 DAT, numa segunda geração da praga. Desse modo, como, ilustra a Figura 19, a 1ª geração da praga não deverá sofrer efeito do controle, mas sim numa 2ª geração e nos novos tocos da nova soqueira em formação.

Aos 210 DAT e 240 DAT não foi possível a realização das amostragens devido ao severo tombamento ocorrido na cana. A falta de amostragens aos 210 DAT e 240 DAT não deve afetar o resultado final, uma vez que aos 270 DAT o canavial, no geral, restabeleceu seu padrão mais ereto e foi possível retomar as amostragens. No caso de mudança de comportamento da infestação, pela quantidade de danos avaliados nos diferentes tratamentos, os mesmos seriam notados aos 270 DAT, o que de fato ocorreu. A Figura 21 também mostra que aos 270 DAT os tratamentos, inclusive a testemunha, demonstraram tendência

de diminuição da infestação, exceto Bb SM + Ma SM e Mirza. No entanto, esse aumento ocorrido entre as amostragens de 180 DAT e 270 DAT nos tratamentos Bb SM + Ma SM e Mirza não foram significativos (Tabela 3). Portanto, a tendência de diminuição, em todos os tratamentos, provavelmente ocorreu naturalmente, uma vez que o mesmo aconteceu também na testemunha.

A redução na porcentagem de danos verificada entre 180 DAT e 270 DAT (90 dias aproximadamente, entre amostragens) ocorreu no período de um suposto pico da praga e pode não ter sido captado pelos números, primeiro pela ausência das amostragens aos 210 DAT e 240 DAT, mas também pelo pico ser relativamente mais curto que os demais. Isso pode ter ocorrido devido ao período característico de clima quente e úmido, verão na região de Ribeirão Preto (SP), sendo desfavorável ao desenvolvimento de todas as fases de vida do inseto, conforme relatam Guppy (1969) e Gangavalli e Aliniáze (1985).

A colheita da cana foi realizada pela Usina São Martinho na época da amostragem de 300 DAT, sendo então a amostragem aos 330 DAT (última realizada após todo o ciclo da cultura, na nova soqueira).

Comparando-se as amostragens aos 270 DAT e aos 330 DAT observa-se que a quantidade de dano (T.A.%) aumentou em quase todos os tratamentos, exceto com Mirza, com as diferenças entre essas amostragens não sendo significativa (Tabela 3). O aumento no dano na amostragem 330 DAT, na maioria dos tratamentos, se equiparou com a situação inicial do experimento (0 DAT), exceto para os tratamentos com Altacor e Capture.

Ao considerar a eficiência de controle como sendo a diminuição ou redução da quantidade de dano na soqueira ao longo de todo ciclo da cana-de-açúcar, desconsiderando as oscilações ao longo dos meses, pode-se então considerar que os únicos tratamentos que se mostraram eficientes para o controle da *H. taltula*, com diferenças significativas ($p < 0,05$), foram Altacor e Capture, conforme mostram a Figura 25 e a Tabela 5.

