

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

**CARACTERIZAÇÃO BIOECOLÓGICA, SINTOMATOLOGIA,
AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA E TECNOLÓGICA DE CANA-DE-
AÇÚCAR COM INFESTAÇÃO DO ÁCARO
Schizotetranychus sacharum (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

Daiana Paixão Nogueira Silva
Engenheira Agrônoma

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

**CARACTERIZAÇÃO BIOECOLÓGICA, SINTOMATOLOGIA,
AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA E TECNOLÓGICA DE CANA-DE-
AÇÚCAR COM INFESTAÇÃO DO ÁCARO
Schizotetranychus sacharum (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

Discente: Daiana Paixão Nogueira Silva

Orientador: Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP/FCAV, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

S586c

Silva, Daiana Paixão Nogueira

Caracterização bioecológica, sintomatologia, avaliação biométrica e tecnológica de cana-de-açúcar com infestação do ácaro *Schizotetranychus sacharum* (Acari: Tetranychidae) / Daiana Paixão Nogueira Silva. – Jaboticabal, 2021

53 f. : tabs., fotos

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

Orientador: Daniel Júnior de Andrade

1. Ácaro. 2. *Schizotetranychus sacharum*. 3. Cana-de-açúcar. 4. Tetranychidae mites. 5. Sugarcane crops. 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.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO BIOECOLÓGICA, SINTOMATOLOGIA, AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA E TECNOLÓGICA DE CANA-DE-AÇÚCAR COM INFESTAÇÃO DO ÁCARO *Schizotetranychus sacharum* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

AUTORA: DAIANA PAIXÃO NOGUEIRA SILVA

ORIENTADOR: DANIEL JUNIOR DE ANDRADE

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

Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE (Participação Virtual)

Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitossanidade) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

p/ Pesquisador Dr. FERNANDO CESAR PATTARO (Participação Virtual)
Usina Santa Terezinha - Maringá/PR

p/ Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO DE SOUZA ROSSATO JUNIOR (Participação Virtual)
FAFRAM / Ituverava/SP

Jaboticabal, 04 de junho de 2021

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Daiana Paixão Nogueira Silva – Nasceu em Santo Antônio de Jesus, cidade do recôncavo da Bahia, aos 29 dias de dezembro de 1987. Filha de José Carlos Nogueira Silva e Damiana da Paixão Silva. Graduada em Administração Mercadológica pela Universidade do Estado da Bahia – UNEB em 2013 e Bacharel em Enfermagem pela Faculdade Maria Milza em 2014. Em 2015, ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, obtendo o título de Engenheira Agrônoma no ano de 2019. Durante a graduação em Agronomia, foi bolsista do Programa de Ensino Tutorial – PET AGRONOMIA, no período de 2015 a 2017. Em 2017, foi estagiária da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, migrando no ano de 2018 para bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB. Desenvolveu projeto de conclusão de curso na linha de ecologia química, sob co-orientação da pesquisadora Dr^a Marilene Fancelli e orientação do estatístico Prof. José Albany Costa. Em 2019, iniciou o curso de mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’, sob orientação do Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade, com bolsa de estudos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

e-mail: dp.ns@hotmail.com

Aos meus pais, que sempre foram a razão de tudo na minha vida. Por sempre terem me incentivado a estudar e nunca pouparem esforços para me ajudar. Todas as conquistas são para vocês.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À **Deus** primeiramente, por ser a minha fortaleza e inspiração para acordar todos os dias de manhã e fazer um bom dia.

À minha família, meu **pai**, minha **mãe** e meu **irmão**, por serem a base de tudo. Sem vocês tudo seria muito mais difícil.

À minha esposa, amiga, companheira de todas as horas, **Maiara Alexandre**, a vida ficou mais colorida com a sua chegada.

À **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, em especial ao Departamento de Fitossanidade e do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

Aos **docentes** do programa, pela dedicação e ensino transmitido.

Ao meu **orientador**, Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade. **Aos professores** Dr. Gilberto José de Moraes e Dr. Carlos Holger Wenzel Flechtmann pela identificação de material coletado.

Aos companheiros do Laboratório de Acarologia GEMAN da UNESP, **Patrice Jacob Savi, Sidnéia Terezinha Matos, Ana Beatriz Kapp, Claudiane Rocha, Jaqueline Della Vecchia, Leilane Lacerda** pela amizade e experiência nos trabalhos realizados.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq** pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, a todos que ajudaram direta ou indiretamente durante o período de mestrado, seja por contribuições ao trabalho, por conhecimentos repassados ou pelos momentos de descontração, importantes para uma boa saúde mental, meus sinceros agradecimentos.

Muito obrigada.

“O medíocre é aquele que não faz nada para mudar a própria vida, mas se incomoda com a mudança que você faz na tua”

(Sérgio Vaz)

SUMÁRIO

RESUMO	III
ABSTRACT	IV
LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE TABELAS	VII
 CAPÍTULO 01 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	 01
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Canavicultura	03
2.2 Ácaros na cultura da cana-de-açúcar	04
2.2.1 Tetranychidae	05
2.2.2 Gênero <i>Schizotetranychus</i>	06
2.2.3 <i>Schizotetranychus sacharum</i> e ocorrência no Brasil	07
REFERÊNCIAS	09
 CAPÍTULO 02 – Levantamento de variedades de MPB, aspectos bioecológicos, morfológicos e sintomatologia em cana-de-açúcar causada pelo ácaro <i>Schizotetranychus sacharum</i>	 13
RESUMO	13
INTRODUÇÃO	14
METODOLOGIA	15
Local da Pesquisa	15
Levantamento do <i>Schizotetranychus sacharum</i> em mudas pré- brotadas	16
Identificação da espécie	16
Criação de <i>Schizotetranychus sacharum</i>	17
Caracterização bioecológica de <i>Schizotetranychus sacharum</i>	17
Injúrias causadas pelo <i>Schizotetranychus sacharum</i>	17
Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para visualização de caracteres morfológicos	18
RESULTADOS	18
Levantamento do ácaro <i>S. sacharum</i> nas variedades de MPB	18
Características bioecológicas	19
Injúrias causadas à planta	21
Caracteres morfológicos	24
DISCUSSÃO	25
REFERÊNCIAS	29

CAPÍTULO 03 – AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA E TECNOLÓGICA DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB A INFESTAÇÃO DO ÁCARO <i>Schizotetranychus sacharum</i> (ACARI: TETRANYCHIDAE)	32
RESUMO	32
ABSTRACT	33
1. INTRODUÇÃO	34
2. MATERIAL E METODOS	36
2.1 Local e período do experimento	36
2.2 Instalação do experimento	36
2.3 Delineamento experimental	37
2.4 Avaliação biométrica	37
2.5 Avaliação tecnológica	38
2.6 Análise estatística	38
3. RESULTADOS	39
3.1 Parâmetros Biométricos	39
3.1.1 Diâmetro do colmo	39
3.1.2 Altura de planta	40
3.1.3 Número de perfilho	41
3.1.4 Número de internódios	43
3.2 Parâmetros Tecnológicos	44
3.2.1 Variáveis Tecnológicas	44
4. DISCUSSÃO	47
5. CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51

CARACTERIZAÇÃO BIOECOLÓGICA, SINTOMATOLOGIA E AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA E TECNOLÓGICA DE CANA-DE-AÇÚCAR COM INFESTAÇÃO DO ÁCARO *Schizotetranychus sacharum* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

RESUMO – Os ácaros tetraniquídeos (Acari: Tetranychidae) são pragas comuns de plantas cultivadas. *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann & Baker (Acari: Tetranychidae) é um representante desta família, ocorre no Brasil, associado à cana-de-açúcar. Surto populacionais deste ácaro têm sido observados em canaviais do Estado de São Paulo. Este ácaro infesta a parte abaxial da folha, construindo suas colônias e alimentam-se do conteúdo celular, causando sintomas visíveis na planta. Informações a respeito desta espécie são escassas e impossibilitam tomada de decisões para o seu adequado manejo. Objetivou-se relatar a ocorrência do ácaro em viveiro comercial de mudas pré-brotadas (MPB) originadas do processo de confecção a partir do tecido meristemático, com mudas na fase de aclimação a pleno sol. Apresentar características bioecológicas de indivíduos imaturos e adultos, bem como descrever a sintomatologia causada em plantas de cana-de-açúcar por esta espécie. Analisar qualitativamente e quantitativamente através de avaliações biométricas e tecnológicas as plantas de cana-de-açúcar infestadas e não infestadas com o ácaro. No viveiro de mudas, observou-se que o ácaro não ocorreu em todas as variedades de cana-de-açúcar. Foi constatada a presença do ácaro nas variedades RB975992, CT22994, CT013377, RB975775, RB995198, RB925279, IACSP911099, CTC20, RB987935, RB867515, IACSP955094, IACC1C52562 e CV7870. O ciclo biológico de *S. sacharum* é composto pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e o adulto e as fases quiescentes ou imóveis, que são as fases de transição, protocrisálida, deutocrisálida e a teliocrisálida. Os sintomas causados pelo ácaro às plantas da cana-de-açúcar são facilmente visualizados em folhas. Com o intenso ataque dos ácaros e a retirada constante do conteúdo celular, as folhas tornam-se esbranquiçadas. Com os dias pode-se observar que as manchas esbranquiçadas se tornam manchas com tons de marrom, devido a oxidação do tecido vegetal danificado mecanicamente pelo ácaro. As plantas infestadas com o ácaro *S. sacharum* tiveram diâmetro de colmo reduzido, bem como também apresentaram diferença significativa entre os tratamentos em relação aos teores de fibra, PBU, PC e ATR. O ácaro tem potencial para torna-se uma praga importante da cultura.

Palavras-chave: MPB, Prostigmata, *Saccharum* spp., Sintomas.

BIOECOLOGICAL CHARACTERIZATION, SYMPTOMATOLOGY AND BIOMETRIC AND TECHNOLOGICAL EVALUATION OF SUGARCANE WITH MITE INFESTATION *Schizotetranychus sacharum* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

ABSTRACT – Spider mites (Acari: Tetranychidae) are common pests of cultivated plants. *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann & Baker (Acari: Tetranychidae) is a representative of this family, occurs in Brazil, associated with sugarcane. Population outbreaks of this mite have been observed in sugarcane fields in the State of São Paulo. This mite infests the abaxial side of the leaf, building its colonies and feeding on the cellular content, causing visible symptoms in the plant. Information about this species is scarce, making it impossible to make decisions for its proper management. The objective of this study was to report the occurrence of mites in a commercial nursery of pre-sprouted seedlings (PSS), to present bioecological characteristics of immature and adult individuals, as well as to describe the symptoms caused on sugarcane plants by this species, in addition to analyzing qualitatively and quantitatively through biometric and technological evaluations the sugarcane plants infested and not infested with the mite. In the seedling nursery, it was observed that the mite did not occur in all varieties of sugarcane. It was found the presence of the mite in the varieties: RB975992, CT22994, CT013377, RB975775, RB995198, RB925279, IACSP911099, CTC20, RB987935, RB867515, IACSP955094, IACC1C52562 and CV7870. The biological cycle of *S. sacharum* is composed of the egg, larva, protonymph, deutonymph and adult phases and the quiescent or immobile phases, which are the transition, protocrisalid, deutocrisalid and teliocrisalid phases. The symptoms caused by the mite to the sugarcane plants are easily visualized on the leaves. Under intense mite attacks there are a constant removal of cellular content and leaves become whitish. With the days it can be observed that the whitish spots become brownish spots, due the oxidation of the plant tissue mechanically damaged by the mite. Plants infested by the mite *S. sacharum* had a reduced stalk diameter, as well as a significant difference among the biometric parameters, such as: fiber, PBU, PC and ATR. The mite has the potential to become an important sugarcane crop pest.

Keywords: PSS, Prostigmat, *Saccharum* spp., Symptoms.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - Levantamento de variedades de MPB, aspectos bioecológicos, morfológicos e sintomatologia em cana-de-açúcar causada pelo ácaro *Schizotetranychus sacharum*.....13

Figura 1 – Esquema do ciclo biológico do ácaro *Schizotetranychus sacharum* em cana-de-açúcar com as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa, adulto fêmea e macho respectivamente.....20

Figura 2 – Postura recente de *Schizotetranychus sacharum*, ovo de coloração translúcida (A); Ovo de *S. sacharum*, com coloração amarelada, alguns dias após a oviposição e próximo da eclosão da larva (B); Ovo e larva de *S. sacharum* (C); Indivíduos da espécie *S. sacharum* em folha de cana-de-açúcar (D); Diferença morfológica entre o *S. sacharum* macho ♂ com opistossoma triangular (E) e fêmea ♀ com opistossoma arredondado(F).....21

Figura 3 – Canavial comercial infestado com o ácaro *Schizotetranychus sacharum* (A); Muda pré-brotada com sintomas causado pelo ácaro (B); Face adaxial da folha de cana-de-açúcar com os sintomas visíveis causados pelo ácaro (C); Face abaxial da folha de cana-de-açúcar com sintomas e teias ao longo da nervura central (D); Visualização microscópica do tecido vegetal com pontuações translúcidas (E) e oxidação da área atacada (F); Densa cobertura de teia de *S. sacharum* na face abaxial da folha de cana-de-açúcar (G); Ovos sem a proteção da teia (H)23

Figura 4 – Vista dorsal (A) e vista ventral (B) de fêmea de *Schizotetranychus sacharum*; Gnatossoma de uma fêmea de *S. sacharum* (C); Região genital de uma fêmea de *S. sacharum* destacando as estrias transversais e longitudinais e os pares de setas genitais (D); Caractere morfológico do gênero *Schizotetranychus*, empódio bipartido (E); Gnatossoma, evidenciando o rostro e os palpos (F) e quelíceras com estilete (G)25

CAPÍTULO 3 – Avaliação biométrica e tecnológica de cana-de-açúcar sob a infestação do ácaro *Schizotetranychus sacharum* (Acari: Tetranychidae)32

Figura 1 – Vista geral do experimento realizado em casa de vegetação ...36

Figura 2 – Diâmetro do colmo de plantas de cana-de-açúcar não infestadas e infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum*39

Figura 3 – Altura de planta de cana-de-açúcar não infestadas e infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum*.....40

Figura 4 – Número de perfilho em plantas de cana-de-açúcar não infestada e infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum*.....42

Figura 5 – Número de internódios em plantas de cana-de-açúcar não infestas e infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum*43

Figura 6 – Resumo das análises dos parâmetros relativos à avaliação tecnológica de plantas de cana-de-açúcar não infestada e infestada pelo ácaro *Schizotetranychus sacharum*.....45

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - Levantamento de variedades de MPB, aspectos bioecológicos, morfológicos e sintomatologia em cana-de-açúcar causada pelo ácaro <i>Schizotetranychus sacharum</i>	13
---	----

Tabela 1 – Variedades de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar inspecionadas em viveiro comercial quanto a presença do ácaro <i>Schizotetranychus sacharum</i>	19
--	----

CAPÍTULO 3 - Avaliação biométrica e tecnológica de cana-de-açúcar sob a infestação do ácaro <i>Schizotetranychus sacharum</i> (Acari: Tetranychidae)	31
---	----

Tabela 1 – Média do diâmetro dos colmos de cana-de-açúcar obtidos nas avaliações mensais biométricas em plantas não infestadas e infestadas com <i>Schizotetranychus sacharum</i>	40
--	----

Tabela 2 – Média da altura das plantas de cana-de-açúcar obtidas nas avaliações mensais biométricas em plantas não infestadas e infestadas com <i>Schizotetranychus sacharum</i>	41
---	----

Tabela 3 – Média do número de perfilho de cana-de-açúcar obtidas nas avaliações mensais em plantas não infestadas e infestadas com <i>Schizotetranychus sacharum</i>	42
---	----

Tabela 4 – Média do número de internódios de cana-de-açúcar obtidas nas avaliações mensais biométricas em plantas não infestadas e infestadas com <i>Schizotetranychus sacharum</i>	43
--	----

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

No sistema de cultivo de cana-de-açúcar *Saccharum* spp. L., as plantas estão expostas aos mais diversos fatores estressantes, tais como clima, condições do solo, ataque de pragas e doenças ou pela interação destes fatores. A partir da implantação da lei nº 11.241/2002, que proibiu a queima em áreas com cana-de-açúcar em pré-colheita, ocorreram mudanças drásticas no cenário dos canaviais no Estado de São Paulo. As queimadas foram proibidas devido ao impacto negativo causado a saúde humana e ao meio ambiente. Com isso, houve mudanças microclimáticas e acúmulo de palhadas nas áreas, alterando entre outros aspectos o perfil de pragas que passaram a ocorrer na cultura (Ronquim, 2010).

