

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Schizotetranychus sacharum*
(ACARI: TETRANYCHIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

GABRIEL RAMOS

JABOTICABAL, 2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Schizotetranychus sacharum*
(ACARI: TETRANYCHIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

GABRIEL RAMOS

Orientador: Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade
Coorientadora: Dra. Sidnéia Terezinha de Matos

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp,
câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para Graduação em
Engenharia Agrônoma.

**JABOTICABAL – SP
1º semestre/2024**

R175d Ramos, Gabriel
Desenvolvimento Biológico de Schizotetranychus sacharum (Acari: Tetranychidae) em cana-de-açúcar / Gabriel Ramos. -- Jaboticabal, 2024
36 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Daniel Júnior de Andrade
Coorientadora: Sidnéia Terezinha Soares de Matos

1. Cana-de-açúcar. 2. Acarologia. 3. Ciclo Biológico. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe, à República Abatedouro e à equipe do AcaroLab.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a minha mãe Girlene Raquel Esbarai Ramos e ao meu pai Alberto Ramos Neto (*in memoriam*) por me ensinar a ser quem sou hoje, por todo o amor, carinho e apoio durante a vida.

A Isis Albuquerque Tassim, com muito amor, que sempre esteve ao meu lado durante este período, apoiando minhas escolhas a todo o momento.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade, a mais sincera gratidão por sua orientação, paciência e apoio foram fundamentais para a conclusão deste projeto e para o meu crescimento pessoal e profissional.

A minha coorientadora Dra. Sidnéia Terezinha Soares de Matos, pelos conselhos e auxílio na condução do projeto.

Aos companheiros do AcaroLab (Laboratório de Acarologia da Unesp), Giliadi Sousa Izidoro, Matheus Cardoso de Castro, Claudiane Martins da Rocha, Hector Alonso Escobar Garcia e Wèssèou Estelle Omoboni Germaine Dimon pelo auxílio durante o estágio e realização dos trabalhos.

Aos docentes Prof. Dr. Gustavo H. de Almeida Teixeira, Prof. Dr. Guilherme Duarte Rossi e Prof. Dr. Pedro L. Martins Soares por toda ajuda e aprendizado durante a graduação.

Aos moradores e ex-moradores da República Abatedouro, principalmente aos amigos Gabriel J. da Rocha Ribeiro e Liniker Pedro Saldanha, pela amizade e companheirismo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio financeiro para desenvolvimento desta pesquisa - 22/08080-2.

Agradecimentos especiais ao Cepenfito – Centro de Pesquisa em Engenharia – Fitossanidade em cana-de-açúcar.

Ao Grupo São Martinho pelo auxílio e fornecimento de mudas durante toda a execução do projeto.

“Um homem com ideias novas é considerado louco, até que suas ideias triunfem”

(Marcelo Bielsa)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Sintoma considerado em nível intermediário causado pelo ácaro *Schizotetranychus sacharum* e sintoma considerado avançado causado por *Oligonychus grypus*. Detalhe das lesões causadas por *O. grypus*.....17
- Figura 2.** Plantas de cana-de-açúcar infestadas pelo ácaro *Schizotetranychus sacharum* encontradas na Unesp-FCAV.....19
- Figura 3.** Detalhe de uma muda MPB (muda pré-brotada) mantida para criação do ácaro *Schizotetranychus sacharum* e para fornecimento de folhas para o experimento e detalhes de mudas recém-plantadas da variedade RB005014 em casa de vegetação.....20
- Figura 4.** Detalhes das unidades experimentais utilizadas nos experimentos de determinação dos parâmetros biológicos de *Schizotetranychus sacharum*. E detalhe de uma unidade experimental.....22
- Figura 5.** Disposição dos ovos de *S. sacharum* seguindo um padrão definido, sobre a folha de cana-de-açúcar e detalhe do ovo, protegido pela teia.....25
- Figura 6.** Detalhe da alta densidade de teias, a qual os fios se cruzam formando “ninhos”.....26
- Figura 7.** Ilustração esquemática do ciclo biológico do ácaro *Schizotetranychus sacharum* em cana-de-açúcar com as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa, adulto fêmea e macho, respectivamente.....27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição de espécies de ácaros fitófagos pertencentes a três famílias distintas, ocorrendo em cana-de-açúcar no Brasil.....	15
Tabela 2. Média de duração dos estágios imaturos de <i>Schizotetranychus sacharum</i>	28
Tabela 3. Comparativo entre a duração dos períodos imaturos de <i>Schizotetranychus sacharum</i> e <i>Schizotetranychus andropogoni</i>	28
Tabela 4. Média da duração dos períodos de pré-oviposição (APOP), pré-oviposição total (TPOP), longevidade, dias de oviposição e fecundidade de <i>Schizotetranychus sacharum</i>	29
Tabela 5. Média dos parâmetros de tabela de vida de <i>Schizotetranychus sacharum</i>	30

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL	3
2.2. ÁCAROS EM CANA-DE-AÇÚCAR.....	4
2.3. OCORRÊNCIA NO BRASIL.....	5
2.4. GÊNERO <i>Schizotetranychus</i>	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Local do projeto	8
3.2. Local de coleta dos ácaros par uso nos experimentos – área de ocorrência natural.....	8
3.3. Preparo do material para o experimento.....	9
3.3.1. Estabelecimento de plantas de cana-de-açúcar em casa de vegetação.....	9
3.3.2. Unidade experimentais (arenas).....	11
3.4. Avaliações e parâmetros biológicos.....	12
3.5. Análise estatística dos dados.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÕES.....	21
6. REFERÊNCIAS	21

**DESENVOLVIMENTO BIOLÓGICO DE *Schizotetranychus sacharum*
(ACARI: TETRANYCHIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de etanol e açúcar produzidos a partir da cana-de-açúcar *Saccharum* spp. Entretanto, o ácaro fitófago *Schizotetranychus sacharum* (Acari: Tetranychidae) tem ocorrido em surtos populacionais na cultura da cana-de-açúcar em diversas regiões do Estado de São Paulo. O desenvolvimento biológico de *S. sacharum* ainda não foi devidamente estudado. Portanto, o objetivo do trabalho foi estudar o desenvolvimento biológico de *S. sacharum* em cana-de-açúcar. Os trabalhos foram desenvolvidos no Laboratório de Acarologia (AcaroLab) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, câmpus de Jaboticabal (UNESP/FCAV). O ciclo biológico do ácaro foi estudado em condições controladas e a duração das fases de desenvolvimento foram determinadas. Foram obtidos ovos a partir de fêmeas adultas que foram colocadas em unidades experimentais para efetuarem postura, onde permaneceram por 24 horas. Foram utilizadas 110 unidades experimentais ($n = 110$). Os estágios de desenvolvimento foram determinados a partir de observações diárias. Os dados foram analisados com auxílio do software TWOSEXMSChar, com o qual foi obtido que a duração do ovo foi de $6,32 \text{ dias} \pm 0,051$, larval de $1,94 \pm 0,034$ dias, protoninfa de $3,09 \pm 0,055$ dias, deutoninfa de $4,24 \pm 0,057$ dias e duração do período imaturo (ovo a adulto) foi de $9,3 \pm 0,208$ dias. Os dias de oviposição das fêmeas e a longevidade, foram de respectivamente $4,31 \pm 0,187$ e $18,62 \pm 0,806$ dias sob condições de temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. A taxa reprodutiva líquida (R_0) resultou em uma média de 4,318 descendentes por indivíduo. A taxa intrínseca de aumento populacional (r) foi de 7,241 dias. A taxa finita de aumento populacional (λ) teve um período de 1,075 dia. Por fim, o tempo médio de cada geração (T) foi de 20,201 dias.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., ácaro-verde-da-cana, *Schizotetranychus* sp.