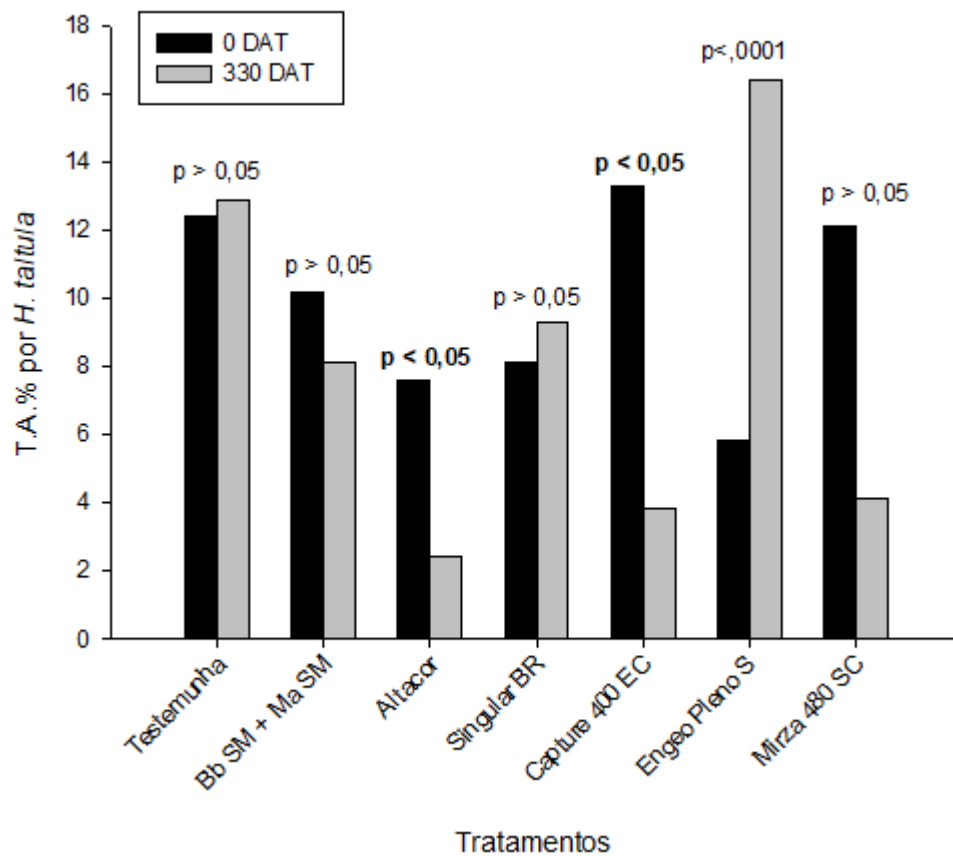


Figura 25 – Comparação entre a porcentagem inicial (0 DAT) e final (330 DAT) de Tocos Atacados (T.A.%) nos diferentes tratamentos.

Tabela 5. Porcentagem da eficiência de controle dos inseticidas, calculada pela a fórmula de Henderson e Tilton (1955), nas diferentes amostragens (“Pré” e “Pós” aplicação dos tratamentos).

Tratamentos	Pré 1 (10/06/2019) 0 DAT	Pós 8 (06/05/2020) 330 DAT	Eficiência de controle (%) 0 DAT x 330 DAT	Pós 3 (30/09/2019) 90 DAT	Pós 8 (06/05/2020) 330 DAT	Eficiência de controle (%) 90 DAT x 330 DAT
Testemunha	12,4	12,9	-	2,1	12,9	-
<i>Bb SM + Ma SM</i>	10,2	8,1	23,7*	1,1	8,1	-19,9**
Altacor [®]	7,6	2,4	69,6**	11,8	2,4	96,7**
Singular BR [®]	8,1	9,3	-10,4*	3,8	9,3	60,2**
Capture 400 EC [®]	13,3	3,8	72,5**	7,9	3,8	92,2*
Engeo Pleno S [™]	5,8	16,4	-171,8 ^{NS}	8,9	16,4	70,0 ^{NS}
Mirza 480 SC [®]	12,1	4,1	67,4*	4,8	4,1	86,1*

^{NS} - Não significativo; * P > 0,05; ** P < 0,05 em Teste de Wilcoxon para comparação de médias 2 a 2.

A redução da porcentagem de dano (T.A. %), conforme mostra a Tabela 5, nas parcelas tratadas com Capture (0 DAT x 330 DAT) foi de 72,5%. Já as reduções para Altacor (0 DAT x 330 DAT ou 90 DAT x 330 DAT) foram de 69,6% e 96,7%, respectivamente.

Os resultados obtidos permitem concluir que a eficiência real de controle só pode ser realmente expressa após todo o ciclo da cana-de-açúcar, ou pelo menos após 330 dias, uma vez que ao longo do tempo (amostragens) existem variações naturais ocasionadas pelos diferentes gerações e picos da praga, juntamente com o crescimento e mudanças fenológicas da cana-de-açúcar, entre outros fatores. Deve ser lembrado também que, além dessas variações, cada produto possui uma característica química e comportamento diferenciado ao ser injetado ao solo, seja pela duração do residual, solubilidade, sistemicidade e, no caso dos produtos biológicos, que por serem fungos entomopatogênicos, necessitam de umidade para que os conídios germinem e iniciem o parasitismo dos insetos (Shah e Pell, 2003). No caso do presente estudo os produtos foram aplicados justamente no período seco do ano (Junho/2019) e, em assim sendo, os tratamentos que aparentemente não foram efetivos necessitam de uma reavaliação com aplicações em diferentes épocas do ano.

