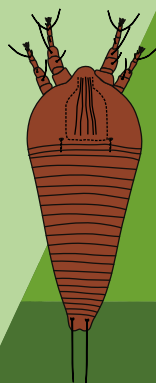


A CULTURA DA ERVA-MATE E OS ÁCAROS: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS

Noeli Juarez Ferla, Guilherme Liberato da Silva, Liana Johann
(Organizadores)



Noeli Juarez Ferla
Guilherme Liberato da Silva
Liana Johann
(Organizadores)

A cultura da erva-mate e os ácaros: situação atual e perspectivas

1ª edição

Editora Evangraf

Porto Alegre, 2018



Universidade do Vale do Taquari - Univates

Reitor: Prof. Me. Ney José Lazzari

Vice-Reitor e Presidente da Fuvates: Prof. Dr. Carlos Cândido da Silva Cyrne

Pró-Reitora de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação: Profa. Dra. Maria Madalena Dullius

Pró-Reitor de Ensino: Prof. Dr. Carlos Cândido da Silva Cyrne

Pró-Reitora de Ensino Adjunta: Profa. Dra. Fernanda Pinheiro Brod

Pró-Reitora de Desenvolvimento Institucional: Profa. Dra. Júlia Elisabete Barden

Pró-Reitor Administrativo: Prof. Me. Oto Roberto Moerschbaeher

Imagem (capa): dos organizadores.

Avelino Talini, 171 - Bairro Universitário - Lajeado - RS - Brasil

Fone: (51) 3714-7024 / Fone/Fax: (51) 3714-7000

E-mail: editora@univates.br / <http://www.univates.br/editora>

C968

A cultura da erva-mate e os ácaros: situação atual e perspectivas / Noeli Juarez Ferla, Guilherme Liberato da Silva, Liana Johann (Orgs.) – Porto Alegre : Evangraf, 2018.

168 p.:

ISBN 978-85-201-0017-2

1. Erva-mate. 2. Ácaros. I. Ferla, Noeli Juarez. II. Silva, Guilherme Liberato da. III. Johann, Liana. IV. Título

CDU: 633.77:595.42

Catálogo na publicação (CIP) – Biblioteca da Univates

Bibliotecária Andrieli Mara Lanferdini – CRB 10/2279

**As opiniões e os conceitos emitidos, bem como a exatidão,
adequação e procedência das citações e referências,
são de exclusiva responsabilidade dos autores.**

AGRADECIMENTOS

O sucesso na publicação deste trabalho só foi possível pela colaboração inestimável que recebemos de diversas pessoas. Nossos mais sinceros agradecimentos às seguintes pessoas: Antonio Carlos Lofego (UNESP), André Luiz Matioli (Instituto Biológico-SP), Daian Guilherme Pinto de Oliveira (UNIOESTE), Flávio Roberto Mello Garcia (UFPel), Gilberto José de Moraes (USP), Manoel Guedes Correa Gondim Junior (UFRPE) e Marília Lazarotto (UFRGS) pela revisão dos capítulos em versões anteriores deste trabalho, oferecendo-nos valiosíssimas sugestões.

Deixamos aqui nosso agradecimento à Veranice Zen (Univates) pela revisão ortográfica na língua Portuguesa e à Fischer Traduções & Assessoria Linguística pelo serviço prestado nas traduções para língua Espanhola e Inglesa dos resumos que compõe os capítulos do livro.

Apoio/Patrocínio do Projeto:

FAPERGS, CNPq, CAPES, Univates, Ervateira Putinguense



SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
PREFÁCIO.....	7
<i>Prof. Dr. Gilberto José de Moraes</i>	
Taxonomia, descrição e distribuição geográfica de <i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.....	9
<i>Fernanda Bruxel, Eduarda Demari Avrella, Marelise Teixeira, Claudimar Sidnei Fior, Elisete Maria de Freitas</i>	
Evolução histórica do cultivo e usos da erva-mate.....	25
<i>Tamara Bianca Horn, Joseane do Nascimento, Patrícia Vogel, Christiane Faccin</i>	
A construção sociocultural e econômica da cadeia de produção e o consumo da erva-mate.....	41
<i>Marlon Dalmoro</i>	
Metabólitos secundários e atividade farmacológica de <i>Ilex paraguariensis</i> (erva-mate)	55
<i>Carla Kauffmann, Bárbara Buhl, Luísa Capra, Graziela Heberlé, Lucélia Hoehne, Eduardo Miranda Ethur</i>	
Coleta, preservação, montagem e identificação de ácaros.....	69
<i>Darliane Evangelho Silva, João Carlos Siebert, Franciele Fernandes Spies, Juliana Granich, Priscila de Andrade Rode, Guilherme Liberato da Silva, Liana Johann, Noeli Juarez Ferla</i>	
Chave ilustrada para identificação da fauna acarina na cultura da erva-mate.....	77
<i>Matheus Santos Rocha, Juliana Granich, Priscila de Andrade Rode, Tamara Bianca Horn, Guilherme Liberato da Silva, Liana Johann, Noeli Juarez Ferla</i>	

Eriofióideos (Acari: Eriophyoidea) na erva-mate	97
<i>Guilherme Liberato da Silva, Isadora Zanatta Esswein, Calebe Fernando Juchem, Ândrea Pozzebon Silva, Liana Johann, Noeli Juarez Ferla</i>	
Ácaros fitoseídeos em cultivos de erva-mate.....	111
<i>Maicon Toldi, Rita Tatiane Leão da Silva, Anderson de Azevedo Meira, Júlia Jantsch Ferla, Liana Johann, Guilherme Liberato da Silva, Noeli Juarez Ferla</i>	
Stigmaeidae – Ácaros predadores potencialmente úteis para o uso da cultura da erva-mate.....	125
<i>Liana Johann, Liliana Schmitz Scheid, Gabriel Lima Bizarro, Amália Berté, Luana Fabrina Rodighero, Guilherme Liberato da Silva, Noeli Juarez Ferla</i>	
Inimigos naturais associados à cultura da erva-mate: uma alternativa para a produção sustentável	137
<i>Carla Roberta Orlandi, Elisete Maria de Freitas, Noeli Juarez Ferla</i>	
Potencial para a utilização de fungos acaropatogênicos no controle de ácaros-praga da erva-mate.....	159
<i>Luis Francisco Angeli Alves</i>	

PREFÁCIO

O chimarrão, produzido a partir da erva-mate, é um dos principais ícones da cultura da população humana do sul do Brasil e de países limítrofes. Poucos outros ícones podem representar tão bem os costumes do povo desta vasta região. Muito se conhece sobre diferentes aspectos desta planta, embora haja ainda muito por se conhecer. Suas exigências pelos fatores edafoclimáticos e o efeito destes fatores em sua constituição morfológica e bioquímica têm sido estudados, e isto tem levado ao uso cada vez mais amplo da erva-mate para diferentes finalidades, hoje não apenas para ser ingerida como bebida, mas também na produção de cosméticos, medicamentos, etc. Tudo isso é discutido nesta importante obra, preparada e publicada por um grupo de pesquisadores brasileiros qualificados.

Como é deixado claro no livro, apesar de bastante rústica e adaptada às condições edafoclimáticas desta região, a erva-mate, em condições de monocultivo ou de ocorrência natural, sofre com a ação de ácaros fitófagos, alguns dos quais com reconhecido potencial de reduzir significativamente sua produção. A outro grupo de pesquisadores brasileiros qualificados coube a apresentação e a discussão destes aspectos neste livro. Estes, por outro lado, deixaram claro que nem todos os ácaros encontrados sobre a erva-mate, ou sobre outras espécies vegetais, são potencialmente prejudiciais. Pelo contrário, esclareceu-se que alguns dos ácaros que habitam a erva-mate na verdade são altamente desejáveis, por ajudarem a manter sob controle as pragas potenciais. Os autores ressaltaram que os ácaros das famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae são os principais membros deste grupo de organismos benéficos, alguns com reconhecida, outros com suposta ação controladora dos ácaros fitófagos. Mais que isso, além dos ácaros predadores, mostraram também o efeito de certos fungos como colaboradores dos agricultores, por causarem doenças nos ácaros que têm o potencial de causar prejuízos. Muito já é conhecido, mas ainda falta o conhecimento de detalhes que viabilizem o uso destes fungos pelos produtores de erva-mate. Altamente relevante do ponto de vista de controle, discute-se também no livro o potencial do manejo da vegetação de ocorrência espontânea, no sentido de favorecer a permanência e promover o aumento das populações dos inimigos naturais dos artrópodes que danificam a erva-mate, minimizando o interesse dos produtores pelo uso de agrotóxicos.

O livro também apresenta informações básicas muito importantes para aqueles interessados em estudar os ácaros que ocorrem em erva-mate. Discute aspectos de como devem estes ser coletados para serem estudados, como podem ser preservados e como devem ser preparados para a identificação taxonômica. Apresenta também uma chave dicotômica que auxilia as pessoas com algum conhecimento sobre a morfologia de ácaros a realizar sua identificação.

Os autores estão de parabéns pelo seu empenho na preparação desta obra, que congrega as informações existentes e relata pontos importantes a serem considerados em estudos futuros. Apresenta-se assim uma importante análise de aspectos que podem conduzir ao emprego de práticas ecologicamente sustentáveis na produção da erva-mate, espécie sul-americana de grande importância econômica e social.

Prof. Dr. Gilberto José de Moraes
(USP-ESALQ)

Taxonomia, descrição e distribuição geográfica de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.

Fernanda Bruxel¹, Eduarda Demari Avrella², Marelise Teixeira¹,
Claudimar Sidnei Fior², Elisete Maria de Freitas¹

Resumo: A família Aquifoliaceae é representada no Brasil por 58 espécies, todas pertencentes ao gênero *Ilex*. Dentre essas espécies, somente *I. paraguariensis* é explorada economicamente para consumo humano. Este capítulo contém o histórico do nome da espécie, a lista de sinônimos, a caracterização morfológica, ecologia, distribuição e informações quanto ao solo e o clima das regiões de sua ocorrência. A espécie foi descrita por August de Saint Hilaire em 1822 quando este realizou viagem de estudo ao Brasil e coletou a planta nos arredores de Curitiba. Apresenta grande variabilidade fenotípica, especialmente de suas flores, o que tem estimulado técnicos e produtores a acreditar na existência de diferentes variedades de erva-mate. É uma espécie dioica, pois suas flores, apesar de hermafroditas, apresentam apenas uma das estruturas reprodutoras ativa. Dependente da fecundação cruzada, a polinização é realizada principalmente por himenópteros. Tem ocorrência natural na Argentina, Paraguai e Brasil. Neste último, cresce em formações de Floresta Ombrófila Mista, sempre em associações nitidamente evoluídas com *Araucaria angustifolia* e em matas subtropicais, não sendo encontrada em campos naturais. Além da importância para o consumo humano, seus frutos são muito consumidos por aves, sendo indicada para o plantio em áreas degradadas e na recomposição vegetal.

Palavras-chave: Aquifoliaceae, Espécie dioica, Morfologia, Variabilidade fenotípica.

Abstract: In Brazil, the family Aquifoliaceae is represented by 58 species of the genus *Ilex*. Among these species, only *I. paraguariensis* is economically explored for human consumption. This chapter presents the history of the name of this species as well as the list of synonyms, morphological features, ecology, distribution and information about soil and the climate in the areas where this species grows naturally. This species was described by August de Saint Hilaire in 1822 when he traveled to Brazil and collected the plant near Curitiba. It has a wide phenotypic variation specially the flowers, what has

1 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis e em Biotecnologia; Laboratório de Botânica, Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, Brasil (fbruxel1@universo.univates.br; mareliset01@gmail.com; elicauf@univates.br)

2 Departamento de Horticultura e Silvicultura, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil (dudademari@hotmail.com; csfior@ufrgs.br)

motivated specialists and producers to believe there might be different types of yerba mate. This is a dioecious species, given that despite having hermaphrodite flowers, only structures of one sex are active. Pollination depends on cross-fertilization and it is done mostly by Hymenoptera. It occurs naturally in Argentina, Paraguay and Brazil. In Brazil, it grows in Araucaria moist forests always in *Araucaria angustifolia* association and in subtropical forests. It is not found in natural environments. In addition to its importance for human consumption, its fruits are consumed by birds and it is recommended for reforestation of degraded areas and in plant restoration.

Keywords: Aquifoliaceae, Dioecious Species, Morphology, Phenotypic variation.