As queimadas provocam a eliminação de predadores naturais, aumentam a susceptibilidade do solo à erosão devido à falta de cobertura vegetal e afetam negativamente a atividade biológica (Spera et al., 2000; Redin et al., 2011). Como exemplo de alteração do perfil comportamental de pragas, cita-se a cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), considerada no passado uma praga de importância secundária no Brasil. Porém, com o início da substituição das queimadas pela colheita mecanizada houve aumento significativo das populações desta praga (Dinardo-Miranda e Ferreira, 2004). A palhada remanescente da colheita permanece no ambiente por um longo período, acumulando-se ao longo dos cortes, devido ao lento processo de decomposição, o que acaba favorecendo o desenvolvimento de pragas (Stingel, 2005).

Entre outros organismos presente em cana-de-açúcar, merece destaque nas últimas safras o ácaro *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann e Baker (Acari: Tetranychidae), observado por produtores em elevadas populações nos canaviais do Estado de São Paulo, principalmente nas regiões de Ribeirão Preto, Jaboticabal, Piracicaba e Limeira (Cherubin, 2017). Esta espécie de ácaro foi descrita em canaviais do Brasil na década de 1970 (Flechtmann e Baker, 1975).

Em geral, *S. sacharum* ocorre nos canaviais do Estado de São Paulo em baixas populações, até então sendo caracterizado como um organismo sem importância econômica. Por outro lado, na Índia a espécie *Schizotetranychus andropogoni* (Hirst)

(Acari: Tetranychidae) pertencente ao mesmo gênero de *S. sacharum*, causa reduções de produtividade em canaviais que podem variar de 20 a 30% (Banerjee, 1988; Karthick et al., 2019). Dessa forma, o aumento das infestações de *S. sacharum* nos canaviais gera preocupação aos produtores e pesquisadores, dada a semelhança entre estas espécies.

Ácaros fitófagos podem ser extremamente nocivos ao hospedeiro, pois alimentam-se do conteúdo celular, principalmente de cloroplastos, o que contribui para a redução da taxa fotossintética das plantas, além de algumas espécies serem capazes de transmitir de fitopatógenos, podendo sobreviver em condições ambientais adversas e adaptando-se facilmente a novos hospedeiros (Návia et al., 2006).

A ocorrência de *S. sacharum* nos canaviais do Estado de São Paulo tem sido em surtos populacionais (*outbreaks*). Este evento é caracterizado pelo aumento repentino da população em uma área, necessitando muitas vezes de controle imediato, a fim de evitar prejuízos econômicos (Zhan et al., 2014; Guedes et al., 2016). Entretanto, informações básicas sobre essa espécie são praticamente inexistentes na literatura.

Considerando o potencial de *S. sacharum* como praga na cultura da cana-de-açúcar a principal hipótese da presente dissertação é que este organismo em altas populações seja capaz de causar reduções quantitativas e qualitativas na matéria-prima produzida. Neste sentido, pesquisas básicas envolvendo as relações ácaro-hospedeiro foram realizadas.

Face ao exposto, o presente estudo objetivou verificar a presença de *S. sacharum* em viveiro comercial de mudas de cana-de-açúcar, estudar características bioecológicas e morfológicas, bem como evidenciar as injúrias causadas as plantas por este ácaro. Além disso, foi estudado o impacto de *S. sacharum* sobre parâmetros quantitativos e qualitativos de plantas de cana-de-açúcar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Canavicultura

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) é uma planta semiperene, pertencente à família Poaceae e ao gênero *Saccharum* que abrange as espécies *Saccharum officinarum* L, *S. spontaneum* L, *S. sinense* Roxb, *S. barberi* Jeswiet, *S. robustum* Brandes & Jeswiet ex Grassl e *S. edule* Hassk (Jadoski et al., 2010). Sua origem é controversa, mas acredita-se que seja originária do Sudeste Asiático, na região Central da Indonésia e Nova Guiné (James, 2004; Mozambani et al., 2006). Foi introduzida no Brasil pelos portugueses possivelmente em 1532, pelas expedições portuguesas de Martim Afonso de Souza, para aumentar a produção de açúcar.

A cana-de-açúcar é cultivada comercialmente em mais de 70 países, sendo os maiores produtores o Brasil, Índia, China, Cuba, México, Filipinas, Austrália, África do Sul, Estados Unidos da América e República Dominicana. O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial, e o etanol e o açúcar produzidos a partir desta planta estão entre as principais *commodities* agrícolas (Lucchesi, 1995; Arruda Pinto, 2002; Luo et al., 2009; Santos et al., 2015). A planta é produzida em toda faixa tropical e em algumas áreas subtropicais, como Argentina (Tucumã, Salta e Jujuy) e nos Estados Unidos (Flórida e Louisiana).

Além de ser o maior produtor mundial de açúcar, o Brasil também é o maior exportador, respondendo por 45% do total comercializado do produto no mundo (Cib, 2009). A expansão do consumo de açúcar e do etanol em todo o mundo tem feito com que o Brasil ganhe cada vez mais investimento no setor, com isso a indústria sucroenergética tem se destacado nos negócios brasileiros e a cultura da cana-de-açúcar tem desempenhado papel fundamental na economia do país (Silva et al., 2012).

Na safra 2019/20 houve crescimento na produção de cana-de-açúcar quando comparada com a anterior. De acordo com o quarto e último levantamento da safra, colheu-se mais de 642,7 milhões de toneladas, o que representou um aumento de 3,6% em relação à 2018/2019. A área total de cana-de-açúcar colhida foi de 8.442 mil hectares (Conab, 2020). Apesar da importância da cultura da cana-de-açúcar para o Brasil, o rendimento nacional ainda é baixo, com média aproximada de 75 toneladas/ha (Cherubin, 2019; Conab, 2020). Essa baixa produtividade pode ser

ponderada por fatores como a fertilidade do solo, a variedade escolhida, clima da região, tratamentos culturais aplicados e principalmente as doenças e aos artrópodes-pragas (Townsend, 2000).

No Brasil, a produção de cana-de-açúcar concentra-se na região Centro-Sul, principalmente no interior do Estado de São Paulo e Minas Gerais, que se destacam pelo volume produzido. O Estado de São Paulo, segundo os dados divulgados pela CONAB, é considerado o maior produtor em âmbito nacional, responsável por mais de 50% da produção do país (Conab, 2020). É uma cultura de grande importância socioeconômica para o Brasil, principalmente no que se refere aos atributos qualitativos, como a facilidade de plantio, rusticidade no campo e adaptação às condições de estiagem, além de ser matéria-prima utilizada na geração de produtos e subprodutos como açúcar, etanol, vinhaça, melaço, água-ardente e bagaço (Lopes et al., 2011; Guimarães et al., 2016).

2.2 Ácaros na cultura da cana-de-açúcar

No Brasil, são relatadas três famílias de ácaros fitófagos que podem acometer a cana-de-açúcar, sendo as famílias Eriophyidae, Tarsonemidae e Tetranychidae. Com exceção da família Tetranychidae, essas ainda não são consideradas um problema significativo (Moraes e Flechtmann, 2008). Porém, levando em consideração que os ácaros se alimentam do conteúdo celular extravasado da célula, o efeito prologando da alimentação destes fitófagos sobre as plantas podem causar injúrias severas em curto e a longo prazo.

São relatados no Brasil a ocorrência de sete espécies de ácaros fitófagos em cana-de-açúcar, distribuídos em 3 famílias. O microácaro da cana-de-açúcar *Abacarus sacchari* Channabasavanna (Acari: Eriophyidae), o ácaro-brilhante-da-cana-de-açúcar *Steneotarsonemus bancrofti* Michael, o *Steneotarsonemus brasiliensis* Flechtmann (Acari: Tarsonemidae) e os tetrânicos-da-cana-de-açúcar *Monoceronychus linki* Pritchard e Baker, *Oligonychus grypus* Baker e Pritchard, *Oligonychus pratensis* (Banks) e *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann e Baker (Acari: Tetranychidae) (Moraes e Flechtmann, 2008).

Além dos ácaros fitófagos relatados, outros já foram coletados em plantio de cana-de-açúcar na zona da Mata do Estado de Alagoas, como as espécies não identificadas do gênero *Neotarsonemoides* e *Tarsonemus* (fungívoros) e predadores

como *Paracheyletiella* sp., *Amblyseius tamatavensis*, *Typhlodromips mangleae*, *Neoseiulus anonymus* (Duarte, 2013; Silva et al., 2015).

2.2.1 Tetranychidae

A família Tetranychidae é conhecida na literatura como “ácaros de teia” e são estritamente fitófagos (Moraes e Flechtmann, 2008), entretanto alguns tetraniquídeos não tecem teia. As teias os protegem de alguns predadores, pois dificultam a movimentação destes entre os fios da teia, impedem o estabelecimento de outra espécie no mesmo local e protegem a colônia contra gotículas de chuva, além de facilitar a dispersão através do processo denominado de “balonismo”, no qual ocorre a formação de grande quantidade de teia na parte superior das plantas e acúmulo de ácaros, que são dispersos pelo vento, ocorre quando as plantas estão altamente infestadas e os recursos alimentares tornam-se escassos (Moraes e Flechtmann, 2008; Clotuche et al., 2011). A dispersão também pode ocorrer de forma ativa, por meio do caminhar, ou de forma passiva, por transporte de plantas ou partes vegetais, ferramentas, insetos ou por pessoas (Zhang, 2003).

Apresentam, em sua maioria, desenvolvimento haplo-diplóide, com machos produzidos por arrenotoquia. Algumas poucas espécies reproduzem-se por telitoquia (Norton et al., 1993). O ciclo biológico compreende cinco fases de desenvolvimento, sendo: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e o adulto. O corpo dos indivíduos é dividido em duas partes, o gnatossoma, que inclui as quelíceras e os palpos, e o idiossoma, que contém os órgãos internos e localizam-se os quatro pares de pernas. As quelíceras são modificadas em estiletes longos e recurvados, cuja extremidades são utilizadas para perfurar a superfícies das folhas.

Os tetraniquídeos são capazes de perfurar a epiderme e atingir o parênquima das folhas, alimentando-se do conteúdo celular extravasado. Os dois dígitos basais das quelíceras são fundidos, formando um estilóforo retrátil. Alimentam-se preferencialmente de folhas desenvolvidas das plantas e desenvolvem-se principalmente na face abaxial, sendo que alguns gêneros tem preferência pela superfície adaxial. As folhas que sofrem injúrias apresentam pontuações translúcidas como consequência do esvaziamento do seu conteúdo celular que é ocupado por ar (Carmona e Dias, 1996).

Pertencem a ordem Trombidiformes, que formam um conjunto diversificado de ácaros que compõem duas subordens: Prostigmata e Sphaerolichida. Com cerca de 38 superfamílias (Krantz et al., 2009). A subordem Prostigmata agrupa 36 superfamílias, é o grupo de ácaros mais heterogêneo e possui grande diversidade. A gama de características morfológicas e comportamentais dos Prostigmata é superior a qualquer outra categoria de Acari (Krantz et al., 2009). Tetranychidae é a família mais numerosa das cinco incluídas na superfamília Tetranychoidea, agrupando cerca de 1.270 espécies (Migeon e Dorkeld, 2020) em 82 gêneros (Gerson et al., 2003). Em geral, os ácaros pertencentes a essa família apresentam uma ampla gama de plantas hospedeiras, pertencentes à diferentes famílias (Flechtmann, 1977; Gerson et al., 2003; Moraes e Flechtmann, 2008).

Os ácaros da família Tetranychidae não são vetores de vírus de plantas, se alimentam da planta hospedeira, lesionando o tecido vegetal e alterando o vigor geral da planta, a fisiologia e o crescimento (Krantz et al., 2009). Uma das características diagnósticas da família Tetranychidae, dentre os Tetranychoidea, é a presença de setas dúplices no dorso dos tarsos I e II. As fêmeas são facilmente reconhecidas pela presença de uma área da cutícula ao redor da abertura genital fortemente enrugada, que forma um ovipositor na ocasião da postura.

2.2.2. Gênero *Schizotetranychus*

O gênero *Schizotetranychus* agrupa 116 espécies, pertence à família Tetranychidae, subfamília Tetranychinae e a tribo Tetranychini (Migeon e Dorkeld, 2020). Entre as 116 espécies de ácaros pertencentes ao gênero *Schizotetranychus* algumas destacam-se por causar injúrias e possivelmente danos econômicos em algumas culturas agrícolas. Merece destaque a espécie *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Acari: Tetranychidae) que infesta plantas cítricas causando manchas esbranquiçadas sobre a superfície superior das folhas, ao longo das nervuras principais e os frutos. Comumente conhecido como ácaro-dos-ninhos-de-teia deve-se ao comportamento das fêmeas de tecer finas teias sob a qual ovipositam (Návia et al., 2006). Suas maiores infestações têm sido registradas na região norte do país, no município de Boa Vista, Roraima.

Outro ácaro do gênero causador de problemas na agricultura é o *Schizotetranychus oryzae* Rossi de Simons (Acari: Tetranychidae), capaz de causar

danos a cultura do arroz. Esta espécie infesta as folhas da planta reduzindo sua produtividade e consequentemente aumentando os custos de produção, em alguns casos é necessário realizar o controle. É uma importante praga, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul. Uma das principais razões para a perda da produtividade do arroz é a infestação de ácaros fitófagos que podem danificar as plantas de arroz e todo o seu desenvolvimento (Blasi et al., 2015; Buffon et al., 2016).

Uma espécie hospedeira da cana-de-açúcar assim como o *S. sacharum* é o *Schizotetranychus andropogoni* (Hirst) (Acari: Tetranychidae) que também causa diversos problemas na cultura, sua infestação causa danos em folhas e redução da produtividade. Este ácaro é uma praga importante na Índia (Barnerjee, 1988). Entre outras pragas graves, este ácaro causa considerável perda de rendimento da produção, entre 20 a 30% da produtividade (Karthick et al., 2019).

2.2.3 *Schizotetranychus sacharum* e ocorrência no Brasil

Espécie de ácaro pertencente à família Tetranychidae, foi descrita por Flechtmann e Baker em 1975 em cana-de-açúcar. Esta espécie é facilmente reconhecida pela presença de dois espinhos genitais acompanhando o edeago lateralmente no macho. Foi descrita em três estados do Brasil, em Campo Grande, bairro da zona oeste do município do Rio de Janeiro, em Morretes município do Estado do Paraná e em Ribeirão Preto, município do interior do Estado de São Paulo, região sudeste do país (Flechtmann e Baker, 1975).

Schizotetranychus sacharum foi coletado apenas hospedando folhas de cana-de-açúcar no Brasil, sua ocorrência em outros países é desconhecida (Flechtmann e Baker, 1975; Migeon e Dorkeld, 2020). Há uma escassez de dados sobre a espécie estudada, porém alguns poucos trabalhos agregam informações da espécie, como o de Ribeiro et al. (2009) sobre o controle biológico de ácaros da família Tetranychidae com o *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) (Zygomycetes: Entomophthorales), onde citam o *S. sacharum* e a ausência de patogenicidade dos isolados para o ácaro em questão.

O *S. sacharum* produz teias e causam manchas que coalescem e conferem um aspecto de ataque de ferrugem a folha. Alojам-se na face inferior da folha, podendo esconder-se na densa camada de teia que tecem. Esta espécie alimenta-se

perfurando a célula vegetal e extraindo o conteúdo celular. Portanto, populações elevadas durante um longo período podem ser capazes de reduzir a produtividade das plantas (Cherubin, 2017).