Relacionando os resultados obtidos a uma estratégia de manejo para controle da *H. taltula*, que leve em consideração os diferentes picos da praga e as características dos produtos disponíveis, pode-se dizer que Altacor, devido a sua baixa solubilidade (Iupac, 2019), possui pouca capacidade de penetração no tecido vegetal quando aplicado em solo seco (Woodford et al., 1988; Chapman et al., 1994; Palumbo et al., 1996; Perring et al., 1999; Mowry, 2005) e deve ter maior eficiência quando aplicado em canas colhidas no início da primavera, visando os picos de setembro, novembro e um possível quarto pico entre janeiro a março, pois são períodos que, na região de Ribeirão Preto, possuem alta pluviosidade.

O produto Capture, que também possui baixa solubilidade, possui alto residual quando injetado ou incorporado ao solo, tanto é que ele é recomendado para o controle de *M. fryanus*, outra praga de solo e de ciclo longo. Além disso, a bifentrina tem sido usada em vários países no tratamento e proteção de grãos e sementes, dado a característica do alto residual (Chen et al., 1998; Wilkin et al., 1998; Daglish et al., 2003). Sendo assim ele pode ser utilizado em épocas

mais secas do ano, focando nos picos de junho e agosto, período de inverno seco em São Paulo, com baixa pluviosidade, visto que, se o produtor aguardar até o período das águas para realizar algum controle possivelmente já terá perdido tanto uma geração/pico da praga quanto o “timing” da operação, uma vez que a cana terá crescido, impossibilitando a injeção do inseticida com o disco de corte.

6. Conclusão

- Os inseticidas Clorantraniliprole (ou Altacor na dose 0,3kg/ha) e Bifentrina (ou Capture na dose 0,3l/ha) foram eficientes no controle da segunda geração da praga *H. taltula*, quando aplicados por implemento de tratamento de soqueira, em meados de Junho, na região de Ribeirão Preto.
- A praga possui de 3 a 4 picos populacionais ao longo do ano, sendo o primeiro em meados de junho, o segundo entre agosto e setembro, o terceiro em novembro e um quarto entre janeiro e março.
- O número de larvas encontrados nas amostragens correlaciona-se com a porcentagem de danos, vista pela porcentagem de T.A.%, portanto, nas amostragens e em estudos da praga pode-se utilizar tanto o parâmetro larvas/ha quanto T.A.%.
- Uma possível estratégia de manejo para as infestações que ocorram no estado de São Paulo é a utilização de Altacor, via implemento aplicador de inseticida na soqueira, para culturas colhidas na época das águas, e o Capture, com o mesmo modo de aplicação, para as culturas colhidas na época seca do ano.
- A praga tem a característica de transitar entre o solo e o rizoma da planta, podendo provocar maiores índices de podridões nas plantas.
- As larvas de *H. taltula*, possivelmente, complementam sua dieta com solo, raiz, bagacilho e material vegetal em decomposição.

7. Referências

Agrofit - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (2020). Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Alencar K (2012). **Análise do balanço entre demanda por etanol e oferta de cana-de-açúcar no Brasil**. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Alexander AG (1973) **Sugarcane physiology**. Amsterdam: Elsevier. p.752.

Almeida LC (2005) Bicudo da cana-de-açúcar. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira. p.1-3. (Boletim técnico).

Arrigoni EB, Precetti AA, Almeida LC, Kasten P (1988) Metodologia de levantamento de pragas de solo em cana-de-açúcar. In: Seminário de Tecnologia Agrônômica, 4., 1988, Piracicaba. [**Anais...**]. Piracicaba: Copersucar, p. 647-655.

Aude MIS (1993) Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural** 23(2):241-248.

Bacchi OOS (1983) Botânica da cana-de-açúcar. In: Orlando Filho J (Ed.) **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/Planalsucar. p. 24-37.

Bezuidenhout CN, O’leary GJ, Singels A, Bajic VB (2003) A process-based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. **Agricultural Systems** 76:589-599.