Resumen: En Brasil, 58 especies representan la familia *Aquifoliaceae*, todas pertenecientes al género *Ilex*. Entre esas especies, solamente *I. paraguariensis* es explorada económicamente para el consumo humano. Este capítulo presenta el histórico del nombre de la especie, la lista de sinónimos, la caracterización morfológica, ecológica, distribución e informaciones acerca del suelo y del clima de las regiones de su ocurrencia. August de Saint Hilarie describió la especie en 1822 durante un viaje de estudio a Brasil, cuando recolectó la planta en los alrededores de Curitiba. Presenta gran variabilidad fenotípica, especialmente de sus flores, lo que viene animando a los técnicos y productores a creer en la existencia de diferentes variedades de yerba mate. Es una especie dioica, pues sus flores, a pesar de ser hermafroditas, presentan solo una de las estructuras reproductoras activa. Dependiente de la fecundación cruzada, la polinización es realizada principalmente por himenópteros. Tiene ocurrencia natural en Argentina, Paraguay y Brasil. En este último, crece en formaciones de Floresta Ombrófila Mixta, siempre en asociaciones nítidamente evolucionadas con *Araucaria angustifolia* y en bosques subtropicales, ausente en campos naturales. Además de la importancia para el consumo humano, sus frutos son muy consumidos por aves, por lo que es indicada para la plantación en áreas degradadas y en la recomposición vegetal.

Palabras clave: Aquifoliaceae, Especie dioica, Morfología, Variabilidad fenotípica.

Classificação Botânica de *Ilex paraguariensis*

Ilex paraguariensis A.St.-Hil. está classificada, segundo o Sistema de Classificação Angiosperm Phylogeny Group (APG IV 2016), como Angiospermae, Eudicotiledonea, Ordem Aquifoliales e família Aquifoliaceae. As espécies da família Aquifoliaceae com ocorrência em regiões tropicais e temperadas incluem três gêneros, *Ilex*, *Nemopanthus* e *Prinos* (The Plant List 2013). No Brasil são citadas 58 espécies, todas do gênero *Ilex* (Souza & Lorenzi 2012), das quais 42 são endêmicas (Groppo 2013). Desse total, oito ocorrem no estado do Rio Grande do Sul (RS): *I. brevicuspis* Reissek (caúna), *I. chamaedryfolia* Reissek, *I. dumosa* Reissek (caá-berá), *I. microdonta* Reissek (congonha), *I. paraguariensis* (erva-mate), *I. pseudobuxus* Reissek (caúna da praia), *I. taubertiana* Loes. (caúna nebulosa) e *I. theezans* Mart. ex Reissek (caúna amarga) (Groppo 2013). Dentre as nativas do RS, somente *I. paraguariensis* é utilizada para consumo humano.

A espécie foi descrita pelo francês August de Saint Hilaire em 1822 em Memórias do Museu de História Natural de Paris. O material tipo da espécie se encontra depositado no Herbário do Museu de Paris com registro de procedência

assim descrito: “*Brésil – Prov de Saint Paul. Voyage d’Augusto St. Hilaire à época de 1816-1824. Catal. C. n° 1631*”. Os anos entre 1816 e 1824 correspondem ao período em que o naturalista fez sua viagem de estudos ao Brasil. As informações contidas no material indicam que as coletas da planta foram realizadas nos arredores de Curitiba, que na época pertencia ao estado de São Paulo (Oliveira & Rota 1985). O epíteto específico “*paraguariensis*” foi escolhido pelo naturalista, pois ele acreditava se tratar da mesma espécie encontrada no Paraguai. Porém, dois anos mais tarde, ele criou a sinonímia *I. mate* St. Hil. Em 1869, John Miers, ao revisar as plantas depositadas no Museu de Paris, considerou que os exemplares de Curitiba e do Paraguai não pertenciam à mesma espécie e denominou o material de Curitiba com o epíteto “*curitibensis*”. No entanto, em 1949, Lorenzo R. Parodi e Eduardo M. Grondona estudaram o mesmo material no Museu de Paris e concluíram que a descrição original da espécie estava correta e que ela realmente se tratava de *I. paraguariensis*. Citam, no entanto, a existência de ramos de outra espécie junto com o material, cuja mistura pode ter sido realizada pelo próprio naturalista durante as coletas, ou durante a devolução do material que havia sido utilizado em uma grande exposição de recursos naturais ocorrida em Paris em 1855 (Daniel 2009).

Após a publicação da espécie por August de Saint Hilaire, outros autores também publicaram a mesma espécie dando-lhe nomes distintos ou passaram a classificar variedades (Daniel 2009). O levantamento da nomenclatura já atribuída à espécie com base no *The Plant List* (2013) mostrou a existência de 24 sinônimos (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de sinônimos atribuídos à espécie *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., conforme *The list plants* (2013), com os respectivos autores, variedades ou formas

Sinônimos de <i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.
<i>Ilex bonplandiana</i> Münter*
<i>Ilex curitibensis</i> Miers
<i>Ilex domestica</i> Reissek
<i>Ilex domestica</i> var. <i>glabra</i> Reissek
<i>Ilex domestica</i> var. <i>pubescens</i> Reissek
<i>Ilex mate</i> A.St.-Hil.
<i>Ilex paraguariensis</i> var. <i>acutifolia</i> Mart
<i>Ilex paraguariensis</i> var. <i>angustifolia</i> Reissek
<i>Ilex paraguariensis</i> f. <i>confusa</i> Loes.
<i>Ilex paraguariensis</i> f. <i>dasyprionata</i> Loes.
<i>Ilex paraguariensis</i> f. <i>domestica</i> (Reissek) Loes.
<i>Ilex paraguariensis</i> var. <i>euneura</i> Loes.

<i>Ilex paraguariensis</i> var. <i>guaranina</i> Loes.
<i>Ilex paraguariensis</i> var. <i>latifolia</i> Reissek
<i>Ilex paraguariensis</i> f. <i>latifolia</i> (Reissek) Chodat
<i>Ilex paraguariensis</i> var. <i>longifolia</i> Reissek
<i>Ilex paraguariensis</i> f. <i>microphylla</i> Reissek
<i>Ilex paraguariensis</i> f. <i>parviflora</i> Chodat
<i>Ilex paraguariensis</i> f. <i>pubescens</i> Loes.
<i>Ilex paraguariensis</i> f. <i>sorbilis</i> (Reissek) Loes.
<i>Ilex paraguariensis</i> var. <i>ulei</i> Loes.
<i>Ilex sorbilis</i> Reissek
<i>Ilex theaezans</i> Bonpl. Ex Miers
<i>Ilex vestita</i> Reissek*

Mattos (1985) relata a existência de duas causas para tantos sinônimos e variedades para a espécie. A principal, segundo o autor, é, com certeza, consequência da grande variação morfológica apresentada pela espécie. A segunda foi a dificuldade, existente na época, de divulgação dos resultados das pesquisas entre os cientistas. Provavelmente várias pesquisas aconteciam ao mesmo tempo sem que os cientistas tomassem conhecimento dos trabalhos realizados. Foi Parodi & Grondona (1949) que encerraram a discussão sobre a classificação da erva-mate, confirmando o nome para a espécie.

A grande variabilidade fenotípica que tem sido constatada visualmente em populações de erva-mate, conforme citam Sturion & Resende (2005), especialmente nas folhas (cor do pecíolo), tem estimulado técnicos e produtores a afirmar que existem diferentes variedades de erva-mate. No entanto, um estudo realizado por Faccin et al. (2015) mostrou que as variações observadas na morfologia da folha não são acompanhadas por variações na composição fitoquímica de seus extratos, reforçando que se trata apenas de variações morfológicas da espécie. Resende et al. (1995) afirmam que as variações no tamanho das folhas e na cor do pecíolo são decorrentes de variabilidade genética intraespecífica. Esses autores reforçam ainda o fato de que não existem barreiras que impeçam o fluxo gênico entre indivíduos com as diferentes características.

Descrição botânica

Ilex paraguariensis (Figuras 1A, B) pode ser encontrada como árvore ou arvoreta cuja altura pode atingir de 10 a 15 metros. Seu caule é cilíndrico, reto ou pouco tortuoso, cinza-escuro, castanho-escuro ou preto quando jovem e coloração mais cinzenta, amarelo-castanho ou castanho quando mais velho (Edwin & Reitz 1967). A casca é áspera a rugosa, com lenticelas abundantes

formando, às vezes, linhas longitudinais munidas de cicatrizes transversais (Carvalho 2003). Ainda, segundo este último autor, o fuste geralmente é curto, mas, quando no interior das matas, pode chegar a 11 metros de comprimento. A copa é baixa e densamente folhada, de coloração verde-escura, constituindo uma das características mais marcantes da espécie. A coloração verde-escura das folhas é mais intensa na face adaxial (face superior) e um pouco mais clara na face abaxial (face inferior).

As folhas são simples, alternas (Figura 2A), glabras e geralmente com estípulas, subcoriáceas a coriáceas. O limbo, frequentemente com múcron curto, pode ser obovado, obtuso e até arredondado (Figura 2B), com comprimento que pode variar de 5,0 a 10,0 cm e 3,0 a 4,0 cm de largura, porém, quando no interior das matas, compondo o sub-bosque, podem alcançar 18,0 cm de comprimento e 5,0 cm de largura (Carvalho 2003). No entanto, Da Costa (2005) registrou folhas com até 23,0 cm de comprimento e 8,0 a 10,0 cm de largura no interior de matas nativas, afirmando que esse aumento é reflexo da menor intensidade de luz. Faccin (2014) confirmou diferença no tamanho das folhas, sendo maiores quando no interior das matas em relação às mantidas sob cultivo a pleno sol. A margem do limbo é irregularmente serreada-crenada principalmente na metade distal do limbo e as nervuras secundárias são pouco impressas na parte adaxial e mais salientes na parte abaxial (Daniel 2009).

O pecíolo geralmente é curto, retorcido, com 7,0 a 15,0 mm de comprimento e de coloração roxa (Figura 2C), esbranquiçada ou amarelada. As diferentes colorações do pecíolo, tamanho do limbo e presença ou ausência de pilosidade estão entre os fatores que têm estimulado produtores, técnicos e alguns pesquisadores a considerarem a possibilidade de que a espécie apresenta variedades.

As flores são pediceladas, de cor branca e pouco vistosas em razão do tamanho reduzido, dispostas em inflorescências fasciculadas nas axilas foliares (Figura 3A), formadas sobre ramos velhos na axila foliar (Figura 3B) (Pires et al. 2014). O cálice é gamossépalo com quatro sépalas de cor verde-clara e corola branca com quatro pétalas entre as quais estão quatro estames (Figura 3C).

Apesar das flores hermafroditas (espécies que apresentam estame e carpelo ou pistilo reunidos na mesma flor), é considerada uma espécie dioica (espécies cujas estruturas reprodutivas, estame e carpelo, encontram-se em flores separadas e em indivíduos distintos), pois apenas as estruturas de um sexo são ativas. Nas flores masculinas (flores estaminadas), as anteras são maiores, bem desenvolvidas e férteis e o carpelo (estrutura feminina) se deprime e aborta logo após a fecundação (Daniel 2009). Assim, a flor tem o ovário, mas este é estéril, com aspecto rudimentar, sem estilete e sem estigma (Figura 3D) (Pires et al. 2014). Nas flores femininas (flores pistiladas ou carpeladas), o ovário é súpero com tamanho médio de 14 mm, bem desenvolvido contendo quatro óvulos, o estilete é curto com estigma amplo, apresentando em média 1 mm de largura (Figura 3E). Possuem estames (estrutura produtora de grãos de pólen), no

entanto são menores, modificados e estéreis (Pires et al. 2014). Ayub & Mariath (1996) classificam a floração da erva-mate como explosiva, com as plantas estaminadas iniciando a antese (processo de maturação de uma flor) antes das plantas pistiladas.

A inflorescência feminina ocorre em fascículos pedunculados, com comprimento médio de 5 mm, nos quais ocorre uma flor pedicelada de comprimento médio de 4 mm, botão floral com 5 mm e flor com diâmetro médio de 4 mm. A inflorescência masculina ocorre em fascículos pedunculados, com tamanho médio de 4 mm de comprimento e com três flores de diâmetro médio de 6 mm por pedúnculo (Pires et al. 2014).

O fruto, de coloração roxa escura e polpa mucilagínosa quando maduro, é globoso, com mesocarpo carnoso e endocarpo ósseo-lenhoso (Kuniyoshi 1983). É do tipo drupa (Figura 3F) e subtipo nukulânio, com até cinco pirênios uniloculares (Barroso et al. 1999). Cada pirênio encerra uma semente com endosperma farto e embrião reduzido, de desenvolvimento tardio. Já as sementes, com 4 a 6 mm de diâmetro e superfície lisa (Kuniyoshi 1983), são de coloração castanho clara a escura, muito duras, pequenas e de forma variável (Carvalho 2003). Em razão da dureza do tegumento das sementes, o embrião, com aproximadamente 0,3 mm (Niklas 1987), é rudimentar e permanece em estágio dormente mesmo quando os frutos estão maduros (Hu 1975).

