

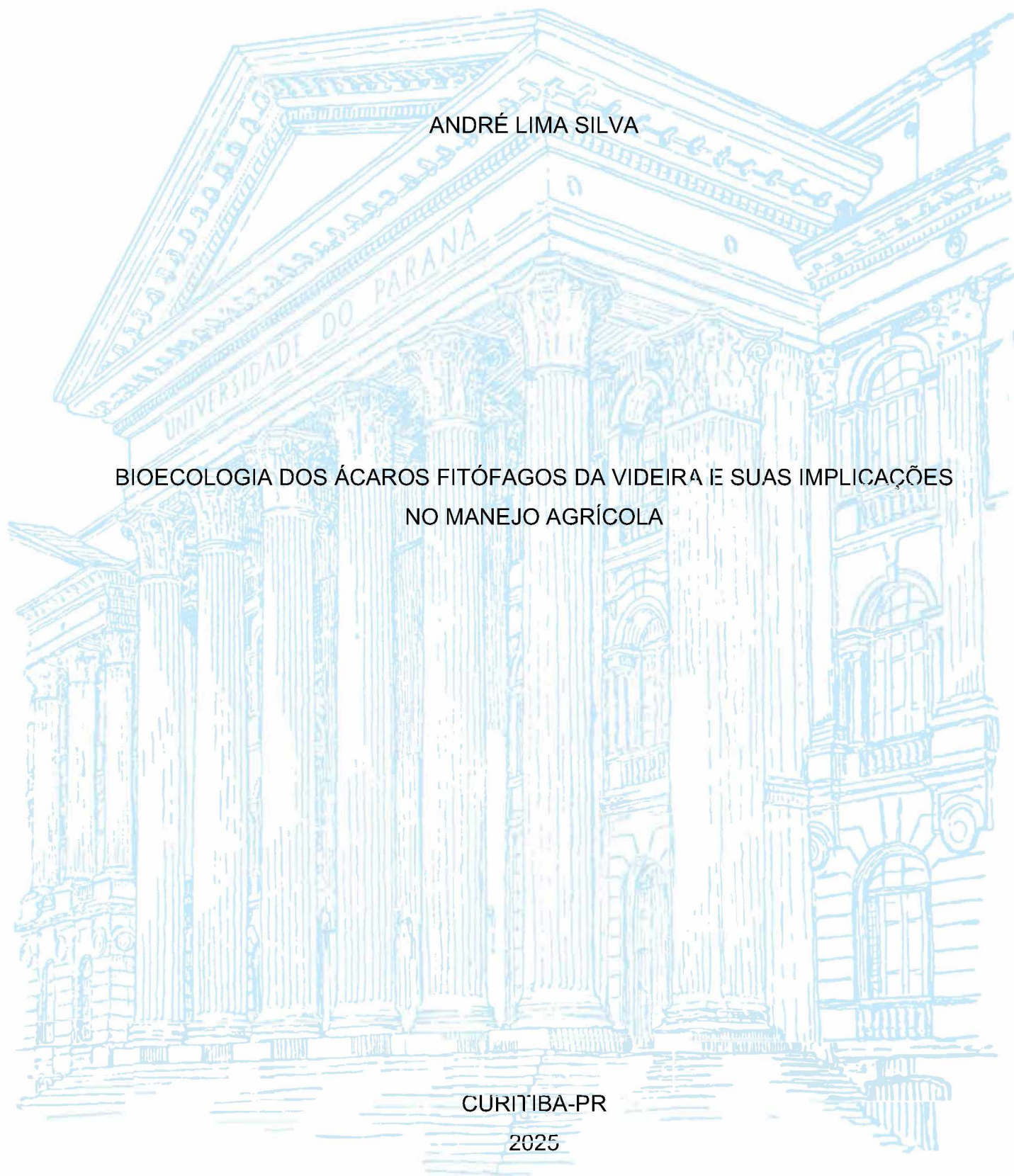
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ LIMA SILVA

BIOECOLOGIA DOS ÁCAROS FITÓFAGOS DA VIDEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES
NO MANEJO AGRÍCOLA

CURITIBA-PR

2025



ANDRÉ LIMA SILVA

BIOECOLOGIA DOS ÁCAROS FITÓFAGOS DA VIDEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES
NO MANEJO AGRÍCOLA

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade,
Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal
do Paraná, como requisito parcial à obtenção do
título de Especialista em Fitossanidade

Orientador: Prof. Dr. Joatan Machado da Rosa

CURITIBA-PR

2025

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho marca o encerramento de mais uma etapa importante na minha trajetória acadêmica e profissional, construída com esforço, dedicação e, especialmente, com o apoio de pessoas que desempenharam papéis fundamentais ao longo dessa jornada.

Com sincera gratidão, agradeço ao Prof. Dr. Joatan Machado, pela orientação segura, pelo olhar crítico e pelas contribuições valiosas que enriqueceram cada etapa desta pesquisa. Sua confiança depositada em meu trabalho foram essenciais para o alcance dos objetivos deste estudo.

Estendo meus agradecimentos a todos os professores (as) e colegas do curso de pós-graduação Lato Sensu em Fitossanidade, pelas discussões produtivas, pelo compartilhamento de conhecimentos e pelo convívio amigável que tornou esta jornada mais leve e enriquecedora.

À minha família, deixo minha mais profunda gratidão pelo apoio incondicional, pela paciência e por acreditarem em mim em todos os momentos, mesmo diante dos desafios ao longo dessa trajetória.

Registro, ainda, meu agradecimento à Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela excelência no ensino, pela estrutura oferecida e pelo ambiente acadêmico estimulante que proporcionou o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta etapa tão importante, meu sincero agradecimento.

RESUMO

A vitivinicultura é uma atividade agrícola de grande relevância econômica, social e ambiental, especialmente em regiões que dependem da produção de uvas para consumo *in natura*, fabricação de vinho e agroindústrias. Contudo, os sistemas produtivos enfrentam grandes dificuldades em virtude de fatores bióticos, sendo um dos principais, os ácaros fitófagos. Esses organismos diminuem significativamente a capacidade fotossintética das plantas, provocam estresse fisiológico e afetam diretamente a produtividade e qualidade das uvas. A pesquisa teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a bioecologia e o manejo de ácaros associados à cultura da videira, visando compreender os desafios fitossanitários e estratégias de controle aplicadas na produção da uva. O estudo incluiu publicações científicas de 2020 a 2025, seguindo os critérios do modelo PCC (População, Conceito e Contexto), que abrange pesquisas de laboratório, estudos de campo e revisões sistemáticas. Foram abordados tópicos como ciclo de vida, reprodução, variações sazonais, preferência alimentar, interações tritróficas e resistência a acaricidas. Ademais, discutiram-se também as principais estratégias de manejo, fundamentadas nos princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP): controle químico, controle biológico, além de práticas culturais que promovem o equilíbrio ecológico. A pesquisa possibilitou a análise das interações entre espécies fitófagas e predadoras no contexto do vinhedo, enfatizando a importância da estrutura e, também, da diversidade funcional para a resiliência do agroecossistema. O êxito no controle dos artrópodes depende da adoção de práticas integradas fundamentadas no conhecimento bioecológico, monitoramento contínuo, uso consciente de acaricidas e incentivo aos inimigos naturais, especialmente os ácaros predadores da família Phytoseiidae. Para assegurar a saúde do cultivo da videira e garantir a viabilidade econômica e ambiental da viticultura, é fundamental adotar práticas sustentáveis e adaptativas, baseadas no conhecimento bioecológico das espécies envolvidas.

Palavras-chave: Artrópodes fitófagos. Controle biológico. Entomologia agrícola. Fitossanidade. Manejo Integrado de Pragas.

ABSTRACT

Viticulture is an agricultural activity of great economic, social, and environmental importance, especially in regions that depend on the production of table grapes, wine production, and agribusiness. However, production systems face great difficulties due to biotic factors, one of the main ones being phytophagous mites. These organisms reduce the photosynthetic capacity of plants, causing physiological stress and directly affecting the productivity and quality of grapes. This study aimed to conduct a literature review on the bioecology and management of mites associated with grapevine cultivation, seeking to understand the phytosanitary challenges and control strategies applied in grape production. The review included scientific publications from 2020 to 2025, following the PCC model (Population, Concept, and Context), which encompasses laboratory research, field studies, and systematic reviews. The topics addressed included life cycle, reproduction, seasonal variations, feeding mechanisms, tritrophic interactions, and acaricide resistance. Additionally, the main management strategies were discussed within the framework of Integrated Pest Management (IPM), including chemical control, biological control, and cultural practices that promote ecological balance. The study enabled the analysis of interactions between phytophagous and predatory species within the vineyard context, emphasizing the importance of structural and functional diversity for agroecosystem resilience. Successful arthropod control depends on adopting integrated practices based on bioecological knowledge, continuous monitoring, judicious use of acaricides, and the conservation of natural enemies, especially predatory mites of the Phytoseiidae family. To ensure the health of grapevine cultivation and guarantee the economic and environmental viability of viticulture, it is essential to adopt sustainable and adaptive practices based on bioecological knowledge of the species involved.

Keywords: Phytophagous arthropods. Biological control. Agricultural entomology. Plant health. Integrated Pest Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da resposta antioxidante de <i>Tetranychus urticae</i> ao estresse térmico.....	19
Figura 2. Fêmeas adultas do ácaro <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Ácaro-rajado), juntamente com seus ovos	23
Figura 3. Sintomas nas folhas de videira atacadas pelo ácaro <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Ácaro-rajado).....	23
Figura 4. Aspectos morfológicos e <i>Panonychus ulmi</i> Koch em plantas hospedeiras	24
Figura 5. Sintomas nas folhas de videira atacadas pelo ácaro <i>Panonychus ulmi</i> Koch (Ácaro-vermelho-europeu) no período de 30 dias	25
Figura 6. Sintomas nas folhas de videira atacadas pelo ácaro <i>Calepitrimerus vitis</i> (Ácaro-da-ferrugem-da-videira)	26
Figura 7. <i>Polyphagotarsonemus latus</i> adulto e seus ovos.....	27
Figura 8. Sintomas em videiras atacadas pelo ácaro <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Ácaro-tropical)	27

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

MDA - MALONDIALDEÍDO;

GPX - GLUTATIONA PEROXIDASE;

GST - GLUTATIONA S-TRANSFERASE;

MIP - MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS;

PCA - ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS;

PCC - POPULAÇÃO, CONCEITO E CONTEXTO;

ROS - ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	13
Objetivo Geral	13
Objetivos Específicos.....	13
2 METODOLOGIA.....	14
2.1 TIPO DE ESTUDO E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	14
2.2 FONTES DE INFORMAÇÃO E ESTRATÉGIAS DE BUSCA.....	15
2.3 PROCESSO DE SELEÇÃO E EXTRAÇÃO DOS DADOS.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 BREVE HISTÓRICO E PANORAMA DA VITIVINICULTURA	16
3.2 ESPÉCIES DE ÁCAROS EM VIDEIRAS.....	17
3.3 BIOECOLOGIA DOS ÁCAROS FITÓFAGOS DA VIDEIRA.....	21
3.3.1 <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Ácaro-rajado)	22
3.3.2 <i>Panonychus ulmi</i> Koch (Ácaro-vermelho-europeu)	24
3.3.3 <i>Calepitrimerus vitis</i> (Ácaro-da-ferrugem-da-videira).....	25
3.3.4 <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Ácaro-tropical)	26
3.4 MANEJO E CONTROLE DE ÁCAROS NA CULTURA DA UVA.....	28
3.4.1 Manejo e controle do ácaro <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Ácaro-rajado).....	29
3.4.2 Manejo e controle do ácaro <i>Panonychus ulmi</i> Koch (Ácaro-vermelho-europeu).....	30
3.4.3 Manejo e controle do ácaro <i>Calepitrimerus vitis</i> (Ácaro-da-ferrugem-da-videira).....	31
3.4.4 Manejo e controle do ácaro <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Ácaro-tropical)	32
4 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A viticultura representa uma atividade agrícola de grande relevância estratégica, destacando-se pelo impacto econômico e socioambiental nos principais polos produtores em todo o mundo (Martins *et al.*, 2024; Regus *et al.*, 2024). O crescimento da demanda por uvas *in natura*, vinhos e subprodutos vitivinícolas tem impulsionado a adoção de sistemas produtivos tecnologicamente avançados, visando atender às exigências do mercado e otimizar a produção. (Roselli *et al.*, 2020; Pisciotta; Barone; Lorenzo, 2022; Romero; Navarro; Ordaz, 2022).