REFERÊNCIAS

- Arruda Pinto RSD (2002) **Indicadores de desempenho de frota de empresas agroindustriais canavieiras brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- Banerjee, B (1988) An Introduction to Agricultural Acarology: Biology and control of mite pests in the tropics. **Associated Publishing Co.** New Delhi 1-117.
- Blasi EAR, Buffon G, Silva RZ, Stein C, Dametto A (2015) Alterations in rice, corn and wheat plants infested by phytophagous mite. **Int. J. Acarology** 41:10-18.
- Buffon G, Blasi EAR, Adamski JM, Ferla NJ, Berger M (2016) Physiological and molecular alterations promoted by *Schizotetranychus oryzae* mite infestation in rice leaves. **J. Proteome Res.** 15:431–446.
- Carmona MM, Dias JCS (1996) **Fundamentos de Acarologia Agrícola**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 423pp.
- Cib-Conselho de Informações sobre Biotecnologia (2009) Guia da cana-de-açúcar – Avanço Científico Beneficia o país.
- Cherubin Natalia (2019) **Especial – Qual a verdadeira produtividade máxima que a cana-de-açúcar pode atingir?** Elaborada por RPANEWS. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/especial-qual-a-verdadeira-produtividade-maxima-que-a-cana-de-acucar-pode-atingir/>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- Cherubin Natalia (2017) **Tecnologia Agrícola – Ácaros e Broca peluda podem ser um perigo para a cana?** Elaborada por RPANEWS. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/tecnologia-agricola-acaros-e-broca-peluda-podem-ser-um-perigo-para-a-cana/>. Acesso em: 08 ago. 2020.
- Clotuche G, Mailleux AC, Fernandez AA, Deneubourg JL, Detrain C, Hance T (2011) The formation of collective silk balls in the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. **PLOS ONE** 6:4
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2020) Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v. 6 – safra 2019/2020, n. 4, Quarto levantamento, Brasília, p.1- 58.
- Dinardo-Miranda LL, Ferreira JMG (2004) Eficiência de inseticidas no controle da cigarrinha das raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos** 22:35-39.
- Duarte ME (2013) Acarofauna plantícolas e edáfica da cultura da cana-de-açúcar e de cabotã, em área de mata atlântica no estado de Alagoas, Brasil. **Dissertação** (Mestrado em proteção de Plantas) - Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, Alagoas, 96 pp.

Flechtmann CHW (1977) **Ácaros de importância agrícola**. São Paulo: Biblioteca Rural Livraria Nobel S/A.189p.

Flechtmann CHW, Baker EW (1975) A report on the Tetranychidae (Acari) of Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 19:111-122.

Gerson U, Smiley RL, Uchoa R (2003) **Mites (Acari) for pest control**. Oxford: Blackwell Science. 539p.

Guedes RNC, Smagghe G, Stark JD, Desneux N (2016) Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. **Annual Review of Entomology** 61:43-62.

Guimarães G, Lana RP, Rei RS, Veloso CM, Souza MRM, Rodrigues RS, Campos AS (2016) Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 17:617-625.

James, G (2004) **Sugarcane**. 2nd ed. Oxford: Blackwell. 216p.

Jadoski CJ, Toppa EVB, Julianetti A, Hulshof T, Ono EO, Rodrigues JD (2010) Fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava 3(2):169-176.

Karthick KS, Chinniah C, Ramasubramanian T, Kalyanasundram M, Devrajan K, Venkataraman NS (2019) Studies on biology of leaf (or) web mite, *Schizotetranychus andropogoni* Hirst (Acari: Tetranychidae) on varieties of Sugarcane. **Ann. Pl. Protec. Sci.**,27(2):220-225.

Krantz GW (2009) **A manual of acarology**. 3a ed. Texas Tech University Press, 807p.

Lopes DOP, Dinardo-Miranda LL, Busoli AC (2011) Atualidades em pragas da cultura da cana-de-açúcar: sudeste e nordeste do Brasil. In: Busoli AC, Fraga DF, Santos LC, Alencar JRDCC, Grigolli JFJ, Janini, JC, Souza LA, Viana MA, Funichello M. **Tópicos em Entomologia Agrícola**. Jaboticabal: Multipress, p. 47-64.

Lucchesi AA (1995) Processos fisiológicos da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). **ESALQ/USP** 50.

Luo L, Voet E, Huppel G (2009) Life cycle assessment and life cycle costing of bioethanol from sugarcane in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 13:1613-1619.

Migeon A, Dorkeld F (2020) **Spider Mites Web**. Montpellier, France, 2011. Disponível em:<<http://www.catalogueoflife.org>>. Acesso em: 31 de março de 2020.

Moraes JG, Flechtmann CHW (2008) **Manual de Acarologia** – Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 308p.

Mozambani AE, Pinto AS, Segato SV, Mattiuz CFM (2006) História e morfologia da cana-de-açúcar, In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualização em produção de Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, p.11-18.

Návia D, Mendonça RS, Flechtmann CHW (2006) Ácaros de expressão quarentenária para o Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACAROLOGIA, 1, Viçosa, 2006. **Anais...**, Viçosa, p. 97-124.

Norton RA, Kethley JA, Johnson DE, Oconnor BM (1993) Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites 8–99. In: Wrensch, D.L. & Ebbert, M.A. (eds), *Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites*. Chapman & Hall, New York, 630 pp.

Redin M, Santos GF, Miguel P, Denega GL, Lupatini M, Doneda A, Souza ED (2011) Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal** 21: 381-392.

Ribeiro AEL, Gondim Jr. MGC, Calderan EL, Delalibera Jr. (2009) Host range of *Neozygites floridana* isolates (Zygomycetes: Entomophthorales) to spider mites. **Journal of invertebrate Pathology**, 102:196-202.

Ronquim CC (2010) **Queimada na colheita de cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 45p.

Santos FB, Ferreira FC, Esteves KE (2015) Assessing the importance of the riparian zone for stream fish communities in a sugarcane dominated landscape (Piracicaba River Basin, Southeast Brazil). **Environmental Biology of Fishes** 98:1895-1912.

Silva ES, Duarte ME, Santos MD, Ferreira, DNM (2015) **Ácaros plantícolas associados à cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)** In: SIBAC – Simpósio Brasileiro de Acarologia. São José do Rio Preto.

Silva TGF, Moura MSB, Zolnier S, Soares JM, Vieira VJS, Júnior WGF (2012) Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, 16(1):64-71.

Spera ST, Reatto A, Correia JR, Silva JCS (2000) Características físicas de um Latossolo Vermelho-escuro no cerrado de Planaltina, DF, submetido à ação do Fogo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35:1817-1824.

Stingel E (2005). **Distribuição espacial e plano de amostragem para cigarrinhas-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854), em cana-de-açúcar**. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Townsend CR (2000) **Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-acucar forrageira em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA, CPAF, p. 2 – 5. (EMBRAPA. CPAF. Boletim Tecnico, RT/21).

Zhan Y, Fan S, Zhang M, Zalom F (2014) Modelling the effect of pyrethroid use intensity on mite population density for walnuts. **Pest Management Science** 71:159-164.

Zhang ZQ (2003) **Mites in greenhouse**: identification, biology and control. Cambridge: CABI, 244p.

Capítulo 2 - Levantamento de variedades de MPB, aspectos bioecológicos, morfológicos e sintomatologia em cana-de-açúcar causada pelo ácaro *Schizotetranychus sacharum**

Daiana Paixão Nogueira Silva¹; Daniel Júnior de Andrade²

¹Mestranda do Departamento de Ciências da Produção Agrícola, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 14884-000, Brasil.

²Professor Doutor do Departamento de Ciências da Produção Agrícola, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 14884-000, Brasil.

Autor correspondente: dp.ns@hotmail.com

Resumo – Os ácaros tetraniquídeos (Acari: Tetranychidae) são pragas comuns de plantas cultivadas. *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann & Baker (Acari: Tetranychidae) é um representante desta família, ocorre no Brasil, associado à cana-de-açúcar. Surtos populacionais deste ácaro têm sido observados em canaviais do estado de São Paulo. Informações a respeito desta espécie são escassas, impossibilitando tomadas de decisões para o seu adequado manejo. Portanto, objetivou-se relatar a ocorrência do ácaro em viveiro comercial de mudas pré-brotadas (MPB), apresentar características bioecológicas de indivíduos imaturos e adultos, bem como descrever a sintomatologia causadas em plantas de cana-de-açúcar por esta espécie. No viveiro de mudas, observou-se que o ácaro não ocorreu em todas as variedades de cana-de-açúcar. Foi constatada a presença do ácaro nas variedades RB975992, CT22994, CT013377, RB975775, RB995198, RB925279, IACSP911099, CTC20, RB987935, RB867515, IACSP955094, IACC1C52562 e CV7870. O ciclo biológico de *S. sacharum* é composto pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e o adulto e as fases quiescentes ou imóveis, que são as fases de transição, protocrisálida, deutocrisálida e a teliocrisálida. Os sintomas causados pelo ácaro às plantas da cana-de-açúcar são facilmente visualizados em folhas. Com o intenso ataque dos ácaros e a retirada constante do conteúdo celular, as folhas tornam-se esbranquiçadas. Com os dias pode-se observar que as manchas esbranquiçadas se tornam manchas com tons de marrom, devido a oxidação do tecido vegetal danificado mecanicamente pelo ácaro. O ácaro tem potencial para torna-se uma praga importante da cultura.

* Este capítulo corresponde ao manuscrito submetido às normas da revista Experimental and Applied Acarology.

Palavras-chaves: MPB – mudas pré-brotadas. MEV. Prostigmata. *Saccharum* spp. Tetranychidae

Introdução

O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e o estado de São Paulo é responsável por mais de 50% da produção do país. O etanol e o açúcar produzidos a partir desta planta estão entre as principais *commodities* agrícolas (Lucchesi 1995; Arruda Pinto 2002; Luo et al. 2009; Santos et al. 2015). Na safra de 2019/20, colheu-se 642,7 milhões de toneladas no país, o que representou um aumento de 3,6% em relação à 2018/2019. A área total de cana-de-açúcar colhida foi de 8.442 milhões hectares (Conab 2020).

É uma cultura de grande importância socioeconômica para o país, principalmente no que se refere aos atributos qualitativos, como a facilidade de plantio, rusticidade no campo e adaptação as condições de estiagem, além de ser matéria-prima utilizada na geração de produtos e subprodutos como açúcar, etanol, vinhaça, melaço, aguardente e bagaço, bem como um setor responsável por gerar inúmeros empregos (Lopes et al. 2011; Guimarães et al. 2016). Contudo, parte da produção de cana-de-açúcar é perdida devido as ocorrências de diversas pragas, que influenciam tanto na capacidade da rebrota da planta como na produtividade final, e à medida que as áreas de produção se expandem os problemas decorrente dos artrópodes-praga aumenta na mesma proporção (Almeida, 2005).

Um artrópode-praga encontrado com frequência na cana-de-açúcar desde as safras de 2016/2017 é o *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann e Baker (Acari: Tetranychidae). A família Tetranychidae é composta por ácaros exclusivamente fitófagos, nos quais algumas espécies são pragas importantes em diversas culturas agrícolas como *Tetranychus urticae* Koch, *Mononycheles tanajoa* (Bondar), *Panonychus ulmi* (Koch), *Panonychus citri* (McGregor), *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) entre outros (Migeon e Dorkeld 2020). No Brasil, *S. sacharum* ocorre associada à cana-de-açúcar, e encontra-se distribuída geograficamente nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Desde a sua descrição taxonômica, há relatos desta espécie infestando apenas cana-de-açúcar. (Flechtmann e Baker 1975).

No Brasil a espécie *S. sacharum* não é considerada praga, entretanto na Índia, um dos principais países produtores de cana-de-açúcar, uma das pragas mais importantes desta cultura é o ácaro *Schizotetranychus andropogoni* Hirst (Acari: Tetranychidae) outra espécie do mesmo gênero (Karthick et al. 2019a). Esta espécie infesta a parte abaxial das folhas, causando lesões

que afetam negativamente a capacidade fotossintética das plantas, e quando não controlado pode causar perdas de produtividade entre 20 a 30% (Banerjee 1988; Singh 2013). Devido às semelhanças biológicas e ecológicas entre *S. sacharum* e *S. andropogoni* acredita-se que *S. sacharum* tenha potencial de causar danos e tornar-se uma praga importante da cana-de-açúcar no Brasil, especialmente no estado de São Paulo devido à enorme área cultivada com a cultura.

Surtos de *S. sacharum* relatados pelos produtores têm sido cada vez mais comuns em áreas de produção de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Os surtos populacionais (*outbreaks*) são caracterizados pelo aumento repentino da população em uma área, necessitando de controle imediato, a fim de evitar prejuízos econômicos (Zhan et al. 2014; Guedes et al. 2016). Estes eventos podem estar relacionados as alterações de manejo da cultura ocorrido ao longo dos anos. No estado de São Paulo, a cana-de-açúcar deixou-se de ser colhida queimada e passou a ser colhida “crua”, o que tem proporcionado mudanças microclimáticas e acúmulo de palhadas nas áreas, alterando o comportamento das pragas na cultura (Ronquim 2010) e contribuindo para a sua infestação no campo.

A palha remanescente da colheita permanece no ambiente por um longo período, acumulando-se ao longo dos cortes, devido ao lento processo de decomposição, o que acaba favorecendo o desenvolvimento de determinadas pragas e plantas daninhas (Stingel 2005), contribuindo assim para o uso mais intensivo de agrotóxicos que podem desencadear o efeito hormese nos organismos (Morse 1998; Chapman 2001; Calabrese e Baldwin 2002).

Desta maneira, com a mudança no manejo e consequentemente alteração no comportamento de pragas da cultura, é imprescindível que sejam estudadas informações a respeito do *S. sacharum* na cana-de-açúcar. Informações estas que poderão ser utilizadas para auxiliar nas medidas de controle e condução do canavial, visto que estudos relacionados com este ácaro é escasso e um bom manejo tem como premissa o conhecimento do organismo alvo. Portanto, o presente estudo é de extrema relevância.

Assim, diante do contexto, foi realizada uma pesquisa com o objetivo de produzir um levantamento quanto a presença e ausência do *S. sacharum* em viveiro comercial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, apresentar características bioecológicas e morfológicas, bem como descrever a sintomatologia causadas as plantas por este ácaro.

Metodologia

Local da pesquisa

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia e Acarologia do Departamento de Ciências da Produção Agrícola da Universidade Estadual Paulista – Unesp/FCAV na cidade de Jaboticabal – SP e em uma usina na mesorregião de Ribeirão Preto. O experimento foi conduzido durante o período de setembro a dezembro de 2019.

Levantamento de *Schizotetranychus sacharum* em mudas pré-brotadas

Em um viveiro comercial de mudas pré-brotadas (MPB) na última fase de aclimação a pleno sol, com clima Aw (tropical, quente e úmido com chuvas de verão) caracterizado conforme classificação de Koppen-Geiger, foi realizado um levantamento de 21 variedades de cana-de-açúcar: RB975992, CTC22994, RB867515, RB015935, CT013377, RB975775, RB995198, RB925279, IACSP911099, CTC20, RB987935, RB966928, RB975952, IACSP803280, RB975201, CTC9001, RB005014, IACSP955094, IACC1C52562, CTC9005 e CV7870.

A obtenção das mudas seguiu etapas estabelecidas no processo de produção de mudas desenvolvido pelo Instituto Agrônomo (IAC) como seleção de gemas, corte de minirrebolos, imersão em calda de fungicida e banho térmico, acondicionamento em estufa em caixas com substratos composto por casca de pinus e fibra de coco, individualização em tubetes, aclimação em estufa novamente e por fim aclimação a pleno sol (Landell et al. 2012).

As 21 variedades de mudas citadas foram inspecionadas quanto a presença do ácaro *S. sacharum*. Foram registradas as informações contidas nas etiquetas das bandejas de mudas, como nome da variedade, a idade da muda pré-brotada e a presença ou ausência do ácaro. A inspeção foi realizada com auxílio de lupa de bolso. Mudas contendo ácaros foram coletadas e acondicionadas em sacos de papelão envolto por sacos plásticos e acondicionadas em caixa térmica com gel polímero vinílico (Gelox®) para reduzir a temperatura e evitar a movimentação ou fuga de ácaros.

Identificação da espécie

As amostras de mudas contendo ácaros foram direcionadas para o Laboratório de Acarologia no Departamento de Ciências da Produção Agrícola da Unesp/FCAV para a realização da triagem e montagem dos ácaros coletados em lâminas de microscopia óptica. A extração dos ácaros e a montagem em meio de Hoyer ocorreu utilizando-se microscópio estereoscópio e pincel de cerdas finas. Após a montagem, as lâminas foram colocadas em estufa

ajustada a temperatura de 45 °C para diafanização durante 72 horas. Após a secagem, as lâminas foram seladas com esmalte incolor e armazenadas em caixas porta lâminas (Krantz e Walter 2009).

O material obtido foi identificado com auxílio de chaves dicotômicas (Pritchard e Baker 1955) e material auxiliar de descrição da espécie (Flechtmann e Baker 1975). Lâminas de ácaros machos e fêmeas foram enviadas ao Prof. Dr. Carlos Holger Wenzel Flechtmann da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' – ESALQ para confirmação da espécie.

Criação de *Schizotetranychus sacharum*

A criação do ácaro *S. sacharum* foi estabelecida em bandejas de mudas pré-brotadas com 77 células mantidas em sala climatizada, a temperatura de 25 °C $\pm$ 2 °C, umidade relativa de 70% $\pm$ 10% e fotofase de 12 horas. As bandejas de mudas foram dispostas em bancada e irrigadas uma vez por dia. A criação foi mantida na muda CV7870.