Figura 1 – A. Ramo de *Ilex paraguariensis* no qual é possível visualizar as folhas glabras e alternas com coloração verde brilhante. B. Observam-se as nervuras amareladas da folha.



Fonte: Claudimar Sidnei Fior.

Figura 2 – A. Ramo com folhas simples, alternas e recortadas, características de *Ilex paraguariensis*. B. Diferentes formatos do limbo da folha. C. Pecíolos roxos e levemente retorcidos



Fotos: Daiana Piccoli.

Figura 3 – A. Botões florais de *Ilex paraguariensis* em inflorescência do tipo tarso. B. Flores formadas sobre ramos velhos na axila foliar. C. Flores com cálice gamossépalo, quatro sépalos de cor verde-clara e quatro pétalas brancas entre as quais podem ser observados quatro estames largos. D. Flores estaminadas - em uma das flores os estames estão bem visíveis e é possível observar o pistilo reduzido. E. Flores pistiladas com estames inoperantes. F. Frutos do tipo drupa em processo de amadurecimento



Fotos A, B, D e E: Daiana Piccoli. Fotos C e F: Claudimar Sidnei Fior.

Polinização e fecundação

A fecundação é cruzada e todo o processo de reprodução, desde a formação do botão floral até a maturação dos frutos, ocorre entre setembro e maio, ocorrendo maior índice de botão floral em outubro (78%) e a antese nos meses de outubro e novembro, com maior intensidade no segundo mês. A presença de frutos foi observada de outubro até maio, iniciando, a partir de março, a mudança da cor verde para o vermelho arroxeado (Pires et al. 2014).

Ao observar 161 indivíduos em Floresta Ombrófila Mista Altomontana na Serra Catarinense, Pires et al. (2014) constataram a liberação de odor adocicado das flores, tanto nas estaminadas quanto nas pistiladas. Esses autores também observaram a presença de pequena quantidade de líquido no início da abertura das flores, sugerindo tratar-se de néctar, no entanto não pôde ser confirmada em razão da reduzida quantidade existente em cada uma das flores. A liberação de odor e, caso confirmada, a presença de néctar constituem estratégias para favorecer a polinização.

As flores de *I. paraguariensis* são visitadas principalmente por insetos das ordens Coleoptera, Diptera e Hymenoptera. No entanto, os principais polinizadores são os himenópteros, enquanto os demais atuam apenas como consumidores de pólen e néctar. As visitas às flores ocorrem entre as 9:00 e 17:00, período em que a temperatura é mais elevada (máxima de 25°C), quando os insetos atuam nas flores masculinas como coletoras de néctar e de pólen e nas flores femininas como coletoras de néctar e, conseqüentemente, realizam a polinização (Pires et al. 2014).

Variedades da espécie

Ilex paraguariensis apresenta variações quanto à sua morfologia, principalmente em relação ao tamanho e consistência das folhas, cor do pecíolo e nervura principal. Em análise realizada em plantios de exemplares nativos da espécie, constatou-se que não existe distinção de variedade em função da cor do talo e tamanho das folhas, mas sim que existe uma variação contínua, não permitindo a separação de grupos discretos (Sturion & Resende 2010).

De acordo com Carvalho (2003), existem, contudo, duas categorias naturais que distinguem as plantas de erva-mate encontradas no Brasil: *I. paraguariensis* var. *vestita* e *I. paraguariensis* var. *sincorensis*. A primeira, conhecida popularmente como erva-mate peluda, ocorre naturalmente nos estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo, enquanto a segunda ocorre na Serra de Sincorá, estado da Bahia, em altitude de 1.500 m.

Essa variação pode ser devido à variabilidade genética intraespecífica (Resende et al. 1995). No entanto, segundo Carvalho (2003), técnicos e produtores envolvidos com a cultura ainda têm diferenciado a erva-mate em quatro tipos:

- Erva-mate com folhas pequenas, coriáceas e com talo branco;
- Erva-mate com folhas pequenas, coriáceas e com talo roxo;

- Erva-mate com folhas grandes, membranáceas e com talo branco;
- Erva-mate com folhas grandes, membranáceas e com talo roxo (Edwin & Reitz 1967).

Em 1998, um produtor rural do município de Machadinho, estado do Rio Grande do Sul, identificou em seu plantio uma variedade, a qual mais tarde foi chamada de *Cambona 4*, que proporcionava chimarrão de sabor suave, de boa qualidade, valorizado pelo mercado interno. A partir de testes de DNA identificou-se o cruzamento e logo as plantas genitoras foram clonadas e formaram o pomar de sementes da primeira progênie biparental de erva-mate do Brasil (Correa et al. 2009; Hettwer 2013). Esta progênie destacada, cujas mudas são obtidas de sementes, tem sido muito plantada pelos produtores rurais (Santos 2011).

Áreas de ocorrência natural

É uma espécie perenifólia, ciófito (espécie intolerante ao sol e que necessita de sombra para seu estabelecimento e desenvolvimento), secundária tardia ou clímax (Saueressig 2014) e que aceita o sombreamento em qualquer etapa de seu desenvolvimento, sendo mais tolerante à luz na fase adulta. Cresce, preferencialmente, nas associações mais evoluídas dos pinhais e regenera-se com facilidade quando o estrato arbóreo superior e, principalmente, os estratos arbustivo e herbáceo são raleados (Daniel 2009). Mesmo sendo ciófito, pode se desenvolver a céu aberto e em altas densidades (Sturion & Resende 2010).

Com essas características, sua distribuição natural abrange uma área de aproximadamente 540.000 km² no continente sul-americano, sendo encontrada na Argentina, Paraguai e Brasil. Desse total, cerca de 450.000 km² estão situados no Brasil, correspondendo a 5% do território nacional (Oliveira & Rotta 1985; Giberti 1995), com registros para os estados da Bahia, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Groppo 2013). No entanto, Souza & Lorenzi (2012) citam a sua ocorrência do Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul, totalizando 235 municípios, sendo 90 em Santa Catarina, 65 no Paraná, 63 no Rio Grande do Sul e 17 no Mato Grosso do Sul, além de outros pontos nas regiões sudeste e centro-oeste (Oliveira & Rotta 1985).

Nessas regiões, cresce espontaneamente em associações, nitidamente evoluídas com a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, sendo a sua presença uma característica de Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) (Klein 1969) e de matas subtropicais. Também pode ocorrer na Floresta Estacional Semidecidual, como é o caso do noroeste do Paraná e do Sul de Mato Grosso do Sul (Carvalho 2003), ou ainda em área de vegetação natural do tipo cerrado (Oliveira & Rota 1985). Raramente é encontrada ao longo dos rios na Mata Atlântica (Reitz et al. 1983; Daniel 2009) e não ocorre em campos naturais. Já na Argentina e no Paraguai, ocorre nos sub-bosques das matas do rio Paraná e afluentes, onde a *Araucaria* não é registrada (Oliveira & Rotta 1985).

Nessas formações em que ocorre é de grande importância ecológica, pois seus frutos são muito consumidos por aves (Lorenzi 2002). Essa importante função ecológica foi confirmada por Colussi & Prestes (2011) quando registraram 14 espécies de aves se alimentando de seus frutos, caracterizando a dispersão zoocórica. Além disso, é indicada para o plantio em áreas degradadas e na recomposição vegetal (Lorenzi 2002).

Clima das áreas de ocorrência natural

A área de distribuição natural de *I. paraguariensis* engloba diferentes zonas climáticas, topográficas e geográficas (Sturion & Resende 2010). Pelo mapeamento climático de Koeppen, os locais de ocorrência da erva-mate concentram-se nos tipos climáticos Cfb (temperado úmido, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C), seguido pela Cfa (temperado úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C). A espécie também ocorre em áreas onde os tipos climáticos são Cwa (temperado ou subtropical com inverno seco) e Aw (tropical com inverno seco) (Daniel 2009).

O clima Cfb abrange a região nordeste do Rio Grande do Sul, quase todo o estado de Santa Catarina e o Sul do Paraná, enquanto o Cfa cobre a maioria do restante da área de ocorrência natural da erva-mate no Brasil, estendendo-se até a Argentina e Paraguai. Em relação aos climas Cwa e Aw, engloba o Mato Grosso do Sul e parte do Paraná (Daniel 2009).

O regime de precipitações da maior parte dos locais de ocorrência da espécie é caracterizado por chuvas concentradas no verão, com estação seca pouco pronunciada no inverno. A precipitação pluvial média anual pode variar de 1.200 a 3.700 mm. A temperatura média anual está entre 8,2 e 17,7 °C nos meses mais frios e entre 17,2 a 25,9 °C nos meses mais quentes (Carvalho, 2003).

Em relação à altitude, a faixa de variação dentro da área de ocorrência natural é de 500 a 1.500 m, ocorrendo a espécie preferencialmente nos planaltos sul-brasileiros, em regiões de maior altitude. A latitude estende-se de 21 a 30° Sul (Oliveira & Rotta 1985).

Segundo Daniel (2009), a ampla distribuição da erva-mate demonstra sua adaptação a uma ampla gama de condições ecológicas, o que conduz a uma maior possibilidade de se realizar com sucesso sua introdução em novas regiões. Isto é particularmente importante considerando-se sua possível introdução em áreas das regiões central e sudeste do Brasil, onde as condições climáticas coincidem com áreas de sua distribuição natural.

Solos das áreas de ocorrência natural

O solo é resultado da combinação de vários fatores, como o clima, material de origem, relevo, organismos e tempo de exposição ao intemperismo (Resende et al. 2000). Assim, dentre os fatores físicos que mais influenciam o desenvolvimento da erva-mate destaca-se a capacidade de retenção de água, em

que tanto a falta quanto o excesso de água desfavorecem o crescimento desta espécie (Carpanezzi et al., 1985). Em relação aos fatores químicos, a deficiência de alguns macronutrientes pode ser limitante à produção de erva-mate, tais como o fósforo (Reissmann et al. 1985) e o nitrogênio (Fossati & Reissmann 1997).

Segundo Saueressig (2014), *I. paraguariensis* ocorre principalmente em solos de baixa fertilidade, desde que profundos e não compactados. Geralmente esses solos apresentam baixos teores de cátions trocáveis, altos teores de alumínio e pH baixo (Carvalho 2003). No entanto, são solos bem drenados, sem restrição ao sistema radicular, com horizontes A, B e C ácidos e com elevado teor de matéria orgânica (Daniel 2009).

A ocorrência natural de erva-mate é variável em relação à textura dos solos, preferindo os que mostram equilíbrio na presença de argila, silte e areia (Ferreira Filho 1957). Não ocorre em solos que apresentam menos do que 15% de argila, tais como os Neossolos Quartzarênicos (Carvalho 2003). Conforme citado por Oliveira & Rotta (1985), é mais frequente em solos de textura franca, entre 15 e 35% de argila, e textura argilosa, acima de 35%.

Grande parte da área de ocorrência natural corresponde à formação Serra Geral, constituída por basalto e rochas afins, com presença predominante de latossolos (Resende et al. 2000). Ocorre raramente em solos rasos (Neossolos litólicos), devendo ser evitados solos úmidos não permeáveis e hidromórficos (Carvalho 2003). Dessa maneira, em áreas destinadas ao plantio da erva-mate devem ser evitados solos rasos e terrenos encharcados (Sturion & Resende 2010).

Desde o norte do Rio Grande do Sul até o centro-leste do Paraná, no planalto das araucárias, os solos em que a erva-mate ocorre naturalmente apresentam elevados teores de matéria orgânica e alumínio trocável nos trechos mais suaves, podendo, nos entalhamentos dos vales, ocorrer solos de maior fertilidade química (Resende 1994). Na Argentina, os solos são vermelhos, profundos, argilosos (com predominância de caulinita), ácidos ou ligeiramente ácidos e com alto teor de matéria orgânica. Além disso, apresentam drenagem satisfatória nos horizontes superiores, e mais lenta no horizonte de acumulação de argila. A porcentagem de saturação de bases é de aproximadamente 50% e a capacidade de troca de cátions é de 13 – 15 m.eq./100g (Prat Kricun & Belingheri 1995).

Considerações finais

Desde a descrição de *I. paraguariensis* persiste a falta de consenso quanto à existência de variedades da mesma em consequência da diversidade morfológica, principalmente de suas folhas. É provável que essa diversidade não justifique a existência de variedades específicas e que tenha apenas relação com o ambiente de ocorrência das plantas que é, por sua vez, muito diverso. Isso implicaria que o plantio de uma suposta “variedade” em uma região com características ecológicas diferentes de sua região de origem resultasse no crescimento de plantas com características morfológicas diferentes. A variação morfológica existente é,

segundo produtores, acompanhada de uma variação na composição química que afeta o sabor do chimarrão. Estudos complementares que considerassem as características química, molecular e morfológica da espécie, relacionando-as com os diferentes ambientes de ocorrência poderiam esclarecer este aspecto, favorecendo a exploração econômica da erva-mate. O conhecimento das causas da variação na composição química possibilitará o controle da qualidade do produto a ser desenvolvido atendendo diferentes consumidores.