No entanto, a eficiência produtiva está intrinsecamente associada ao controle de fatores bióticos que comprometem a sanidade das videiras. Dentre esses, os ácaros fitófagos destacam-se pela capacidade de causar danos diretos e indiretos à cultura da uva, afetando o desenvolvimento vegetativo, a qualidade dos frutos e, consequentemente, a rentabilidade da produção (Möth *et al.*, 2021; Kemerich *et al.*, 2022). Conforme observado por Rupawate *et al.* (2023), esses artrópodes possuem elevada plasticidade ecológica e frequentemente passam despercebidos em estágios iniciais de infestação, o que dificulta intervenções precoces e eficazes.

As espécies de ácaros associadas à viticultura pertencem, majoritariamente, às famílias Tetranychidae, Eriophyidae e Phytoseiidae, englobando tanto os organismos fitófagos quanto os predadores naturais (Chatti *et al.*, 2017; Monjarás-Barrera *et al.*, 2022). A identificação taxonômica precisa e o conhecimento detalhado dos aspectos bioecológicos dessas espécies, como ciclo de vida, preferências alimentares, dinâmica populacional e interações interespecíficas, são fundamentais para a elaboração de estratégias de controle eficazes e racionais (Maino *et al.*, 2024).

Vermaak *et al.* (2021) enfatizam que a compreensão dos aspectos bioecológicos dos ácaros vitícolas requer um estudo detalhado e aprofundado de seus ciclos ontogenéticos, exigências abióticas, padrões de dispersão e mecanismos adaptativos de sobrevivência. Esses conhecimentos são fundamentais para a elaboração de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), que integram diferentes táticas de controle químico, biológico, comportamental e cultural, objetivando otimizar a eficiência agrônômica, garantindo a viabilidade econômica do sistema produtivo e assegurando a sustentabilidade ambiental (Deguine *et al.*, 2021). Além disso, o domínio desses parâmetros permite antecipar flutuações populacionais e implementar medidas de controle preventivas, reduzindo a pressão seletiva sobre

as populações de ácaros e mitigando os riscos de colapsos ecológicos nos vinhedos (Stastny; Corley; Allison, 2024).

O manejo fitossanitário de ácaros na viticultura exige uma abordagem holística, multifatorial e adaptativa, que considere, simultaneamente, a ecologia das populações de pragas, os fatores edafoclimáticos e os sistemas de cultivo. A integração de práticas fundamentadas no monitoramento sistemático, na seleção criteriosa de agentes de controle e na promoção de condições favoráveis à atuação de inimigos naturais, configura-se como um caminho promissor para garantir rentabilidade e a sustentabilidade da produção vitícola (Maicas; Mateo, 2020).

Pesquisas recentes têm contribuído para o aprimoramento das estratégias de controle, com ênfase em práticas seletivas, preventivas e baseadas em indicadores ecológicos, o que fortalece a transição para sistemas agrícolas mais resilientes e ambientalmente sustentáveis (Deguine *et al.*, 2021; Vermaak *et al.*, 2021; Ji *et al.*, 2024). Essas abordagens inovadoras visam reduzir o uso de pesticidas, promovendo o controle natural das pragas e melhorando a saúde dos ecossistemas agrícolas.

Por fim, este trabalho buscou explorar a temática: bioecologia e manejo de ácaros associados à cultura da videira, com o objetivo de compreender os desafios fitossanitários e as estratégias de controle aplicadas na produção de uvas. A pesquisa enfatizou a importância de aprofundar o conhecimento sobre as interações entre ácaros, as videiras e o ambiente, a fim de promover a identificação de estratégias de controle e práticas de manejo integrado de pragas, que favoreçam a sustentabilidade e a eficiência na vitivinicultura.

1.1 JUSTIFICATIVA

A vitivinicultura representa uma atividade de grande relevância socioeconômica e ambiental, especialmente no contexto da agricultura brasileira, contribuindo para a geração de empregos, diversificação produtiva, desenvolvimento local e regional. Entretanto, a produção vitícola enfrenta severas limitações fitossanitárias, dentre as quais se destacam os ácaros fitófagos. Esses organismos apresentam elevada plasticidade fenotípica, alta taxa de reprodução e boa capacidade de dispersão, características estas que favorecem sua adaptação a diferentes ambientes agrícolas e dificultam o seu controle eficiente.

Neste contexto, o aprofundamento do conhecimento acerca da bioecologia dos ácaros associados à videira é imprescindível para a formulação de estratégias de controle fundamentadas no Manejo Integrado de Pragas (MIP). A caracterização de aspectos como o ciclo de vida, padrões sazonais de infestação, interações tritróficas e influência de fatores abióticos constitui a base essencial para intervenções agrônômicas mais precisas e sustentáveis.

Apesar da relevância agrônômica e econômica dos ácaros fitófagos na viticultura, verifica-se uma lacuna na literatura técnico-científica no que se refere à sistematização e à atualização das informações sobre as espécies envolvidas, sua distribuição, biologia, e os métodos de controle atualmente utilizados. Desse modo, a presente pesquisa justifica-se pela necessidade de identificar os principais entraves fitossanitários relacionados aos ácaros da videira, fornecendo subsídios científicos para o desenvolvimento e aprimoramento de práticas de manejo integradas. Ademais, alinha-se aos princípios da sustentabilidade e da intensificação ecológica da produção agrícola, com foco na conservação da biodiversidade e na mitigação de impactos ambientais negativos.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a bioecologia e o manejo de ácaros associados à cultura da videira, visando compreender os desafios fitossanitários e estratégias de controle aplicadas na produção da uva.

Objetivos Específicos

- Apresentar um panorama histórico e atual da vitivinicultura no Brasil e no mundo, destacando sua importância econômica, social e produtiva;
- Relatar os principais desafios fitossanitários enfrentados na cultura da videira, com foco nos danos causados por ácaros fitófagos;
- Descrever as principais espécies fitófagas e predadoras de ácaros associadas à cultura da uva;
- Levantar informações sobre os aspectos bioecológicos dos ácaros fitófagos, como ciclo de vida, reprodução, sazonalidade e fatores ambientais;
- Analisar os tipos de danos causados por ácaros na planta hospedeira, os sintomas visíveis nas videiras e as implicações na produtividade e na qualidade das uvas;
- Avaliar as principais estratégias de manejo utilizadas no controle de ácaros em videiras, incluindo métodos culturais, químicos, biológicos e práticas integradas no contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO DE ESTUDO E CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão narrativa e integrada da literatura, com propósito de reunir, organizar e analisar criticamente os conhecimentos científicos disponíveis acerca da bioecologia e das estratégias de manejo de ácaros fitófagos associados à cultura da videira (*Vitis vinifera* L.). A escolha por essa abordagem visa fornecer um panorama abrangente sobre os desafios fitossanitários enfrentados na viticultura, com ênfase na atuação desses artrópodes como agentes bióticos limitantes da produtividade.

O recorte temporal da revisão compreendeu o período de 2020 a 2025, estabelecido com o intuito de contemplar os avanços mais relevantes registrados nos últimos anos quanto à taxonomia, a dinâmica populacional, a interação com o ambiente e os métodos de controle de ácaros fitófagos em sistemas vitícolas. A delimitação desse intervalo também reflete a intensificação das pesquisas voltadas à sustentabilidade do manejo fitossanitário em fruticultura temperada e subtropical.

A definição dos critérios de elegibilidade foi orientada pelo modelo PCC (População, Conceito e Contexto), conforme proposto por Peters *et al.* (2015):

População: estudos sobre ácaros fitófagos e predadores associados à videira, com ênfase em espécies das famílias Tetranychidae, Eriophyidae e Phytoseiidae.

Conceito: análise da biologia, ecologia, impacto agrônômico e estratégias de manejo dos ácaros em videiras.

Contexto: pesquisas conduzidas em ambientes laboratoriais, experimentais e comerciais, que abordem tanto a ocorrência quanto as táticas de controle desses organismos.

Foram incluídos estudos originais, revisões narrativas e sistemáticas, publicados entre 2020 e 2025, redigidos em português, inglês ou espanhol, com texto completo disponível e submetidos à revisão por pares.

Como critérios de exclusão, desconsideraram-se publicações sem foco em ácaros fitófagos ou predadores em viticultura, artigos indisponíveis na íntegra, estudos não revisados por pares e trabalhos com fragilidades metodológicas significativas.

2.2 FONTES DE INFORMAÇÃO E ESTRATÉGIAS DE BUSCA

A identificação das publicações relevantes foram realizadas por meio de buscas sistemáticas nas seguintes bases de dados digitais: Periódicos da CAPES, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO e Google Scholar.

A estratégia de busca foi conduzida em duas etapas. Na primeira, selecionaram-se descritores com base na literatura científica especializada, aplicando operadores booleanos para maximizar a recuperação de resultados pertinentes. As combinações utilizadas incluíram: (“ácaros fitófagos” OR “ácaros da videira” OR “Tetranychidae” OR “Eriophyidae”) AND (“manejo integrado” OR “controle biológico” OR “fitossanidade”) AND (“videira” OR “viticultura” OR “uva”).

Os critérios foram utilizados para restringir o período de publicação entre 2020 e 2025, bem como limitar os idiomas aos previamente especificados. Na segunda etapa, correspondente ao refinamento da busca, realizou-se a exclusão manual de registros duplicados, seguida da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, com o objetivo de assegurar a qualidade metodológica e a pertinência dos estudos incluídos na revisão.

2.3 PROCESSO DE SELEÇÃO E EXTRAÇÃO DOS DADOS

A seleção dos estudos foi executada em duas fases. Inicialmente, os títulos e resumos das publicações foram analisados conforme os critérios de elegibilidade previamente estabelecidos. Na sequência, os artigos potencialmente relevantes foram avaliados integralmente, com o objetivo de confirmar sua adequação aos objetivos propostos na presente revisão.

Posteriormente, os dados foram sistematizados e analisados de forma criteriosa e descritiva, possibilitando a identificação de lacunas no conhecimento, tendências de pesquisa e diretrizes para o aprimoramento das práticas de manejo de ácaros na vitivinicultura. A análise crítica considerou a robustez metodológica dos estudos, a qualidade, consistência dos achados e suas implicações para o manejo sustentável e integrado na viticultura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 BREVE HISTÓRICO E PANORAMA DA VITIVINICULTURA

A vitivinicultura é uma das atividades agrícolas mais antigas da humanidade. Segundo registros arqueológicos, ela teve suas origens nas regiões do Cáucaso e da Mesopotâmia (Breglia *et al.*, 2023). Ao longo da história, o cultivo da videira e a produção de vinho se expandiram pela bacia do Mediterrâneo, influenciados por civilizações como a egípcia, a grega e, principalmente, a romana, que tiveram papel central na difusão dessa atividade por toda a Europa (Fraga, 2020; Dressler, 2024). Com o passar dos séculos, essa atividade consolidou-se como um símbolo cultural e um importante componente do patrimônio histórico e socioeconômico de diversas regiões no mundo (Taskesenlioglu *et al.*, 2022; Debbabi *et al.*, 2024).

Com a colonização europeia, a vitivinicultura foi introduzida nas Américas, onde passou por processos de adaptação a diferentes condições climáticas e ambientais (Gutiérrez-Gamboa; Fourment, 2025). No Brasil, essa atividade consolidou-se especialmente a partir do final do século XIX, com a chegada de imigrantes italianos. Esses imigrantes estabeleceram-se, principalmente, na região Sul do país, onde encontraram condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo da uva (Vinciguerra *et al.*, 2021). Ao longo do tempo, a vitivinicultura passou por etapas de modernização tecnológica, profissionalização dos processos produtivos e expansão territorial. Atualmente, representa um segmento relevante do setor agrícola nacional e constitui um elemento marcante da identidade cultural e econômica de diversas regiões produtoras de uva (Khadatkar *et al.*, 2025).