BIOLOGICAL DEVELOPMENT OF *Schizotetranychus sacharum* (ACARI: TETRANYCHIDAE) IN SUGARCANE

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of ethanol and sugar derived from sugarcane (*Saccharum* spp.). However, the phytophagous mite *Schizotetranychus sacharum* (Acari: Tetranychidae) has experienced population outbreaks in sugarcane crops in various regions of the State of São Paulo. The biological development of *S. sacharum* has not yet been properly studied. Therefore, the objective of this work was to study the biological development of *S. sacharum* on sugarcane. The studies were conducted at the Laboratory of Acarology (AcaroLab) of the Faculty of Agricultural and Veterinary Sciences, Jaboticabal campus (UNESP/FCAV). The biological cycle of the mite was studied under controlled conditions, and the duration of the developmental stages was determined. Eggs were obtained from adult females placed in experimental units for oviposition, where they remained for 24 hours. A total of 110 experimental units were used ($n = 110$). The developmental stages were determined through daily observations. Data were analyzed using the TWOSEXMSChar software, which revealed that the duration of the egg stage was 6.32 ± 0.051 days, the larval stage 1.94 ± 0.034 days, the protonymph stage 3.09 ± 0.055 days, the deutonymph stage 4.24 ± 0.057 days, and the immature period (egg to adult) lasted 9.3 ± 0.208 days. The oviposition days of the females and their longevity were 4.31 ± 0.187 and 18.62 ± 0.806 days, respectively, under conditions of $25 \pm 1^\circ\text{C}$ temperature, $60 \pm 10\%$ relative humidity, and a photoperiod of 12 hours. The net reproductive rate (R_0) resulted in an average of 4.318 offspring per individual. The intrinsic rate of population increase (r) was 7.241 days. The finite rate of population increase (λ) had a period of 1.075 days. Finally, the mean generation time (T) was 20.201 days.

Key Word: *Saccharum* spp., green sugarcane mite, *Schizotetranychus* spp.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A cana-de-açúcar, *Sacharum officinarum* L., é uma das principais culturas agrícolas do Brasil. Na safra 2022/23, o Brasil produziu aproximadamente 610,1 milhões de toneladas, crescimento de 5,4% em relação à safra 2021/22, na região Sudeste a área está estimada em 1,77 milhões de hectares. Esses números, colocaram o Brasil como o maior produtor de açúcar e etanol do mundo (CONAB, 2023). O Estado de São Paulo foi responsável por mais da metade da produção nacional de cana-de-açúcar e, em termos de produtividade, observou-se aumento de 4,2%, passando de 76,8t para 80,1 t/hectare (CAMARGO et al., 2023). O sucesso desta cultura no Brasil deve-se aos avanços tecnológicos relacionados ao uso de cultivares adaptadas e de alta produtividade, bem como a ampliação da área cultivada (CARVALHO et al., 2018).

Apesar da alta produção, a incidência de diversas pragas e doenças continua sendo um dos principais fatores que afetam a produção e a rentabilidade, principalmente após a alteração do sistema de colheita (RONQUIM, 2010). Até a década de 2000, o sistema de colheita de cana-de-açúcar consistia em queima prévia da palha para diminuir os custos de maquinários e aumentar o rendimento do corte. Complementarmente, esta prática também contribuía para reduzir drasticamente as populações de diversas pragas e doenças nos canaviais (DINARDO-MIRANDA et al., 2001; CARBONARI et al., 2020). No entanto, este sistema de colheita gerava preocupações sobre a saúde humana e a sustentabilidade ambiental. Assim, uma nova prática chamada de colheita verde pautada na colheita mecanizada teve que ser adotada por meio do projeto de Lei estadual número 11.241/2002 que estabeleceu um cronograma para extinção das queimadas em pré-colheita (DINARDO-MIRANDA, 2000).

A adoção desta nova prática de colheita tem proporcionado mudanças microclimáticas e o acúmulo de palhada nas áreas, alterando o comportamento e o perfil das pragas na cultura, tornando o manejo fitossanitário mais complexo (CARBONARI et al., 2020; SILVA, 2021). Além disso, esta nova prática favorece algumas pragas que até então eram consideradas secundárias ou esporádicas na cultura. Por exemplo, foram relatados surtos populacionais do ácaro

Schizotetranychus sacharum Flechtmann & Baker (Acari: Tetranychidae) em canaviais das regiões de Ribeirão Preto, Jaboticabal, Piracicaba e Limeira (CHERUBIN, 2017; SILVA, 2021).

Na Índia, segundo maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, existe a ocorrência de um ácaro do mesmo gênero, o *Schizotetranychus andropogoni* Hirst (Acari: Tetranychidae), que pode causar perdas de 20 a 30% no rendimento da cultura (BAIRWA; SINGH, 2013). Assim como o *S. andropogoni*, o *S. sacharum* é encontrado na parte abaxial das folhas, onde tece teias finas do tipo WN (Web-Nesting), dispostas irregularmente de ambos os lados da nervura central (SAITO, 2010). A alimentação de *S. sacharum* resulta em estrias arroxeadas visíveis na superfície inferior e superior das folhas, o que possivelmente reduz a capacidade fotossintética e o diâmetro do colmo das plantas (SILVA, 2021). Além disso, Silva e Andrade (2022) detectaram *S. sacharum* em mudas pré-brotadas (MPB) produzidas em viveiros no Estado de São Paulo. Isso é grave, tendo em vista que o ácaro poderá ser disseminado para áreas que não ocorre naturalmente e causar enormes problemas no futuro.

A ocorrência de *S. sacharum* nos canaviais do Estado de São Paulo tem sido em surtos populacionais (*outbreaks*), caracterizados pelo aumento repentino de uma determinada população de praga em uma área, necessitando de intervenção imediata para o controle e evitar prejuízos econômicos (ZHAN et al., 2014; GUEDES et al., 2016). Entretanto, informações básicas sobre o desenvolvimento biológico e os possíveis tipos de reprodução *S. sacharum* são escassas. Silva e Andrade (2022) relataram que o ciclo biológico de *S. sacharum* é composto pelas fases de ovo, larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa, teliocrisálida e adulta. Entretanto, a duração, a viabilidade de cada fase e os tipos de reprodução dessa espécie não foram determinados.

O presente trabalho tem por objetivo determinar as fases e a duração do ciclo biológico (desenvolvimento biológico) de *S. sacharum* em cana-de-açúcar.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

No Brasil, a cana-de-açúcar *Saccharum spp.* foi introduzida em 1525, iniciando um dos empreendimentos mais bem-sucedidos da história brasileira no setor sucroalcooleiro (TÁVORA, 2011). Com isso, a cultura experimentou notáveis progressos tecnológicos, refletindo-se no aumento da eficiência na produção agrícola e industrial. No setor agrícola, iniciativas como o programa de aprimoramento genético da cana-de-açúcar,, o avanço e a difusão de sistemas de gestão agrícola, e a adoção do controle integrado de pragas representam alguns exemplos que contribuíram significativamente para o aumento da produtividade nas plantações (BELARDO et al., 2015).