Caracterização bioecológica de *Schizotetranychus sacharum*

Para acompanhar o desenvolvimento do ácaro sobre as mudas, foram realizadas inspeções com auxílio de microscópio estereoscópio, onde foi possível visualizar os estágios de desenvolvimento do ácaro. Durante as diferentes fases do ciclo biológico foram realizadas imagens para delimitar cada etapa de desenvolvimento. As imagens foram realizadas com microscópio digital RH-2000 Hirox e com aparelho celular, com sistema de câmera dupla grande angular ($f/1,8$) e teleobjetiva ($f/ 2,8$) de 12 megapixel.

Com o intuito de verificar a presença de inimigos naturais, também foram feitas inspeções minuciosas quanto a presença de ácaros predadores. Sempre que eram realizadas as verificações das fases dos ácaros também era observado a existência de predadores associados.

Sintomas causados por *Schizotetranychus sacharum*

Para averiguar com detalhes os danos mecânicos causados às plantas de cana-de-açúcar, observou-se as mudas pré-brotadas e plantas em estágio fenológico vegetativo em casa de vegetação e em campo sob a infestação do ácaro. Nesta etapa foram utilizadas as variedades RB855156 e CV7870, que no campo foram as que mais demonstraram o sintoma evidente da

infestação. Com a utilização de celular e microscópio digital foram registradas as imagens da folha com sintomas típicos causados pelo ácaro e também a produção de teia.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para visualização de caracteres morfológicos

Para auxiliar na caracterização morfológica e na visualização dos principais caracteres presentes na espécie foram preparadas eletromicrografias de microscopia eletrônica de varredura, com ênfase nas estruturas fundamentais para a identificação.

A execução do procedimento seguiu o protocolo de preparo similar ao de Silva et al. (2018), no qual o material (ácaros) foi coletado e fixado em glutaraldeído a 3 %, em tampão fosfato de sódio 0,1 M com pH 7,2, sob condições de refrigeração 4°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram lavadas em solução tampão fosfato de sódio por 3 vezes e fixado em tetróxido de ósmio a 1% por 12 horas no escuro.

Após as etapas iniciais, as amostras foram retiradas da solução de tetróxido de ósmio e lavadas com tampão fosfato de sódio, 0,1 M pH 7,2. Posteriormente, foram desidratadas em solução alcoólica crescente nas seguintes concentrações 30%, 50% e 70% cada uma por 20 minutos de duração. Dessa forma, foram armazenadas no refrigerador com álcool 70% até o momento de utilização para a captura das imagens.

No momento de realização da captura das imagens de varredura, as amostras foram retiradas do refrigerador e passaram por mais uma sequência de desidratação em série alcoólica respectivamente 80%, 90% e 100% por 15 minutos e em seguida secagem em ponto crítico. Por fim, com as amostras secas em secador de ponto crítico e metalizadas em ouro foram utilizadas no Microscópio Eletrônico de Varredura Zeiss Evo MA10 para obtenção das elétron-micrografias.

Resultados

Levantamento do ácaro *S. sacharum* nas variedades de MPB

O ácaro *S. sacharum* foi associado a 13 das 21 variedades de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar inspecionadas na área de viveiro comercial. Foi confirmada a presença do ácaro nas variedades RB975992, CT22994, CT013377, RB975775, RB995198, RB925279,

IACSP911099, CTC20, RB987935, RB867515, IACSP955094 e IACC1C52562 e CV7870 (Tabela 1).

Tabela 1 – Variedades de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar inspecionadas em viveiro comercial quanto a presença do ácaro *Schizotetranychus sacharum*.

VARIEDADES	ÁCARO PRESENTE	
	SIM	NÃO
RB975992	X	
CTC22994	X	
RB015935		X
CT013377	X	
RB975775	X	
RB995198	X	
RB925279	X	
IACSP911099	X	
CTC20	X	
RB987935	X	
RB966928		X
RB975952		X
IACSP803280		X
RB975201		X
CTC9001		X
RB867515	X	
RB005014		X
IACSP955094	X	
IACC1C52562	X	
CTC9005		X
CV7870	X	

Características bioecológicas

O ciclo biológico da espécie é constituído de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e o adulto (Fig. 1). Entretanto, existe as fases quiescentes, de transição entre os estádios, nos quais os ácaros permanecem imóveis para realização de ecdise. Entre a larva e a protoninfa, existe a fase de protocrisálida, entre a protoninfa e a deutoninfa a fase de deutocrisálida, e entre a deutoninfa e o adulto, a teliocrisálida.

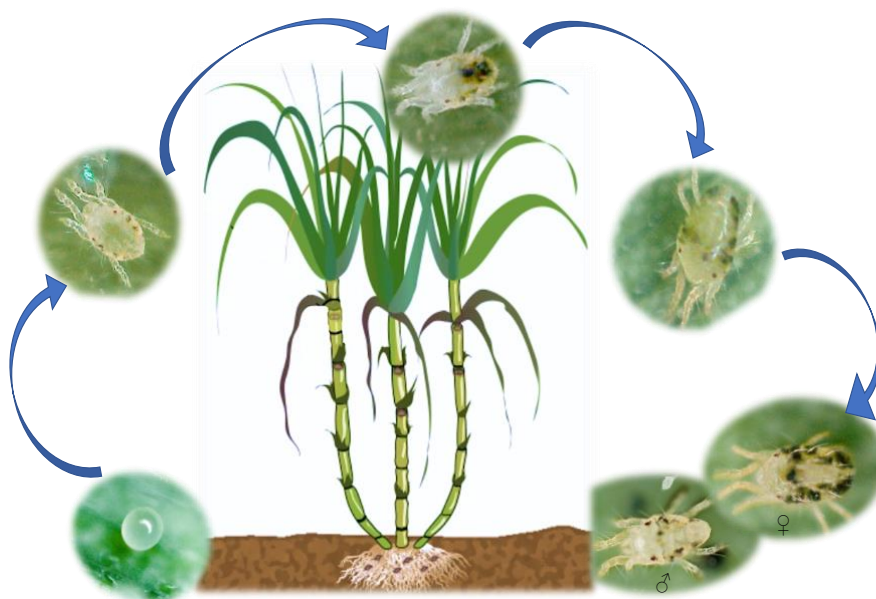


Fig. 1- Esquema do ciclo biológico do ácaro *Schizotetranychus sacharum* em cana-de-açúcar com as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa, adulto fêmea e macho respectivamente (Daiana Silva 2020).

Ovos de *S. sacharum* logo após a oviposição são translúcidos e de formato esférico e próximo a eclosão tornam-se amarelados, observa-se nitidamente as manchas ocelares (Fig. 2A e 2B). Após a eclosão, surgem as larvas com tamanho aproximado ao dos ovos. As larvas possuem coloração verde clara, podendo variar até o amarelo claro, com as manchas ocelares bastante visíveis e três pares de pernas (Fig. 2C).

A diferença da larva para a protoninfa é a quantidade de pernas e o tamanho corporal. Na protoninfa surge o quarto par de pernas, nas larvas existem apenas 3 pares. A deutoninfa difere da protoninfa pelo maior tamanho do corpo e coloração um pouco mais escurecida. No fim desta fase, a deutoninfa começa a escurecer ainda mais e as manchas ocelares ficam mais pronunciadas.

Quanto ao adulto, *S. sacharum* apresenta variação na coloração, entre o amarelo ao verde claro com manchas escurecidas (Fig. 2D). Os ocelos são claramente visíveis em tom de vermelho, o corpo tem formato oval e ligeiramente achatado. Apresentam dimorfismo sexual, sendo que as fêmeas são maiores que os machos, corpo globoso e apresentam o opistossoma arredondado. O macho, além de ser menor que a fêmea, apresenta o opistossoma afilado (Fig. 2E e 2F).



Fig. 2 - Postura recente de *Schizotetranychus sacharum*, ovo de coloração translúcida (A); Ovo de *S. sacharum*, com coloração amarelada, alguns dias após a oviposição e próximo da eclosão da larva (B); Ovo e larva de *S. sacharum* (C); Indivíduos da espécie *S. sacharum* em folha de cana-de-açúcar (D); Diferença morfológica entre o *S. sacharum* macho♂ com opistossoma triangular (E) e fêmea♀ com opistossoma arredondado (F).

Sintomatologia na planta

Schizotetranychus sacharum foi encontrado causando danos mecânicos à planta devido a sua alimentação, que são demonstrados através dos sintomas apresentados em mudas MPB e também em diversos canaviais localizados na mesorregião de Ribeirão Preto, principalmente nas safras de 2016-2017 e 2017-2018 (Fig. 3A, 3B e 3C).

Os ácaros tecem teias na superfície abaxial das folhas, iniciando quase sempre pela nervura central. Com o aumento da infestação passam a colonizar e tecer teias também nas

nervuras secundárias da superfície abaxial das folhas (Fig. 3D). Os ovos são depositados ao longo das nervuras e são protegidos pelas teias. Além de caminharem sobre as folhas e demais estruturas da planta o ácaro também se desloca com facilidade sobre as teias (Fig. 3G e 3H).

Alimentam-se perfurando células do tecido vegetal, com auxílios dos estiletes presente na região do gnatossoma. Ao inserir os estiletes ocorre a perfuração das células e o extravasamento do conteúdo celular, que é absorvido pela abertura bucal localizada logo abaixo dos estiletes. A alimentação dos ácaros resulta inicialmente em pontuações translúcidas devido à retirada de cloroplastos das células, resultando em manchas brancas nas folhas, visíveis em ambas as superfícies (Fig. 3E). Com o passar do tempo, ocorre uma oxidação do tecido vegetal devido a exposição solar, acarretando em estrias de coloração marrom, avermelhadas ou arroxeadas ao longo das nervuras que acarretam em seca das folhas (Fig. 3C, 3D e 3F) (Flechtmann e Moraes 2008).

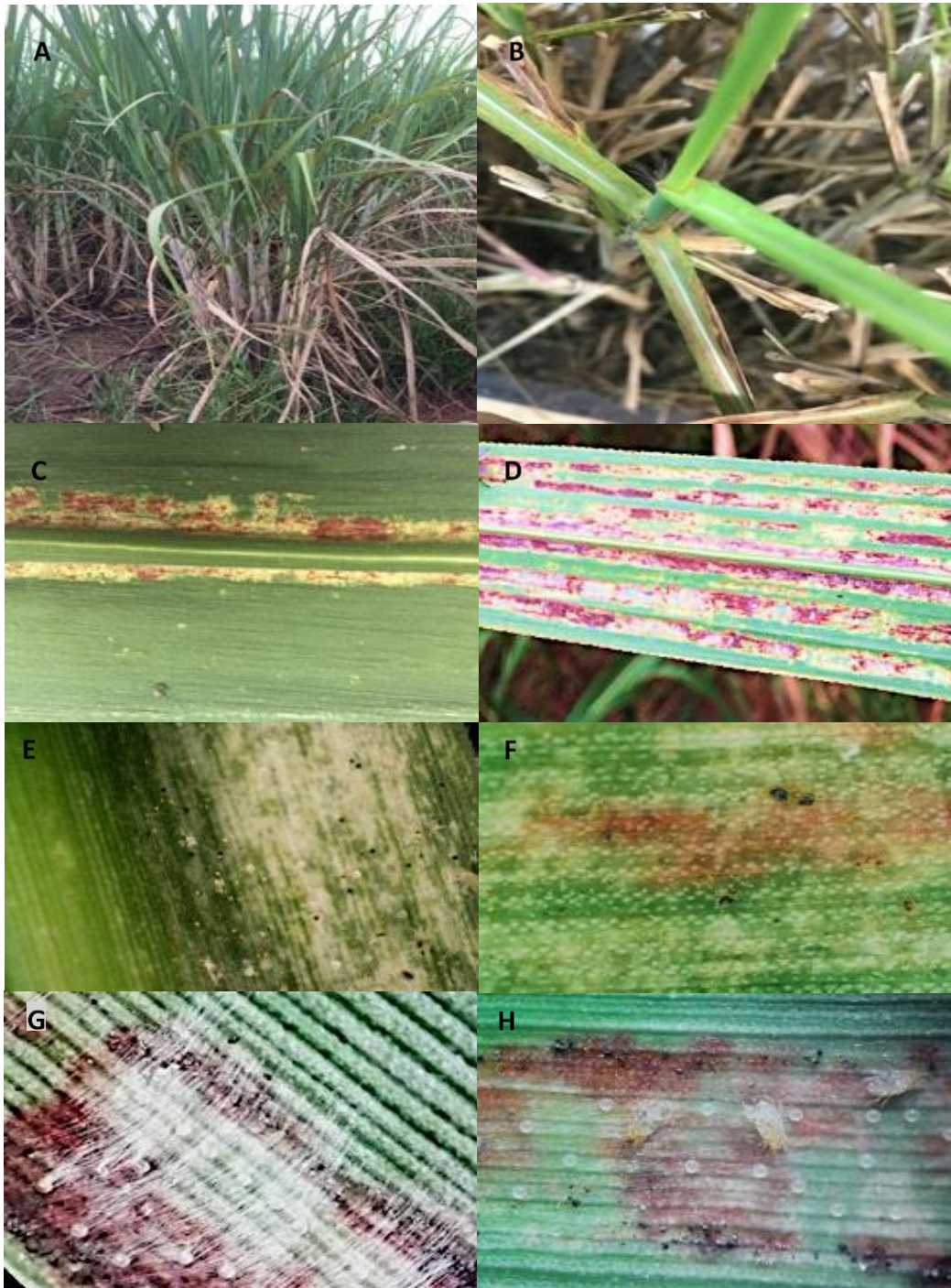


Fig. 3 – Canavial comercial infestado com o ácaro *Schizotetranychus sacharum* (A); Muda pré-brotada com sintomas causado pelo ácaro (B); Face adaxial da folha de cana-de-açúcar com os sintomas visíveis causados pelo ácaro (C); Face abaxial da folha de cana-de-açúcar com sintomas e teias ao longo da nervura central (D); Visualização microscópica do tecido vegetal com pontuações translúcidas (E) e oxidação da área atacada (F); Densa cobertura de teia de *S. sacharum* na face abaxial da folha de cana-de-açúcar (G); Ovos sem a proteção da teia (H).

Caracteres morfológicos

O corpo do *S. sacharum* é oval, com o comprimento maior do que a largura. Com setas presentes em toda extensão do corpo. Principalmente na região dorsal do idiossoma e na região ventral genital. Nas pernas também é possível perceber muitas setas, responsáveis pela função sensorial (Fig. 4A e 4B). O gênero *Schizotetranychus* diferencia-se dos demais gêneros principalmente pela morfologia dos empódios. Neste caso, *Schizotetranychus* apresentam empódios subdivididos, conferindo um aspecto de unha bipartida (Fig. 4E). O gnatossoma alcança até o meio do gênu e o palpo apresenta-se ligeiramente mais longo do que o rostro (Fig. 4C e 4F). O estilóforo é delgado, alongado e invaginado e localizado ligeiramente ântero-medial. Peritrema fortemente enganchado distalmente. *Schizotetranychus sacharum* alimenta-se perfurando as células do tecido vegetal, através dos estiletes (Fig. 4G). As fêmeas apresentam estrias transversais e longitudinais anteriores a genitália, na região genital também existem dois pares de setas genitais (Fig. 4D).