Hodiernamente, a vitivinicultura desempenha um papel importante no desenvolvimento rural, sendo reconhecida por sua contribuição na criação de empregos, geração de renda e fortalecimento das economias locais e regionais (Huning; Wahl, 2025). Além disso, está estreitamente associada à agricultura familiar e ao turismo rural, promovendo a valorização das tradições e conhecimentos locais (Pulpón; Ruiz, 2022; Khadatkar *et al.*, 2025). A atividade também tem contribuído para a diversificação econômica das regiões agrícolas, estimulando o crescimento agroindustrial, melhorando a produtividade dos vinhedos e, consequentemente, a qualidade da produção (Barry *et al.*, 2025).

O setor vitivinícola apresenta uma distribuição geográfica bem seletiva, concentrando-se em regiões que oferecem condições edafoclimáticas favoráveis,

como boa incidência solar, variação térmica adequada e solos bem drenados (Vinciguerra *et al.*, 2021). Esses fatores têm impacto direto na qualidade do produto final e na competitividade dos vinhos nos mercados interno e externo (Bopp *et al.*, 2022; Gudei *et al.*, 2025). Apesar de enfrentar desafios relacionados ao clima, ao manejo fitossanitário e às sazonalidades de mercado, a vitivinicultura atual tem buscado respostas inovadoras, adotando avanços tecnológicos e práticas sustentáveis para assegurar sua continuidade e crescimento (Vagnoni *et al.*, 2024).

Em síntese, a vitivinicultura apresenta uma trajetória histórica consolidada, caracterizada pela integração entre tradição, processos produtivos adaptativos e avanços tecnológicos. Atualmente, configura-se como um setor dinâmico, de grande relevância socioeconômica e cultural para as regiões em que está presente (Wei *et al.*, 2023; Grechi *et al.*, 2024). Nesse cenário, é fundamental compreender os fatores bióticos que podem impactar a cultura, destacando-se, entre eles, os ácaros associados às videiras.

3.2 ESPÉCIES DE ÁCAROS EM VIDEIRAS

Os ácaros são minúsculos artrópodes que pertencem à ordem Acari, considerada uma das mais diversas e numerosas dentro da classe Arachnida, abrangendo espécies com ampla diversidade de hábitos ecológicos, incluindo formas fitófagas, predadoras, parasitárias e saprófitas. Do ponto de vista taxonômico, a classificação desses organismos é baseada, predominantemente, em características morfológicas, como a estrutura das quelíceras, o número e disposição das pernas, a conformação dos apêndices e os padrões de ornamentações dorsais e ventrais. Esses critérios são fundamentais para a delimitação das diferentes famílias e gêneros (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024).

No contexto agrícola da produção de uvas, destacam-se, em especial, os ácaros fitófagos das famílias Tetranychidae e Eriophyidae, bem como os ácaros predadores das famílias Phytoseiidae e Tydeidae. Estes últimos exercem papel essencial no controle biológico natural e no manejo integrado de pragas, contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico nos vinhedos (Möth *et al.*, 2021).

As famílias Tetranychidae e Eriophyidae são compostas por espécies fitófagas, responsáveis por danos diretos às plantas, enquanto a família Phytoseiidae agrupa ácaros predadores, que desempenham um papel crucial no controle biológico dos fitófagos (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024). Nesse sentido, Inak *et al.* (2022) e

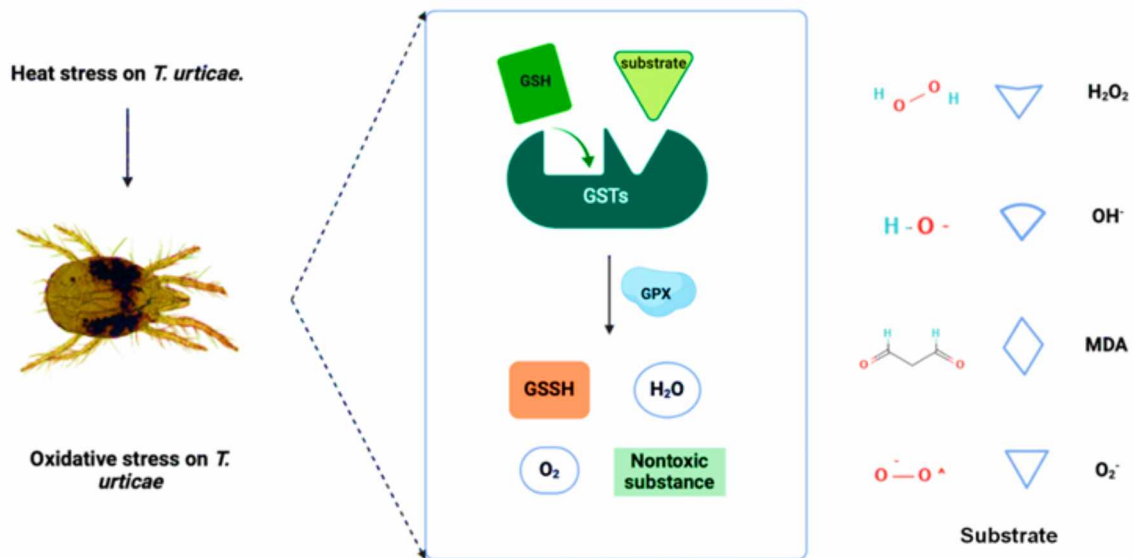
Mushtaq *et al.* (2023) destacam que a correta identificação taxonômica das espécies é um requisito indispensável para a efetividade dos programas de manejo integrado de pragas (MIP), visto que cada espécie apresenta especificidades comportamentais, ciclos biológicos distintos e diferentes níveis de susceptibilidade aos métodos de controle disponíveis na atualidade.

No Brasil, a produção vitícola é impactada pela ação de ácaros fitófagos, cujos danos se manifestam nas folhas, pecíolos e frutos, comprometendo tanto a produtividade quanto a qualidade das uvas destinadas ao consumo *in natura* ou à vinificação (Silva *et al.*, 2020; Kemerich *et al.*, 2022). Dentre os principais fitófagos, destaca-se o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch), amplamente reconhecido pela elevada fecundidade, rápido ciclo de vida e pela notável capacidade de desenvolver resistência aos principais acaricidas disponíveis no mercado. Essas características tornam essa espécie um desafio para o manejo fitossanitário (Adesanya *et al.*, 2021).

A capacidade adaptativa de *T. urticae* frente a condições ambientais adversas, como o aumento da temperatura, constitui um dos fatores determinantes para seu sucesso como praga agrícola. Sob estresse térmico, o ácaro desencadeia um processo de estresse oxidativo, caracterizado pela produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (ROS), como peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ânion superóxido (O_2^-) e radicais hidroxila (OH^-), além de peróxidos lipídicos como o malondialdeído (MDA) (Zhu *et al.*, 2024).

A Figura 1 ilustra a atuação das enzimas glutathione S-transferases (GSTs) e glutathione peroxidase (GPX) como um mecanismo antioxidante essencial na resposta do *T. urticae* ao estresse oxidativo. O aumento da temperatura induz a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), como peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ânion superóxido (O_2^-) e malondialdeído (MDA), resultando em estresse oxidativo. As enzimas glutathione S-transferase (GST) e glutathione peroxidase (GPX), juntamente com o glutathione GSH, atuam na neutralização desses compostos, convertendo-os em substâncias não tóxicas, contribuindo para a sobrevivência do ácaro em ambientes com temperaturas elevadas. Essa resposta molecular reduz a sensibilidade térmica de *T. urticae* e representa uma importante barreira ao controle químico, especialmente em cenários de aquecimento global e estresse climático, frequentemente observados nos agroecossistemas vitícolas (Zhu *et al.*, 2024).

Figura 1. Representação esquemática dos principais mecanismos antioxidantes em *Tetranychus urticae* sob estresse térmico



Fonte: Adaptado de Zhu *et al.* (2024).

Outro ácaro de relevância agrícola é *Panonychus ulmi* Koch, popularmente conhecido como ácaro-vermelho-europeu (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2021). Essa espécie se alimenta do conteúdo celular das folhas, causando necrose tecidual, levando à queda prematura das folhas, redução da área fotossintética e, consequentemente, prejuízos ao desenvolvimento vegetativo e à qualidade dos frutos (Kemerich *et al.*, 2022; Joshi; Phan; Biddinger, 2023). O maior número de ovos é depositado nas folhas jovens da videira, sendo que os ataques iniciais se caracterizam por pontuações cloróticas, que evoluem para manchas necróticas e bronzeamento das folhas. Esses ataques são frequentemente observados em reboleiras no vinhedo (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2021). Sharma (2023) enfatiza que tais danos são preocupantes em culturas perenes, nas quais o equilíbrio fisiológico da planta é crucial para assegurar a sua longevidade, a produtividade e a qualidade da produção.

Panonychus ulmi instala-se preferencialmente na face adaxial das folhas, onde forma colônias densas e deposita seus ovos em grupos, facilitando a detecção em casos de altas infestações. Os ataques dessa espécie reduzem a taxa fotossintética das plantas e aceleram a senescência foliar, comprometendo o acúmulo de açúcares nos frutos, o que afeta diretamente a qualidade das uvas destinadas à vinificação.

Além disso, *P. ulmi* apresenta flutuações sazonais e pode desenvolver resistência a acaricidas, tornando seu controle bastante desafiador (Sharma, 2023).

O ácaro *Calepitrimerus vitis* da família Eriophyidae, conhecido como Ácaro-da-ferrugem-da-videira (Rufato *et al.*, 2021), está presente em diversas regiões vitícolas do mundo e pode causar perdas econômicas significativas devido ao impacto negativo sobre o crescimento e a produtividade das videiras (Cooper *et al.*, 2020). Esse ácaro foi relatado pela primeira vez no Brasil, especificamente no Rio Grande do Sul, em 1951, associando-se ao raquitismo das plantas e à redução no crescimento das bagas (Rufato *et al.*, 2021). Esses ácaros perfuram as células epidérmicas das folhas e alimentam-se do conteúdo intracelular, causando manchas de coloração parda. Em infestações intensas, pode ocorrer o bronzeamento das folhas, que secam e apresenta um aspecto coriáceo, com a parte abaxial acinzentada (Rufato *et al.*, 2021).

Além dos ácaros fitófagos das famílias Tetranychidae, Eriophyidae, destaca-se o ácaro *Polyphagotarsonemus latus*, da família Tarsonemidae, que está entre as espécies mais abundantes registradas em videiras americanas *Vitis labrusca* L. (Vitaceae), cultivadas para a produção de sucos e vinhos no Rio Grande do Sul (Silva *et al.*, 2020). Porém, não há relatos recentes sobre os danos causados por essa espécie de ácaro na cultura da uva. Os ataques desses ácaros comprometem parâmetros físico-químicos e sensoriais das uvas, como firmeza, cor e aroma, além de afetar compostos bioativos (Kemerich *et al.*, 2022). Como consequência, há uma redução direta na qualidade do vinho, impactando negativamente toda a cadeia produtiva do setor vitivinícola.

Por outro lado, a presença de ácaros predadores desempenha um papel fundamental na manutenção do equilíbrio biológico nos sistemas vitícolas. As famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae incluem predadores altamente eficientes no controle de ácaros fitófagos, com destaque para as espécies como *Euseius mesembrinus* (Dean), *Agistemu riograndensis* Johann & Ferla, *Tydeus californicus* (Banks), *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) e *Tarsonemus* sp. (Silva *et al.*, 2023).

Esses inimigos naturais desempenham um papel decisivo na supressão das populações de ácaros-praga por meio da predação direta, contribuindo significativamente para a redução da dependência de acaricidas sintéticos. Isso traz benefícios consideráveis para a sustentabilidade agrícola e ambiental, segurança alimentar e a viabilidade econômica dos sistemas produtivos (Möth *et al.*, 2021).