Agradecimentos

À Univates pela infraestrutura e apoio à pesquisa. À Daiana Piccoli pela cedência de algumas das imagens utilizadas no capítulo e ao Sr. Pedro Piccoli Filho pelas importantes informações que ajudaram na elaboração do capítulo. Ao Sr. Eduardo Guadagnin e à Micheli Guadagnin da Silva pelo apoio em todas as pesquisas realizadas com *I. paraguariensis* pelos autores do presente capítulo.

Referências

APG IV. 2016 An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 181:1–20.

Ayub DM, Mariath JEA. 1996. Biologia floral em erva-mate *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. (Aquifoliaceae). Documento apresentado em: Congresso Nacional de Botânica 1996. Procedimentos do 47º Congresso Nacional de Botânica; Nova Friburgo, Rio de Janeiro.

Barroso GM, Morim MP, Peixoto AL, Ichaso CLF. 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

Carpanezzi AA, Cardoso A, Valio IFM, Graça MEC, Iede ET, Higa RCV. 1985. Queda anormal de folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em 1983. Documento apresentado em: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais 1983. Procedimentos do 10º Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.); Curitiba, Paraná.

Carvalho PER. 2003. Espécies Arbóreas Brasileiras. Colombo: Embrapa Florestas/ Embrapa Informações Tecnológicas.

Colussi J, Prestes NP. 2011. Frugivoria realizada por aves em *Myrciaria trunciflora* (Mart) O. Berg. (Myrtaceae), *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) e *Ilex paraguariensis* St. Hill. no norte do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 19:48–55.

Correa G, Vilichuaman LJM, Melo deIB, Baggio AJ, Felizari SR, Ruffato A. 2009. Sistema agroflorestal de erva-mate com a progênie bi-parental *Cambona* 4. Colombo: Embrapa Florestas (Circular Técnica, 1).

Da Costa RB, Contini MDV, Rego, AZ, Roa, FLH, Martins RAR, José W. 2005. Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. *Ciência Florestal*. 15: 371–376.

Daniel O. 2009. Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial. Dourados: UFGD/UEMS.

Edwin G, Reitz P. 1967. Flora Ilustrada Catarinense: Aquifoliáceas. Itajaí: Conselho Nacional de Pesquisas/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal-M.A./Herbário “Barbosa Rodrigues”.

Faccin C, Alberti S, Frare L, Vieira LR, Salas MLM, Freitas EM. 2015. Bread with Yerba Mate Aqueous Extract (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.). *American Journal of Food Technology*. 10:206–214.

Faccin C. 2014. Variação na composição química de folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em diferentes manejos e sua aplicabilidade em um produto alimentício. Dissertação de mestrado. Centro Universitário Univates. Lajeado.

Ferreira Filho JC. 1957. Cultura e preparo de Erva-mate. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura.

Fossati LC, Reissmann CB. 1997. Avaliação do estado nutricional e da produtividade de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate), em função do sítio. Documento apresentado em: Congresso Sul-Americano da erva-mate 1997. Procedimentos do 1º Congresso Sul-Americano da erva-mate e 2º Reunião Técnica do Cone Sul sobre a Cultura da erva-mate; Curitiba, Paraná.

Giberti GC. 1995. Aspectos oscuros de la corologia de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. In: Winge H, Ferreira AG, Mariath JE, Tarasconi LC, editores. Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: UFRGS, p. 289–300.

Grosso M. 2013. Aquifoliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [acessado 2017 Nov 16]. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB50>.

Hettwer VFJM. 2013. Variabilidade fenotípica e potencial de enraizamento por estaquia de genótipos de erva-mate cambona 4 [Dissertação de mestrado]. Passo Fundo (RS): Universidade de Passo Fundo.

Hu CY. 1975. In vitro culture of rudimentary embryos of eleven *Ilex* species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 100:221–225.

Klein RM. 1969. Árvores nativas da Ilha de Santa Catarina. *Insula*. 3:3–93.

Kuniyoshi YS. 1983. Morfologia de sementes e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta de araucária. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

Lorenzi H. 2002. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

Lourenço RS. 1997. Adubação da erva-mate. Documento apresentado em: Congresso Sulamericano da erva-mate 1997. Procedimentos do 1º Congresso Sulamericano da erva-mate e 2º Reunião Técnica do Cone Sul sobre a Cultura da erva-mate; Curitiba, Paraná.

Mattos NF. 1985. Revisão taxonômica da erva-mate - *Ilex paraguariensis* St. Hil. Documento apresentado em: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais 1983. Procedimentos do 10º Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.); Curitiba, Paraná.

Niklas CO. 1986. Perspectivas de micropropagación de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil). Citrusmisiones. 12:11–14.

Oliveira YMM, Rotta E. 1985. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil). Documento apresentado em: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais 1983. Procedimentos do 10º Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.); Curitiba, Paraná.

Parodi LR, Grondona EM. 1949. El exemplar original de *Ilex paraguariensis*. Revista Argentina de Agronomía. 16:199–202.

Peckolt G. 1943. Herva mate. Revista Flora Medicinal. 10:493–569.

Pires EZ, Stedille LIB, Machado S, Mantovani, A, Bortoluzzi RLC. 2014. Biologia reprodutiva de erva-Mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Altomontana. Revista de Ciências Agroveterinárias. 13:171–180.

Prat Kricun SD, Belingheri LD. 1995. Disposición, distanciamiento y densidade de plantación de yerba-mate en las provincias de Misiones y Corrientes, Argentina. In: Winge H, Ferreira AG, Mariath JE de A, Tarasconi LC, editores. Erva-mate: biologia e cultura do Cone Sul. Porto Alegre: Editora UFRGS; p. 55–72.

Prat Kricun SD, Belingheri LD. 1995. Aplicación de nitrógeno en plantaciones de yerba mate com diferentes densidades. In: Winge H, Ferreira AG, Mariath JEA, Tarasconi LC, editores. Erva-mate: biologia e cultura no cone sul. Porto Alegre: UFRGS; p.73–79.

Reissmann CB, Koehler CW, Rocha HO, Hildebrand EE. 1985. Avaliação das exportações de macronutrientes pela exploração da erva-mate. Documento apresentado em: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais 1983. Procedimentos do 10º Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.); Curitiba, Paraná.

Reitz R, Klein RM, Reis A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul: Erva-mate. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues.

Resende ADV, Sturion JA, Carvalho AP, Simeão RM, Fernandes JSC. 2000. Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela EMBRAPA – Resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones. Colombo: Embrapa Florestas (Circular Técnica 43).

Resende M. 1994. Pedologia. Viçosa: UFV.

Resende MDV, Sturion JA, Mendes S. 1995. Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Colombo: Embrapa-CNPf (Documentos, 25).

Santos SRF. 2011. Multiplicação de genótipos de erva-mate pelo processo de estaquia [Dissertação de Mestrado]. Passo Fundo (RS): Universidade de Passo Fundo.

Saueressig D. 2014. Plantas do Brasil: árvores nativas. Irati: Editora Plantas do Brasil.

Souza VC, Lorenzi H. 2012. Botânica Sistemática. 3. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda.

Sturion JA, Resende MDV. 2010. Melhoramento genético da erva-mate. Colombo: Embrapa Florestas.

Sturion JA, Resende, MDW. 2005. Seleção e progênie de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) para produtividade, estabilidade e adaptabilidade temporal de massa foliar. Boletim de Pesquisa Florestal. 50:37–51.

The Plant List. 2013. Version 1.1. Published on the Internet; [acessado 2017 Nov 01]. <http://www.theplantlist.org/>.

Evolução histórica do cultivo e usos da erva-mate

Tamara Bianca Horn^{1,2}, Joseane do Nascimento^{1,3}, Patrícia Vogel^{1,4},
Christiane Faccin⁵

Resumo: A erva-mate *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliaceae) é uma planta nativa da flora da América do Sul. Seu consumo como bebida estimulante foi iniciado por grupos étnicos da região que a apreciavam numa espécie de infusão através das folhas secas. Com a vinda dos colonizadores, houve maior difusão do hábito de beber a infusão devido a seus benefícios e em pouco tempo passou a ser cultivada na forma de monocultura ou consorciada com outras culturas agrícolas e explorada industrialmente. No Cone Sul, os países Argentina, Brasil e Paraguai se destacam como os maiores produtores da erva para consumo como bebida, sendo que o Brasil produz cerca de 900 mil toneladas de folha verde por ano nos três estados da Região Sul e no Mato Grosso do Sul. Atualmente, a maior divulgação de suas propriedades nutricionais e medicinais tem gerado um maior consumo como bebida tradicional é também processada industrialmente em medicamentos, cosméticos, chás entre outros, aumentando o valor agregado da sua produção. As folhas são amplamente utilizadas na medicina popular por sua capacidade estimulante, digestiva e diurética. Estudos têm demonstrado o potencial da erva-mate como conservante, esterilizante, corante natural, antimicrobiano, estimulante do sistema nervoso central, para tratamento da hipertensão arterial sistêmica, bronquite, pneumonia e na fabricação de cosméticos e/ou com propriedades antioxidante, vasodilatadora e estimulante do sistema nervoso central.

Palavras-chave: Antioxidante, Antimicrobiano.

Abstract: *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliaceae) is a plant native to South America. It started to be used as a stimulating drink by ethnic groups of this region. They

1 Laboratório de Acarologia, Tecnovates, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil (tamarahorn83@hotmail.com; joseanemn@gmail.com; pvogel.nutri@gmail.com).

2 Faculdade La Salle – Estrela, Estrela, Rio Grande do Sul, Brasil.

3 Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia; Laboratório de Acarologia, Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, Brasil.

4 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Agência Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

5 Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Universitária, Encantado, Rio Grande do Sul, Brasil (chrisfaccin@hotmail.com).

used to appreciate as an infusion of dry leaves. After the arrival of the colonizers, there was a wider diffusion of the habit of drinking this infusion. Thus, it quickly started to be cultivated in the form of monoculture or associated with other crops and exploited industrially. In the Southern Cone, Argentina, Brazil and Paraguay are the greatest yerba mate producers for consumption as a drink, and Brazil produces about 900 thousand tons of green leaf per year in Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul and Mato Grosso do Sul. Today, the greater dissemination of its nutritional and medicinal properties has resulted in a greater consumption not only as a traditional drink but also when it is industrially processed in medicines, cosmetics and teas, increasing the added value of its production. The leaves are widely used in folk medicine for its stimulating, digestive and diuretic characteristics. Studies have shown the potential of yerba mate as a preservative, sterilizer, natural dye, antimicrobial and a central nervous system stimulant for the treatment of systemic arterial hypertension, bronchitis, pneumonia and in cosmetics production and / or with antioxidant, vasodilator and stimulant properties on the central nervous system.

Keywords: Antioxidant, Antimicrobial.

Resumen: La yerba mate *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliaceae) es una planta nativa de la flora de América del Sur. Grupos étnicos de la región iniciaron su consumo como bebida estimulante, apreciándola en una especie de infusión preparada con hojas secas. Con la llegada de los colonizadores, se amplió la difusión del hábito de beber la infusión debido a sus beneficios y, en poco tiempo, pasó a cultivarse en la forma de monocultivo o por consorcio con otras culturas agrícolas y explorarla industrialmente. En el Cono Sur, los países como Argentina, Brasil y Paraguay se destacan con la producción más grande de la yerba mate para el consumo como bebida, por lo que Brasil produce alrededor de 900 mil toneladas de hojas verdes al año en los tres estados de la Región Sur y en Mato Grosso do Sul. Actualmente, la principal diseminación de sus propiedades nutritivas y medicinales viene ampliando su consumo tanto como bebida tradicional como procesada industrialmente en medicamentos, cosméticos, té, entre otros, aumentando el valor añadido de su producción. Las hojas son largamente utilizadas en la medicina popular por su capacidad estimulante, digestiva y diurética. Estudios vienen revelando el potencial de la yerba mate como conservante, esterilizante, colorante natural, antimicrobiano, estimulante del sistema nervioso central, para el tratamiento de la hipertensión arterial sistémica, bronquitis, neumonía y en la fabricación de cosméticos y/o con propiedades antioxidante, vasodilatadora y estimulante sobre el sistema nervioso central.

Palabras clave: Antioxidante, Antimicrobiano.