Espera-se um considerável aumento na área plantada com cana-de-açúcar no Brasil nos próximos anos. Isso se deve não apenas a compromissos internacionais voltados para o uso de fontes renováveis de energia e a redução das emissões de gases do efeito estufa, mas também à crescente demanda por produção de etanol (OTTO et al., 2010). O etanol produzido a partir da cana-de-açúcar demonstra indicadores ambientais altamente favoráveis em comparação com outras alternativas como, por exemplo, derivados de petróleo e emerge como uma opção viável para substituir combustíveis fósseis (SANTOS et al., 2012).

Até o momento, nenhum país no mundo conseguiu desenvolver tecnologia sustentável alternativa ao uso do combustível fóssil na mesma escala que o Brasil (TÁVORA, 2011). Segundo a CONAB (2023), as estimativas apontam para o aumento de 10,9% na produção de cana-de-açúcar na safra 2023/24, totalizando 677,6 milhões de toneladas e estabelecendo um novo recorde na série histórica da Companhia Nacional de Abastecimento. Até o momento, o etanol produzido a partir do caldo de cana-de-açúcar (etanol de primeira geração) permanece como o único combustível capaz de suprir a crescente demanda global por energia renovável, sendo uma opção de baixo custo e com baixo impacto ambiental (SANTOS et al., 2012).

Até a década de 2000 a colheita da cana-de-açúcar era pautada na queima prévia da palha, para otimizar custos com maquinários e otimizar custos. Nesse contexto, Lei Estadual 11.241/02 estabeleceu um cronograma efetivo para a “eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar” (SÃO PAULO, 2002). A colheita mecanizada da cana sem queima prévia ou sem despalha a fogo foi adotada como sistema de colheita da cana-de-açúcar. Através do emprego do sistema de colheita mecanizada sem queima, busca-se não apenas a eficiência na colheita, mas também a redução da erosão e o incremento do teor de matéria orgânica nos solos (CAVALIERI, 2011).

A colheita mecanizada contribui para o aumento da quantidade de palha deixada sobre o solo. Nesse método de colheita, a preservação da umidade é promovida, o que beneficia o crescimento populacional de pragas (CONCEIÇÃO, SILVA, 2011). Além da influência do fator umidade sob a palhada, devemos ainda destacar a ação do fogo como mitigador de pragas e doenças. Nesse contexto, o aparecimento de pragas emergentes em canaviais tem se apresentado como um problema a ser enfrentado pelo setor.

2.2 ÁCAROS EM CANA-DE-AÇÚCAR

Os ácaros fitófagos representam uma preocupação para culturas anuais, frutíferas e florestais, sendo considerados as principais pragas associadas às espécies vegetais cultivadas. Diversos fatores podem influenciar a dinâmica populacional desses ácaros, contribuindo para que atinjam níveis capazes de causar danos econômicos significativos em culturas agrícolas (CARVALHO et al., 2018). Ao se alimentar, os ácaros introduzem seus estiletes no tecido vegetal das plantas e removem o conteúdo celular exsudado.

No mundo, já foram relatadas diversas espécies de ácaros ocorrendo em cana-de-açúcar. Porém, dentre as espécies estão ácaros com diferentes hábitos alimentares, sendo fitófagos, frugívoros e predadores (DUARTE, 2013). Em muitos países que apresentam produção de cana-de-açúcar na região tropical, há relatos da ocorrência de ácaros fitófagos causando problemas em canaviais.

Na Índia, *S. andropogoni* é reconhecido como uma praga significativa. Ocasionalmente diversos problemas na cultura, provocando danos nas folhas e redução da produtividade, resultando em consideráveis perdas de rendimento

na produção, estimadas entre 20 a 30% da produtividade (BARNERJEE, 2018; KARTHICK et al., 2019).

2.3 OCORRÊNCIA DE ÁCAROS FITÓFAGOS EM CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

No Brasil, são relatadas as ocorrências de sete espécies de ácaros fitófagos em cana-de-açúcar, distribuídos em 3 famílias (Tabela 1.)

Tabela 1. Distribuição de espécies de ácaros fitófagos pertencentes a três famílias distintas, ocorrendo em cana-de-açúcar no Brasil.

Família	Espécie
Eriophyidae	<i>Abacarus sacchari</i> Channabasavanna 1966
Tarsonemidae	<i>Steneotarsonemus bancrofti</i> Michael 1890 <i>Steneotarsonemus brasiliensis</i> Flechtmann 1993
Tetranychidae	<i>Monoceronychus linki</i> Pritchard e Baker 1955 <i>Oligonychus grypus</i> Baker e Pritchard 1960 <i>Oligonychus pratensis</i> Banks 1912 <i>Schizotetranychus sacharum</i> Flechtmann e Baker 1975

Com exceção da família Tetranychidae, as outras duas famílias de ácaros fitófagos (Eriophyidae e Tarsonemidae) ainda não são consideradas um problema significativo (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Os ácaros da família Tetranychidae possuem a capacidade de perfurar a epiderme e alcançar o parênquima das folhas, alimentando-se do conteúdo celular extravasado, com preferência por folhas desenvolvidas das plantas. O desenvolvimento desses ácaros ocorre principalmente na face inferior das folhas, embora alguns gêneros demonstrem preferência pela superfície superior (CARMONA; DIAS, 1996).

No território brasileiro, duas espécies estão ganhando relevância fitossanitária pelo seu aparecimento em canaviais, principalmente no Estado de São Paulo. Desde a safra de 2016/2017, o ácaro *S. sacharum* tem sido

encontrado com frequência nos canaviais, ocorrendo em surtos populacionais. Este ácaro, conhecido popularmente como ácaro-verde-da-cana foi encontrado infestando apenas plantas de cana-de-açúcar no Brasil e sua ocorrência em outros países é desconhecida (MIGEON; DORKELD, 2024). Silva e Andrade (2021) destacam a escassez de dados sobre a espécie. Ácaros *S. sacharum* alojam-se na face inferior da folha, podendo ocultar-se na densa camada de teia que constroem. Essa espécie alimenta-se perfurando as células vegetais e extraíndo o conteúdo celular (CHERUBIN, 2017).

Além do ácaro *S. sacharum* a espécie *Oligonychus grypus* Baker e Pritchard 1960 (Acari: Tetranychidae), popularmente conhecida como ácaro-africano-da-cana, tem sido encontrada em cana-de-açúcar no Estado de São Paulo Contudo, *O. grypus* infesta principalmente a superfície superior das folhas e foi relatado inicialmente em poáceas no leste da África.

Os sintomas de *S. sacharum* e *O. grypus* podem ser facilmente confundidos no início das infestações. Os sintomas se apresentam por pequenas manchas esbranquiçadas nas folhas e , com a evolução dos sintomas, é possível diferenciar os danos causados pelos dois tipos de ácaros. Em estágios mais avançados, as lesões causadas pelo ácaro-verde-da-cana se assemelham a estrias avermelhadas devido a oxidação do tecido vegetal, enquanto que as lesões causadas pelo ácaro-africano-da-cana apresentam um “mosqueamento” de amarelado a esbranquiçado ao longo do limbo foliar (RAMOS, 2023) (Figura 1).