O sucesso do controle biológico, contudo, está diretamente associado à adoção de práticas culturais que favoreçam a conservação e o aumento da diversidade dos inimigos naturais. Isso inclui o manejo adequado da cobertura vegetal, a redução do uso indiscriminado de defensivos químicos, bem como o monitoramento sistemático das populações de pragas e predadores (Cortez-Madrigal; Gutiérrez-Cárdenas, 2023).

Pesquisas recentes enfatizam a importância de compreender as interações tróficas, os fatores abióticos e os efeitos das mudanças climáticas sobre a dinâmica populacional dos ácaros em vinhedos. Fatores como variações sazonais, estresse hídrico e elevação da temperatura no globo terrestre podem alterar o equilíbrio entre pragas e seus inimigos naturais, exigindo abordagens de manejo cada vez mais integradas e adaptativas (Möth *et al.*, 2021; Malagnini *et al.*, 2022).

Simultaneamente, o avanço das ferramentas moleculares tem revolucionado a identificação e o monitoramento das espécies de ácaros, proporcionando maior precisão no diagnóstico e, consequentemente, subsidiando tomadas de decisão mais eficientes e sustentáveis no manejo. Diante desse cenário, torna-se imprescindível compreender não somente a ocorrência das espécies, mas também os aspectos relacionados à sua bioecologia, elemento fundamental para a definição de estratégias de controle mais eficientes e eficazes (Zhao *et al.*, 2020; Rako *et al.*, 2023).

3.3 BIOECOLOGIA DOS ÁCAROS FITÓFAGOS DA VIDEIRA

Os ácaros fitófagos associados à cultura da videira apresentam uma bioecologia altamente dinâmica e adaptável, caracterizada por ciclos de vida curtos, elevada taxa reprodutiva e expressiva plasticidade ecológica (Silva *et al.*, 2020). De maneira geral, o desenvolvimento desses organismos abrange os estágios de ovo, larva, ninfa (geralmente com dois estágios ninfais) e adulto (Moraes; Castilho; Flechtmann, 2024), sendo que a duração de cada fase é fortemente modulada por fatores abióticos, especialmente temperatura e umidade relativa (Al-Sweedi *et al.*, 2022; Baghlani; Namaghi; Fekrat, 2023). Além disso, muitas espécies apresentam tanto reprodução sexuada quanto partenogenética, contribuindo significativamente para o aumento acelerado das populações e para a rápida ocupação das áreas cultivadas, especialmente sob condições ambientais favoráveis (Vadher *et al.*, 2024).

A dinâmica populacional desses ácaros é sensível às variações sazonais e às práticas de manejo agrícola. O manejo da cobertura vegetal, o uso de defensivos e as características microclimáticas do vinhedo exercem influência direta sobre a flutuação

das populações, contribuindo para o surgimento de surtos em determinadas épocas do ano (Möth *et al.*, 2021; Ersin; Turanli; Cakmak, 2021).

Do ponto de vista ecológico, as interações entre os ácaros e a planta hospedeira são altamente especializadas. A alimentação desses ácaros ocorre por meio das quelíceras, estruturas especializadas que perfuram as células epidérmicas da folha, possibilitando a sucção do conteúdo intracelular. Esse mecanismo provoca a degradação dos tecidos vegetais e desencadeia respostas bioquímicas na planta, como o acúmulo de compostos fenólicos, a ativação de vias de defesa e alterações no metabolismo fotossintético (García *et al.*, 2020; Araújo *et al.*, 2020).

Considerando os impactos econômicos e agrônômicos causados por esses organismos na viticultura, a seguir, serão apresentados os principais aspectos bioecológicos de *Tetranychus urticae*, *Panonychus ulmi* e *Calepitrimerus vitis*, espécies que representam as principais ameaças fitossanitárias à cultura da videira.

3.3.1 *Tetranychus urticae* Koch (Ácaro-rajado)

Tetranychus urticae Koch caracteriza-se como espécie cosmopolita e polífaga, considerada um dos principais ácaros fitófagos, que se alimenta de centenas de plantas hospedeiras e produz danos significativos (Assouguem *et al.*, 2022). Seu ciclo de vida é bastante curto, podendo ser concluído em 7 a 14 dias, sob temperaturas entre 25 °C e 30 °C, com redução significativa do período de desenvolvimento em condições de clima seco e quentes (Vadher *et al.*, 2024). A reprodução ocorre predominantemente de forma sexuada, embora a partenogênese arrenótoca (produção de machos a partir de ovos não fecundados) também seja observada, o que favorece a rápida expansão populacional (Li; Zhang, 2021).

Do ponto de vista ecológico, *T. urticae* é altamente favorecida por ambientes de baixa umidade relativa e temperaturas elevadas, condições que reduzem a eficiência dos inimigos naturais e aumentam sua taxa reprodutiva (Ersin; Turanli; Cakmak, 2021). Sua dispersão ocorre, principalmente, por meio de teias, que também proporcionam proteção contra predadores, defensivos químicos e intempéries climáticas (Li; Zhang, 2021).

O ácaro-rajado coloniza preferencialmente a face abaxial das folhas da videira. Os indivíduos apresentam coloração amarelo-esverdeada, com duas manchas escuras distintas localizadas no dorso. Trata-se de um organismo de pequeno porte: as fêmeas medem cerca de 0,5 mm de comprimento, enquanto os machos atingem

aproximadamente 0,3 mm (Rufato *et al.*, 2021). A Figura 2 ilustra fêmeas adultas do ácaro-rajado acompanhadas de seus ovos.

Figura 2. Fêmeas adultas do ácaro *Tetranychus urticae* (Ácaro-rajado), juntamente com seus ovos (A) e foto ampliada de *T. urticae* (B)



Foto: Mário E. Sato – Instituto Biológico

O dano causado pelo ácaro *Tetranychus urticae*, decorrente da alimentação intensa nas folhas, manifesta-se inicialmente como pontos cloróticos, que evoluem para amarelecimento generalizado, necrose, queda precoce das folhas e redução significativa da capacidade fotossintética. Infestações severas comprometem o desenvolvimento vegetativo, a maturação dos frutos e, conseqüentemente, afetam parâmetros qualitativos essenciais na produção de vinhos (Pereira *et al.*, 2021). A figura 3 ilustra os sintomas nas folhas de videiras atacadas pelo ácaro *T. urticae*.

Figura 3. Sintomas nas folhas de videira atacadas pelo ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Ácaro-rajado)



Fonte: Pereira *et al.* (2021)

3.3.2 *Panonychus ulmi* (Ácaro-vermelho-europeu)

A *Panonychus ulmi* apresenta uma bioecologia relativamente distinta de *T. urticae*, embora possua alguns aspectos relacionados à preferência por ambientes de temperaturas moderadas a altas e baixa altitude (Assouguem *et al.*, 2024). Seu ciclo de vida compreende os mesmos estágios básicos (ovo, larva, duas fases ninfais e adulto), sendo que os ovos, de coloração avermelhada, são preferencialmente depositados nas superfícies dos ramos durante os meses mais frios, conferindo à espécie a capacidade de sobreviver ao inverno na fase de diapausa (Joshi; Phan; Biddinger, 2023). A exposição ao frio é fundamental para a quebra da diapausa e eclosão dos ovos, com temperaturas entre 5 e 6 °C, sendo o limiar para o desenvolvimento pós-diapausa (Martínez-Villar *et al.*, 2024).

Figura 4. Macho (A) e fêmea (B) do ácaro-vermelho-europeu *Panonychus ulmi*

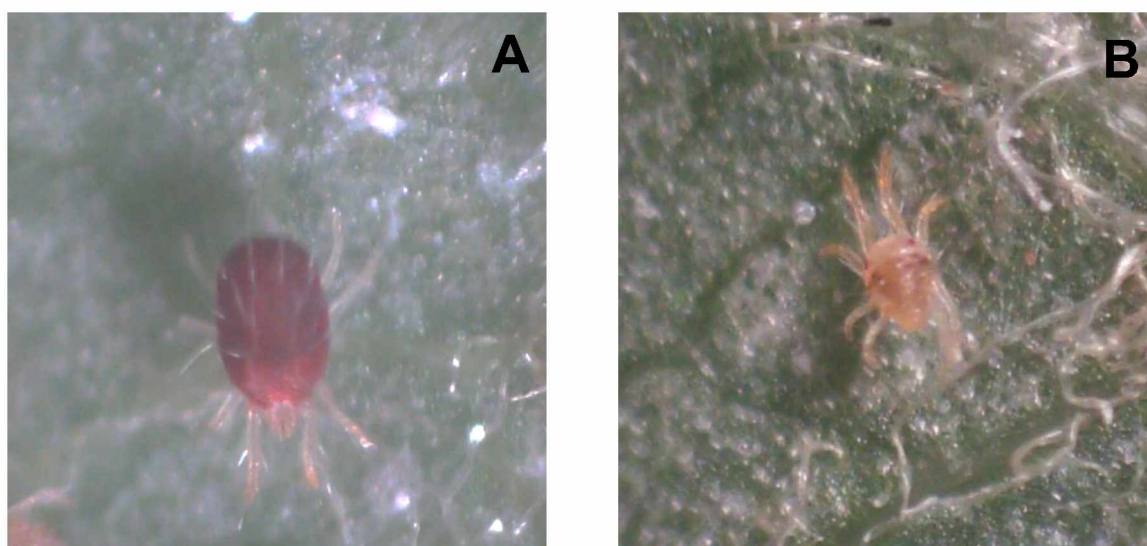
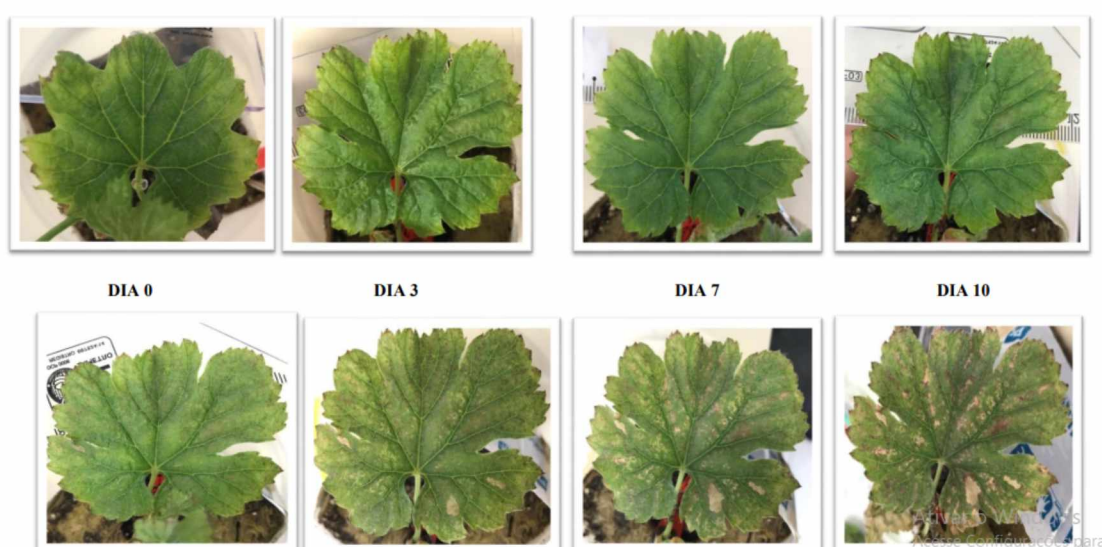


Foto: Vânia Sganzerla (UZUM Uva - embrapa)

A emergência das formas imaturas ocorre com o aumento das temperaturas na primavera, marcando o início das infestações. O desenvolvimento de *P. ulmi* é favorecido por temperaturas entre 18 °C e 27 °C, sendo que a alta umidade relativa atua como fator secundário na sua dinâmica populacional (Sharma, 2023). Além disso, são necessários entre 263 a 270 graus-dia para o desenvolvimento pós-diapausa (Martínez-Villar *et al.*, 2024). Diferentemente de *T. urticae*, *P. ulmi* não produz teias, o que o torna mais exposto a inimigos naturais, embora também limite sua dispersão passiva pelo vento.