Blackburn F (1984) **Sugarcane**. New York: Longman. 414 p.

Canaoeste (2013) **Pragas da cana**. Disponível em:<<http://www.canaoeste.com.br/conteudo/pragas-na-cana>>. Acesso em: 28 dez. 2014.

Carneiro AEV, Trivelin PCO, Victoria RL (1995) Utilização da reserva orgânica e de nitrogênio do tolete de plantio (colmo-semente) no desenvolvimento da cana-planta. **Scientia Agricola** 52:199-209.

Carvalho NL, Barcellos AL (2012) Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** 5(5):749-766.

Casagrande AA (1991) **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Funep. 157 p.

Castro PRC, Christoffoleti PJ (2005) Fisiologia da cana-de-açúcar. In: Mendonça, AF (Ed.). **Cigarrinhas da cana-de-açúcar: controle biológico**. Maceió: Insecta. p. 3-48.

CCTC (2013) Centro de Tecnologia Canavieira. Pragas e doenças da cana-de-açúcar - "roguing". 55 p. Disponível em:<<http://www.ctcanavieira.com.br/>>. Acesso em: 30 dez. 2014.

Chapman RA, Harris CR, Tolman JH, Dubois D (1994) The persistence of insecticidal chemicals in soils treated with granular formulations of aldicarb and their uptake by potato plants. **Journal of Environmental Science and Health** 29:895-916.

Chen B, Shaaya E, Kostjukovsky M (1998) The combined efficacy of malathion and bifenthrin for the control of *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* and *Tribolium castaneum*. In: International Working Conference on Stored Product Protection, 7, Proceedings..., Beijing. p. 875-879.

Cícero EAS, Ferraudo AS, Lemos MVF (2009) Identificação de genes Cry de *Bacillus thuringiensis* no controle de *Sphenophorus levis*, o Bicudo da cana-de-açúcar. **Bragantia** 68(4):817-823.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2020) Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v.7, Safra 2020/21, Primeiro levantamento. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 02 jul. 2020.

Daglish GJ, Wallbank BE, Nayak M (2003) Bifenthrin plus chlorpyrifos-methyl on sorghum. **Journal of Economic Entomology** 96(2):525-532.

Dario GJA, Dario ISN, Valle FND, Soares DA, Arruda IOSF, Maschio E (2014) Ocorrência das brocas gigante (*Castnia licus* Drury) e peluda (*Hyponeuma taltula* Schaus, 1904) em canaviais do nordeste e o controle com o inseticida Tiametoxan + Clorantraniliprole. In: XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, **Anais...** Goiânia: SEB.

Dinardo-Miranda LL (2008) Pragas. In: Dinardo-Miranda LL, Vasconcelos ACM, Landell MGA (Eds.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo. p. 349–404.

Dinardo-Miranda LL (2018) **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo. p. 227-287.

Elliott JM (1979) **Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates**. Ambleside: Freshwater Biological Association. 157 p.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2019) Balanço Energético Nacional: ano base: 2018. Disponível em:<<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em: 05 jul. 2020.

Ferreira MC, Werneck CF, Furuhashi S, Leite GJ (2008) Tratamento de toletes de cana-de-açúcar para o controle da podridão-abacaxi em pulverização conjugada ao plantio mecanizado. **Engenharia Agrícola** 28(2):263-273.

Figueiredo P (2008) Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: Dinardo-Miranda LL, Vasconcelos ACM, Landell MGA (Eds.). **Cana-de-açúcar**. Ribeirão Preto: Ed. IAC. p. 31-44.

Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Batista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C (2002) **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920 p.

Gangavalli RR, Aliniaze MT (1985) Temperature requirements for development of the obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Environmental Entomology** 14:17-19.

Giles KL, Royer TA, Elliot NC, Kindler SD (2000) Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the greenbug (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plains. **Journal of Economic Entomology** 93:1522-1530.

Goldemberg J, Mello FFC, Cerri CEP, Davies CA, Cerri CC (2014) Meeting the global demand for biofuels in 2021 through sustainable land use change policy. **Energy Policy** 69:14-18.

Guagliumi P (1973) Situação das cigarrinhas e das brocas nos canaviais do estado de Santa Catarina e descobrimento de uma nova praga da cana (*Saccharum* spp, Brasil). **Brasil Açucareiro** 81(3):10-13.