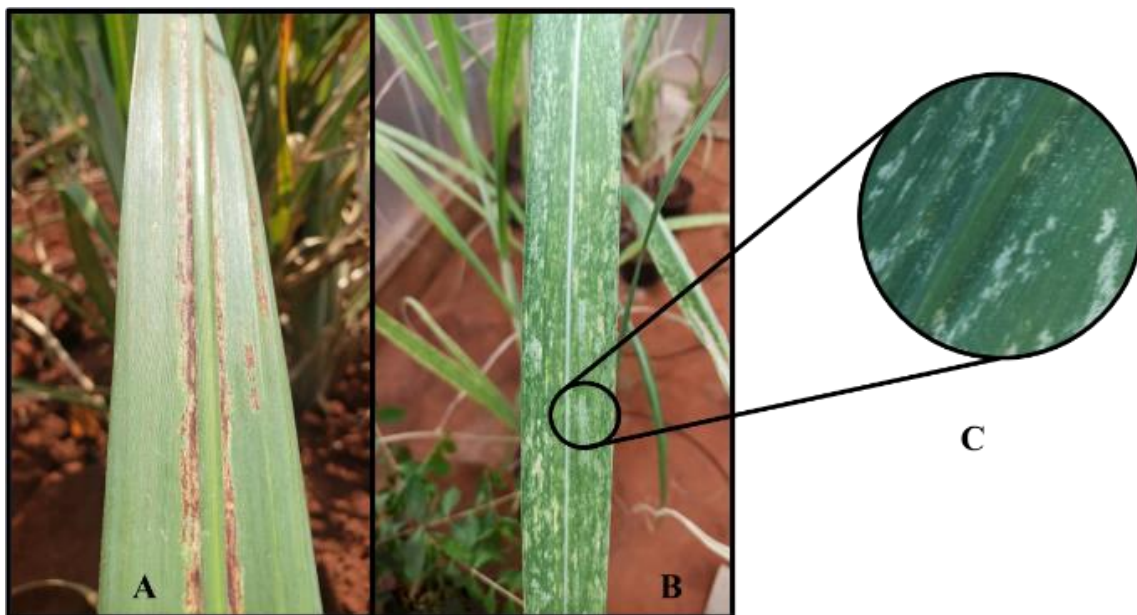


Figura 1. Comparação de sintomas em folhas de cana-de-açúcar, Jaboticabal, 2023. A) Sintoma considerado em nível intermediário causado pelo ácaro *Schizotetranychus sacharum*. B) Sintoma considerado avançado causado por *Oligonychus grypus*. C) Detalhe das lesões causadas por *O. grypus*.

2.4 O GÊNERO *Schizotetranychus*

O gênero *Schizotetranychus* é composto atualmente por mais de 100 espécies e agrupa ácaros exclusivamente fitófagos, nos quais algumas espécies são conhecidas por causarem prejuízos econômicos em diversas culturas agrícolas (SILVA; ANDRADE, 2021).

Além do ácaro *S. sacharum* presente no Brasil associado à cana-de-açúcar, existem outros ácaros do mesmo gênero causando problemas em diversas culturas de interesse agrícola. Em citros, o ácaro-hindustânico-dos-citros *Schizotetranychus hindustanicus* Hirst (Acari: Tetranychidae) era considerado de importância quarentenária, até ser introduzido no Brasil no ano de 2008. Nienstaedt e Marcano (2009) constataram que seu ciclo biológico teve duração em dias nas fases de larva ($2,46 \pm 1,19$), protoninfa ($1,97 \pm 0,80$), deutoninfa ($1,59 \pm 0,62$), na fase adulta, indivíduos machos ($15,3 \pm 6,17$) e fêmeas ($12,0 \pm 4,40$).

Na cultura do arroz, o *Schizotetranychus oryzae* Rossi de Simons (Acari: Tetranychidae) é uma importante praga na rizicultura latino-americana e já foi

constatado em lavouras do Estado do Rio Grande do Sul. Seu ciclo biológico é composto por 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).

Na Índia, há relatos da ocorrência do ácaro tetrâniquideo *S. andropogoni*. Atacando cana-de-açúcar. Com relação a esta espécie, Karthick et al. (2019) avaliou o ciclo biológico deste ácaro sob três variedades de cana. Na cultivar Co 86032, os resultados (dias) foram: ovo ($3,50 \pm 0,62$), larva ($1,80 \pm 0,50$), protoninfa ($2,82 \pm 0,50$), deutoninfa ($3,19 \pm 0,44$) e adultos macho ($9,74 \pm 0,50$) e fêmea ($10,15 \pm 0,44$).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local dos trabalhos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Acarologia (AcaroLab) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, câmpus de Jaboticabal (UNESP/FCAV).

3.2 Local de coleta dos ácaros para uso nos experimentos – área de ocorrência natural

Após diversas tentativas para o estabelecimento de *S. sacharum* em laboratório e em casa de vegetação, constatou-se que embora seja possível manter esta espécie nestas condições, diversos fatores (ainda não definidos), como a influência de predadores na colônia, influência do fotoperíodo e limitação do crescimento da planta hospedeira por vasos ou células de bandejas afetam negativamente o estabelecimento das populações por um longo período de tempo, tanto em casa de vegetação como em laboratório. Portanto, estas dificuldades no estabelecimento das criações dificultaram a princípio a realização dos experimentos de avaliação dos parâmetros biológicos.

A partir deste aprendizado, uma nova estratégia para obtenção de ácaros foi definida, uma vez que as maiores populações de *S. sacharum* foram observadas em plantas mantidas em condições de campo e infestadas naturalmente por este ácaro. Foram realizados levantamentos em áreas cultivadas com cana-de-açúcar localizadas no câmpus da Unesp-FCAV com o

intuito de encontrar áreas naturalmente infestadas por *S. sacharum*. Após este levantamento, foi encontrada uma pequena área cultivada com cana-de-açúcar (cultivar não identificada) altamente infestada por *S. sacharum* localizada próxima ao Departamento de Engenharia Rural (21° 14' 25" S; 48° 17' 13" W e altitude de 578m) (Figura 2). Importante destacar que nunca houve aplicação de agrotóxicos nesta área.



Figura 2. A) Plantas de cana-de-açúcar infestadas pelo ácaro *Schizotetranychus sacharum* encontradas na Unesp-FCAV.

3.3 Preparo do material para o experimento

3.3.1. Estabelecimento de plantas de cana-de-açúcar em casa de vegetação

A manutenção de plantas de cana-de-açúcar (RB005014) em casa de vegetação foi realizada para o fornecimento de folhas para a condução do experimento. Esta cultivar foi escolhida por apresentar ampla disponibilidade e

boa capacidade de perfilhamento, característica fundamental para o fornecimento de folhas (Figura 3A). As mudas recebidas foram transplantadas e mantidas em casa de vegetação em vasos de 5 litros de capacidade contendo terra, areia e esterco bovino na proporção de 1:1:1 (Figura 3B). Plantas senescentes foram substituídas por plantas novas sempre que necessário. As plantas foram irrigadas diariamente e não receberam nenhum tipo de aplicação de produto fitossanitário ou adubação.