A erva-mate, *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliaceae), é uma planta nativa da flora da América do Sul e possui diferentes denominações nos países e regiões onde tem ocorrência natural e/ou cultivada. Na língua quíchua: *matin* ou *mati*; no Uruguai: *yerba mate*, *el té de Paraguay*, *el té de los jesuitas*, *la yerba del diablo*, *yerba santa*; e no idioma guarani: *ka'a* (Instituto Eivaldo Lodi 1986), erva, congonha (Lorenzi 2000). O vocábulo *mati* é de origem quíchua e significa cabaça, cuia ou porongo, recipiente feito do fruto maduro de *Lagenaria vulgaris* Ser. (Cucurbitaceae). A palavra que inicialmente designava o utensílio utilizado

para tomar o chimarrão, mais tarde, foi adotada pelos povos sul-americanos e passou a denominar a própria bebida da erva-mate (Martins 1926).

Através das folhas secas e processadas de *I. paraguariensis*, é preparada uma espécie de infusão, que evoluiu de um chá consumido por grupos étnicos que viviam na América do Sul a uma bebida que tem um papel social e até ritualístico em várias sociedades modernas do sul da América (Bracesco et al. 2011) (Figura 1).

Figura 1 – Cuia tradicionalmente utilizada no Sul do Brasil para consumo do chimarrão com erva moída média a fina (A); cuia muito utilizada na Argentina, Paraguai e Uruguai com erva moída grossa para consumo da erva com água quente ou na forma de tererê (B).



Fonte: Tamara Bianca Horn.

Evolução histórica

O uso mais remoto de *I. paraguariensis* refere-se aos quíchuas, povos aborígenes do Peru pertencentes à civilização Inca (Martins 1926). Na região que compreende o Paraguai, Uruguai, norte oriental da Argentina e o sul do Brasil, *I. paraguariensis* foi adotada pelos índios guaranis e outros povos indígenas nativos da região para a preparação de uma bebida estimulante com propriedades medicinais (Bracesco et al. 2011).

A vinda dos colonizadores portugueses e espanhóis para esta região contribuiu para a difusão do hábito de beber a infusão das folhas de *I. paraguariensis*, pois os próprios colonizadores passaram a divulgar seus benefícios e, em pouco tempo, espalhou-se por toda região sul do continente americano (Boguszewski 2007). Os jesuítas, após ocuparem a maior parte do território original da *I. paraguariensis* e de tentativas, sem sucesso, de proibir o consumo da infusão das folhas de erva-mate pelas populações nativas, foram os responsáveis pelo aperfeiçoamento do cultivo da planta que iniciou por volta de 1670 (Daniel 2009), bem como pelo aumento da sua produção e pelo comércio e exportação em regime de monopólio até 1768 (Boguszewski 2007).

Após a promoção do cultivo de erva-mate de forma industrial, a bebida resultante da infusão das folhas foi adotada e passou a ser denominado de “chimarrão” no sul do Brasil, de “mate” na Argentina e Uruguai e de “tererê” no Paraguai, onde é preparado com água fria no verão (Bracesco et al. 2011). Atualmente, o consumo da erva-mate não está restrito às regiões produtoras, apresentando um incremento de 15% nos últimos 12 anos, devido ao aumento populacional e adesão de novas pessoas, especialmente os jovens, ao hábito de sorver a bebida resultante da infusão das folhas de erva-mate (SINDIMATE, 2013).

Evolução na forma de cultivo

Antes da chegada dos colonizadores ao Cone Sul, os índios guaranis e outros povos indígenas nativos da região utilizavam a erva-mate de ocorrência natural na Argentina, Brasil (estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul) e Paraguai (Figura 2). Os jesuítas mantiveram o monopólio da erva-mate até 1767 quando foram expulsos do Brasil. Desde então, a população de plantas de erva-mate passou a ser explorada de forma inadequada. Com a população nativa sendo exaurida aos poucos, iniciou-se o cultivo de erva-mate no Brasil em quatro dos estados com ocorrência natural (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul) (Daniel 2009). A área cultivada aumentou consideravelmente de 8.500 hectares e 150 toneladas em 1990 para 74.400 hectares e 602.480 toneladas em 2015, sendo que o cultivo em sistema de monocultura predomina em todos os estados brasileiros que cultivam a planta (IBGE Pesquisa Agrícola Municipal 2015) (Figura 3). No Rio Grande do Sul ainda existem muitos ervais com produção consorciada com árvores nativas, bem como com outras culturas como pastagens, soja, milho, citros, nogueiras, eucalipto (Figura 4).

Figura 2 – Erva-mate nativa de ocorrência natural em Floresta Ombrófila Mista, sob sombreamento, especialmente de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze



Fonte: Isadora Zanatta Esswein

Figura 3 – Produção de erva-mate em sistema de monocultivo.



Fonte: Patrícia Vogel.

Figura 4 – Produção de erva-mate consorciada com sistema silvipastoril.



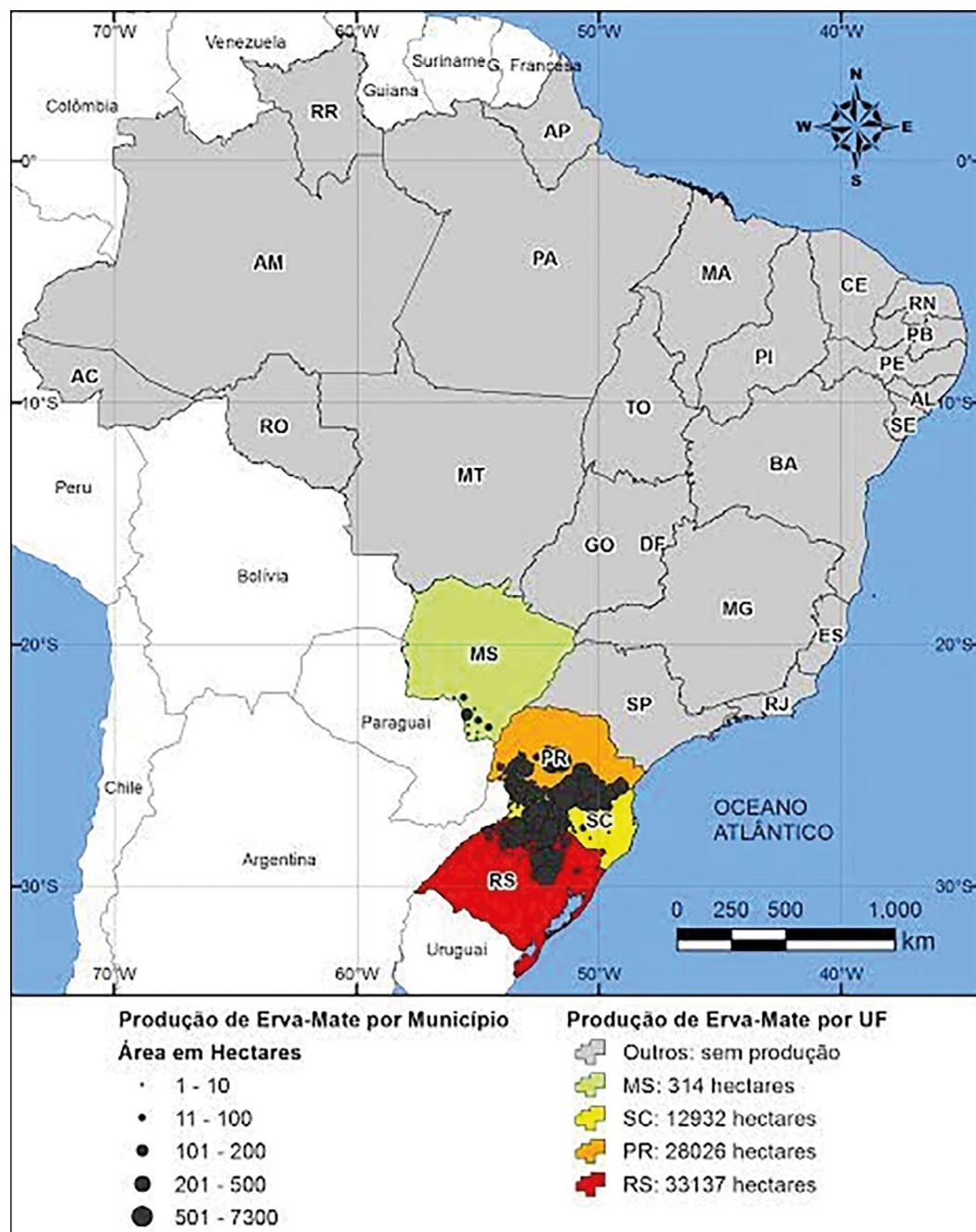
Fonte: Patrícia Vogel.

A erva-mate no Brasil

Segundo o IBGE, o Brasil produziu em 2015 cerca de 941.700 toneladas, sendo 64% proveniente de erva-mate cultivada e 36% de erva-mate nativa (IBGE Produção Agrícola Municipal 2015; IBGE Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2015). A produção de erva-mate está distribuída nos três estados da Região Sul e em Mato Grosso do Sul no Centro-Oeste. O Rio Grande do Sul é o maior produtor, com 33.137 hectares de área plantada e 48,5% da produção nacional. O segundo maior produtor é o estado do Paraná, com 28.026 hectares e 36,1% da produção nacional. Santa Catarina e Mato Grosso do Sul representam, respectivamente, 15,2 e 0,2% da produção nacional (IBGE Pesquisa Agrícola Municipal 2015) (Figura 5).

No Rio Grande do Sul, a região do Vale do Rio Taquari, que abrange 36 municípios, concentra 54,6% da área cultivada e produz cerca de 158 mil toneladas de folha de erva-mate verde. Os municípios da região que se destacam na produção são: Ilópolis (7.300 hectares), Arvorezinha (7.000 hectares), Anta Gorda (1.700 hectares) e Putinga (1.440 hectares) (IBGE Pesquisa Agrícola Municipal 2015) (Figura 5). No estado do Paraná, os municípios que se destacam na produção de erva-mate são Pitanga (5.400 hectares), General Carneiro (5.010 hectares), Cruz Machado (3.280 hectares), São Mateus do Sul (2.700 hectares) e Biturana (1.680 hectares) (IBGE Pesquisa Agrícola Municipal 2015).

Figura 5 – A erva-mate no Brasil



Fonte: IBGE Pesquisa Agrícola Municipal 2015. Elaborado por: Guilherme Garcia de Oliveira.

A erva-mate no Cone Sul

O chimarrão, mate ou tererê é um alimento tipicamente sul americano, diferente de muitos outros que são preparados e consumidos de formas distintas em lugares longínquos do mundo (Boguszewski 2007). Os países do Cone Sul como Argentina, Brasil e Paraguai concentram a produção mundial de erva-mate, sendo uma cultura de relevante importância econômica nestes locais (Eibl et al. 2000; Heck & De Mejia 2007). A Argentina ocupa a primeira posição na produção com 775.000 toneladas de folhas de erva-mate verde por ano (INYM 2016), seguida pelo Brasil com 602.480 toneladas (IBGE Pesquisa da Pecuária Municipal 2015) e pelo Paraguai com 94.000 toneladas (MAG 2012). Na Argentina, existem somente ervais plantados com o uso de método de colheita mecanizado, sendo que as áreas de plantio concentram-se em sua maioria nas Províncias de Misiones e Corrientes, com superfície cultivada de mais de 165.000 hectares (INYM 2016).

A Argentina tem a Síria que consome erva-mate na forma de infusão em copos de vidro ou porcelana como principal destino das exportações, além do Chile, que consome principalmente na forma de tererê, e Estados Unidos, França, Espanha, Alemanha e Itália (INYM 2016). O Brasil consome internamente em torno de 80% da sua produção (Mazuchowski et al. 2000). Apesar do alto consumo interno brasileiro, tem aumentado a comercialização da erva-mate e derivados entre os países do Cone Sul, particularmente Chile e Uruguai, que não tem produção suficiente para consumo próprio, sendo uma opção de mercado para os proprietários rurais de pequeno e médio porte (Penteado et al. 2000). Chile e Uruguai adquirem erva-mate cancheada (erva-mate seca e fragmentada) do Brasil e da Argentina, sendo que o Uruguai é o principal destino das exportações brasileiras, uma vez que os consumidores uruguaios possuem preferência pela erva-mate brasileira à argentina (Boguszewski 2007). O Brasil também vende este produto, em menor volume, para outras parte do mundo, como os Estados Unidos, Oriente Médio (Cardozo Jr. et al. 2007) e Europa, especialmente a Alemanha (Perez 2007). A produção do Paraguai é praticamente consumida pelo mercado interno (FAOSTAT 2013), sendo ingerido frio e podendo ou não ser adoçado na forma de tererê (Standage 2005).