Guagliumi P, Mendes AC (1974) Três novas pragas da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Brasil Açucareiro** 82(2):80-81.

Guppy JC (1969) Some effects of temperature on the immature stages of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae), under controlled conditions. **Canadian Entomologist** 101:320-327.

Henderson CF, Tilton EW (1955) Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology** 48:157-161.

Hensley SD, Hammond Jr AH (1968) Laboratory techniques for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology** 61:1742-1743.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry (2019). Disponível em:<<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/1138.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Iwao S (1972) Application of the m*-m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. **Researches on Population Ecology** 14(1):97-128.

Izeppi TS (2015) **Distribuição espacial e dinâmica populacional de *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae) em cana-de-açúcar**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Entomologia Agrícola) – Unesp, Jaboticabal.

Kogan M (1998) Integrated pest management: historical perspective and contemporary developments. **Annual Review Entomology** 43:243-270.

Leal MRLV, Nogueira LAH, Cortez LAB (2013) Land demand for ethanol production. **Applied Energy** 102:266-271.

Leslie G (2007) Pests of sugarcane. In: James G (Ed.). **Sugarcane**. Hoboken: John Wiley & Sons, p. 78-100.

Macedo N, Macedo D, Campos MBS, Novaretti WRT, Ferraz LCCB (2015) Management of pests and nematodes. In: Santos F, Borém A, Caldas C (Eds.). **Sugarcane: agricultural production, bioenergy and ethanol**. New York: Elsevier. p. 89-113.

Macedo D (2005) **Broca-peluda *Hyponeuma taltula***. Maracaju: ASSOCANA, 20 p.

Macedo D, Macedo N (2007). Aspectos da biologia da *Hyponeuma taltula* (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **STAB: Açúcar Álcool e Subprodutos** 25:44-46.

Machado EC (1987) Fisiologia da produção de cana-de-açúcar. In: Paranhos, SB **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill. v.1, p. 56-87.

Machado LA (2006) **Estudos biológicos e comportamentais de *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Vesperidae) e sua interação com nematoides entomopatogênicos e outros agentes de mortalidade**. 119 f. Tese (Doutorado em Parasitologia) - UNICAMP, Campinas.

Malavolta E, Haag HP (1964) Fisiologia. In: Malavolta E, Segala AL, Gomes FP (Eds.). **Cultivo e adubação da cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Brasileiro de Potassa, p. 221-236

Martines Filho J, Burnquist HL, Vien CEF (2006) Bioenergy and the rise of sugarcane-based ethanol in Brazil. **Choices** 21:91-96.

Moraes GC, Ávila CJ (2014) **Insetos-praga associados ao solo na cultura da cana-de-açúcar, no Estado de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 37 p.

Mowry TM (2005) Insecticidal reduction of potato leafroll virus transmission by *Myzus persicae*. **Annals of Applied Biology** 146:81-88.

Nova Cana (2013) Cana-de-açúcar: a cultura que potencializou o Brasil. Disponível em:<<https://agropos.com.br/cana-de-acucar/#:~:text=As%20principais%20tecnologias%20com%20potencial,tratos%20culturais%20e%20a%20colheita>>. Acesso em: 05 jul. 2020.

Oliveira CM, Auad AM, Mendes SM, Frizzas MR (2014) Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection** 56:50-54.

Palumbo JC, Kerns DL, Engle CE, Sanchez CA, Wilcox M (1996) Imidacloprid formulation and soil placement effects on colonization by sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): head size and incidence of chlorosis in lettuce. **Journal of Economic Entomology** 89:735-742.

Parra JRP, Botelho PSM, Pinto AS (2010) Controle biológico de pragas como um componente chave para a produção sustentável da cana-de-açúcar. In: Cortez LAB (Ed.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, p. 441-450.

Perecin D, Barbosa JC (1992) Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio. **Revista de Matemática e Estatística** 10(2):207-216.

Perring TM, Gruenhagen NM, Farrar CA (1999) Management of plant viral diseases through chemical control of insect vectors. **Annual Review of Entomology** 44:457-481.