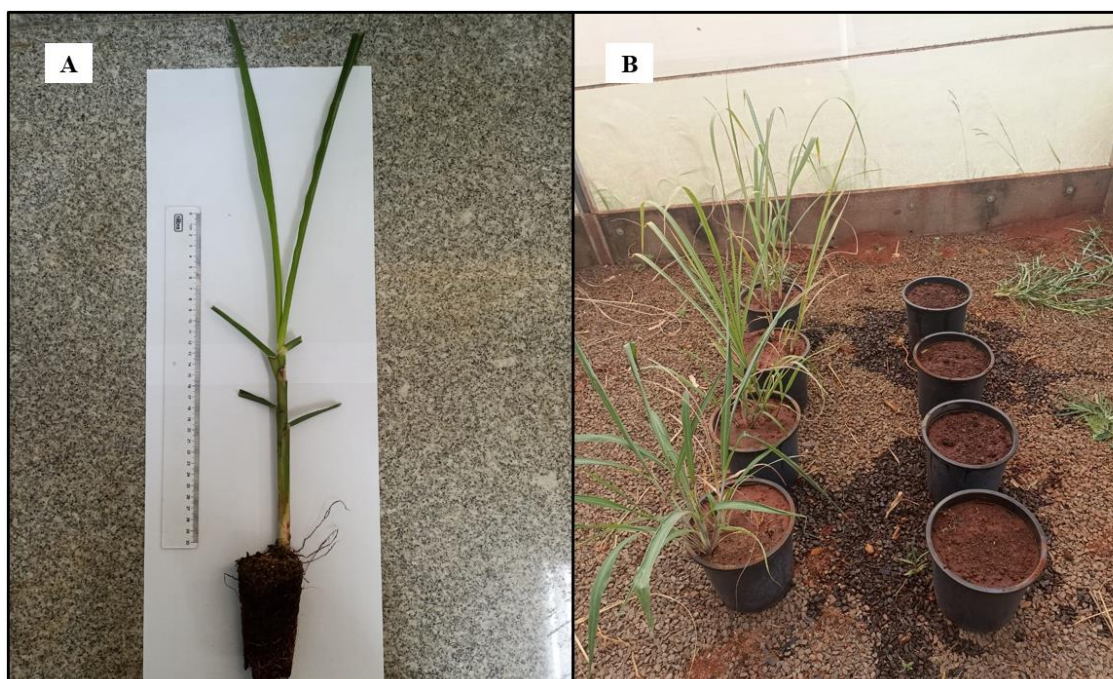


Figura 3. A) Detalhe de uma muda MPB (muda pré-brotada) mantida para criação do ácaro *Schizotetranychus sacharum* e para fornecimento de folhas para o experimento. B) Detalhes de mudas recém-plantadas da variedade RB005014 em casa de vegetação. Jaboticabal, 2023.

3.3.2 Unidade experimentais (arenas)

Para determinação dos parâmetros biológicos de *S. sacharum* foram confeccionadas 110 unidades experimentais (arenas) (n=110). As arenas foram preparadas com pedaços de 4,0 cm comprimento e aproximadamente 5,0 cm de largura de folhas de cana-de-açúcar *S. officinarum* cultivar RB005014 (Figura 4). Inicialmente, as folhas foram limpas com água corrente para evitar a presença de predadores, sujeira e até mesmo poeira, que poderiam interferir negativamente no experimento. As arenas de folhas foram colocadas com a face abaxial voltada para cima em placas de Petri de 10,0 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura (uma arena por placa) forradas com espuma umedecida de 1,0 cm de espessura e ao redor da arena foi colocado uma camada de algodão hidrófilo umedecido para evitar a fuga dos ácaros e para ajudar na preservação do material vegetal.

Durante as avaliações, as arenas preparadas foram colocadas em bandejas de plástico de forma organizada em ordem de crescente de avaliação e dispostas em estantes metálicas em câmara climatizada com temperatura e umidade controladas (25 ± 2 °C; umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e 12 horas de fotofase). As arenas foram umedecidas diariamente com água deionizada.

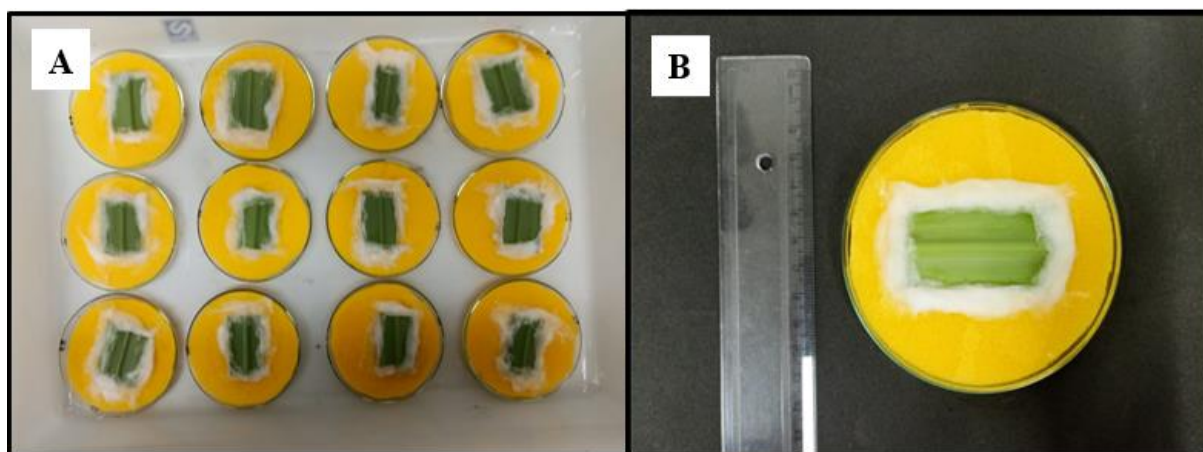


Figura 4. A) Detalhes das unidades experimentais utilizadas nos experimentos de determinação dos parâmetros biológicos de *Schizotetranychus sacharum*. B) Detalhe de uma unidade experimental. Jaboticabal, 2023.

3.4 Avaliações e parâmetros biológicos

Em cada arena foi colocada uma (1) fêmea adulta de *S. sacharum* de idade desconhecida oriunda da população mantida em condições de campo (item 4.3.3). As fêmeas permaneceram sobre as arenas por período de 24 horas para oviposição. Após este período as fêmeas foram eliminadas deixando-se apenas um (1) ovo por arena. As avaliações foram realizadas duas vezes ao dia, a cada 12 horas. Com relação ao período imaturo (ovo-adulto) foi avaliado a duração das fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e sobrevivência do estágio imaturo.

Para avaliar a longevidade, os indivíduos foram separados por sexo e pareados em casais utilizando machos de ocorrência natural. Isso foi necessário pois o número de machos gerados no experimento de desenvolvimento biológico foi insuficiente para atender o número de fêmeas geradas e formar os casais. Vale salientar que os indivíduos (machos) coletados separadamente não foram utilizados nas análises estatísticas.

Cada casal foi transferido para arenas confeccionadas conforme descrito anteriormente. As observações foram realizadas diariamente, avaliando-se os períodos de pré-oviposição (APOP: período entre a emergência do adulto e sua primeira oviposição), pré-oviposição total (TPOP: período de ovo à primeira oviposição), oviposição, fecundidade (número de ovos por fêmea) e a longevidade de fêmeas.