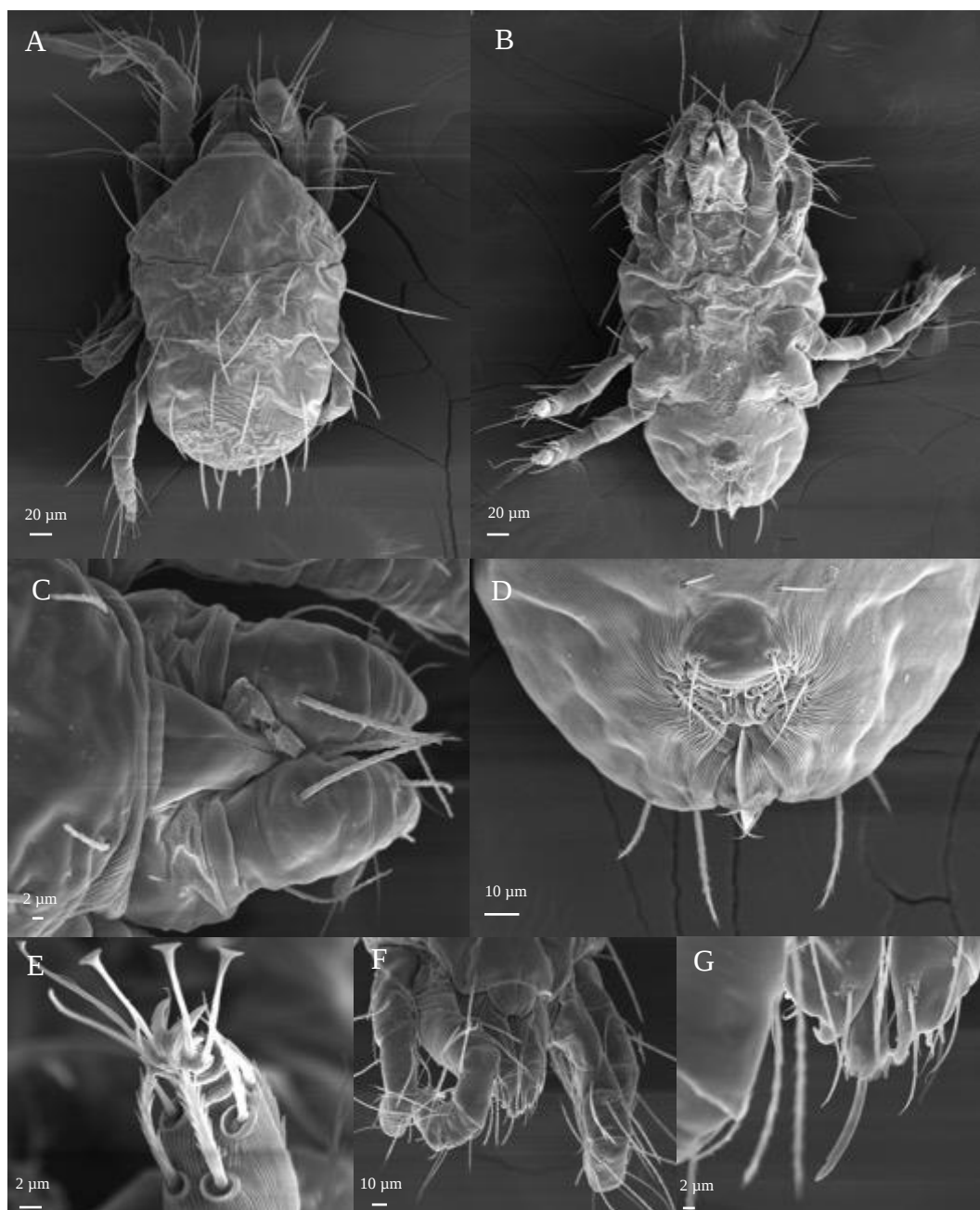


Fig. 4 - Vista dorsal (A) e vista ventral (B) de fêmea de *Schizotetranychus sacharum*; Gnatossoma de uma fêmea de *S. sacharum* (C); Região genital de uma fêmea de *S. sacharum* destacando as estrias transversais e longitudinais e os pares de setas genitais (D); Caractere morfológico do gênero *Schizotetranychus*, empódio bipartido (E); Gnatossoma, evidenciando o rostro e os palpos (F) e quelíceras com estilete (G).

Discussão

A ocorrência de *S. sacharum* infestando mudas (MPB) de cana-de-açúcar em viveiro comercial foi reportada pela primeira vez no presente trabalho. Foram inspecionadas 21 variedades de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. Todo o processo de produção de cana-de-açúcar é influenciado pela qualidade adotada no planejamento do plantel varietal e principalmente pela formação dos viveiros de mudas (Xavier 2006). A seleção do material utilizado para a produção das mudas deve seguir critérios rigorosos de sanidade para que não haja comprometimento da qualidade das mudas obtidas.

Dentre as etapas para a obtenção das mudas amostradas é possível verificar que em alguma delas ocorreu falhas no processo de sanitização, visto que 13 variedades de MPB apresentaram o ácaro *S. sacharum*. A etapa anterior a da coleta é a aclimação em casa de vegetação que dura em torno de 30 dias, com ambiente protegido e alta umidade, condições que desfavorecem o ácaro. Karthick et al. (2019b) estudaram na Índia a relação entre a densidade populacional de *S. andropogoni* em cana-de-açúcar com as condições ambientais, verificando que existe correlação positiva com a temperatura máxima e mínima e uma correlação negativa com a umidade relativa e precipitação. A população de ácaros por colônia, bem como o tamanho da teia apresentaram relação significativa com a umidade relativa do ar, enquanto que temperatura média e a precipitação total não houve significância (Bairwa e Singh 2013).

O viveiro de coleta das mudas na etapa de aclimação final é a pleno sol, portanto não há proteção contra outros organismos invasores e até mesmo pessoas, que podem transitar por ali. O local é frequentado pelos funcionários do setor e próximo de áreas cultivadas, entretanto é possível a entrada por outros profissionais advindos de outras áreas, até mesmo do campo. O que seria uma porta de entrada e disseminação do ácaro para os viveiros.

Apesar da constante preocupação com a limpeza dos materiais para manejo das mudas, pode ocorrer a infestação por meio de instrumentos de trabalho, como por exemplo, o uso de tesoura de poda, pois as mudas pré-brotadas são podadas para estimular o crescimento das raízes e a falta ou inadequada desinfecção dos materiais podem comprometer o resultado final. A disposição das mudas no viveiro, com bandejas próximas umas as outras, também é um facilitador para a disseminação do ácaro. Outro aspecto importante é a idade das mudas, que variou entre os genótipos, o que também pode contribuir para a disseminação do organismo, tendo em vista que o ácaro pode migrar para as folhas mais desenvolvidas, levando em consideração que as bandejas de MPB ficam em espaço muito próximos.

Desta forma, constatou-se que os viveiros de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar atuam pautados na qualidade e na fitossanidade, envolvendo tecnologia de multiplicação visando a uniformidade e o vigor do canavial a ser implantado (Landell et al. 2012). Todavia, mudas de cana-de-açúcar podem estar sendo direcionadas ao campo já infestadas com o ácaro *S. sacharum*, visto que no levantamento foi possível constatar sua presença em algumas variedades.

O ciclo biológico do ácaro *S. sacharum* é similar aos demais da família Tetranychidae, composto pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto, e as fases quiescentes, como protocrisálida, deutocrisálida e a teliocrisálida. O ciclo biológico do ácaro *S. sacharum* é semelhante ao ciclo de *S. andropogoni*, visto que são pertencentes ao mesmo gênero e infestam o mesmo hospedeiro. Segundo Narthick et al. (2019a) a duração de cada fase do *S. andropogoni* varia em função da variedade de cana-de-açúcar. A duração média nas variedades de cana (Co 86032, Co 356 e Co 7015), em dias, de ovo foi ($3,44 \pm 0,07$), da larva ($1,82 \pm 0,03$), da protoninfa ($2,89 \pm 0,07$), da deutoninfa ($3,23 \pm 0,05$), adulto fêmea ($11,13 \pm 0,90$) e adulto macho ($10,11 \pm 0,44$).

Outro ácaro do mesmo gênero, mas que hospeda outra cultura, é o *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst, 1924) (Acari: Tetranychidae) praga dos citros. Seu ciclo biológico foi estudado por Nienstaedt e Marcano (2009) em diferentes espécies de citros, na laranja o ovo teve duração em dias ($7,89 \pm 0,86$), larva ($2,46 \pm 1,19$), protoninfa ($1,97 \pm 0,80$), deutoninfa ($1,59 \pm 0,62$), adulto fêmea ($12,0 \pm 4,40$) e adulto macho ($15,3 \pm 6,17$). Ainda, outro ácaro pertencente ao mesmo gênero, *Schizotetranychus oryzae* Rossi de Simons (Acari: Tetranychidae) praga do arroz tem seu ciclo com ovo ($4,9 \pm 0,07$), larva ($1,05 \pm 0,04$), protoninfa ($0,8 \pm 0,03$), deutoninfa ($1,22 \pm 0,08$) e adulto ($11,13 \pm 0,15$) (Gonçalves et al. 2017).

Assim, percebe-se que o ciclo biológico varia conforme o hospedeiro, entretanto os representantes da família Tetranychidae possuem um ciclo com duração em torno de 20 a 30 dias aproximadamente. *Schizotetranychus sacharum* é um típico representante da família, estritamente fitófago e produtor de teia, que serve para a proteção dos ovos, contra o ataque de predadores e para o deslocamento sobre as plantas, além de evitar que sejam arrastados pelo vento e molhados pela chuva (Moraes e Flechtmann 2008). Este organismo locomove-se muito rapidamente nas folhas e quando ameaçados procuram esconder-se por baixo da densa teia construída ao longo da folha.

As injúrias ocasionadas pelos ácaros da família Tetranychidae são oriundas da ação dos estiletes que esvaziam as células epidérmicas e parenquimatosas, que por sua vez, são ocupadas com ar, o que resulta no aparecimento de pontuações translúcidas, pela remoção do conteúdo

celular. A oxidação das áreas atacadas também confere a planta tons próximos ao marrom (Moraes e Flechtman 2008). Ocorre uma aparente oxidação do tecido vegetal devido a exposição solar, acarretando em estrias de coloração marrom, avermelhadas ou arroxeadas ao longo das nervuras que acarreta em seca das folhas.

Plantas de cana-de-açúcar infestadas com *S. sacharum* apresentam folhas com estrias avermelhadas ao longo das nervuras centrais e secundárias, visíveis nas superfícies abaxial e adaxial, que evoluem para necrose do tecido. A coloração da planta injuriada pode variar do marrom, vermelho ou roxo, esta alteração pode estar relacionada as variedades, ao estado fenológico da planta e a idade dos sintomas. O ácaro infesta a superfície abaxial das folhas, formando colônias ao longo das nervuras. Estes se alimentam da face inferior causam danos ao parênquima lacunoso e as células do parênquima paliádico que entram em colapso (Roggia 2010).

Na Índia, o ácaro *S. andropogoni* é uma das principais pragas da cultura. As perdas de produtividade podem chegar de 20 a 30%, volume bastante significativo para uma localidade que produz cerca de 230 a 300 toneladas por ano (Singh 2013). Outras espécies de ácaros foram registradas na Índia, porém *Paratetranychus indicus* Hirst (Acari: Tetranychidae), atualmente *Oligonychus indicus* (Hirst, 1923) (Acari: Tetranychidae) e *S. andropogoni* foram consideradas mais importantes, ocorrendo em várias localidades do país, com um maior destaque para a segunda espécie. Em 1961 houve infestações de *S. andropogoni* nos canaviais e em 1962 permaneceu no campo causando prejuízos na safra, momento em que se iniciou os estudos sobre a sua biologia e controle (Kalra e Chaudhary, 1965). No Brasil, ainda não foram feitos estudos para avaliar a perda da produtividade em cana-de-açúcar causada por *S. sacharum*, entretanto faz-se necessário visto que o ácaro fitófago tem potencial para torna-se praga da cultura.

Na criação de *S. sacharum* em laboratório foi possível registrar a associação de inimigos naturais. Identificou-se dois potenciais predadores que poderão contribuir para o controle biológico do ácaro, caso seja necessário. Foram identificados dois ácaros predadores fitoseídeos; *Neoseiulus anonyms* (Chant e Baker) e *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae).

A ocorrência de ácaros tem sido destaque pelas injúrias causadas as plantas agrícolas e pela necessidade de controlá-los. Portanto, é imprescindível que as mudas dos viveiros comerciais estejam em ótimas condições fitossanitárias, pois é possível que a disseminação do ácaro *S. sacharum* esteja ocorrendo a partir das mudas (MPB) utilizadas no plantio. Provavelmente, alguma falha está ocorrendo no processo de sanitização destas plantas, o que

deve ser reformulado e adequado para evitar maiores problemas caso o ácaro *S. sacharum* torne-se uma praga para a cultura da cana-de-açúcar. Todavia, muitas questões ainda precisam ser estudadas para subsidiar as tomadas de decisões. Dessa forma, é importante que sejam realizados estudos levando em consideração as diferenças morfológicas e fisiológicas existentes entre as variedades de cana-de-açúcar, bem como considerar os mecanismos próprios de defesa associados aos tricomas glandulares de cada variedade. Além disso, é imprescindível determinar as possíveis perdas de produtividade na cultura da cana-de-açúcar em função da densidade populacional do ácaro.

Referências

- Almeida LC (2005) Bicudo da cana-de-açúcar. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira, p.1-3. (Boletim técnico).
- Arruda Pinto RSD (2002) Indicadores de desempenho de frota de empresas agroindustriais canavieiras brasileiras. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- Bairwa B, Singh RN (2013) Environmental effect on sugarcane leaf mite, *Schizotetranychus andropogoni* (Hirst) on sugarcane Eco-system. The Bioscan 8:1281-1284.
- Banerjee B (1988) An Introduction to Agricultural Acarology: Biology and control of mite pests in the tropics. Associated Publishing Co. New Delhi. p. 1-117.
- Calabrese EJ, Baldwin LA (2001) Hormesis: U-shaped dose responses and their centrality in toxicology. Trends in Pharmacological Science 22:285-291.
- Chapman PM (2001) The implications of hormesis to ecotoxicology and ecological risk assessment. Human & Experimental Toxicology 20:499-505.
- Conab (2020) Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v. 6 – safra 2019/2020, n. 4, Quarto Levantamento, Brasília, p. 1-58.
- Flechtmann CHW, Baker EW (1975) A report on the Tetranychidae (Acari) of Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 19:111-122.
- Gonçalves D, Cunha US, Radaelli TFS (2017) Influence of different rice cultivars on *Schizotetranychus oryzae* Development. Neotropical Entomology 46:336-340.
- Guedes RNC, Smagghe G, Stark JD (2016) Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. Annual Review of Entomology 61:43-62.
- Guimarães G, Lana RP, Rei RS (2016) Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 17:617-625.

Kalra AN, Chaudhary JP (1965) Studies on sugarcane mite, *Schizotetranychus andropogoni* Hirst. Proceedings of the Congress of the International Society of Sugarcane Technologist 12:1454-1459.

Karthick KS, Chinniah C, Ramasubramanian T et al (2019a) Studies on biology of leaf (or) web mite, *Schizotetranychus andropogoni* Hirst (Acari: Tetranychidae) on varieties of Sugarcane. Annals of Plant Protection Sciences 27:220-225.

Karthick KS, Chinniah C, Ramasubramanian T et al (2019b) Seasonal Incidence and Influence of Weather Factors on the population dynamics of sugarcane web mite, *Schizotetranychus andropogoni* Hirst on sugarcane. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 8:1695- 1702.

Krantz GW, Walter DEA (2009) Manual of Acarology. Texas Tech University Press: Lubbock, 3ed. Texas.

Landell MGA, Campana MP, Figueiredo P (2012) Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. Campinas: Documentos IAC, Instituto Agrônomo, 16 p.

Lopes DOP, Dinardo-Miranda LL, Busoli AC (2011) Atualidades em pragas da cultura da cana-de-açúcar: sudeste e nordeste do Brasil. In: Busoli AC, Fraga DF, Santos LC, Alencar JRDC, Grigolli JFJ, Janini, JC, Souza LA, Viana MA, Funichello M. Tópicos em Entomologia Agrícola. Jaboticabal: Multipress, p. 47-64.

Luo L, Voet E, Huppel G (2009) Life cycle assessment and life cycle costing of bioethanol from sugarcane in Brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13:1613-1619.

Lucas PW, Turner IM, Dominy NJ (2000) Mechanical Defences to Herbivory. Annals of Botany 86:913-920.

Lucchesi AA (1995) Processos fisiológicos da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). ESALQ/USP 50.

Migeon A, Dorkeld F (2020) Spider Mites Web Montpellier, France, 2011. <http://www.catalogueoflife.org>>. Acesso em: 31 de março de 2020.

Morse, JG (1998) Agricultural implications of pesticide-induced hormesis of insects and mites. Human and Experimental Toxicology 17:266-269.

Moraes JG, Flechtman CHW (2008) Manual de Acarologia – Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos.

Nienstaedt B, Marcano R (2009) Estudio de la biología del ácaro hindu de los cítricos *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst, 1924) (Acari: Tetranychidae), em três tipos de alimentos. Entomotopica 24:51-56.

Pritchard AE, Baker EW (1955) A revision of the spider mite family Tetranychidae. San Francisco: Pacific Coast Entomology Society. Memoirs series 2.

Roggia S (2010) Caracterização de fatores determinantes dos aumentos populacionais de ácaros tetraniquídeos em soja. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Ronquim CC (2010) Queimada na colheita de cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 45p.

Santos FB, Ferreira FC, Esteves KE (2015) Assessing the importance of the riparian zone for stream fish communities in a sugarcane dominated landscape (Piracicaba River Basin, Southeast Brazil). *Environmental Biology of Fishes* 98:1895-1912.