O maior número de ovos é observado nas folhas novas da videira e são comuns ataques em reboleiras (Rufato *et al.*, 2021). As folhas atacadas por *P. ulmi* apresentam pontuações ou manchas de coloração amareladas a bronzeadas na superfície foliar, que podem evoluir para necrose e queda das folhas, comprometendo o crescimento vegetativo. Além de comprometer a qualidade dos frutos, uvas provenientes de plantas atacadas apresentam menor firmeza das bagas, tornando-se mais suscetíveis a rachaduras e danos mecânicos (Rufato *et al.*, 2021; Kemerich *et al.*, 2022).

Figura 5. Sintomas observados em folhas de videira atacadas por *Panonychus ulmi* Koch (ácaro-vermelho-europeu) ao longo de um período de 30 dias



Fonte: Ferla, Johann e Silva (2018)

3.3.3 *Calepitrimerus vitis* (Ácaro-da-ferrugem-da-videira)

O ácaro *Calepitrimerus vitis* está presente em diversas regiões produtoras de uva ao redor do mundo e pode causar perdas econômicas significativas, devido ao impacto negativo sobre o crescimento e a produtividade das videiras (Cooper *et al.*, 2020). No Brasil, esse ácaro foi relatado, pela primeira vez, em 1951, no estado do Rio Grande do Sul, associado ao raquitismo das plantas e à redução de crescimento das bagas de uva (Rufato *et al.*, 2021).

As células da epiderme das folhas são perfuradas pelos ácaros, que se alimentam do conteúdo intracelular, causando manchas de coloração parda (Rufato *et al.*, 2021; Retallack, 2024), além de distorção e enrugamento das folhas (Retallack, 2024). Em casos de altas infestações, ocorre o bronzeamento foliar, seguido de secamento e aspecto coriáceo, com a face abaxial acinzentada (Rufato *et al.*, 2021).

Além disso, a infestação pode ocasionar crescimento atrofiado dos brotos (Cooper *et al.*, 2020; Retallack, 2024) e redução do potencial produtivo (Cooper *et al.*, 2020).

Figura 6. Sintomas observados em folhas de videira atacadas pelo ácaro *Calepitrimerus vitis* (Ácaro-da-ferrugem-da-videira)



Foto: C. Pavan (circular técnica 85 - embrapa)

Figura 7. Bronzeamento da face adaxial (A) e abaxial das folhas de videira (B), resultante do ataque de *C. vitis*

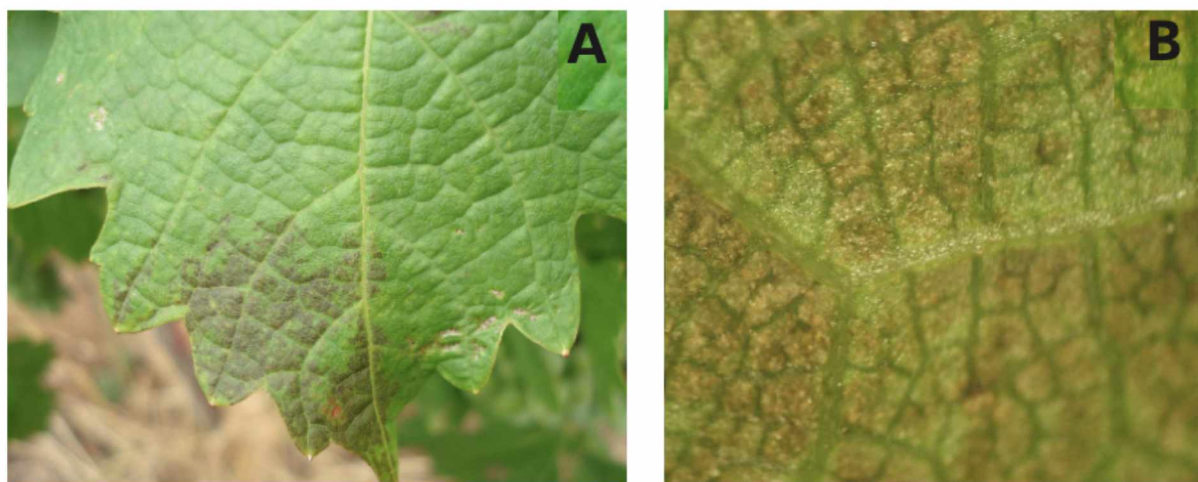


Foto: P.R.E. Siqueira (circular técnica 85 - embrapa)

3.3.4 *Polyphagotarsonemus latus* (Ácaro-tropical)

Segundo a EPAMIG (2023), em uma publicação sobre as principais pragas da videira elaborada pelo Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho, o ácaro *Polyphagotarsonemus latus*, também conhecido como ácaro-tropical, apresenta tamanho reduzido, medindo cerca de 0,17 mm. Os machos possuem o quarto par de

pernas modificadas, utilizado para carregar a “pupa” da fêmea e garantir a cópula. Os ovos são brancos, aparentemente achatados, com saliências superficiais e são depositados na face abaxial das folhas.

Figura 7. *Polyphagotarsonemus latus* adulto e seus ovos



Fotos: INIAV (T. Dellinger, Virginia Tech)

Conforme a EPAMIG (2023), o ataque ocorre principalmente nas folhas jovens das videiras, provocando redução no desenvolvimento foliar e encurtamento dos ramos. As folhas tornam-se quebradiças, com as bordas voltadas para baixo, podendo ocorrer abscisão foliar. O ataque é mais significativo em plantas novas, resultando na redução do desenvolvimento e atraso da formação do vinhedo.

Figura 8. Sintomas em videiras atacadas pelo ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (Ácaro-tropical)



Foto: Marcos Botton

3.4 MANEJO E CONTROLE DE ÁCAROS NA CULTURA DA UVA

O controle eficaz das populações de ácaros na cultura da uva é fundamental para assegurar a produtividade agrícola e a qualidade da produção, minimizando os impactos ambientais e econômicos (Prazaru *et al.*, 2023). De acordo com Girolami (2021) e Santos *et al.* (2023), práticas culturais como a poda adequada melhoram a ventilação e a luminosidade no interior dos cachos, dificultando o estabelecimento e a proliferação dos ácaros. A gestão do ambiente, por meio do controle da cobertura vegetal e da irrigação, cria condições menos favoráveis para o desenvolvimento e proliferação de ácaros fitófagos, contribuindo também para a preservação dos inimigos naturais (Möth *et al.*, 2021).

No contexto do controle químico, a aplicação criteriosa e consciente de acaricidas é fundamental para prevenir o desenvolvimento de populações resistentes e manter a eficácia dos produtos existentes (Figueiredo *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2023). Segundo Obaid *et al.* (2022), a escolha de acaricidas deve ser fundamentada em critérios técnicos, considerando o espectro de ação, a seletividade e o modo de aplicação. Nesse sentido, recomenda-se a alternância de produtos com diferentes mecanismos de ação, a fim de retardar o surgimento da resistência. A observação contínua das populações de ácaros possibilita identificar o momento ideal para a aplicação, prevenindo intervenções desnecessárias e favorecendo a sustentabilidade do manejo agrícola (Möth *et al.*, 2021).

O controle biológico é uma abordagem promissora para reduzir a utilização de produtos químicos na vitivinicultura (Cortez-Madrugal; Gutiérrez-Cárdenas, 2023). A introdução e a manutenção de ácaros predadores têm se mostrado eficientes na supressão natural de pragas (Möth *et al.*, 2021; Al-Azzazy; Alhewairini, 2024). Estratégias que favorecem a conservação de inimigos naturais envolvem a gestão apropriada do ambiente, a redução do uso de inseticidas e acaricidas de amplo espectro e a adoção de métodos que incentivem a biodiversidade no vinhedo (Möth *et al.*, 2021). Programas de liberação e conservação de predadores naturais constituem elementos essenciais nos sistemas contemporâneos de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Möth *et al.*, 2021; Ananth; Vamsi, 2022).

Na vitivinicultura, o MIP envolve a combinação coordenada de técnicas culturais, químicas e biológicas para o controle sustentável das populações de ácaros (Prazaru *et al.*, 2023). A aplicação do MIP baseia-se no monitoramento constante das populações de pragas e de seus inimigos naturais, na definição de níveis de dano

econômico, no uso racional de acaricidas e na adoção de práticas de manejo cultural e biológico (Osakabe, 2021).

Ademais, o MIP contribui para a mitigação dos impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana, promovendo, simultaneamente, a sustentabilidade econômica da produção agrícola (Leite-Moraes *et al.*, 2023). Para o sucesso dessa estratégia, torna-se essencial tanto o preparo técnico de agricultores e monitores quanto a implementação de novas tecnologias ou técnicas de amostragem e monitoramento, garantindo a integração eficiente dos métodos de controle e o sucesso do manejo a longo prazo (Sharma, 2023).

3.4.1 Manejo e controle do ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Ácaro-rajado)

Segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG 2023), é necessário realizar avaliações semanais das folhas da videira, especialmente aquelas da região mediana e inferior dos ramos. Além disso, é recomendado o uso de medidas preventivas, como a eliminação de plantas hospedeiras, redução do uso de adubos nitrogenados e o controle com acaricidas, os quais devem ser aplicados com base nos resultados do monitoramento: quando 10% das folhas estiverem infestadas até a metade do ciclo vegetativo e 20% após esse período.

No entanto, *T. urticae* apresenta resistência à maioria dos acaricidas disponíveis para seu controle em decorrência da sua ampla gama de plantas hospedeiras, ciclo de vida muito curto, alta fecundidade, reprodução partenogenética (arrenótoca) e capacidade de hibernação (Adesanya *et al.*, 2021).

Diante desse cenário, diversas estratégias de manejo e controle vêm sendo estudadas, dentre estas, destaca-se o uso de fungos entomopatogênicos. Al-Zahrani *et al.* (2023) avaliaram a eficácia desses fungos no controle biológico de *T. urticae* em condições laboratoriais e identificaram que o fungo *Beauveria bassiana* é a escolha mais promissora para a implementação do controle biológico. Além desses pesquisadores, Yucel (2021) observou que *B. bassiana* apresenta potencial para suprimir populações de *T. urticae* em condições de campo, podendo ser recomendada como agente de biocontrole no manejo dessa praga. Em estudo realizado por Faria (2025), constatou-se que, há mais de 15 anos, *B. bassiana* é utilizado no Brasil para o controle de ácaros e outras pragas. O autor destaca a existência de 112 produtos comerciais e 13 diferentes cepas dessa espécie fúngica.

Outros métodos de controle com eficiência comprovada referem-se ao uso de ácaros predadores, os quais representam um pilar importante no contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Seja por sua ação natural de controle ou por sua liberação de forma inundativa realizada pelos agricultores, promovendo rápida supressão das populações de ácaros fitófagos em videiras e em diversas outras culturas (Castilho *et al.*, 2025). Hernández-Valencia *et al.* (2024) observaram que os ácaros predadores *Phytoseiulus persimilis* e *Neoseiulus californicus* reduziram as populações de *T. urticae*, independentemente da densidade de *T. urticae*. Além disso, a aplicação combinada dessas duas espécies de ácaros predadores demonstrou maior eficácia de controle. No estudo de Castillo-Ramírez *et al.* (2020), que avaliou a interação entre ácaros predadores e fungos entomopatogênicos no controle de *T. urticae*, foi constatado que a associação entre os *P. persimilis* Athias Henriot e *N. californicus* com os fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* resultou em maiores taxas de mortalidade deste ácaro fitófago, em condições laboratoriais. Atualmente, os ácaros predadores *N. californicus*, *P. longipes* e *P. macropilis* já são produzidos comercialmente para o controle do ácaro *T. urticae* no Brasil, Rufato *et al.* (2021).