3.5 Análise estatística dos dados

O tempo de desenvolvimento e os parâmetros populacionais de *S. sacharum* foram estimados com base nos dados de duração e de sobrevivência dos estágios imaturos, período de pré-oviposição, fecundidade, fertilidade e longevidade das fêmeas, utilizando-se do programa TWOSEXMSChart (CHI, 2023). Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade foram determinados com os dados de todos os indivíduos estudados em todos os tratamentos, incluindo fêmeas, machos e indivíduos que morreram durante o desenvolvimento, conforme proposto por Chi (1988). Os dados originais de todos os indivíduos foram analisados segundo o modelo teórico proposto por Chi e Liu (1985). Para cada tratamento, foram estimados: taxa reprodutiva líquida (R_0), taxa intrínseca de aumento (r), taxa finita de aumento (λ), tempo médio de uma geração (T). Os parâmetros foram determinados de acordo com as seguintes equações:

Taxa reprodutiva líquida (R_0):

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

Taxa intrínseca de aumento (r), estimada pela fórmula de Euler-Lotka (Goodman 1982):

$$\sum_{i=x}^{\infty} e^{-r(i+1)} l_x m_x = 1$$

Taxa finita de aumento (λ):

$$\lambda = e^r$$

Tempo médio de cada geração (T):

$$T = \frac{\ln R_0}{r}$$

Os erros padrões de cada parâmetro foram estimados pelo método de bootstrap, reamostrados 100.000 vezes, seguindo o procedimento de Huang e Chi (2012). As médias de cada tratamento foram comparadas pelo teste de bootstrap ($p < 0,05$) (EFRON; TIBSHIRANI, 1993).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o ácaro *S. sacharum* apresenta o comportamento bastante interessante de postura de ovos, nos quais deposita-os geralmente em uma linha reta e sempre protegidos pelas teias (Figura 5A). Os ovos possuem formato ovoide e com uma cavidade no centro do ovo. Apresentam coloração clara a translúcida no início da postura e com o passar dos dias adquire coloração verde amarelada (Figura 5B). Quando a larva está prestes a eclodir, o embrião dentro do ovo fica claramente visível.

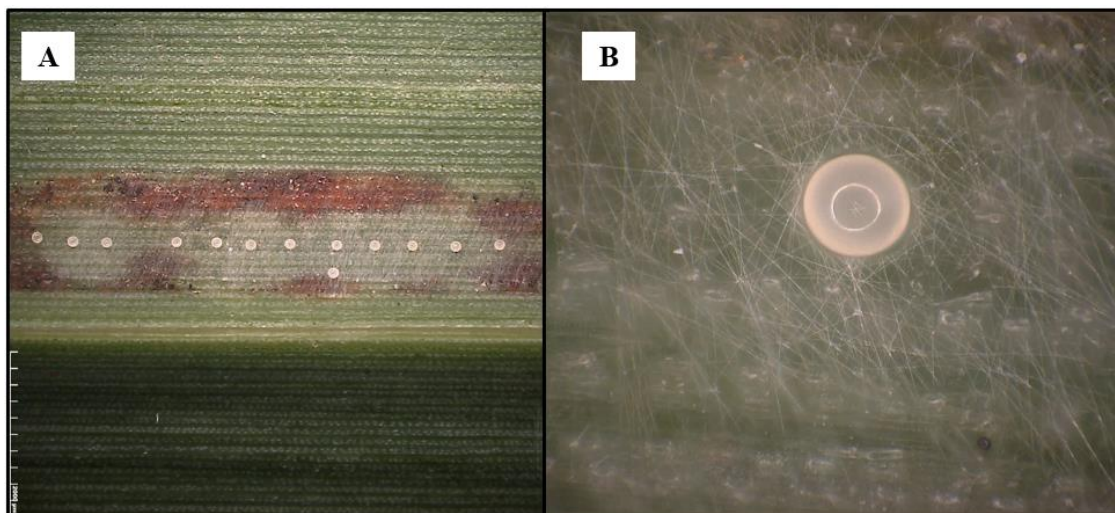


Figura 5. A) Disposição dos ovos de *S. sacharum* seguindo um padrão definido, sobre a folha de cana-de-açúcar. B) Detalhe do ovo, protegido pela teia. Piracicaba, 2024.

Outra característica da espécie que chama a atenção é o padrão no qual o ácaro-verde-da-cana tece suas teias. Saito (2010) descreveu que os ácaros apresentam diferentes tipos de teia. Para o *S. sacharum* o tipo de padrão produzido pode ser classificado como WN (*web-nestling*), teia em forma de “ninho” (Figura 6). Ainda, as teias produzidas por *S. sacharum* podem ser subclassificadas em WN-u, onde os ácaros sempre se alimentam e caminham sob a teia. Além disso os ovos são sempre cobertos pela teia.

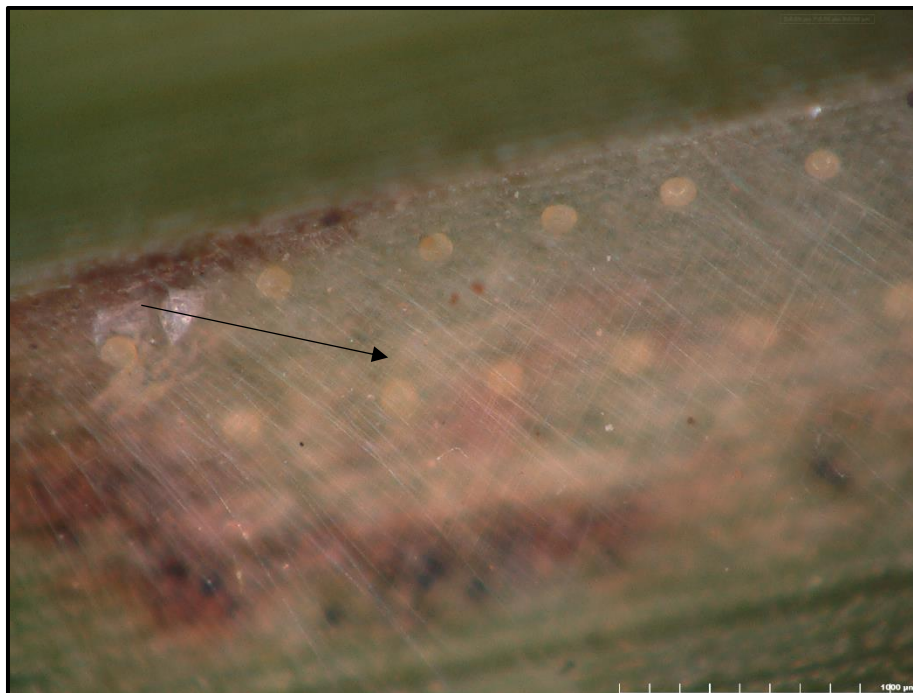


Figura 6. Detalhe da alta densidade de teias, a qual os fios se cruzam formando “ninhos”. Piracicaba, 2024.

Foi estabelecida a duração de cada fase do ácaro delimitadas pela ocorrência da ecdise. Este processo envolve a presença de não mobilidade do ácaro, de duração variável, conhecido como período quiescente. Silva e Andrade (2021) verificaram que *S. sacharum* durante o desenvolvimento passa pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (macho e fêmea) (Figura 7), bem como as fases estacionárias, protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida. É importante ressaltar que o ciclo biológico é inerente à espécie, mas é influenciado por diversos fatores, como temperatura, umidade, planta hospedeira, entre outros (ALVES et al., 2004).

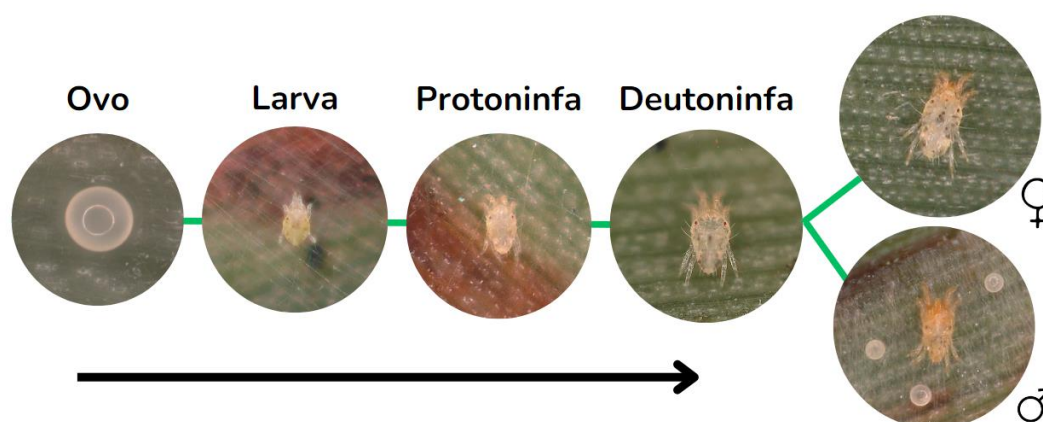


Figura 7. Ilustração esquemática do ciclo biológico do ácaro *Schizotetranychus sacharum* em cana-de-açúcar com as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (fêmea e macho), respectivamente.