Silva AF, Pinto ZT, Teixeira RH et al (2018) First record of *Ophionyssus natricis* (Gervais) (Acari: Macronyssidae) on *Python reticulatus* (Schneider) (Pythonidae) in Brazil. *EntomoBrasilis* 11:41-44.

Singh G (2013) Na empirical study of economics of sugarcane cultivation and processing-based farming in Uttar Pradesh, *Journal of Agricultural Research*. 2 (1): 7 – 19.

Stingel E (2005) Distribuição espacial e plano de amostragem para cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854), em cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em Ciências: Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Xavier MA, Anjos IA, Nogueira GA (2006) Viveiros de mudas de cana-de-açúcar. Apostila Curso Técnico Agrícola com ênfase na cadeia produtiva da cana-de-açúcar. Unidade Bradesco – Grupo Virgolino, p. 204-231.

Zhan Y, Fan S, Zhang M et al (2014) Modelling the effect of pyrethroid use intensity on mite population density for walnuts. *Pest Management Science* 71:159-164.

CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA E TECNOLÓGICA DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB INFESTAÇÃO DE *Schizotetranychus sacharum* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

RESUMO – Os ácaros tetraniquídeos (Acari: Tetranychidae) são pragas comuns de plantas cultivadas. *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann & Baker (Acari: Tetranychidae) é um representante desta família, ocorre no Brasil, associado à cana-de-açúcar. Este ácaro infesta a parte abaxial da folha, construindo suas colônias e alimentam do conteúdo celular, causando sintomas visíveis na planta. O objetivo deste experimento foi analisar as avaliações biométricas e tecnológicas de plantas infestadas e não infestadas com o ácaro. A partir de coletas mensais dos parâmetros de biometria e coletas bimensais dos parâmetros tecnológicos as variáveis foram mensuradas e analisadas. Assim, as plantas infestadas com o ácaro *S. sacharum* tiveram diâmetro de colmo reduzido, bem como também apresentaram diferença significativa entre os tratamentos em relação aos teores de fibra, PBU, PC e ATR.

Palavras-chave: Ácaro fitófago, Parâmetros biométricos, Parâmetros tecnológicos, *Saccharum* spp.

CHAPTER 3 – BIOMETRIC AND TECHNOLOGICAL EVALUATION OF SUGARCANE ON INFESTATION OF *Schizotetranychus sacharum* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

ABSTRACT – Spider mites (Acari: Tetranychidae) are common pests of cultivated plants. *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann & Baker (Acari: Tetranychidae) is a representative of this family, occurs in Brazil, associated with sugar cane. This mite infests the leaf's abaxial part, building its colonies and feeding on the cellular content, causing accidents sought in the plant. Therefore, the objective of this experiment was analyzed as biometric and technology evaluations of plants infested and not infested with the mite. From monthly collections of biometric parameters and bimonthly collections of technological parameters, the variables could be analyzed. Plants infested by *S. sacharum* presented stalk diameter reduction, as well as significant difference among the treatments for fiber, PBU, PC and ATR contents.

Keywords: Phytophagous mite, Biometric parameters, Technological parameters, *Saccharum* spp.

1. INTRODUÇÃO

Diversos países cultivam a cana-de-açúcar, entretanto o Brasil ocupa posição de destaque, sendo o maior produtor mundial. O setor é extremamente importante para o agronegócio brasileiro. O crescimento da demanda por etanol e as condições edafoclimáticas do país favorecem o plantio da cultura, que alavancam as exportações (Conab, 2020).

No Brasil, a produção de cana-de-açúcar concentra-se na região Centro-Sul, principalmente no interior do Estado de São Paulo e Minas Gerais, que se destacam pelo volume produzido. O Estado de São Paulo é o maior produtor em âmbito nacional, responsável por mais de 50% da produção do país (Conab, 2020). O cenário do país com a cultura é altamente promissor, pois gera empregos e renda para a sociedade, sendo responsável por 6% dos empregos agroindustriais e por mais de 35% do PIB e emprego rural do Estado de São Paulo (Raveli, 2013).

O cultivo da cana-de-açúcar no país passou por algumas mudanças, principalmente no que tange ao manejo. Antes dos anos 2000, a cana-de-açúcar antes de ser colhida passava pelo processo de queima. Com a implantação da lei nº 11.241/2002, que proíbe a queima em áreas com cana-de-açúcar em pré-colheita, houve mudanças drásticas no cenário dos canaviais no Estado de São Paulo, passando a ser colhida de forma crua (Baccarin, 2019).

As queimadas foram proibidas devido ao impacto negativo causado a saúde humana e ao meio ambiente. Houve mudanças microclimáticas e acúmulo de palhadas nas áreas, alterando entre outros aspectos o perfil de pragas que passaram a ocorrer na cultura (Ronquim, 2010). Como exemplo de alteração do perfil de pragas, cita-se a cigarrinha das raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), considerada uma praga de importância secundária no Brasil. Porém, com o início da substituição das queimadas pela colheita mecanizada houve aumento significativo das populações desta praga (Dinardo-Miranda e Ferreira, 2004; Meyer et al., 2005). Com a ausência das queimadas, os restos culturais passaram a permanecer no solo, acumulando-se por longos períodos. Como o processo de decomposição é lento, as pragas e plantas daninhas aproveitam o favorecimento do ambiente para se desenvolverem (Stingel, 2005).

A cana-de-açúcar é uma cultura atacada por diversas pragas, entre elas os ácaros. O *Schizotetranychus sacharum* Flechtmann e Baker (Acari: Tetranychidae) foi relatado na safra de 2017/2018, na mesorregião de Ribeirão Preto, com surtos populacionais (*outbreaks*) (Cherubin, 20017). Esta espécie de ácaro foi descrita em canaviais do Brasil na década de 1970 (Flechtmann e Baker, 1975). Em geral, *S. sacharum* ocorre nos canaviais do Estado de São Paulo em baixas populações, até então não sendo caracterizado como um organismo de importância econômica.

Ácaros fitófagos podem ser extremamente nocivos ao hospedeiro, pois alimentam-se do conteúdo celular, principalmente de cloroplastos, contribuindo para a redução da taxa fotossintética das plantas, e possivelmente da sua qualidade, além de algumas espécies serem vetoras de fitopatógenos, podendo sobreviver em condições ambientais adversas e adaptando-se facilmente a novos hospedeiros (Návia et al., 2006).

A qualidade da matéria-prima é mensurada através de análise tecnológica que é realizada a partir de feixes de canas oriundos do campo (Silva, 2007). Algumas das variáveis determinadas nas análises de laboratório são: brix, fibra, porcentagem de sacarose aparente (POL) e açúcares redutores (AR) e a partir destas é calculado o ATR (Dinardo-Miranda et al., 2008). De acordo com Fernandes (2000) e Ramalho (2001), estas variáveis são características inerentes da planta, que podem sofrer variações a partir do manejo utilizado, pelas condições de ambiente e clima, diferenças genéticas entre as cultivares e ataques de pragas e doenças.

Como o ataque de pragas reduz significativamente a produtividade das plantas e informações relacionadas da interação deste ácaro com as plantas de cana-de-açúcar são escassas, buscou-se verificar os efeitos do ataque do organismo com a cultura ao longo do tempo. Neste sentido, a hipótese deste experimento: infestações do ácaro *S. sacharum* afetam parâmetros quantitativos e qualitativos de plantas de cana-de-açúcar? Inserido neste foco, o objetivo foi analisar as avaliações tecnológicas e biométrica de plantas infestadas e não infestadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e período do experimento

O experimento foi realizado em casa de vegetação (temperatura média de 25,3 °C, umidade relativa média de 79,5%) pertencente ao Laboratório de Acarologia do Departamento de Ciências da Produção Agrícola da Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’ – Unesp/FCAV, câmpus de Jaboticabal. O experimento foi desenvolvido no período de setembro de 2019 a novembro de 2020.

2.2 Instalação do experimento

Inicialmente, 80 vasos brancos de polietileno (38,2 x 32,0 x 36,5 cm) de 30 litros de capacidade foram preenchidos com uma mistura de solo, areia e esterco na proporção 3:1:1. Para cada vaso foi transplantada uma muda de cana-de-açúcar pré-brotada (MPB) variedade CV7870. Esta variedade possui qualidade e porte ereto, bem como boa adaptabilidade a ambientes intermediários. As mudas foram obtidas com idade aproximada de 65 dias, dispostas em bandeja, cuja brotação ocorreu em substrato próprio, oriundas de unidade agroindustrial da mesorregião de Ribeirão Preto. Os vasos foram dispostos no interior da casa de vegetação (Figura 1). As mudas foram irrigadas a cada dois dias com regador manual. Plantas daninhas foram eliminadas manualmente dos vasos sempre que necessário.



Figura 1: Vista geral do experimento realizado em casa de vegetação.

2.3 Delineamento experimental

Foram estabelecidos dois (2) tratamentos, sendo o primeiro tratamento composto por plantas de cana-de-açúcar infestadas com *S. sacharum* e o segundo com plantas não infestadas com este ácaro. A infestação com o ácaro *S. sacharum* ocorreu de forma natural aos três meses após o plantio. Para manter o tratamento não infestado com ácaros foram realizadas aplicações periódicas (a cada três meses) do acaricida propargite (Omite 720 EC®). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Foram realizadas quatro avaliações biométricas mensalmente, sendo: diâmetro do colmo, altura da planta, número de perfilho e número de internódios e 5 avaliações tecnológicas nos tempos de 150, 210, 270, 330 e 390 Dias Após Transplântio - DAT.

2.4 Avaliação biométrica

Durante toda a execução do experimento, a partir dos 60 dias após o transplântio das mudas, foram realizadas análises biométricas nas plantas cultivadas. Avaliou-se o diâmetro do colmo (mm), altura das plantas (cm), número de perfilhos e número de internódios. Para o registro do diâmetro do colmo, utilizou-se um paquímetro analógico e obteve-se a medida da altura intermediária do colmo. Para a avaliação da altura, utilizou-se uma trena graduada, a medida baseou-se na base do colmo até a língula (ponto de corte). A obtenção do número total de perfilho e o número de internódios foi realizado por meio de contagem direta em cada planta, baseado em metodologia adotada por Oliveira et al. (2016).

As avaliações de diâmetro do colmo iniciaram-se aos dois meses após o transplântio das mudas e foram realizadas a cada mês. As avaliações de altura das plantas foram iniciadas aos três meses após o transplântio e foram realizadas com constância mensal. As avaliações do número de perfilhos iniciaram-se aos três meses após o transplântio e foram mensuradas a cada mês. A avaliação do número de internódios foi iniciada aos quatro meses após o transplântio e foram realizadas a cada mês.

2.5 Avaliação tecnológica

Para a realização das análises tecnológicas os colmos foram removidos dos vasos com auxílio de um podão. Após a retirada os feixes de colmos foram etiquetados e encaminhados imediatamente ao laboratório de análises tecnológicas pertencente a uma unidade agroindustrial de cana-de-açúcar da mesorregião de Ribeirão Preto.

Na análise tecnológica avaliou-se a composição química da planta. As avaliações iniciaram-se aos cinco meses após o transplântio e com intervalo de dois meses entre elas, totalizando cinco avaliações ao longo do experimento, nos respectivos tempos após o transplântio: 150, 210, 270, 330 e 390 (DAT). Na avaliação qualitativa puderam ser mensuradas as variáveis Fibra, Peso do Bolo Úmido (PBU), POL%, Pureza, Brix, PC e Açúcar Total Recuperável (ATR).

2.6 Análise estatística

Os dados foram inicialmente testados para normalidade (testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) e analisados usando um teste t de Student para variáveis independentes ($p > 0,05$). Os dados que não apresentaram normalidade foram submetidos ao teste de Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney.

3 RESULTADOS

3.1 Parâmetros biométricos

3.1.1 Diâmetro do colmo

Para este parâmetro verificou-se que apenas na primeira e na última avaliação realizadas aos 60 e 390 dias após o transplântio (DAT) das mudas não houve diferença entre os tratamentos (Figura 2). Nas demais avaliações, houve diferença entre os tratamentos quanto ao diâmetro do colmo. Plantas infestadas com *S. sacharum* apresentam diâmetro de colmo inferior às plantas não infestadas. Na última avaliação realizada em outubro de 2020 (390 DAT) foi verificada as maiores médias de diâmetro de colmo, que foi de 20,2 mm para o tratamento não infestado e de 18,8 mm para o tratamento infestado (Tabela 1).

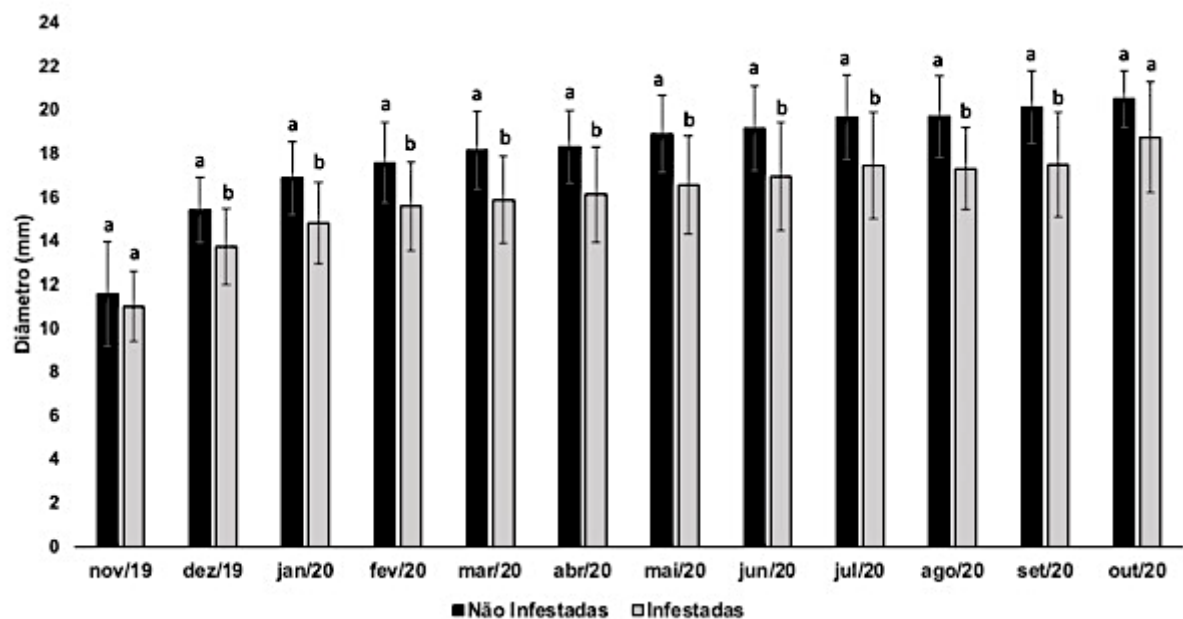


Figura 2: Diâmetro do colmo de plantas de cana-de-açúcar não infestadas e infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum*.

Tabela 1. Média do diâmetro dos colmos de cana-de-açúcar obtidos nas avaliações mensais biométricas em plantas não infestadas e infestadas com *Schizotetranychus sacharum*.

Avaliações	Diâmetro Colmo		CV%	Média
	Não infestada	Infestada		
NOV/19	11,58 a	11,00 a	7,45	11,29
DEZ/19	15,41 a	13,75 b	13,42	14,58
JAN/20	16,87 a	14,83 b	14,81	15,85
FEV/20	17,58 a	15,58 b	16,02	16,58
MAR/20	18,15 a	15,88 b	13,26	17,01
ABR/20	18,31 a	16,13 b	9,41	17,22
MAI/20	18,90 a	16,56 b	12,80	17,73
JUN/20	19,17 a	16,96 b	13,09	18,06
JUL/20	19,67 a	17,46 b	11,92	18,56
AGO/20	19,69 a	17,31 b	10,62	18,50
SET/20	20,12 a	17,50 b	19,21	18,81
OUT/20	20,25 a	18,75 a	19,94	19,50

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste t.

3.1.2 Altura de plantas

Houve diferença entre os tratamentos quanto à altura de plantas nas duas primeiras avaliações, realizadas ao 90 e 120 DAT (Figura 3). Verificou-se que plantas infestadas apresentaram menor altura de plantas nos primeiros meses após o transplântio das mudas. Nas avaliações subsequentes não houve diferença entre os tratamentos.