O uso da erva-mate no Cone Sul possui registro em estudos que apontam os nativos guaranis como responsáveis por ensinar seu uso aos espanhóis durante a ocupação do Paraguai. Por volta dos anos de 1820, políticas comerciais do Paraguai incentivaram o Brasil a iniciar a exploração de populações nativas de erva-mate (Daniel 2009). O produto de origem brasileira, inicialmente obtido em escala comercial em 1882 no Estado de Mato Grosso do Sul, foi gradativamente substituindo o produto paraguaio. Os limites na fronteira entre Brasil e Paraguai impostos pela guerra incentivaram a expansão da indústria ervateira neste estado (Correa Filho 1925). O Brasil assumiu o posto de maior exportador de erva-mate para a Argentina na década de 1920. Nesta época, iniciou-se a implantação das primeiras áreas de cultivo da erva-mate na Argentina. Enquanto a produção

expandia-se na Argentina, houve também expansão das fronteiras nos três estados da região Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) e no Mato Grosso do Sul onde era originalmente produzida (Daniel 2009).

Propriedades e usos

A erva-mate é utilizada de diferentes formas na América do Sul, devido às suas propriedades nutricionais e medicinais (Santiago et al. 2010). As folhas são amplamente utilizadas na medicina popular por sua capacidade estimulante, digestiva e diurética. Além disso, a medicina popular indica a utilização de cataplasmas como tratamento de ferimentos e úlceras. Em análises farmacológicas, foi demonstrada a atividade antioxidante, vasodilatadora e estimulante sobre o sistema nervoso central (Matos & Lorenzi 2002).

A importância da erva-mate concentra-se na área de bebidas por infusão, como chás, chimarrão, tererê e sucos (Carvalho 1994). Muitos estudos têm sido realizados a respeito da utilização da erva-mate em outros produtos e aplicações. Dentre as já existentes, podemos citar a utilização da erva-mate como conservante, esterilizante, corante natural, bactericida, estimulante do sistema nervoso central, para tratamento da hipertensão arterial sistêmica, bronquite, pneumonia e na fabricação de cosméticos (Bassani & Campos 1997).

A utilização da erva-mate enquanto infusão de folhas como chimarrão, depois de devidamente processadas, é o primeiro e mais importante registro da utilização da planta para consumo no Brasil, especialmente na região Sul. Atualmente, em razão de preferência dos consumidores, as indústrias produzem diferentes tipos de erva-mate para chimarrão, que vão desde a erva-mate pura até aquelas adicionadas com açúcar ou com mistura de outras ervas, raízes e chás.

Além da erva para o chimarrão, o chá mate assumiu importância comercial no Brasil. Este chá é feito com a folha tostada de erva-mate e oferecido ao consumidor com sabores alternativos (Boguszewski 2007). O consumo de chá mate é bastante comum na região Sudeste do Brasil, consumido principalmente gelado. Além dos produtos tradicionais, outros estão sendo desenvolvidos, utilizando a erva-mate como matéria-prima por suas propriedades nutricionais e medicinais (Santiago et al. 2010).

Um estudo sobre a composição de micronutrientes na erva-mate e na infusão das folhas mostrou que a matéria seca é rica em magnésio e ferro, sendo as quantidades comparadas às encontradas no cacau e no café, que também são reconhecidas como bebidas estimulantes. Em relação à infusão, as quantidades de potássio, magnésio e manganês são consideráveis (Heinrichs & Malavolta 2001). Um estudo que determinou a quantidade de compostos fenólicos por cromatografia durante o armazenamento natural e acelerado mostrou valores médios, respectivamente, de 34,90 e 36,10 mg g⁻¹ para o ácido 5-cafeoilquínico e 0,18 mg g⁻¹ e 0,23 mg g⁻¹ para o ácido caféico pertencentes aos ácidos fenólicos; e 7,12 e 7,18 mg g⁻¹ para rutina, um flavonol pertencente a classe dos flavonoides

(Dutra et al. 2010). Outro estudo que avaliou a capacidade antioxidante da erva-mate em extrato aquoso e hidroalcoólico demonstrou atividade antioxidante comparável ao do tocoferol (Vitamina E) (Rivelli et al. 2007).

Entre as aplicações da erva-mate conhecidas, atualmente está o uso em cosméticos (Saraiva et al. 2015). A erva-mate contém metilxantinas (entre estas a cafeína), saponinas e flavonoides, que fazem dela uma matéria-prima adequada para este fim, o que ocorre após o estabelecimento de um produto padronizado, com critérios de qualidade e características bem definidas, para garantir os benefícios dos produtos derivados (Silva 2007). O extrato verde (não torrado) de *I. paraguariensis* contém alcaloides purina (metil-xantinas), flavonoides, vitaminas A, C, E e do complexo B, taninos, ácido clorogênico e seus derivados, além de numerosas saponinas triterpênicas derivadas do ácido ursólico conhecidas como saponinas mate (Martinet et al. 2001; Bastos et al. 2007; Heck & De Mejia 2007; Menini et al. 2007).

Empresas do ramo de cosméticos estão utilizando o extrato da erva-mate, obtido em maior quantidade das folhas secas da planta, para fabricação de sabonetes, cremes hidratantes, produtos para higiene capilar, entre outros. A obtenção de extratos é realizada através da transformação de soluções extrativas em produtos secos, visando obter produtos com maior concentração dos constituintes de interesse e com melhores características tecnológicas (List & Schmidt 1989; Gaudy 1991).

O extrato de erva-mate é utilizado principalmente em cosméticos de uso dermatológico, devido ao seu potencial antioxidante, capaz de prevenir os efeitos danosos da radiação ultravioleta e reduzindo os danos oxidativos causados pelos radicais livres. Os compostos polifenólicos presentes na planta são utilizados também em produtos antienvhecimento e com ação fotoprotetora (Balogh 2011).

A região alta do Vale do Taquari possui duas ervateiras que se destacam pela destinação de sua produção para confecção de cosméticos com base de erva-mate, diversificando sua produção e abrindo uma nova possibilidade de mercado. Em uma delas, o processo de produção de erva-mate certificado garantiu a comercialização de folhas para obtenção de extrato, que é comercializado para uma grande indústria de cosméticos com apelo comercial voltado à natureza e proteção do meio ambiente (Castellani et al. 2009), sendo a venda do produto realizada com alto valor agregado (Hoff et al. 2008).

A atividade antimicrobiana de extratos e óleos essenciais de plantas nativas tem sido alvo de muitos estudos em diversos países incluindo Brasil, Cuba, Índia, México e Jordânia, que possuem uma flora diversificada e rica além da tradição na utilização de plantas medicinais para uso, tanto antibacteriano quanto antifúngico (Navarro et al. 1996; Mahasneh et al. 1999; Ahmad & Beg 2001; Duarte et al. 2005).

Tzung-Hsun et al. (2008) avaliaram a atividade antimicrobiana de ervas consumidas em Taiwan contra patógenos orais e observaram baixa concentração

inibitória mínima para a bactéria *Streptococcus sanguinis* (BCRC15273) na exposição ao extrato metanólico de *I. paraguariensis*. Bactérias obtidas em focos de infestações clínicas como *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Providencia* spp., *Proteus mirabili* e *Pseudomonas aeruginosa* se mostraram resistentes ao extrato hidro-alcoólico de *I. paraguariensis* (Gonçalves et al. 2005). O extrato de erva-mate apresentou alta amplitude, pois desenvolveu halo de inibição em diferentes bactérias como *Shigella sonnei*, *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus* spp.-coagulase, sendo que o halo de inibição de *S. aureus* foi superior aos desenvolvidos por alguns antibióticos comerciais como vancomicina 30 mg e tetraciclina 30 mg. Carelli et al. (2011) observaram atividade antimicrobiana de *I. paraguariensis* frente a *S. aureus* e *P. aeruginosa*.

Girolometto et al. (2009) avaliaram a intensidade da atividade de inibição bacteriana (IINIB) e intensidade de atividade de inativação bacteriana de *I. paraguariensis* e observaram que *Salmonella enteritidis* demonstrou maior sensibilidade, seguida por *Enterococcus faecalis* ao extrato de galhos finos, sendo que *S. aureus* e *E. coli* apresentaram-se menos sensíveis. *Salmonella enteritidis* mostrou-se totalmente sensível ao extrato foliar, enquanto *E. faecalis*, *E. coli* e *S. aureus* foram menos sensíveis. A atividade biológica atribuída principalmente aos compostos fenólicos presentes em extrato metanólico e etanólico da erva-mate contra *S. aureus*, *Listeria monocytogenes*, *S. enteritidis* e *E. coli* mostrou que todos micro-organismos foram inibidos, exceto *E. coli* (Martin et al. 2013).

De Biasi et al. (2009) observaram que o extrato de ramos sem exposição solar apresentou maiores halos de inibição para bactérias e melhor atividade antifúngica que extrato de ramos com exposição solar .

Avaliando a associação entre a fração de saponinas extraídas de *I. paraguariensis* e fluconazol, Silva (2014) mostrou que espécies de fungos do gênero *Candida* foram mais sensíveis à associação destes produtos do que aos mesmos isoladamente, sendo a associação inclusive capaz de reverter a resistência ao fluconazol em alguns isolados. Filip et al. (2010) testaram o efeito do extrato aquoso de *I. paraguariensis* sobre o fungo *Malassezia furfur*, demonstrando que este apresenta atividade inibidora, sugerindo que o uso do extrato como agente antifúngico pode ser alternativo aos antifúngicos convencionais.

Considerações finais e perspectivas

O cultivo da erva-mate é de grande importância, pois representa um relevante instrumento de desenvolvimento regional e de inclusão social. O aumento do consumo ao longo dos anos levou à maior necessidade de produção, alavancando o desenvolvimento de técnicas silviculturais e da disponibilização de tecnologias ao setor ervateiro, incluindo as pequenas e médias propriedades rurais. Além disso, a maior exigência de consumidores por produtos ambientalmente corretos favoreceu a mudança também nas formas de produção, a exemplo da erva-mate orgânica ou consorciada com florestas nativas, o que também gerou diferenciação de marcas e produtos no

mercado nacional e internacional. Os estudos demonstrando seu potencial antioxidante, antimicrobiano, diurético, entre outros agregam valor à produção. A erva-mate passou a ser utilizada como matéria-prima em diferentes linhas de cosméticos, sendo seu uso já expressivo em sabonetes, cremes hidratantes e antienvhecimento, perfumes, óleos corporais, entre outros. Há ainda um potencial de aplicação em medicamentos industrializados para potencializar seus efeitos farmacológicos (diurético, antimicrobiano) que já são adquiridos informalmente pela população através do consumo da infusão da erva via chimarrão.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Ervateira Putinguense Ltda., Técnico Agrícola Fabiano Zenere da EMATER/RS-ASCAR de Ilópolis/RS pelas informações disponibilizadas e Guilherme Garcia de Oliveira pela confecção do mapa.

Referências

Ahmad I, Beg AZ. 2001. Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian plants against multi-drug resistant human pathogens. *Journal of Ethnopharmacology* 74:113–123

Balogh TS. 2011. Uso cosmético de extratos glicólicos: avaliação da atividade antioxidante, estudo da estabilidade e potencial fotoprotetor. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, p 244.

Bassani VL, Campos AM. 1997. Desenvolvimento de extratos secos nebulizados de *Ilex paraguariensis* St. Hil., Aquifoliaceae (erva-mate) visando a exploração do potencial do vegetal como fonte de produtos. Congresso Sul-americano da erva-mate, Reunião técnica da erva-mate, 2, Curitiba, Brasil. EMBRAPA/CNPQ Documentos 33, pp 69–87

Bastos DHM, Oliveira DM, Matsumoto RLT, Carvalho PO, Ribeiro ML. 2007. Yerba mate: pharmacological properties, research and biotechnology. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*. 1:37–46

Boguszewski JH. 2007. Uma história cultural da erva-mate: o alimento e suas representações. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, p 123.

Bracesco N, Sanchez AG, Contreras V, Menini T, Gugliucci A. 2011. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology*. 136:378–384.

Cardozo Jr. EL, Ferrarese-Filho O, Cardozo Filho L, Ferrarese MLL, Donaduzzi CM, Sturion JA. 2007. Methylxanthines and Phenolic Compounds in Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) Progenies Grown in Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*. 20:553–558.