A duração do período de incubação foi de 6,32 dias, larval de 1,94 dias, protoninfa de 3,09 dias, deutoninfa de 4,24 dias e a duração do ciclo completo (ovo a adulto) foi de 9,3 dias. A taxa de sobrevivência das fases imaturas foi de 0,7 (Tabela 2).

Tabela 2. Média ($\pm$ EP) de duração dos estágios imaturos de *Schizotetranychus sacharum* ($n = 110$) à 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

Estágio	Tempo (dias)
Ovo	$6,32 \pm 0,051$
Larva	$1,94 \pm 0,034$
Protoninfa	$3,09 \pm 0,055$
Deutoninfa	$4,24 \pm 0,057$
Duração do estágio imaturo	$9,30 \pm 0,208$
Taxa de sobrevivência	0,70

Os erros padrões (EP) foram estimados usando 100.000 bootstraps e comparados pelo teste de bootstrap, pareado com nível de significância de 5% ($n = 110$).

Comparando-se os parâmetros do ciclo biológico de *S. sacharum* com *S. andropogoni*, observou-se que o ciclo biológico destes ácaros é relativamente semelhante (Tabela 3). O ciclo do ácaro presente na Índia é mais rápido, isso pode estar ligado a temperatura mais alta (28,2°C), na qual foi realizado o estudo de biologia, pois a temperatura influencia na duração das fases de desenvolvimento, na longevidade de fêmeas e no período de oviposição (BERTOLLO, 2007; KARTHICK et al., 2019).

Tabela 3. Comparativo entre a duração dos períodos imaturos de *Schizotetranychus sacharum* e *Schizotetranychus andropogoni*.

Estágio	Tempo (dias)	
	<i>S. sacharum</i> *	<i>S. andropogoni</i> **
Ovo	6,32 ± 0,051	3,44 ± 0.07
Larva	1,94 ± 0,034	1,82 ± 0.03
Protoninfa	3,09 ± 0,055	2,89 ± 0.07
Deutoninfa	4,24 ± 0,057	3,23 ± 0.05
Ovo - Adulto	9,30 ± 0,208	11.13 ± 0.90

*Média (±EP) de duração dos estágios imaturos de *Schizotetranychus sacharum* (n = 110) à 25 ± 1 °C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

** Estudo sobre a biologia de *Schizotetranychus andropogoni* em três variedades de cana-de-açúcar (a 28,2°C e 75 ± 1% de umidade relativa) (KARTHICK et al., 2019).

O período de pré-oviposição (APOP) refere-se ao intervalo de tempo entre a maturidade sexual de um organismo e o início da postura de ovos. A duração desse período pode variar significativamente entre as espécies e está sujeita a influências ambientais, como temperatura, disponibilidade de alimentos e condições de habitat, bem como a fatores internos, incluindo a genética e a saúde do organismo. O período de pré-oviposição total (TPOP) é uma medida mais abrangente que inclui não apenas o período de pré-ovoposição, neste caso compreende o período desde a eclosão do ovo que deu origem a larva (OLIVEIRA; SANTOS, 2005) (Tabela 4).

Os períodos de pré-oviposição (APOP) e de pré-oviposição total (TPOP) foram de 0,80 e de 16,43, respectivamente. A média de longevidade de fêmeas foi de 18,62 dias, sendo 4,31 dias de oviposição das fêmeas e fecundidade 9,36 ovos.

Tabela 4. Média ($\pm$ EP) da duração dos períodos de pré-oviposição (APOP), pré-oviposição total (TPOP), longevidade, dias de oviposição e fecundidade de *Schizotetranychus sacharum* à 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

Parâmetros	Tempo (dias)
APOP (dias)	0,80 $\pm$ 0,091
TPOP (dias)	16,43 $\pm$ 0,166
Longevidade de adultos (dias)	18,62 $\pm$ 0,806
Dias de oviposição	4,31 $\pm$ 0,187
Fecundidade (ovos/fêmea)	9,36 $\pm$ 0,465

Os erros-padrões (EP) foram estimados usando 100.000 bootstraps e comparados pelo teste de bootstrap, pareado com nível de significância de 5% (n = 110).

A taxa reprodutiva líquida, conhecida na ecologia e em estudos demográficos como R_0 , é uma medida que reflete o número médio de descendentes que se espera que um indivíduo produza ao longo de sua vida. Ela gerou em média 4,318 descendentes por indivíduos, no caso da taxa intrínseca de aumento (r) é estabelecida como a razão máxima de crescimento alcançada por uma população com uma distribuição etária constante, sob uma configuração específica de condições físicas e temporais. Isso ocorre em condições ideais, incluindo espaço adequado, disponibilidade de alimento e na ausência de influências de outros fatores limitantes (RODRIGUES et al., 2003).

A taxa finita de aumento populacional " λ " é um fator que multiplica o tamanho da população diariamente, distinguindo-se de " r " pelo fato de ser uma medida de crescimento populacional finito, ao contrário de uma taxa de crescimento instantâneo (MARQUES et al., 2015). Por fim, o tempo médio de cada geração (T) descreve o intervalo médio de tempo entre o nascimento dos

pais e o nascimento de seus filhos, ou seja, a idade média em que os indivíduos de uma população reproduzem.

A taxa reprodutiva líquida R_0 gerou em média 4,318 descendentes por indivíduos, enquanto a taxa intrínseca de aumento (r) representou 7,241 dias. A taxa finita de aumento populacional (λ) teve duração de 1,075 dia. Por último, o tempo médio de cada geração (T) foi de 20,201 dias (Tabela 5).

Tabela 5. Média dos parâmetros de tabela de vida de *Schizotetranychus sacharum* à 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

Parâmetros	<i>Schizotetranychus sacharum</i>
R_0 (descendentes/ indivíduos)	4,318
r (dia ⁻¹)	7,241
λ (dia ⁻¹)	1,075
T (dia ⁻¹)	20,201

Os erros-padrões (EP) foram estimados usando 100.000 bootstraps e comparados pelo teste de bootstrap, pareado com nível de significância de 5%. R_0 = taxa reprodutiva líquida; r = taxa intrínseca de aumento; λ = taxa finita de aumento; T = tempo médio de geração.

As tabelas de vida são ferramenta fundamentais em ecologia, ajudam a entender a dinâmica populacional de uma espécie, ela fornece uma visão detalhada da mortalidade e sobrevivência de indivíduos em diferentes estágios da vida, além de poder incluir informações sobre fecundidade (PINTO-COELHO, 2009). Essas tabelas são cruciais para estudos de conservação e ciclo biológico de diversas espécies.