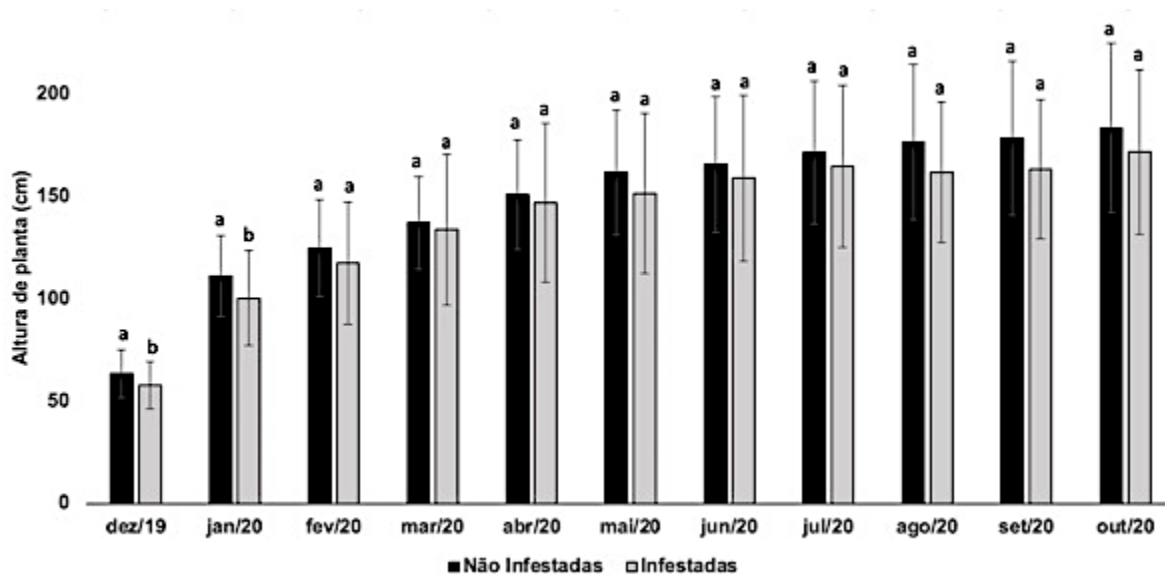


Figura 3: Altura de plantas de cana-de-açúcar não infestadas e infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum*.

A maior média de altura de planta foi de 183,38 cm na última avaliação em out/2020 em plantas não infestadas. As plantas infestadas na mesma avaliação obtiveram média de 171,75 cm, entretanto, estas não diferiram significativamente (Tabela 2).

Tabela 2. Média da altura das plantas de cana-de-açúcar obtidas nas avaliações mensais biométricas em plantas não infestada e infestada com *Schizotetranychus sacharum*.

Avaliações	Altura de planta		CV%	Média
	Não infestada	Infestada		
NOV/19	----	----	----	----
DEZ/19	63,42 a	57,81 b	3,74	60,62
JAN/20	111,17 a	100,29 b	13,65	105,73
FEV/20	124,73 a	117,4 a	16,90	121,06
MAR/20	137,1 a	133,75 a	12,83	135,43
ABR/20	150,94 a	146,94 a	13,21	148,94
MAI/20	161,72 a	151,44 a	14,25	156,58
JUN/20	165,67 a	159,00 a	11,68	162,33
JUL/20	171,42 a	164,79 a	9,39	168,10
AGO/20	176,75 a	161,81 a	15,46	169,28
SET/20	178,44 a	163,25 a	14,72	170,84
OUT/20	183,38 a	171,75 a	25,80	177,56

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste t.

3.1.3 Número de perfilho

Nas avaliações do número de perfilho, pode-se constatar que inicialmente os tratamentos obtiveram diferença nas avaliações de dez/2019 até abril/2020 com 90, 120, 150, 180, 210 DAT respectivamente. As plantas infestadas com o ácaro apresentaram maior número de perfilho durante os meses de dezembro a abril. As demais avaliações não apresentaram diferença entre os tratamentos (Figura 4).

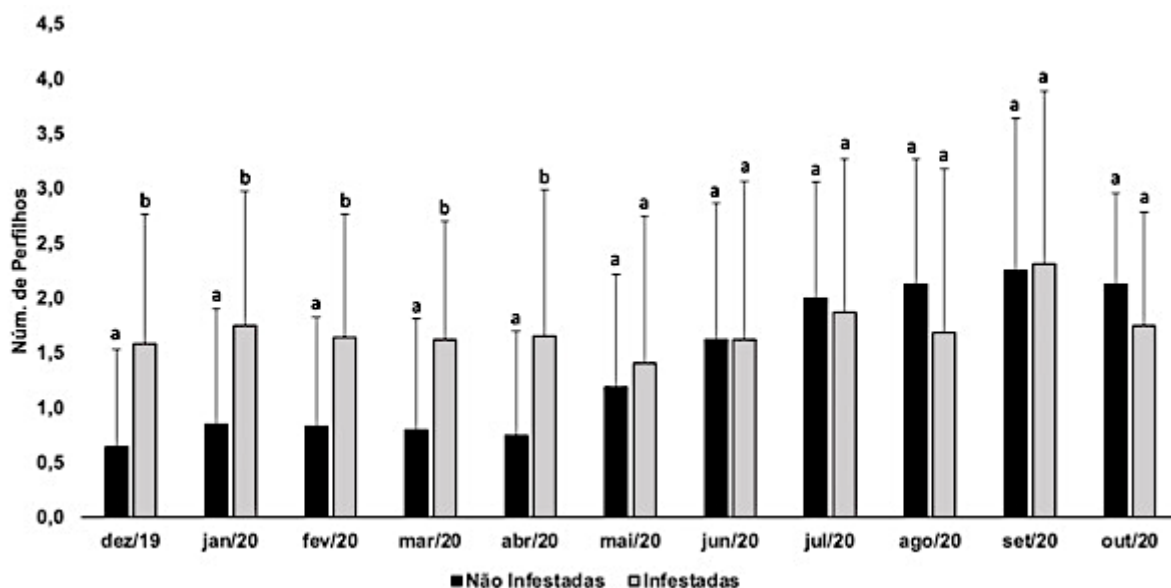


Figura 4: Número de perfilhos em cana-de-açúcar não infestadas x infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum*.

A maior média do número de perfilho foi de 2,31 em plantas infestadas na avaliação de set/2020. Para a mesma época as plantas não infestadas obtiveram média de 2,25 não diferindo significativamente.

Tabela 3. Média do número de perfilhos de cana-de-açúcar obtidos nas avaliações mensais biométricas em plantas não infestadas e infestadas com *Schizotetranychus sacharum*.

Avaliações	Número de perfilhos		CV%	Média
	Não infestada	Infestada		
NOV/19	----	----	----	----
DEZ/19	0,64 a	1,58 b	14,10	1,11
JAN/20	0,85 a	1,75 b	16,46	1,30
FEV/20	0,83 a	1,65 b	16,35	1,24
MAR/20	0,80 a	1,63 b	16,35	1,21
ABR/20	0,75 a	1,66 b	2,81	1,20
MAI/20	1,19 a	1,41 a	1,83	1,30
JUN/20	1,63 a	1,63 a	4,72	1,63
JUL/20	2,00 a	1,87 a	24,35	1,94
AGO/20	2,00 a	1,69 a	18,20	1,91
SET/20	2,25 a	2,31 a	37,02	2,28
OUT/20	2,13 a	1,75 a	34,31	1,94

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste t.

3.1.4 Número de internódios

O total de internódios presentes nas plantas de cana-de-açúcar diferiram significativamente apenas na avaliação de set/2020 com 360 DAT. As plantas não infestadas apresentaram média maior de internódios com 360 DAT. As demais avaliações não apresentaram diferença significativa (Figura 5). A maior média de internódios foi de 18,37 das plantas não infestadas e de 15,87 das plantas infestadas, entretanto as médias não diferiram entre si (Tabela 4).

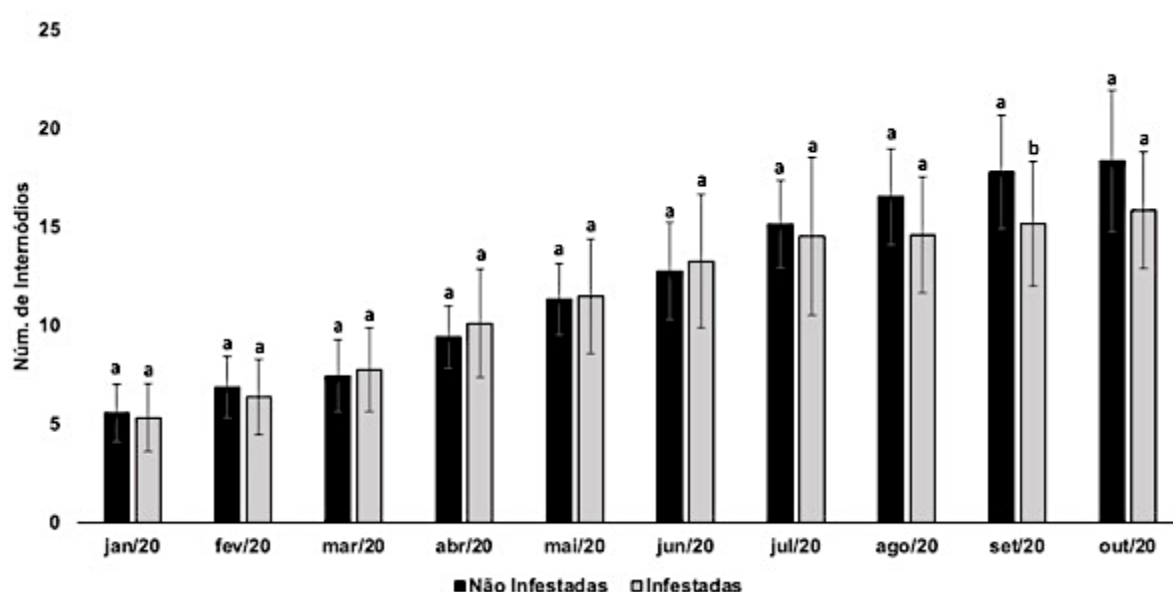


Figura 5: Número de internódios em cana-de-açúcar não infestadas x infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum*.

Tabela 4. Média do número de internódios de cana-de-açúcar obtidas nas avaliações mensais biométricas em plantas não infestada e infestada com *Schizotetranychus sacharum*.

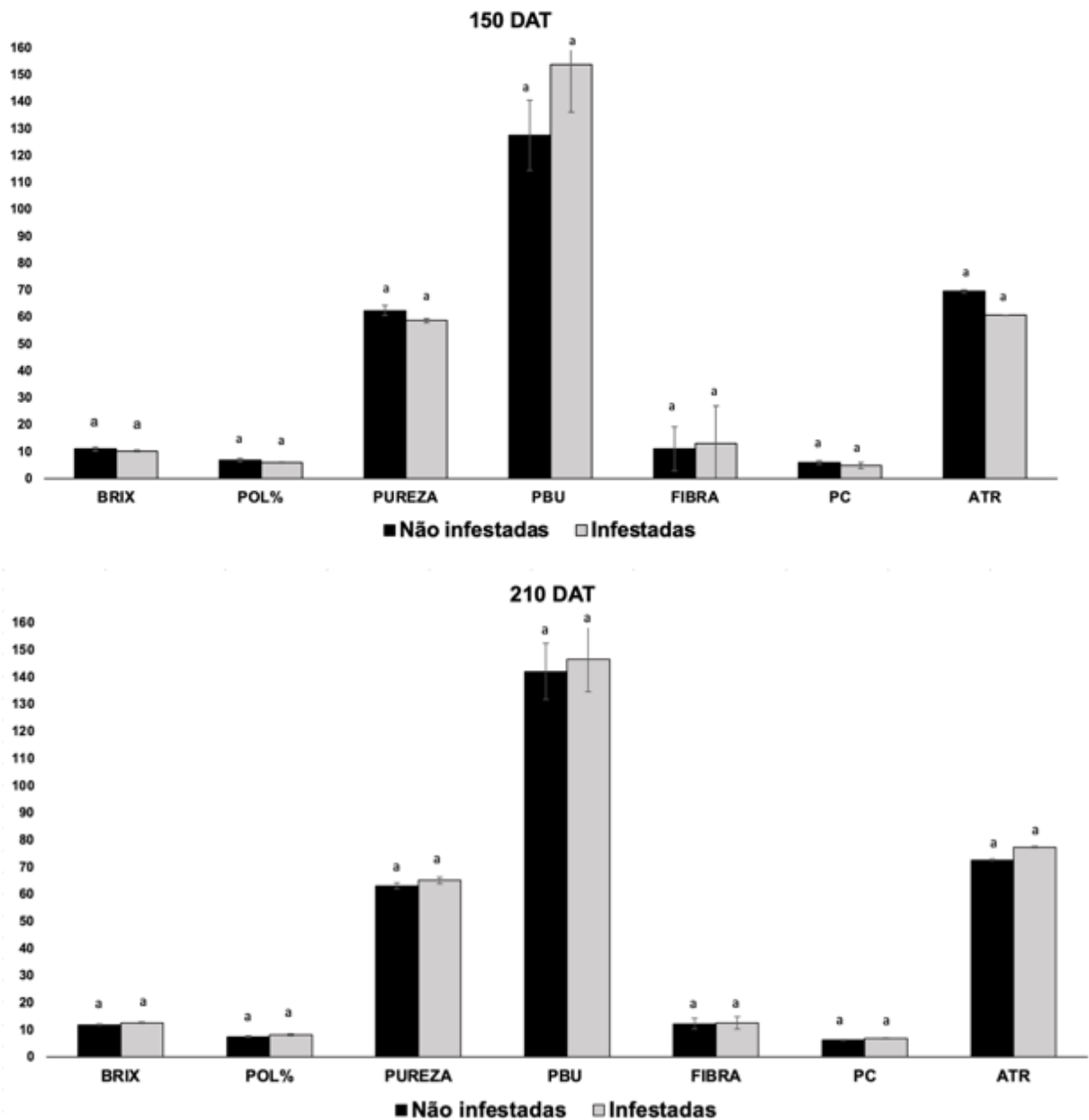
Avaliações	Número de internódios		CV%	Média
	Não infestada	Infestada		
NOV/19	----	----	----	----
DEZ/19	----	----	----	----
JAN/20	5,58 a	5,35 a	25,89	5,47
FEV/20	6,90 a	6,40 a	21,35	6,65
MAR/20	7,48 a	7,78 a	22,68	7,63
ABR/20	9,44 a	10,13 a	10,39	9,78
MAI/20	11,38 a	11,50 a	9,73	11,44
JUN/20	12,79 a	13,29 a	15,06	13,04
JUL/20	15,17 a	14,54 a	7,76	14,85
AGO/20	16,56 a	14,63 a	30,14	15,59
SET/20	17,81 a	15,19 b	15,55	16,50
OUT/20	18,37 a	15,87 a	23,47	17,13

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste t.

3.2 Parâmetros Tecnológicos

3.2.1 Variáveis Tecnológicas

A diferença entre os tratamentos não foi significativa para os parâmetros analisados relativos à Brix, pol do caldo, Pureza, PBU, Fibra, PC e ATR nos 150, 210, 270, 330 DAT. Somente aos 390 DAT os parâmetros PBU ($p=0,002$), Fibra ($p=0,002$) PC ($p=0,044$) e ATR ($p=0,039$) obtiveram diferença entre as médias dos tratamentos (Figura 8). Na Tabela 2 estão descritas as médias dos tratamentos e o coeficiente de variação dos parâmetros tecnológicos.