- Carelli G, Macedo SMD, Valduga AT, Corazza ML, Oliveira JV, Franceschi E, Vidal R, Jaskulski MR. 2011. Avaliação preliminar da atividade antimicrobiana do extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. - Hil.) obtido por extração com CO₂ supercrítico. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 13:110–115.
- Carvalho PER. 1994. *Ilex paraguariensis* Saint-Hilaire; erva-mate. In: EMBRAPA-CNPQ (ed) *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. EMBRAPA-CNPQ, Brasília, pp. 280–287
- Castellani DC, Kawagushi D, Monteiro RE, Vasconcellos M, Camargo S, Casara J. 2009. Produção sustentável de matérias-primas vegetais utilizadas pela indústria cosmética brasileira. In: VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, EMBRAPA, Brasília. <http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema05/05tema22.pdf>. Acesso em 10 Out 2016.
- Correa Filho V. 1925. *À sombra dos Ervais Mato-Grossenses*. Monografias Cuiabanas, São Paulo. p. 197.
- Daniel O. 2009. *Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial*. Editora UFGD, Dourados, UEMS. p. 288
- De Biasi B, Grazziotin NA, Hofmann Jr. AE. 2009. Atividade antimicrobiana dos extratos de folhas e ramos da *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 19:582–585.
- Duarte MCT, Figueira GM, Sartoratto A, Rehder VLG, Delarmelina C. 2005. Anti-*Candida* activity of essential oils and extracts from native and exotic medicinal plants used in Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*. 97:305–311.
- Dutra FLG, Hoffmann-Ribani R, Ribani M. 2010. Determinação de compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência isocrática durante estacionamento da erva-mate. *Química Nova* 33:119–123.
- Eibl B, Fernandez RA, Kozarik JC, Lupi A, Montagnini F, Nozzi D. 2000. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. *Agroforestry Systems*. 48:1–8.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. FAOSTAT Database. <http://faostat.fao.org>. Acesso em 27 Ago 2016.
- Filip R, Davicino R, Anesini C. 2010. Antifungal activity of the aqueous extract of *Ilex paraguariensis* against *Malassezia furfur*. *Phytotherapy Research*. 24:715–719.
- Gaudy D, Puech A, Jacob M. 1991. Rôle de l'ajuvant dans l'optimization de la production d'un extrait se végétal nébulisé: cas de l'extrait de Noix vomique. *Pharm Acta Helv*. 66:5–10.
- Girolometto G, Avancini CAM, Carvalho HHC, Wiest JM. 2009. Atividade antibacteriana de extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 11:49–55.

Gonçalves AL, Alves Filho A, Menezes H. 2005. Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. *Arquivos do Instituto Biológico*. 72:353–358.

Heck CI, de Mejia EG. 2007. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*), a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. *Journal of Food Science*. 72:138–151.

Heinrichs R, Malavolta E. 2001. Composição mineral do produto comercial da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). *Revista Ciência Rural*. 31:781–785.

Hoff DN, Blume R, Pedrozo EA. 2008. Construindo competitividade a partir da Certificação Florestal: um estudo na Ervateira Putinguense, RS. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*. 17:121–132.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Pesquisa Agrícola Municipal. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=p&o=30>. Acesso em 27 Out 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Produção de Extração Vegetal e da Silvicultura. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=289&z=p&o=31>. Acesso em 27 Out 2016

Instituto Euvaldo Lodi. 1986. Ciclo da Erva-mate em Mato Grosso do Sul – 1883–1947. (Série Histórica). Coletânea. Instituto Euvaldo Lodi, Campo Grande, p. 518.

INYM - Instituto Nacional de La Yerba Mate. 2016. Yerba Mate en el mundo. <http://yerbamateargentina.org.ar/>. Acesso em 21 Nov 2016

List P, Schmidt PC. 1989. *Phytopharmaceutical technology*. CRC Press, London, pp 39–49.

Lorenzi H. 2000. *Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Instituto Plantarum, Nova Odessa. p. 352.

MAG - Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2012. Erva-mate. <http://www.mag.gov.py>. Acesso em 21 Nov 2016.

Mahasneh AMA, Adel MA. 1999. Antimicrobial activity of extracts of herbal plants used in the traditional medicine of Jordan. *Journal of Ethnopharmacology*. 64:271–276.

Martin JGP, Porto E, Alencar SM, da Glória EM, Corrêa CB, Cabral ISR. 2013. Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) against food pathogens. *Revista Argentina Microbiología*. 45:93–98.

Martinet A, Ndjoko K, Terreaux C, Marston A, Hostettmann K, Schutz Y. 2001. NMR and LC–MSn characterisation of two minor saponins from *Ilex paraguariensis*. *Phytochemical Analysis*. 12:48–52

- Martins R. 1926. *Ilex-mate*: chá sul-americano. Empresa Graphica Paranaense, Curitiba. p. 312.
- Matos AFJ, Lorenzi H. 2002. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Plantarum, São Paulo. p 544
- Mazuchowski JZ, Bracht MJ, Maccari Jr. A. 2000. Patentes industriais e as prioridades para investimentos tecnológicos na cadeia produtiva da erva-mate. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-mate do Paraná. MCT/CNPq/Projeto PACDT Erva-mate, Curitiba.
- Menini T, Hech C, Schulze J, Mejia E, Gugliucci A. 2007. Protective action of *Ilex paraguariensis* extract against free radical inactivation of paraoxonase-1 in high-density lipoprotein. *Planta Medica*. 73:1141–1147.
- Navarro V, Vilarreal ML, Rojas G, Lozoya X. 1996. Antimicrobial evaluation of some plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of infectious diseases. *Journal of Ethnopharmacology*. 53:143–147.
- Penteado SRC, Iede ET, Leite MSP. 2000. Pragas da erva-mate: perspectivas de controle. Congresso Sul-americano da erva-mate e Reunião Técnica da erva-mate, 2, 3, Encantado. pp 27–38.
- Perez LH. 2007. Chá-Mate e Especiarias: Exportações Brasileiras de 1996 a 2006. *Informações Econômicas*. 7:40–49.
- Rivelli DP, Silva VV, Ropke CD, Miranda DV, Almeida RL, Sawada TCH, Barros SBM. 2007. Simultaneous determination of chlorogenic acid, caffeic acid and caffeine in hydroalcoholic and aqueous extracts of *Ilex paraguariensis* by HPLC and correlation with antioxidant capacity of the extracts by DPPH reduction. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. 43:215–222.
- Santiago I, Cogoi L, López P, Anesini C, Ferraro G, Filip R. 2010. Study of the bioactive compounds variation during yerba mate (*Ilex paraguariensis*) processing. *Food Chemistry*. 122:695–699.
- Saraiva CNO, Roque AP, Froemming LMS, Saraiva DT. 2015. A erva-mate e o desenvolvimento de subprodutos. Salão do Conhecimento Unijuí, XX Jornada de Pesquisa. <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/4657/3856> Acesso em 24 Out 2016
- Sindicato das Indústrias do Mate no Estado do Rio Grande do Sul (SINDIMATE). 2013. [Seminar on geographical indication of yerba mate of the region Taquari valley]. (In Portuguese). <http://www.sindimaters.org.br>. Acesso em 22 Nov 2016
- Silva FA. 2007. Avaliação tecnológica e atividade antioxidante de produtos secos por spray-drying de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil.-Aquifoliaceae (erva-mate). Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p 212

Silva FEK. 2014. Avaliação antimicótica da fração rica em saponinas obtida do fruto de *Ilex paraguariensis* (Auguste Saint-Hilaire). Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde.

Standage T. 2005. A história do mundo em 6 copos. Jorge Zahar, Rio de Janeiro. p. 256.

Tzung-Hsun T, Tsung-Hsien T, You-Chia C, Chi-Wei L, Po-Jung T. 2008. In vitro antimicrobial activities against cariogenic streptococci and their antioxidant capacities: A comparative study of green tea versus different herbs. Food Chemistry. 110:859–864.

A construção sociocultural e econômica da cadeia de produção e o consumo da erva-mate

Marlon Dalmoro¹

Resumo: A produção e a transformação da erva-mate para fins comerciais envolve não só uma dinâmica econômica, mas especialmente aspectos sócio-históricos que fazem da erva-mate um bem cultural nas regiões produtoras. Tendo isso presente, neste capítulo são analisados os aspectos socioculturais e econômicos da cadeia de produção e consumo da erva-mate. Para isso, foi adotada uma perspectiva metodológica qualitativa, envolvendo pesquisa bibliográfica e dados secundários. Os resultados apontam que os aspectos econômicos da erva-mate emergem da combinação de elementos culturais, sociais, históricos e econômicos capazes de dar forma a uma cadeia de produção e consumo.

Palavras-chave: erva-mate, cadeia de produção e consumo, aspectos socioculturais, aspectos econômicos.

Abstract: Yerba mate production and transformation with commercial purposes concerns not only economic dynamics, but especially socio-historical aspects that make yerba mate a cultural asset. This chapter aims at analyzing the sociocultural and economic aspects of the yerba-mate production and consumption chain. Therefore, a qualitative methodological perspective was adopted. Through as bibliographical research and secondary data analysis. Results show that the economic aspects of yerba-mate are a combination of cultural, social, historical, and economic elements which can shape its production and consumption chain.

Keywords: yerba-mate, production and consumption chain, socio-cultural aspects, economic aspects.

Resumen: La producción y transformación de la yerba mate para fines comerciales involucra no solo una dinámica económica, sino, especialmente, aspectos socio-históricos que convierten la yerba mate en un bien cultural en las regiones productoras. Por eso, en este capítulo se analizarán los aspectos socioculturales y económicos de la cadena de producción y consumo de la yerba mate. Para ello, se adoptó una perspectiva metodológica cualitativa, que involucra investigación bibliográfica y datos secundarios. Los resultados indican que los aspectos económicos de la yerba mate emergem de la combinación de

1 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis, Univates, Lajeado, RS, Brasil (marlon.dalmoro@univates.br)

elementos culturales, sociales, históricos y económicos capaces de dar forma a una cadena de producción y consumo.

Palabras clave: yerba mate, cadena de producción y consumo, aspectos socioculturales, aspectos económicos.

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliaceae)) está diretamente ligada à história da região sul do continente americano. A infusão de suas folhas devidamente processadas serviu como um elemento básico na alimentação dos índios Guaranis em seu amplo território, tornando-a um produto popular nas regiões banhadas pelos rios Paraná, Uruguai e Paraguai (Gerhardt 2013; Kern 1991). Esse antigo hábito guarani foi incorporado pelos europeus que chegaram a essa região no século XVI, formando uma cadeia de produção e consumo regional economicamente significativa. Com isso, a erva-mate, além de consistir num componente comum da biodiversidade das florestas do sul da América, refere-se a uma representação sociocultural e econômica marcante dessa região.

A exploração comercial da erva-mate relaciona-se a uma das indústrias mais antigas do Brasil, com a construção das primeiras unidades de processamento da erva-mate com fornos de secagem em 1840. Essa atividade industrial consistiu num dos propulsores da economia do Brasil no período imperial, preservando a importância econômica e cultural até hoje nas regiões produtoras. Atualmente, a erva-mate é explorada economicamente em cerca de 180 mil propriedades em 480 municípios dos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (EMBRAPA 2014), bem como nas regiões de Corrientes e Misiones na Argentina (INYM 2016a) e no Paraguai (MAG 2016).

Diante dessa contextualização, este capítulo parte do entendimento de que as dinâmicas sócio-históricas dos bens culturais são importantes descritores das cadeias de produção e consumo (Kravets 2012), e tem como objetivo analisar aspectos socioculturais e econômicos da cadeia de produção e consumo da erva-mate. Para isso, além de apresentar dados representativos dessa cadeia, buscam-se ressaltar aspectos históricos e culturais que resultaram na formação dessa cadeia e os desafios atuais para a sua expansão.

As partes que seguem esta contextualização envolvem primeiramente a descrição dos procedimentos metodológicos que guiaram a interpretação dos dados e a escrita deste capítulo. A construção do texto, de caráter interpretativo, é construída, inicialmente, por uma descrição sócio-histórica da produção e consumo de erva-mate. Posteriormente, analisam-se a construção e o estágio atual da cadeia de valor da erva-mate. Por fim, as conclusões buscam apontar caminhos na construção de uma cadeia produtiva, além de um produto cultural dos pampas.

Metodologia

No seu plano metodológico, a construção deste estudo foi orientada por diferentes métodos oriundos das ciências sociais, caracterizando-se majoritariamente como uma abordagem qualitativa mediante pesquisa bibliográfica. Primeiramente, buscaram-se conhecer as diferentes formas de contribuição científica acerca da erva-mate nas ciências sociais. Com isso permitiu-se explorar problemas já conhecidos e identificar formas de tratar o tema sob novo enfoque (Denzin & Lincoln 2000). Num segundo momento, foram obtidos dados de produção de erva-mate nos relatórios da Produção Agrícola Municipal (PAM) e Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) divulgados no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Complementarmente, também foram utilizados dados sobre a produção de erva-mate na Argentina e no Paraguai, divulgados pelo *Instituto Nacional de la Yerba Mate* (INYM) e pelo *Ministerio de Agricultura y Ganadería* (MAG).