Nas últimas safras, o uso de biopesticidas e extratos botânicos tem se tornado usual para controle de *T. urticae* Takeda *et al.* (2020). Os autores observaram que biopesticidas à base de óleos de cártamo e de semente de algodão apresentaram excelente atividade ovicida contra o *T. urticae*. Nesse contexto, Puspitarini *et al.* (2024) demonstraram que o extrato etanólico das folhas de *Mimosa pudica* mostrou-se um pesticida botânico eficaz na mortalidade de fêmeas adultas de *T. urticae*, resultando, ainda, na redução significativa do número de oviposições.

Considerando as características biológicas de *T. urticae* descritas por Adesanya *et al.* (2021), as quais conferem resistência à maioria dos acaricidas disponíveis, torna-se imprescindível a adoção do manejo integrado dessa praga, visto que o MIP emprega estratégias combinadas que reduzem a dependência de pesticidas químicos, ao mesmo tempo, em que favorecem a produtividade das culturas e a sustentabilidade de todo o agroecossistema (Zhou *et al.*, 2024).

3.4.2 Manejo e controle do ácaro *Panonychus ulmi* Koch (Ácaro-vermelho-europeu)

Segundo a Embrapa (2012), o nível de ação estabelecido para o controle de ácaros em vinhedos deve ser considerado quando aproximadamente 30% das folhas apresentarem infestações. Nesses casos, recomenda-se realizar inspeções

periódicas no vinhedo, com o auxílio de lupa com aumento mínimo de 10 vezes, especialmente durante condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de ácaros, como períodos de temperaturas elevadas e baixa pluviosidade.

Embora ocorra a incidência natural de ácaros predadores e outros inimigos naturais nos vinhedos, o uso intensivo de inseticidas não seletivos para o controle de outras pragas é apontado como um dos principais fatores responsáveis pelo aumento populacional de ácaros fitófagos (Rufato *et al.*, 2021). Além disso, o uso frequente e prolongado de acaricidas promove o rápido desenvolvimento de resistência nas populações de *P. ulmi*, sendo superado somente pelos níveis de resistência observados em indivíduos de *T. urticae* (Khajehali *et al.*, 2021).

Diante do exposto, o controle biológico, especialmente com o uso de ácaros predadores, como o *N. californicus* no controle de *P. ulmi*, tem apresentado resultados positivos, sendo eficaz para minimizar a infestação por ácaros fitófagos e, simultaneamente, melhorar a produtividade dos vinhedos, consequentemente a qualidade das uvas (Kemerich *et al.*, 2022). Comercialmente, os ácaros predadores *N. californicus*, *P. longipes* e *P. macropilis* podem ser empregados no controle de *P. ulmi*. Estas espécies são comercializadas em recipientes contendo casca de arroz, que atua como veículo de grande importância no momento da liberação nos cultivos.

Recomenda-se que a liberação dos ácaros predadores *N. californicus* e *P. longipes* seja realizada no início das infestações, em densidades mínimas entre 10.000 a 30.000 indivíduos por hectare (Rufato *et al.*, 2021). Além da liberação desses agentes de controle biológico, a aplicação dos fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *Metarhizium anisopliae* também tem se mostrado eficaz na redução das populações do ácaro *P. ulmi* (Sharma; Bhardwaj, 2023).

3.4.3 Manejo e controle do ácaro *Calepitrimerus vitis* (Ácaro-da-ferrugem-da-videira)

O monitoramento populacional destes ácaros deve ser conduzido com base no histórico epidemiológico do vinhedo. Durante o período de dormência e antes da brotação, recomenda-se a inspeção das gemas localizadas nos ramos da videira, com o objetivo de verificar a presença de fêmeas hibernantes. No estágio vegetativo da cultura, avaliar a presença do ácaro em uma folha mediana por ramo e em três ramos por planta (ramo basal, mediano e apical), a fim de obter uma amostragem bem representativa. Em vinhedos com até um hectare, devem ser avaliadas

aproximadamente 10 plantas. Para áreas de até cinco hectares, a amostragem deve abranger cerca de 20 plantas.

As avaliações devem ser realizadas com auxílio de uma lupa com ampliação mínima de 10 vezes, conforme os protocolos descritos por Siqueira *et al.* (2011) e Botton (2019). No entanto, atualmente não há, no Brasil, produtos comerciais registrados para o controle específico desse ácaro (AGROFIT, 2025). Dentro das estratégias de manejo integrado de pragas (MIP), recomenda-se a conservação dos ácaros predadores, especialmente para o *Neoseiulus californicus* (Phytoseiidae), que desempenha um papel fundamental no controle biológico. O uso de enxofre é indicado durante o período de migração dos ácaros *Calepitrimerus vitis* das gemas da planta para as folhas.

A aplicação de acaricidas deve ser realizada apenas quando os níveis de controle forem excedidos. Ressalta-se que os ataques de ácaros ocorrem geralmente de forma localizada, ou seja, apresentam um padrão de crescimento populacional caracterizado pela formação de reboleiras. Esse comportamento resulta da agregação espacial inicial em um ponto focal de infestação, seguida de um aumento exponencial da densidade populacional nas áreas adjacentes. O crescimento da população e dos danos em reboleiras é favorecido por fatores como a elevada taxa de reprodução e a dispersão limitada dos ácaros. Dessa forma, esse padrão de infestação permite a adoção de pulverizações localizadas nos focos identificados. Considera-se que o nível de controle é atingido quando há a presença de três ou mais fêmeas do ácaro-da-ferrugem por gema durante o período de dormência e, no período vegetativo, quando 20% das folhas amostradas apresentarem 30 ou mais indivíduos por folha (SIQUEIRA *et al.*, 2011; BOTTON, 2019).

3.4.4 Manejo e controle do ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (Ácaro-tropical)

Segundo a Embrapa (2021), o monitoramento das videiras deve ser realizado por meio de inspeções semanais, iniciando-se no período de brotação e estendendo-se até o final da floração. A metodologia de avaliação baseia-se na observação de uma folha apical por ramo, selecionando três ramos por planta, distribuídos nas regiões apical, mediana e basal da mesma. Em vinhedos com área de até 1 hectare (ha), recomenda-se a avaliação de 10 plantas. Para áreas com até 5 hectares, a amostragem mínima deve abranger 20 plantas. A identificação do ácaro nas folhas requer o uso de lupa portátil com capacidade de ampliação igual ou superior a 10 x.

De acordo com Mineiro; Mاتيول; Sato (2022), o monitoramento das videiras deve ser realizado semanalmente, desde o início da brotação até o término da floração. A avaliação consiste na observação de uma folha apical por ramo, selecionando três ramos por planta, localizados nas regiões apical, mediana e basal. Recomenda-se a amostragem de 10 plantas em vinhedos com até 1 hectare e de, no mínimo, 20 plantas em áreas com até 5 hectares. Além disso, os autores orientam evitar o uso de inseticidas e acaricidas à base de piretroides, pois esses produtos podem comprometer a fauna benéfica, especialmente os ácaros predadores presentes no vinhedo. Também é recomendado evitar a adubação nitrogenada em excesso, realizar o desponte dos ramos e aplicar acaricidas somente quando o nível de ação for atingido (EMBRAPA, 2021).

Por fim, observa-se que a cultura da videira é suscetível ao ataque de diversas espécies de ácaros, cuja ocorrência e proliferação variam em função das características biológicas dos ácaros, da vegetação presente na área de cultivo, das culturas vizinhas, do sistema adotado para o controle de pragas e das condições ambientais locais. A fase fenológica em que os ácaros fitófagos atacam a planta, assim como as formas de ataque, as partes afetadas e os sintomas resultantes, apresentam ampla variabilidade, influenciada por fatores como a espécie do ácaro, o ambiente e as características da planta hospedeira. Diante desse cenário, a adaptação das técnicas de monitoramento a cada espécie deve ser realizada de forma sistemática. Estratégias nesse sentido são essenciais para um manejo eficaz, permitindo a detecção precisa das pragas e a adoção de intervenções eficientes. Estratégias nessa linha são fundamentais para o manejo eficiente dessas pragas, possibilitando a correta detecção e intervenções precisas.

Dentre as práticas de controle e manejo, o controle químico continua sendo o mais utilizado. No entanto, esse método favorece o rápido desenvolvimento de resistência nas populações de ácaros (GARRIDO; BOTTON, 2021). Nesse contexto, o manejo integrado de pragas (MIP) representa a abordagem mais eficaz para a mitigação dos danos causados por ácaros fitófagos. Essa estratégia baseia-se na conservação e introdução de inimigos naturais, especialmente ácaros predadores, no uso de biopesticidas, como fungos entomopatogênicos, e na adoção de práticas adequadas de nutrição e manejo cultural. Tais medidas reduzem a dependência do controle químico e, conseqüentemente, minimizam a seleção de populações resistentes.

4 CONCLUSÃO

A vitivinicultura, atividade agrícola de significativa relevância socioeconômica, é severamente impactada por ácaros fitófagos, como o *Tetranychus urticae*, *Panonychus ulmi*, *Calepitrimerus vitis* e *Polyphagotarsonemus latus*, os quais comprometem tanto a produtividade quanto a qualidade das uvas.

Devido à elevada capacidade adaptativa, à diversidade de ciclos biológicos e ao desenvolvimento crescente de resistência a acaricidas, essas pragas exigem monitoramento contínuo e específico, aliado à implementação de estratégias fundamentadas no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Entre as alternativas sustentáveis de controle, destacam-se a preservação, a multiplicação e a liberação de ácaros predadores das famílias *Phytoseiidae* e *Tydeidae*, além da utilização de fungos entomopatogênicos e biopesticidas. Embora essas abordagens apresentem potencial para reduzir a dependência de acaricidas químico-sintéticos e contribuir para a manutenção do equilíbrio ecológico nos vinhedos, ainda necessitam de validação mais ampla em condições comerciais.

REFERÊNCIAS

- ADESANYA, A. W.; LAVINE, M. D.; MOURAL, T. W.; LAVINE, L. C.; ZHU, F.; WALSH, D. B. Mechanisms and management of acaricide resistance for *Tetranychus urticae* in agroecosystems. **Journal of Pest Science**, v. 94, n. 3, p. 639-663, 2021.
- AL-AZZAZY, M. M.; ALHEWAIRINI, S. S. The potential of two phytoseiid mites as predators of the grape erineum mite, *Colomerus vitis*. **Plants**, v. 13, n. 14, p. 1953, 2024.
- AL-SWEEDI, T. M. The Accumulated Heat Units Required for the Development of the Different Stages of the Grape False Spider Mite, *Tenuipalpus granati* Sayed Under Laboratory Conditions. **Arab Journal of Plant Protection**, v. 40, n. 4, 2022.
- AL-ZAHRANI, J. K.; AL-ABDALALL, A. H.; OSMAN, M. A.; ALDAKHEEL, L. A.; ALAHMADY, N. F.; ALDAKEEL, S. A.; ALMUSTAFA, M. M. Entomopathogenic fungi and their biological control of *Tetranychus urticae*: two-spotted spider mites. **Journal of King Saud University-Science**, v. 35, n. 8, p. 102910, 2023.
- ANANTH, V. S.; VAMSI, D. K. K. Achieving minimum-time biological conservation and pest management for additional food provided predator - prey systems involving inhibitory effect: A qualitative investigation. **Acta Biotheoretica**, v. 70, n. 1, p. 5, 2022.
- ARAÚJO, W.; DAUD, R.; FREITAS, É.; SILVEIRA, L. Network structure of interactions between phytophagous mites and their host-plants in natural ecosystems in Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, v. 25, n. 5, p. 821-832, 2020.
- ASSOUGUEM, A.; KARA, M.; MECHCHATE, H.; KORKMAZ, Y.; BENMESSAOUD, S.; RAMZI, A.; ABDULLAH, K.; NOMAN, O.; FARAH, A.; LAZRAQ, A. Current situation of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Northern Africa: the sustainable control methods and priorities for future research. **Sustainability**, v. 14, n. 4, p. 2395, 2022.
- ASSOUGUEM, A.; LAHLALI, R.; JOUTEI, A.; KARA, M.; BARI, A.; ABERKANI, K.; KAUR, S.; MOKRINI, F.; LAZRAQ, A. Assessing *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) infestations and their key predators on *Malus domestica borkh* in varied ecological settings. **Agronomy**, v. 14, n. 3, p. 457, 2024.
- BAGHLANI, L.; NAMAGHI, H. S.; FEKRAT, L. Development and life table parameters of the *Phytoseius corniger* Wainstein (Acari: Phytoseiidae) feeding on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) under laboratory conditions. **Acarological studies**, v. 5, n. 2, p. 52-57, 2023.
- BARRY, M.; WREFORD, A.; KNOOK, J.; TEIXEIRA, E.; MONGE, J.; PARKER, A. Diversification as a climate change adaptation strategy in viticulture systems: winegrowers' insights from Marlborough, New Zealand. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 49, n. 4, p. 494-517, 2025.