Rabinovich JE (1980) **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. Cidade do México: Companhia Editorial Continental, 313 p.

Rocheouste, E (1967) **Weed control in sugar cane**. Réduit: Mauritius Sugar Industry Research Institute. 117 p.

Rodrigues JD (1995) **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Unesp, 99 p.

Rodrigues AD, Pinto AS, Segato SV (2012) Controle químico e biológico da Broca peluda, *Hyponeuma* sp. (Lepidoptera, Noctuidae), na cana-de-açúcar. **Nucleus** 9:283-290.

Rosa JO, Fernandes OA (2020) Aumento e expansão do ataque de *Hyponeuma taltula* nas regiões produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo e estudos de comportamento e danos comparativos à *Sphenophorus levis*. **STAB: Açúcar Álcool e Subprodutos** 38(4):38–41.

Samanez CP, Ferreira LR, Nascimento CC (2013) Avaliação da opção de troca de combustível no carro brasileiro flex: um estudo por região geográfica usando teoria de opções reais e simulação estocástica. **Production** 24(3):628-643.

Santos D (1977) Ecofisiologia da cana-de-açúcar. In: Recomendações técnicas para cultura da cana-de-açúcar no estado do Paraná. Londrina: Instituto Agrônomo, 107 p. (Circular IAPAR, 6).

SAS Institute (2015) SAS/IML® 14.1 **User`s Guide**. Cary, SAS Institute Inc.

Scarpari MS, Beauclair EGF (2008) Anatomia e botânica. In: Dinardo-Miranda LL, Vasconcelos ACM, Landell MGA (Eds.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Editora IAC, p. 47-56.

Segato SV, Mattiuz CFM, Mozambani AE (2006) Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: Segato SV, Pinto AS, Jendiroba E, Nóbrega JCM (Eds.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, p. 19-36.

Shah PA, Pell JK (2003) Entomopathogenic fungi as biological control agents. **Applied Microbiology and Biotechnology** 61:413-423.

Silva MA, Landell MGA, Campana MP, Xavier MA (2002) Produtividade de mudas sob diferentes densidades de plantio, em viveiro oriundo de cultura de meristema. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, **STAB, 8, Anais...**, Recife. p. 538-543.

Silva MA, Carlin SD, Campana MP, Landell MGA, Perecin D, Vasconcelos ACM (2003) Brotação da cana-de-açúcar em condições de casa de vegetação. **STAB: Açúcar Álcool e Subprodutos** 22:28-31.

Silva MA, Carlin SD, Perecin D (2004) Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres** 51:457-466.

Soares LHB, Alves BJR, Urquiaga S, Boddey RM (2009) Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol de cana-de-açúcar produzido no Brasil. Seropédica: Embrapa, 14 p. Circular técnica 27.

Soberón M, Bravo AP, Gomez-Gomez I (2014) Mutant *Bacillus thuringiensis* cry genes and methods of use. Disponível em: <<http://www.google.je/patents/CN103748228A?cl=en>>. Acesso em: 29 dez. 2014.

Southwood TER (1978) **Ecological methods**. 2ed. New York: John Wiley & Sons, 525 p.

Triana MF (2015) **Ecologia química da Broca peluda da cana-de-açúcar, *Hyponeuma taltula* Schaus, 1904 (Lepidoptera, Erebidæ, Herminiinae)**. 108 f. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia), Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

Wilkin DR, Fleurat-Lessard F, Haubruge E, Serrano B (1998) Developing a new grain protectant and efficacy testing in Europe. In: International Working Conference on Stored-Product Protection, 7, Proceedings..., Beijing, p. 880-890.

Woodford JAT, Gordon SC, Foster GN (1988) Side-band application of systemic granular pesticides for the control of aphids and potato leafroll virus. **Crop Protection** 7:96-105.

Wright RJ, Devries TA, Young LJ, Jarvi KJ, Seymour RC (2002) Geostatistical analysis of the small-scale distribution of european corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology** 31(1):160-167.

Zenker MM, Lima IS, Specht A, Duarte AG (2007) Caracterização morfológica dos imaturos de *Hyponeuma taltula* (Schaus) (Lepidoptera, Noctuidae, Herminiinae). **Revista Brasileira de Zoologia** 24(4):1101-1107.