5. CONCLUSÕES

Após a conclusão do estudo, foi possível estabelecer a duração de cada estágio de desenvolvimento do ácaro *S. sacharum* em laboratório, utilizando folhas de cana-de-açúcar, bem como parâmetros de fecundidade, oviposição e longevidade da espécie.

O conhecimento desses dados influi diretamente em estudos de ecologia, onde pode se compreender melhor o hábito dessa espécie e dinâmica populacional. No que diz respeito ao manejo integrado de pragas (MIP), esse conhecimento auxilia a encontrar o melhor método de controle e amostragem, assim como, qual fase causa maior problema a cultura.

A abordagem do estudo é muito promissora, visto que o Brasil é referência no setor sucroenergético e a presença desses organismos em canaviais acende um alerta muito grande para a presente e futuras safras.

REFERÊNCIAS

ALVES, L.F.A. et al. Biologia e danos de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em *Ilex paraguariensis*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 71, n. 2, p. 211-214. 2004.

BAIRWA, B.; SINGH, R.N. Environmental effect on sugarcane leaf mite, *Schizotetranychus andropogoni* (Hirst) on sugarcane eco-system. **The Bioscan** v.8 p.1281-1284. 2013.

BARNERJEE, B. An Introduction to Agricultural Acarology: Biology and control of mite pests in the tropics. **Associated Publishing Co.** New Delhi 1-117. 2018.

BELARDO, G.C.; CASSIA, M.T.; SILVA, R.P. Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar. **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**. Jaboticabal. 608 p. 2015.

BERTOLLO, C. et al. Efeito da temperatura e do hospedeiro na biologia do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). 126f. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade de Passo Fundo – UPF. 2007.

CAMARGO, F. P. de et al. Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Intenção de Plantio do Ano Agrícola 2023/24 e Levantamento Final Ano Agrícola 2022/23, setembro de 2023. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 18, n. 12, dez. 2023, p. 1-14. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=16176>. Acesso em: 03 de junho de 2024.

CARBONARI, C.A.; MATOS, A.K.A.; BRITO, I.P.F.S.; VELINI, E.D.; DAYAN, F.E. Impact of green cane harvesting on pest management in sugarcane. **Outlooks Pest Managment**, v.31, p.64–73. 2020.

CARMONA, M.M., DIAS, J.C.S. Fundamentos de Acarologia Agrícola. **Fundação Calouste Gulbenkian**. Lisboa, 423pp.1996.

CARVALHO, N.L.; DE BARCELLOS, A.L.; BUBANS, V.E. Ácaros fitófagos em plantas cultivadas e os fatores que interferem em sua dinâmica populacional. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, v. 2, n. 7, p. 04-17, 2018.

CAVALIERI, K.M.V. et al. Qualidade física de três solos sob colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1541-1550, 2011.

CHERUBIN N. Tecnologia Agrícola – Ácaros e Broca peluda podem ser um perigo para a cana? Elaborada por **RPANEWS**. 2017. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/tecnologia-agricola-acaros-e-broca-peluda-podem-ser-umperigo-para-a-cana/>. Acesso em: 03 de junho de 2024.

CHI, H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology**, v.17, p.26–34, 1988.

CHI H.; LIU H. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulleti of the Institute of Zoology**, Academia Sinica 24: 225-240. 1985.

CHI, H. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis.<http://140.120.197.173/Ecology/prod02.htm>, 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v. 6 – safra 2022/2023, n. 4, Quarto Levantamento, Brasília, p. 1-58. 2023.

CONCEIÇÃO, L.L.; SILVA, C.M. O controle biológico e suas aplicações na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Campo Digital**, v. 6, n. 1, 2011.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J.M.G.; CARVALHO, P.A.M. Influência da época de colheita e do genótipo de cana-de-açúcar sobre a infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology** v.30, p.145–149, 2001.

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

DUARTE, M.E. 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. 2013.

EFRON B.; TIBSHIRANI R.J. An introduction to the bootstrap. New York: **Chapman & Hall**. 430 p. 1993.

GONÇALVES D., CUNHA U.S., RADAELLI T.F.S. Influence of different rice cultivars on *Schizotetranychus oryzae* Development. **Neotropical Entomology** 46:336-340. 2017.

GUEDES, R.N.C.; SMAGGHE. G.; STARK, J.D.; DESNEUX, N. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. **Annual Review of Entomology**, v.6, p.43-62, 2016.

HUANG, Y.B.; CHI, H. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age specific life tables to insect populations. **Insect Science** 19:263-273. 2012.

KARTHICK K.S., CHINNIAH C., RAMASUBRAMANIAN T., KALYANASUNDRAM M., DEVRAJAN K., VENKATARAMAN N.S. Studies on biology of leaf (or) web mite, *Schizotetranychus andropogoni* Hirst (Acari: Tetranychidae) on varieties of sugarcane. **Annals of plant protection sciences**, 27(2):220-225. 2019.

MARQUES, C.C. et al. Biologia e tabela de vida do ácaro predador *Euseius concordis* (CHANT, 1959) (Acari: Phytoseiidae) em pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 249-255, 2015.

MIGEON, A.; DORKELD, F. Spider Mites Web. Montpellier, France, 2011. Disponível em: <<http://www.catalogueoflife.org>>. Acesso em: 31 de dezembro de 2023.

MORAES J.G., FLECHTMANN C.H.W. Manual de Acarologia – Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 308p. 2008.

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

OLIVEIRA, M.R.V.; SANTOS, E. A. Biologia de *Allograpta exotica* (Wiedemann), *Taxomerus lacrymosus* (Bigot) (Diptera: Syrphidae) e de *Nephaspis hydra* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae), predadores de ovos e ninfas da mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**. 2005.

OTTO, R.; VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1137-1145, 2010.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em ecologia**. Artmed Editora, 3ª Edição. 576p. 2009.

RAMOS G., ANDRADE D.J., FLECHTMANN C.H.W. Detecção e comparação de sintomas entre *Oligonychus grypus* e *Schizotetranychus sacharum* em cana-de-açúcar. XXXV Congresso de Iniciação Científica da Unesp – CIC 2023: Poster. 2023

RODRIGUES, S.M.M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 637-642, 2003.

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

SAITO, Y. Plant mites and Sociality. Diversity and evolution. **Springer**, Tokyo, Japan. 187p., 2010.

SANTOS, F.A. et al. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química nova**, v. 35, p. 1004-1010, 2012.

SÃO PAULO. Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação do uso do fogo como método despalhador e facilitador do corte da cana-de-açúcar. São Paulo: **Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo**, 2002. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2002/lei-11241-19.09.2002.html>. Acesso em 04 de junho de 2024.

SILVA, D.P.N. Caracterização bioecológica, sintomatologia, avaliação biométrica e tecnológica de cana-de-açúcar com infestação do ácaro *Schizotetranychus sacharum* (Acari: Tetranychidae), 53f. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Estadual Paulista – Unesp Jaboticabal, 2021.

SILVA, D.P.N.; ANDRADE, D.J. Detection of *Schizotetranychus sacharum* (Acari: Tetranychidae) in a commercial nursery of pre-sprouted seedlings sugarcane. **Systematic & Applied Acarology**, v.27, p.619–624, 2022.

TÁVORA, F.L. História e economia dos biocombustíveis no Brasil. **Brasília, DF: Senado Federal**, 2011.

ZHAN, Y.; FAN, S.; ZHANG, M.; ZALOM, F. Modelling the effect of pyrethroid use intensity on mite population density for walnuts. **Pest Management Science**, v. 71, p.159-164, 2014.