BERINGUE, A.; QUEFFELEC, J.; LANN, C. L.; SULMON, C. Sublethal pesticide exposure in non-target terrestrial ecosystems: from known effects on individuals to potential consequences on trophic interactions and network functioning. **Environmental Research**, p. 119620, 2024.

BOPP, C.; JARA-ROJAS, R.; ENGLER, A.; ARAYA-ALMAN, M. How are vineyards management strategies and climate-related conditions affecting economic performance? A case study of Chilean wine grape growers. **Wine Economics and Policy**, v. 11, n. 2, p. 61-73, 2022.

BREGLIA, F.; BOUBY, L.; WALES, N.; IVORRA, S.; FIORENTINO, G. Disentangling the origins of viticulture in the western Mediterranean. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 17284, 2023.

CASTILHO, R. C.; BARROS, Á. R. A.; CARDOSO, P. L. E. R.; MORAES, G. J. O papel dos ácaros predadores no contexto do manejo integrado de pragas. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 15, p. 36-40, jul. 2025. Disponível em: www.esalq.usp.br/visaoagricola.

CHATTI, A.; KREITER, S.; LEBDI-GRISSA, K.; KSANTINI, M. Phytophagous and predatory mites on olive trees in Tunisia. Catalogue, description of one new species and key for identification (Acari, Eriophyidae, Tetranychidae, Tenuipalpidae and Phytoseiidae). **Acarologia**, v. 57, n. 2, p. 233-254, 2017.

CORTEZ-MADRIGAL, H.; GUTIÉRREZ-CÁRDENAS, O. G. Enhancing biological control: conservation of alternative hosts of natural enemies. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 33, n. 1, p. 25, 2023.

COOPER, M.; HOBBS, M. B.; STRODE, B.; VARELA, L. G. Grape erineum mite: postharvest sulfur use reduces subsequent leaf blistering. **California Agriculture**, v. 74, n. 2, 2020.

DEBBABI, O. S.; SLIMANE, M. B.; ALOUANE, R. B. B. H.; MONTEMURRO, C.; SNOUSSI, H.; MIAZZI, M. Traditional Foods as a Way to Preserve the Genetic Diversity of the Grapevine (*Vitis* spp.) in Tunisia. **Horticulturae**, v. 10, n. 423, p. 1-13, 2024.

DEGUINE, J. P.; AUBERTOT, J. N.; FLOR, R. J.; LESCOURRET, F.; WYCKHUYS, K. A.; RATNADASS, A. Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 41, n. 3, p. 38, 2021.

DRESSLER, M. Meeting Market and Societal Ambitions with New Robust Grape Varietals: Sustainability, the Green Deal, and Wineries' Resilience. **Agriculture**, v. 14, n. 12, p. 2138, 2024.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*). Disponível em: https://www.embrapa.br/uzum/acaro_branco.html

EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS.
Núcleo tecnológico EPAMIG uva e vinho: principais pragas da videira. Minas Gerais: EPAMIG, 2023. 22 p.

ERSİN, F.; TURANLI, F.; ÇAKMAK, I. Development and life history parameters of *Typhlodromus recki* (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) at different temperatures. **Systematic and Applied Acarology**, v. 26, n. 2, p. 496-508, 2021.

FARIA, M. Desafios enfrentados para maior eficácia de bioinseticidas à base de fungos. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 15, p. 18-21, jul. 2025. Disponível em: www.esalq.usp.br/visaoagricola.

FIGUEIREDO, A.; ANHOLETO, L. A.; COLA, D. F.; FANTATTO, R. R.; GAINZA, Y. A.; SANTOS, I. B.; VIÇOZZI, G. P.; ÁVILA, D. S.; FRACETO, L. F.; CHAGAS, A. C. S. Acaricides containing zein nanoparticles: A tool for a lower impact control of the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 318, p. 109918, 2023.

FRAGA, H. Climate change: a new challenge for the winemaking sector. **Agronomy**, v. 10, n. 10, p. 1465, 2020.

GARCÍA, A.; ROSA-DÍAZ, I.; MARTÍNEZ, M.; DÍAZ, I.; ROMERO-HERNÁNDEZ, G.; GONZÁLEZ-MELENDE, P.; ARNAIZ, A.; SANTAMARÍA, M.; OJEDA-MARTINEZ, D.; CONTRERAS, E. Plant defenses against *Tetranychus urticae*: mind the gaps. **Plants**, v. 9, n. 4, p. 464, 2020.

GARRIDO, L. da R.; BOTTON, M. Recomendações técnicas para evitar resistência de patógenos, insetos e ácaros-pragas a fungicidas e inseticidas na cultura da videira: conceitos, fatores envolvidos e práticas gerais para o manejo. **Embrapa**, Bento Gonçalves – RS, **Comunicado técnico 220**, Abril, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1131619/1/ComTec-220-Online-2021.pdf>

GIROLAMI, V. Mites of vineyards and control strategies. In: **Integrated Pest Control in Viticulture**. CRC Press, 2021. p. 185-197.

GUDEI, S. C. D.; TANCELOV, L.; BUCEA-MANEA-TONIS, R.; MANOLACHE, D.; IONESCU, N. Sustainable Competitiveness and Applicative Comparative Analysis of Wine Production Through the Lens of Triple Bottom Line, Robotics, and Industry 5.0 Strategies. **Sustainability**, v. 17, n. 9, p. 3767, 2025.

GRECHI, D.; PAVIONE, E.; GAZZOLA, P.; CARDINI, F. Tradition and Innovation in the Italian Wine Industry: The Best Practices of Casa Paladin. **Sustainability**, v. 16, n. 7, p. 2857, 2024.

GUTIÉRREZ, S.; HERNÁNDEZ, I.; CEBALLOS, S.; BARRIO, I.; DÍEZ-NAVAJAS, A. M.; TARDAGUILA, J. Deep learning for the differentiation of downy mildew and spider mite in grapevine under field conditions. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 182, p. 105991, 2021.

GUTIÉRREZ-GAMBOA, G.; FOURMENT, M. Research and Innovations in Latin American Vitiviniculture: A Review. **Horticulturae**, v. 11, n. 5, p. 506, 2025.

HERNÁNDEZ-VALENCIA, V. et al. Combined application of entomopathogenic fungi and predatory mites for biological control of *Tetranychus urticae* on chrysanthemum. **Pest Management Science**, v. 80, n. 9, p. 4199-4206, 2024.

HUNING, T. R.; WAHL, F. Can Winegrowing Cause Rural Development? Evidence from Baden-Württemberg. **European Review of Economic History**, p. heae018, 2025.

İNAK, E.; ÇOBANOĞLU, S.; AUGER, P.; MIGEON, A. Molecular identification and phylogenetic analysis of spider mites (Prostigmata: Tetranychidae) of Turkey. **Experimental and Applied Acarology**, v. 87, n. 2, p. 195-205, 2022.

Jl, T.; SALOTTI, I.; ALTIERI, V.; LI, M.; ROSSI, V. Seasonal periodicity of the airborne spores of fungi causing grapevine trunk diseases: an analysis of 247 studies published worldwide. **Plant Disease**, v. 108, n. 6, p. 1501-1513, 2024.

JOSHI, N. K.; PHAN, N. T.; BIDDINGER, D. J. Management of *Panonychus ulmi* with various miticides and insecticides and their toxicity to predatory mites conserved for biological mite control in Eastern US Apple Orchards. **Insects**, v. 14, n. 3, p. 228, 2023.

KASAP, İ.; KÖK, Ş.; PEHLIVAN, S. Effect of temperature on the life history and development of *Typhlodromus athiasae* Porath and Swirski (Acari: Phytoseiidae) as a predator of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Acarologia Sistemática e Aplicada**, v. 28, n. 10, p.1668-1677, 2023.

KEMERICH, G. T.; JOHANN, L.; SILVA, D. E.; FERLA, N. J.; SOUZA, C. F. V. Effect of mite biological control on the physicochemical properties and bioactive compounds profile in grapes of Merlot variety. **Phytoparasitica**, p. 1-11, 2022.

KHADATKAR, A.; SAWANT, C. P.; THORAT, D.; GUPTA, A.; JADHAV, S. GAWANDE, D.; MAGAR, A. P. A comprehensive review on grapes (*Vitis* spp.) cultivation and its crop management. **Discover Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 9, 2025.

KHAJEHALI, J.; ALAVIJEH, E.; GHADAMYARI, M.; MARČIĆ, D. Acaricide resistance in *Panonychus citri* and *P. ulmi* (Acari: Tetranychidae): molecular mechanisms and management implications. **Systematic and Applied Acarology**, v. 26, n. 8, p. 1526-1542, 2021.

LEITE-MORAES, A. E.; ROSSATO, F. G.; SUSAETA, A.; BINOTTO, E.; MALAFAIA, G. C.; AZEVEDO, D. B. Environmental impacts in integrated production systems: An overview. **Journal of Cleaner Production**, v. 420, p. 138400, 2023.

LI, J.; WEI, P.; QIN, J.; FENG, K.; SHEN, G.; DOU, W.; ZHANG, Y.; CAO, P.; YUCHI, Z.; HE, L. Molecular basis for the selectivity of the succinate dehydrogenase

inhibitor cyflumetofen between pest and predatory mites. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 71, n. 8, p. 3658-3669, 2023.

LI, G. Y.; ZHANG, Z. Q. The costs of social interaction on survival and reproduction of arrhenotokous spider mite *Tetranychus urticae*. **Entomologia Generalis**, v. 41, n. 1, p. 49-57, 2021.

MAINO, J. L.; UMINA, P. A.; PAVRI, C.; CHENG, X.; RIDSDILL-SMITH, J. Adapting pest management strategies to changing climates for the redlegged earth mite, *Halotydeus destructor*. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 16939, 2024.

MALAGNINI, V.; POZZEBON, A.; FACCHIN, P.; PAGANELLI, A.; DUSO, C. Airborne pollen can affect the abundance of predatory mites in vineyards: implications for conservation biological control strategies. **Pest Management Science**, v. 78, n. 5, p. 1963-1975, 2022.

MARTÍNEZ-VILLAR, E.; LÓPEZ-MANZANARES, B.; LEGARREA, S.; PÉREZ-MORENO, I.; MARCO-MANCEBÓN, V. Influence of abiotic factors on diapause termination and temperature requirements for postdiapause development in the European red mite, *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 92, n. 4, p. 777-794, 2024.

MARTINS, J. A.; MARTA-COSTA, A.; LUCAS, M. R.; SANTOS, M. Sustainability in mountain viticulture: insights from a case study in the portuguese douro region. **Sustainability**, v. 16, n. 5, p. 2050, 2024.

MINEIRO, J. L. C.; MATIOLI, A. L.; SATO, M. E. Ácaros da cultura da videira. In: BUENO, C. J. (org.). *Doenças e pragas em videiras*. São Paulo: Instituto Biológico, 2022. p. 121-144. (Boletim Técnico, n. 33). DOI: 10.31368/2594-6080b33002022.

MONJARÁS-BARRERA, J. I.; ROCANDIO-RODRÍGUEZ, M.; DOMÍNGUEZ-CASTRO, C.; REYES-ZEPEDA, F.; MORA-RAVELO, S. G.; CHACÓN-HERNÁNDEZ, J. C. Spatial distribution and fluctuating populations of predatory mites (Mesostigmata: Phytoseiidae), phytophagous mites (Acari: Eriophyidae, Tetranychidae) and their relationships with wild chili pepper phenological stages in two Natural Protected Areas of Mexico. **Systematic and Applied Acarology**, v. 27, n. 1, p. 118-140, 2022.