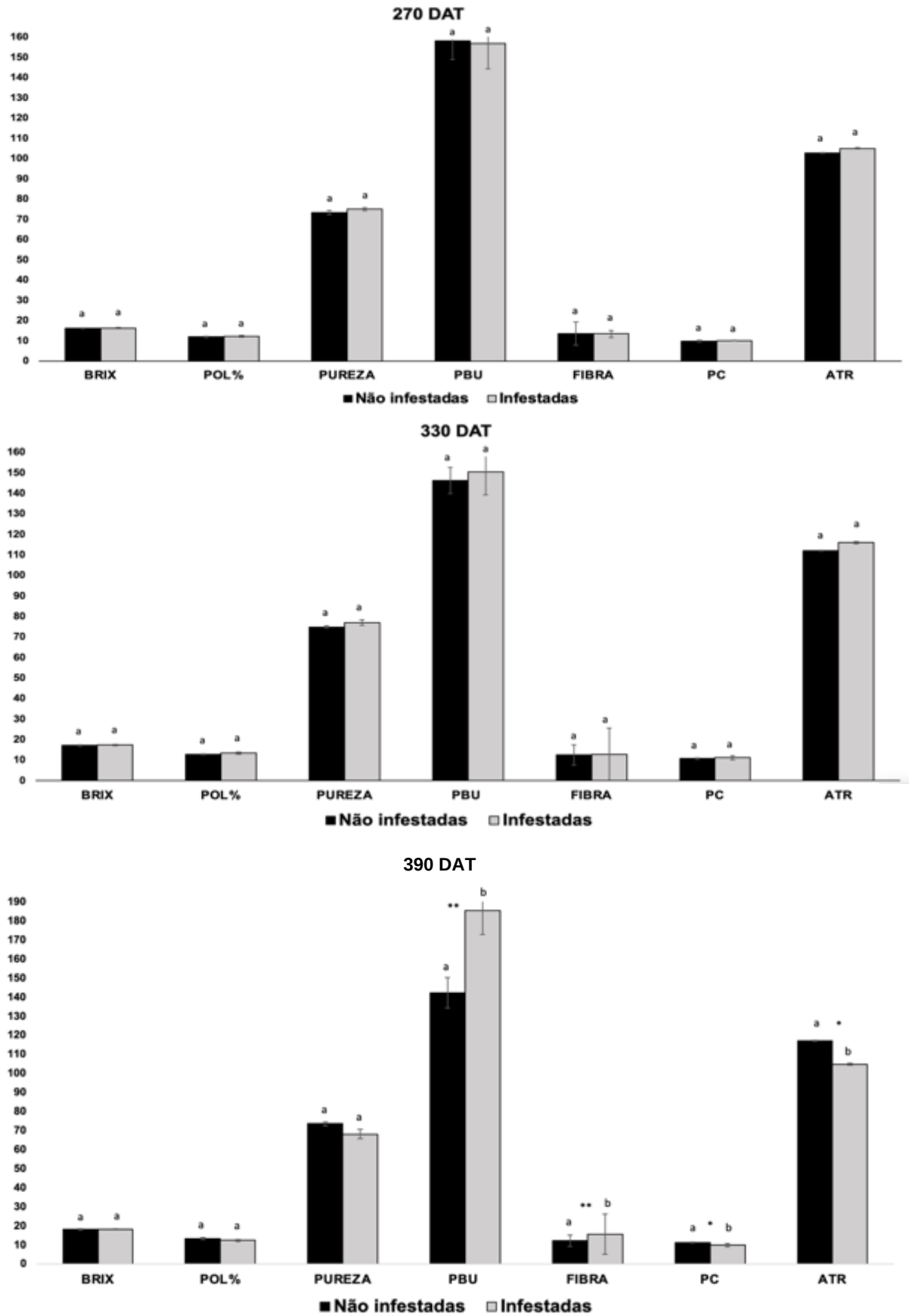


Figura 8: Resumo das análises dos parâmetros relativos à avaliação tecnológica de plantas de cana-de-açúcar não infestada e infestada pelo *Schizotetranychus sacharum* (*Significativo a 5% pelo teste t; ** Significativo a 1% pelo teste t).

Aos 390 DAT o PBU da planta de cana-de-açúcar infestada (185,42) foi maior do que a planta não infestada (142,32) com diferença significativa. Os valores de fibra foram maiores também nas plantas infestadas (15,71) contra (12,26) das não infestadas, com diferença significativa. O PC das plantas obteve médias de tratamento com diferenças significativas onde as plantas infestadas alcançaram valores de (9,89) e as não infestadas (11,27). O ATR apresentou médias de tratamentos com diferença significativa onde as plantas não infestadas alcançaram valores maiores (117,17) do que as que estavam infestadas (104,75) (Tabela 2).

Tabela 2: Quadro de médias dos tratamentos e coeficiente de variação (CV%) para cada variável analisada

DAT	BRIX (%)				POL (%) (caldo)			
	NÃO INFESTADA	INFESTADA	Média	CV%	NÃO INFESTADA	INFESTADA	Média	CV%
150	11,01 a	10,29 a	10,65	5,55	6,95 a	6,06 a	6,51	10,06
210	11,90 a	12,63 a	12,27	2,73	7,53 a	8,25 a	7,89	5,61
270	16,19 a	16,23 a	16,21	1,68	11,88 a	12,19 a	12,04	1,93
330	17,17 a	17,43 a	17,31	9,43	12,87 a	13,47 a	13,17	3,39
390	18,14 a	18,24 a	18,19	12,76	13,38 a	12,44 a	12,91	28,84
DAT	PUREZA DO CALDO (%)				PBU			
	NÃO INFESTADA	INFESTADA	Média	CV%	NÃO INFESTADA	INFESTADA	Média	CV%
150	62,43 a	58,82 a	60,63	1,58	127,59 a	153,83 a	140,71	4,13
210	63,12 a	65,09 a	64,11	1,19	142,09 a	146,55 a	144,32	0,84
270	73,38 a	75,00 a	74,19	10,28	158,19 a	156,86 a	157,52	1,41
330	74,89 a	77,08 a	75,99	0,88	146,37 a	150,6 a	148,48	2,13
390	73,58 a	68,14 a	70,86	19,84	142,32 a	185,42 b	163,87	2,53
DAT	FIBRA				PC (cana)			
	NÃO INFESTADA	INFESTADA	Média	CV%	NÃO INFESTADA	INFESTADA	Média	CV%
150	11,08 a	13,18 a	12,13	7,61	6,01 a	5,02 a	5,52	11,47
210	12,24 a	12,6 a	12,42	11,39	6,35 a	6,91 a	6,63	6,04
270	13,53 a	13,43 a	13,48	2,57	9,79 a	10,07 a	9,93	3,38
330	12,59 a	12,92 a	12,75	1,75	10,79 a	11,26 a	11,03	1,34
390	12,26 a	15,71 b	13,99	0,39	11,27 a	9,89 b	10,58	28,22
DAT	ATR							
	NÃO INFESTADA	INFESTADA	Média	CV%				
150	69,61 a	60,73 a	65,17	3,66				
210	72,59 a	77,37 a	74,98	2,03				
270	102,82 a	105,05 a	103,93	1,43				
330	112,15 a	116,04 a	114,09	0,29				
390	117,17 a	104,75 b	110,96	2,18				

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste t.

4 DISCUSSÃO

Para a obtenção do melhor desempenho da fermentação alcoólica, a premissa básica considerada é em relação a qualidade da cana-de-açúcar, seja como matéria-prima ou para a produção dos derivados da cultura (Figueiredo et al., 2008). Deve-se levar em consideração um conjunto de características da matéria-prima, que satisfaça as exigências da indústria. A cana-de-açúcar deve apresentar um conjunto de características a nível tecnológico, biométrico, produtivo e microbiológico que definam a sua qualidade e que tenham influência no seu processamento, para se obter o produto final de maneira satisfatória (Figueiredo et al., 2008).

Os impactos negativos causados por infestações de artrópodes na produtividade das plantas são apresentados na ciência e na agricultura em diversos experimentos, através da disseminação do conhecimento acerca da densidade populacional e a herbivoria das plantas cultivadas, que podem sofrer reduções progressivas de produtividade (Peterson e Higley, 2001; Schowalter, 2006). Os dados biométricos compõem as variáveis da produtividade da cana-de-açúcar, que são as medidas de diâmetro do colmo, altura da planta, número de perfilho e internódios.

Um organismo herbívoro é um agente estressor para a planta, que pode contribuir para que esta tenha uma produtividade reduzida decorrente do momento da injúria. Uma manifestação do estresse sofrido pode ser mensurada pela redução da produtividade (Peterson e Higley, 2001). No momento da injúria, geralmente as plantas estão mais sensíveis durante os seus estádios iniciais e início do estágio reprodutivo do que durante os estádios vegetativos e de maturação (Peterson et al., 1993).

Organismos que interferem na fisiologia da planta, como é o caso dos ácaros que perfuram as células para extrair o seu conteúdo, promovem a redução da habilidade da planta em acumular nutrientes ou fotoassimilados para o crescimento e manutenção (Schowalter, 2006). Na avaliação biométrica de maneira geral houve redução do diâmetro do colmo nas plantas infestadas com ácaro. A altura da planta, número de perfilhos e número de internódios não apresentaram diferenças significativas, só em alguns meses especificamente. Essa redução percebida impacta na produtividade, já que a variável diâmetro do colmo é utilizada para identificar a capacidade produtiva da cultura (Oliveira et al., 2010). Provavelmente, a injúria causada pelos ácaros contribuiu para esta redução significativa no diâmetro dos

colmos pois, através do intenso ataque as folhas, ocorre conseqüentemente uma redução da taxa fotossintética, que induz a desnutrição e desidratação dos colmos, tornando-os mais finos (Dinardo-Miranda, 2008). Entretanto, é possível inferir que a planta consegue minimizar o impacto da injúria no seu desenvolvimento e, portanto, não apresentar reduções significativas nos demais parâmetros biométricos em comparação a plantas não infestadas.

Em relação aos padrões estabelecidos para os parâmetros tecnológicos os principais relacionados à qualidade da cana-de-açúcar são POL (sacarose aparente), pureza e ATR (açúcar total recuperável). Segundo Ripoli e Ripoli (2009) os valores recomendados são $POL > 14\%$, Pureza ($POL / Brix$) $> 85\%$ e ATR (Sacarose, Glicose e Frutose) $> 15\%$.

O teor ideal de Fibra na cana-de-açúcar deve variar entre 11 e 13% (Ripoli e Ripoli, 2009). As plantas não infestadas e infestadas diferiram significativamente na última avaliação (390 DAT) com valores de 12,26% e 15,71% respectivamente. A porcentagem reflete na eficiência da extração da moenda, ou seja, quanto mais alta a fibra da cana, menor será a eficiência de extração. Valores altos de fibras na cana-de-açúcar é um fator de redução do ATR.

O Peso do Bolo Úmido (PBU) está diretamente relacionado com a fibra, pois para a obtenção dos valores de fibra, cuja formula é $F = 0,08 \times PBU + 0,876$, utiliza-se o PBU. Logo quanto maior for o PBU, maior será o valor da Fibra. As canas infestadas tiveram PBU de 185,42 diferindo das canas não infestadas com 142,32. A Pol do caldo (POL%) e a Pol da cana (PC) representam a porcentagem em massa de sacarose aparente no caldo e na cana, respectivamente, pois são parâmetros essenciais na maturação e qualidade da cana-de-açúcar. A Pol % cana é diretamente influenciada pelos valores da Pol % caldo e da fibra % cana, com os quais é calculada.

O POL% e o Brix medem a pureza do caldo extraído da moagem da cana e ambos medem o PC (Pol da cana) e o teor de sacarose da cana. As plantas não infestadas apresentaram valores significativamente menores de 9,89 e as infestadas com valores de 11,27. Para os teores de Açúcar Total Recuperável (ATR) as plantas não infestadas obtiveram valor de 117,17 e as infestadas de 104,74, valores médios com diferença significativa. O ATR é uma medida de pagamento de cana calculado em função da Pol, Brix e o teor de fibra (Valsechi, 1983; Sachs, 2007; Consecana, 2011). O pol e Brix impactam positivamente o valor do ATR, enquanto que a fibra impacta negativamente. O ATR representa a qualidade da cana, a capacidade de ser

convertida em açúcar ou álcool. O pagamento aos fornecedores de cana-de-açúcar às usinas é feito através de uma amostragem. A unidade agroindustrial amostra a cana antes da recepção na indústria para avaliar a qualidade e com esta informação é determinado o pagamento pela quantidade de ATR.

Logo, um organismo que promova a redução do ATR da cana-de-açúcar, conseqüentemente reduzirá o pagamento pela matéria-prima, tornando-se então um organismo com potencial para causar prejuízo econômico no setor.

5 CONCLUSÕES

Com base nos experimentos pode-se concluir:

- Plantas infestadas com o ácaro *Schizotetranychus sacharum* reduziram o diâmetro do colmo;
- Plantas infestadas tiveram alterações nos parâmetros tecnológicos aos 390 DAT com diferença significativa para as variáveis Fibra, Peso do Bolo Úmido (PBU), PC e ATR.

REFERÊNCIAS

- Baccarin JG (2019) Efeitos ambientais, sociais e econômicos de mudanças tecnológicas recentes na cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Pegada**, 20(3):141-173.
- Cherubin Natalia. **Tecnologia Agrícola – Ácaros e Broca peluda podem ser um perigo para a cana?** 2017. Elaborada por RPANEWS. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/tecnologia-agricola-acaros-e-broca-peluda-podem-ser-um-perigo-para-a-cana/>. Acesso em: 08 ago. 2020.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2020) Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v. 6 – safra 2019/2020, n. 4, Quarto levantamento, Brasília, p. 1- 58.
- CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool Do Estado de São Paulo (2011) Nova equação para o cálculo do ATR por tonelada de cana-de-açúcar. **Circular n.01/11**, Piracicaba: CONSECANA, p.2-3.
- Dinardo-Miranda LL, Ferreira JMG (2004) Eficiência de inseticidas no controle da cigarrinha das raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos** 22:35-39.
- Dinardo-Miranda LL (2008) Pragas. In: Dinardo-Miranda, LL, Vasconcelos ACM, Landell MGA. (Org.) **Cana-de-açúcar**. 1. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1:349-404.
- Dinardo-Miranda, LL, Vasconcelos ACM, Landell MGA (2008) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. 882 p.
- Fernandes AC (2000) **Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar**. Piracicaba, STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, 193p.
- Figueiredo IC, Maciel BF, Marques MO (2008) A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de álcool. Nucleus, Edição Especial, Ituverava-SP.
- Flechtmann CHW, Baker EW (1975) A report on the Tetranychidae (Acari) of Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 19:111-122.
- Meyer E, Norris CP, Jacquin E, Richard C, Scandaliaris J (2005) The impact of green cane production systems on manual and mechanical farming operations. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, Guatemala City, **Proceedings...** Guatemala City: D. M. Hogarth p. 500-511.
- Návia D, Mendonça RS, Flechtmann CHW (2006) Ácaros de expressão quarentenária para o Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACAROLOGIA, 1, Viçosa, 2006. **Anais...**, Viçosa, p. 97-124.

Oliveira, ARB, Braga, MB, Santos, BLS, Walker, AM (2016) Biometria de cultivares de cana-de-açúcar sob diferentes reposições hídricas no vale do submédio São Francisco. **Energ. Agric.**, Botucatu, vol. 31, n.1, p.48-58,

Oliveira ECA, Oliveira RI, Andrade BMT, Freire FJ, Lira Júnior, MA, Machado PR (2010) Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,14(9):951–960.

Oliveira ER (org.) (2013) **Procedimentos e normas para o acompanhamento de análise de qualidade da cana-de-açúcar**. São Paulo: Orplana, 89p. Disponível em:<http://www.cana.com.br/biblioteca/manual_consecana_2013.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2020.

Peterson RKD, Danielson SD, Higley LG (1993) Yield responses of alfafa to simulated alfafa weevil injury and development of economic injury levels; **Agronomy Journal**, Madison, 85.

Peterson RKD, Higley LG (2001) Illuminating the black box: the relationship between injury and yield. In: Peterson RKD, Higley LG. (Ed.). **Biotic Stress and yield loss**. Boca Raton: CRC Press, p.1-12.

Ramalho, MAP, Santos JB, Pinto, CABP (2001) **Genética na agropecuária**. 2 ed, Lavras: UFLA, 472p.

Raveli MB (2013) **Controle de qualidade no plantio de cana-de-açúcar**. 83f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Jaboticabal, 2013.

Ripoli TCC, Ripoli MLC (2009) **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 2. ed. Piracicaba. 333 p.

Ronquim CC (2010) **Queimada na colheita de cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 45p.

Sachs, RCC (2007) Remuneração da tonelada de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, 37(2).

Scarpari MS, Beauclair EGF (2004) Sugarcane maturity estimation through edaphic-climatic parameters. **Scientia Agrícola**, Piracicaba,61(5):486-491.

Schowalter TD (2006) **Insect Ecology: an ecosystem approach**. 2a. Edition. 572 p.

Segato SV, Alonso O, Larosa G (2006) Terminologias no setor sucroalcooleiro In: Segato, SV. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, p. 398-400.

Silva DP (2007) **Estudo econômico do período de duração da safra de cana-de-açúcar na produção de açúcar e álcool para usinas de médio porte da região**

Centro-Sul do Brasil. 185f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Mauá, Centro. Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul.

Stingel E (2005) **Distribuição espacial e plano de amostragem para cigarrinha-das-raízes, Mahanarva fimbriolata (Stal, 1854), em cana-de-açúcar.** 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Valsechi AO, Parazzi C, Antonio A, Daniel, ML (1983) **Pagamento de cana pelo teor de sacarose no Estado de São Paulo.** Araras: IAA/PLANALSUCAR. 1983. 20 p.