MORAES, G. J.; DE CAMPOS CASTILHO, R.; FLECHTMANN, C. H. W. *Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2024.

MÖTH, S.; WALZER, A.; REDL, M.; PETROVIĆ, B.; HOFFMANN, C.; WINTER, S. Unexpected effects of local management and landscape composition on predatory mites and their food resources in vineyards. **Insects**, v. 12, n. 2, p. 180, 2021.

MUSHTAQ, H. M. S. et al. Molecular-based taxonomic inferences of some spider mite species of the genus *Oligonychus* Berlese (Acari, Prostigmata, Tetranychidae). **Insects**, v. 14, n. 2, p. 192, 2023.

NASCIMENTO, J. M. D.; SILVA, D. E.; JUCHEM, C. F.; FERLA, J. J.; SILVA, R. T. L. D.; CORRÊA, L. L. C.; JOHANN, I.; FERLA, N. J. Predator-prey relationship in the vertical distribution of mites on grapevines. **Acta Scientiarum**, v. 44, p. e53136, 2022.

OBAID, M. K.; ISLAM, N.; ALOUFFI, A.; KHAN, A. Z.; VAZ JUNIOR, I. S.; TANAKA, T.; ALI, A. Acaricides resistance in ticks: selection, diagnosis, mechanisms, and mitigation. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 12, p. 941831, 2022.

OSAKABE, M. Biological impact of ultraviolet-B radiation on spider mites and its application in integrated pest management. **Applied Entomology and Zoology**, v. 56, n. 2, p. 139-155, 2021.

PEREIRA, R.; CÂMARA, I.; PEREIRA, M.; SEGANTINI, R. Biological control of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) with the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., On Grapeyard. **Revista Brasileira de Agricultura**, v. 96, n. 3, pág. 485-495, 2021.

PETERS, M. D.; GODFREY, C. M.; KHALIL, H.; MCINERNEY, P.; PARKER, D.; SOARES, C. B. Guidance for conducting systematic scoping reviews. **JBIM Evidence Implementation**, v. 13, n. 3, p. 141-146, 2015.

PISCIOTTA, A.; BARONE, E.; LORENZO, R. D. Table-grape cultivation in soil-less systems: A review. **Horticulturae**, v. 8, n. 6, p. 553, 2022.

PRAZARU, S. C.; MAS, G. D.; PADOIN, M.; RIZZARDO, D.; MEGGIO, F.; PITACCO, A.; POZZEBON, A.; DUSO, C. Effect of Leaf Removal and Insecticide Applications on Population Densities of Leafhoppers and Mites Associated with Grapevines. **Insects**, v. 14, n. 10, p. 791, 2023.

PULPÓN, A. R. R.; RUIZ, M. C. C. Intangible heritage and territorial identity in the multifunctional agrarian systems of vineyards in castilla-la mancha (Spain). **Land**, v. 11, n. 2, p. 281, 2022.

PUSPITARINI, R.; ROHMAH, M.; ALGHIFARI, A.; FATMAWATI, N.; NAZIH, F.; PRASETYO, H.; KARIMAH, R.; SEPTEMBERRINI, T.; WIDJAYANTI, T.; IKAWATI, S.; AFANDHI, A.; MUHAMMAD, F.; MARIO, M.; FERNANDO, I. Assessing the bioefficacy of botanical pesticides derived from ethanolic leaf extract of eight invasive plant species against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **International Journal of Acarology**, v. 50, n. 3, p. 198-208, 2024.

RAKO, L.; AGARWAL, A.; EOW, L.; ROBERTS, J. M.; RODONI, B. C.; BLACKET, M. J. LAMP (Loop-mediated isothermal amplification) assay for rapid identification of Varroa mites. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 11931, 2023.

REGUS, F.; LAFFONT-SCHWOB, I.; PRUDENT, P.; FOLI, L.; CAPOWIEZ, Y.; CAPELLE, J.; HAMROUNI, R.; DUPUY, N.; FOLZER, H.; SILVA, A. M. F. Challenges in viticulture practices in a changing environment: Can green waste amendment

benefit soil properties of vineyards in the Mediterranean?. **Geoderma Regional**, v. 38, p. e00844, 2024.

RETALLACK, M. *Field guide: biocontrol of common grapevine insect pests*. Version 2. [S.I.]: Retallack Viticulture Pty Ltd, 2024. 20 p. Disponível em: <https://retallack.com.au/wp-content/uploads/EcoVineyards-field-guide-Biocontrol-of-common-Insect-pests-V2.pdf>.

ROMERO, P.; NAVARRO, J. M.; ORDAZ, P. B. Towards a sustainable viticulture: The combination of deficit irrigation strategies and agroecological practices in Mediterranean vineyards. A review and update. **Agricultural Water Management**, v. 259, p. 107216, 2022.

ROSELLI, L.; CASIERI, A.; GENNARO, B. C.; SARDARO, R.; RUSSO, G. Environmental and economic sustainability of table grape production in Italy. **Sustainability**, v. 12, n. 9, p. 3670, 2020.

RUFATO, L.; MARCON FILHO, J. L.; BRIGHENTI, A. F.; BOGO, A.; KRETZSCHMAR, A. A. (orgs.). *A cultura da videira: vitivinicultura de altitude*. Florianópolis: UDESC, 2021. 577 p. (Série Fruticultura). ISBN 978-65-88565-35-3.

RUPAWATE, P. S.; ROYLAWAR, P.; KHANDAGALE, K.; GAWANDE, S.; ADE, A. B.; JAISWAL, D. K.; BORGAVE, S. Role of gut symbionts of insect pests: A novel target for insect-pest control. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, p. 1146390, 2023.

SANTOS, M. S.; STRACIERI, J.; SODRÉ, G. A.; OLIVEIRA, A. R. Evaluating response variables to the reversion of the 'engurruñadera del cacao' through the control of *Aceria reyesi* (Nuzzaci)(Acari: Eriophyidae) with abamectin and pruning. **Systematic and Applied Acarology**, v. 28, n. 2, p. 289-297, 2023.

SHARMA, I.; BHARDWAJ, S. Management of the European red mite, *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) in apple orchards of North Western Himalayan region of India. **International Journal of Acarology**, v. 49, n. 7-8, p. 416-421, 2023.

SHARMA, S. Integrated Management of European Red Mite, *Panonychus ulmi* (Koch) in Apple Orchards. **Management methods of insect-pest.**, p. 59-67, 2023.

SILVA, R.; BERTÉ, A.; BIZARRO, G.; SCHUSSLER, M.; SILVA, D.; GRANICH, J.; FERLA, N. Mites associated with *Vitis labrusca* (Vitaceae) in southern Brazil: Population dynamics and ecology. **Systematic and Applied Acarology**, v. 28, n. 6, p. 985-994, 2023.

SILVA, R. T. L.; SILVA, V. L.; SILVA, D. E.; NASCIMENTO, J. M.; SCHÜSSLER, M.; SPIES, F. F.; BERTÉ, A. L. W.; SILVA, G. L.; JOHANN, L.; FERLA, J. J.; FREITAS, E. M.; FERLA, N. J. Bioecological aspects of mites associated with *Vitis vinifera* varieties in the state of Rio Grande Do Sul, Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, v. 25, n. 9, p. 1618-1642, 2020.

SIQUEIRA, P.R.E.; BOTTON, M.; KOHN, R.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; PERES, G.S. Dinâmica populacional de *Calepitrimerus vitis* (Nalepa) (Acari: Eriophyidae) em

cultivares de videira na região da Campanha do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 446-453, 2013.

SIQUEIRA, P. R. E.; BOTTON, M.; FERLA, N. J.; JOHANN, L.; FORMEHL, G.; GRÜTZMACHER, A. D.; HÄRTER, W. Acarinose da videira no Rio Grande do Sul. Embrapa, 2011. (Circular Técnica 85). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48495/1/Circular-Tecnica-85.pdf>.

STASTNY, M.; CORLEY, J. C.; ALLISON, J. D. Regional adaptation of integrated pest management to control invasive forest insects. **Frontiers in Ecology and the Environment**, p. e2829, 2024.

TABARY, L.; NAVIA, D.; AUGER, P.; MIGEON, A.; NAVAJAS, M.; TIXIER, M. S. Plant, pest and predator interplay: tomato trichomes effects on *Tetranychus urticae* (Koch) and the predatory mite *Typhlodromus* (Anthoseius) *recki* Wainstein. **Experimental and Applied Acarology**, v. 93, n. 1, p. 169-195, 2024.

TAKEDA, N. et al. A vegetable oil-based biopesticide with ovicidal activity against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. **Engineering in Life Sciences**, v. 20, n. 11, p. 525-534, 2020.

TASKESENLIOGLU, M. Y.; ERCISLI, S.; KUPE, M.; ERCISLI, N. History of grape in Anatolia and historical sustainable grape production in Erzincan agroecological conditions in Turkey. **Sustainability**, v. 14, n. 3, p. 1496, 2022.

TOPI, D.; ARAPI, D.; SEITI, B. Vine Pruning Residues and Wine Fermentation By-Products: A Non-Exploited Source of Sustainable Agriculture, Albania Case. **Resources**, v. 14, n. 2, p. 29, 2025.

VADHER, R. B.; RAVALIYA, D. K.; SOLANKI, H. V.; KANANI, M. K. Incidência sazonal de ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch infestando quiabo. **Internacional J. Adv. Bioquímica**, v. 8, p. 605-607, 2024.

VAGNONI, E.; CESARACCIO, C.; PIRINO, P.; DUCE, P. The environmental role of small organic wineries: the case study of a multi-year assessment of a local Italian red wine. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 29, n. 3, p. 469-482, 2024.

VERMAAK, M.; UECKERMAN, E. A.; VELDTMAN, R.; ADDISON, P. An overview of mites on grapevine and the discovery of a new Phytoseiidae species: *Typhlodromus* (Typhlodromus) *spiceae*. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 42, n. 1, p. 91-99, 2021.

VINCIGUERRA, L. L.; BÖCK, F. C.; SCHNEIDER, M. P.; REIS, N. A. P. C.; SILVA, L. F.; SOUZA, K. C. M.; GUERRA, C. C.; GOMES, A. A.; BERGOLD, A. M.; FERRÃO, M. F. Geographical origin authentication of southern Brazilian red wines by means of EEM-pH four-way data modelling coupled with one class classification approach. **Food Chemistry**, v. 362, p. 130087, 2021.

WEI, R.; WANG, L.; DING, Y.; ZHANG, L.; GAO, F.; CHEN, N.; SONG, Y.; LI, H.; WANG, H. Natural and sustainable wine: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 63, n. 26, p. 8249-8260, 2023.

YADAV, V.; ZHONG, H.; PATEL, M. K.; ZHANG, S.; ZHOU, X.; ZHANG, C.; SU, J.; ZHANG, F.; WU, X. Integrated omics-based exploration for temperature stress resilience: An approach to smart grape breeding strategies. **Plant Stress**, v. 11, p. 100356, 2024.

YUCEL, C. Effects of local isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch)(Acari: Tetranychidae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 63, 2021.

ZHAO, Y.; ZHANG, W. Y.; WANG, R. L.; NIU, D. L. Divergent domains of 28S ribosomal RNA gene: DNA barcodes for molecular classification and identification of mites. **Parasites & vectors**, v. 13, p. 1-12, 2020.

ZHOU, W.; ARCOT, Y.; MEDINA, R. F.; BERNAL, J.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; AKBULUT, M. E. Integrated pest management: an update on the sustainability approach to crop protection. **ACS Omega**, v. 9, n. 40, p. 41130-41147, 2024.

ZHU, T.; WEI, B.; WANG, Y.; SHANG, S. *Glutathione S-transferase* genes involved in response to short-term heat stress in *Tetranychus urticae* (Koch). **Antioxidants**, v. 13, n. 4, p. 442, 2024.