A análise dos dados seguiu uma orientação majoritariamente interpretativa (Denzin & Lincoln 2000), relacionando dados estatísticos de produção de erva-mate com aspectos históricos e culturais dos produtores e consumidores. Na análise dos dados, deve-se atentar aos diferentes padrões de apresentação dos mesmos, envolvendo erva-mate em folha verde, canchada – após ser secada e moída – e erva-mate pronta para consumo (já embalada). Essa distinção é o reflexo dos diferentes padrões utilizados na divulgação dos dados setoriais. Dessa forma, a palavra “erva-mate” é utilizada aqui, prioritariamente, para representar o produto comercializado.

Descrição sociocultural da produção e consumo de erva-mate

O consumo da erva-mate é majoritariamente via chimarrão ou mate (Oliveira & Waquil 2014), repetindo assim os hábitos dos índios guaranis, que usavam folhas fragmentadas de erva-mate como matéria-prima para preparar uma bebida em um porongo (*Legenaria siceraria*) (Gerhardt 2013). A construção cultural dos habitantes do sul do Brasil em consonância com algumas tradições locais fez com que o hábito guarani de tomar chimarrão se disseminasse entre a população local e, conseqüentemente, alimentasse uma cadeia produtiva para fomentar esse mercado. Enquanto alguns pesquisadores ressaltam que as propriedades tônicas da erva-mate despertaram a atenção dos padres jesuítas logo na sua chegada à América do Sul no século XVI (Martins 2006; Gerhardt 2013), é importante destacar que atreladas a isso também estavam oportunidades comerciais que a erva-mate fornecia. Visto que a erva-mate era consumida em toda a região do pampa, ela consistia numa moeda de troca pela prata oriunda da região de Potosí. Com isso, as Missões Jesuítas se tornaram redutos de aprimoramento das técnicas de cultivo, beneficiamento e armazenamento da erva-mate e de fomento à sua comercialização (Berkai & Braga 2000; Kern 1991).

No século XVIII, a expulsão dos jesuítas do território brasileiro pelos portugueses e o deslocamento daqueles para o Paraguai e Argentina contribuíram

para disseminar os hábitos de consumo da erva-mate nas colônias espanholas da América do Sul. Ao longo do século XIX, o Brasil, por deter capacidade de industrialização da erva-mate, passou a ser grande fornecedor do produto para a Argentina e para o Paraguai. Esse crescimento durou até o final da década de 1920, quando as exportações passaram a decrescer na proporção inversa da produção Argentina.

Já no início do século XX, com a chegada de novos imigrantes na Região Sul do Brasil, e um processo de recuperação de tradições locais, como, por exemplo, as tradições gaúchas a partir de 1892, a erva-mate é tomada como um símbolo cultural local (Barbosa Lessa 1985). O chimarrão passa a ser incorporado nos hábitos de consumo dos novos habitantes do sul do Brasil, ao mesmo passo que se populariza na Argentina e no Uruguai, construindo de fato um mercado consumidor que permanece ativo até hoje. Paralelamente, no Paraguai e em algumas regiões do Brasil, o “tererê” (infusão com água fria) se populariza nos hábitos de consumo, consolidando a erva-mate como um produto característico dessas regiões. Nessa seara, destaca-se ainda o crescimento do Movimento Tradicionalista Gaúcho na década de 1980, que passa a exaltar o consumo do chimarrão no espaço urbano e entre os jovens (Barbosa Lessa 1985; Durayski 2013). Com isso, a erva-mate passa a permear os hábitos de consumo dos gaúchos de forma transversal, tornando-se um símbolo da cultura material gaúcha. Por outro lado, apesar de tentativas na ampliação do consumo da erva-mate para além da região do Pampa, a erva-mate nunca teve a mesma aceitação que o chá ou o café em outras regiões. A competitividade de empresas de nível global, especialmente americanas e europeias, fez do chá e do café produtos de consumo globais, enquanto o caráter local das empresas produtoras de erva-mate limitou regionalmente o apelo ao chimarrão. Uma das poucas iniciativas ao longo da história dessa cadeia produtiva foi um produto elaborado com folha queimada da erva-mate, criado pela empresa Leão Junior em 1938, denominado chá-mate. Esse produto tem se propagado em outras regiões do Brasil, especialmente no Rio de Janeiro e São Paulo, mas não impacta diretamente na absorção da produção regional. Apesar disso, é por meio do chimarrão que a erva-mate se constitui como uma cadeia de valor significativa em termos financeiros, reforçando seu caráter como um produto típico da cultura material e da história sul-americana.

De uma cultura material para uma cadeia de valor

O caráter regional da produção e consumo da erva-mate impacta diretamente a dinâmica do seu mercado, passando por ciclos de maior e menor crescimento, investimentos na modernização e profissionalização da produção, e ciclos de valorização do consumo do chimarrão no Sul do Brasil (Dalmoro & Nique 2017). Além disso, a produção de erva-mate concorre com outros tipos de exploração agrícola e madeireira. Especialmente após a década de 1950, ervais nativos foram destruídos para a exploração madeireira, reduzindo drasticamente a produção, visto que até então a exploração era realizada basicamente por meio do extrativismo, impactando diretamente a oferta de produto e seu preço.

Posteriormente, os ervais passaram a ser substituídos por áreas de lavoura de ciclos anuais, como soja, milho e trigo, incentivados pela atratividade do agronegócio globalizado em detrimento da produção que nunca atraiu olhares dos investimentos estrangeiros – ao contrário do café em São paulo e Paraná e do chá na Índia. Esse fato limitou regionalmente a produção e também o consumo de erva-mate (Gerhardt 2013).

Com isso, complementarmente, a exploração de ervais nativos, nas últimas duas décadas, foi marcada pelo crescimento da produção em cultivo, ou seja, em ervais plantados. A exploração de ervais plantados no formato de monocultivo passou a ser a principal forma de produção no Brasil na esteira da modernização das formas de comercialização que exigem fornecimento contínuo de matéria-prima e escala de produção para fazer frente aos investimentos e custos operacionais. A erva-mate oriunda de cultivo representava apenas 30% da produção nacional em 1994, enquanto em 2014 representava 60% (Tabela 1). É importante observar que em 2013-2014 a produção de erva-mate oriunda de ervais nativos voltou a crescer, reflexo do aumento do preço no período, motivando o manejo de ervais antigos e/ou abandonados (Oliveira e Waquil 2014).

Tabela 1 – Evolução histórica da produção de erva-mate no Brasil

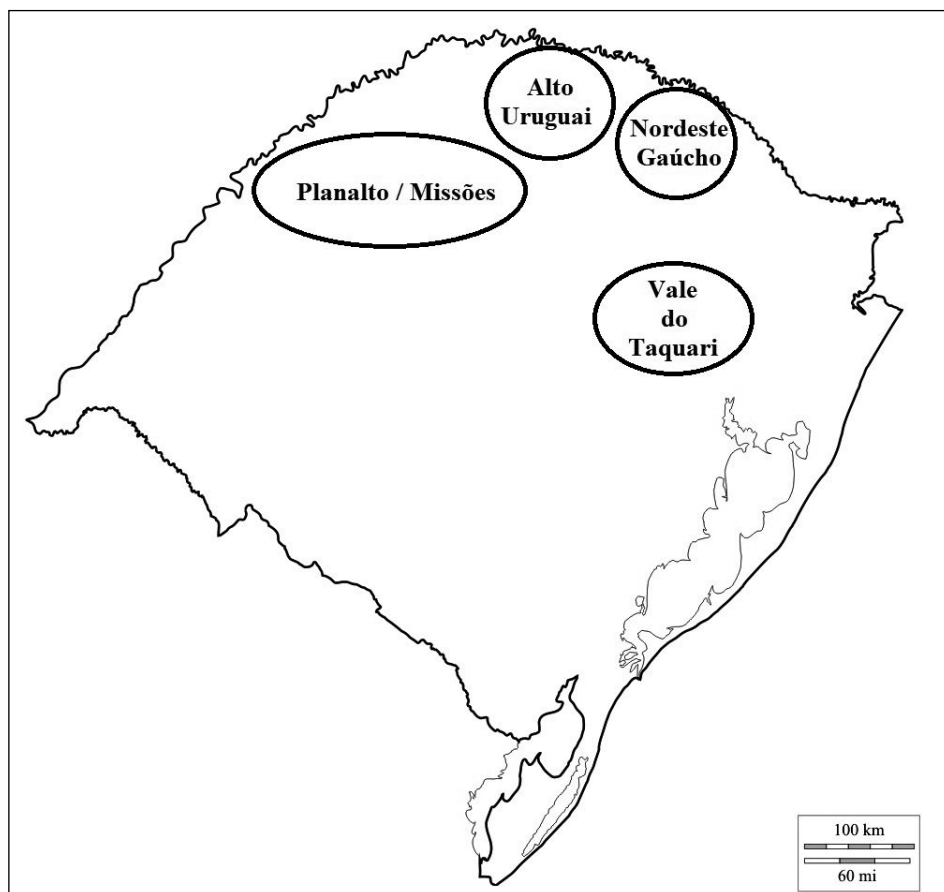
Ano	Produção de erva-mate (verde) no Brasil				
	PAM*	PEVS**	%PAM	%PEV	Total
1994	222.378	519.950	30	70	742.328
1995	247.214	510.163	32,6	67,4	757.377
1996	214.576	422.578	33,7	66,3	637.154
1997	307.327	473.673	39,4	60,6	781.000
1998	424.433	458.760	48,1	51,9	883.193
1999	462.665	442.305	51,1	48,9	904.970
2000	522.019	436.203	54,5	45,5	958.222
2001	645.965	455.443	58,6	41,4	1.101.408
2002	513.526	229.701	69,1	30,9	743.227
2003	501.702	220.189	69,5	30,5	721.891
2004	403.281	246.837	62	38	650.118
2005	429.730	238.869	64,3	35,7	668.599
2006	434.483	233.360	65,1	34,9	667.843
2007	438.747	225.957	66	34	664.704
2008	434.727	219.773	66,4	33,6	654.500
2009	443.126	218.102	67	33	661.228

Ano	Produção de erva-mate (verde) no Brasil				
	PAM*	PEVS**	%PAM	%PEV	Total
2010	430.305	227.462	65,4	34,6	657.767
2011	443.635	229.681	65,9	34,1	673.316
2012	513.256	252.700	67	33	765.956
2013	515.451	344.411	59,9	40,1	859.862
2014	602.259	333.017	64,40	35,60	935.276
2015	602.889	338.801	64,00	36,00	941.690

Fonte: PAM e PEVS (IBGE, 2016a,b); * Produção Agrícola Municipal; **PEVS - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.

No desmembramento da produção brasileira destaca-se o estado do Rio Grande do Sul com cerca de 50% da produção nacional em folha verde, seguido pelo estado do Paraná, com cerca de 35% (IBGE 2016a,b). No Rio Grande do Sul, há quatro polos produtores: (1) Planalto/Missões, (2) Alto Uruguai, (3) Nordeste Gaúcho, (3) Vale do Taquari. A Figura 1 ilustra as regiões produtoras no mapa do estado do Rio Grande do Sul.

Figura 1 – Regiões produtoras de erva-mate no Rio Grande do Sul



Fonte: elaborado pelo autor.

Já no Paraná destaca-se o município de Mateus do Sul, maior produtor de erva-mate do país. Contudo, apesar da participação majoritária do estado do Rio Grande do Sul na produção nacional, nas últimas três décadas o estado perdeu participação relativa frente ao aumento na produtividade nos estados de Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul (Oliveira & Walquil 2016; IBGE 2016a, b). Enquanto em 1990 o Rio Grande do Sul era responsável por cerca de 90% da produção de erva-mate brasileira, no início dos anos 2000 o estado do Paraná chegou a ultrapassar o Rio Grande do Sul como maior produtor durante três anos. Esse fato foi motivado principalmente pela legislação ambiental no Paraná - mais restritiva ao arranquio de ervais nativos. Assim, os agricultores, que já exploravam a folha para consumo próprio, ampliaram a extração para comercialização, motivados pelo aumento do preço pago pelas ervateiras (Chechi & Schultz 2016).

Outro aspecto relevante da cadeia de produção da erva-mate no Brasil é a origem do produto. Segundo dados do IBGE (2016a), cerca de 80% do total da

produção de erva-mate é proveniente de propriedades com até 20 hectares. Além disso, 91,7% das propriedades rurais produtoras de erva-mate são consideradas de agricultura familiar, reforçando o caráter regional e ainda desconexo do agronegócio mundial associado à produção em larga escala (Roche & Argent 2015).

Ao analisar a produção de erva-mate canchada a Argentina se destaca com cerca de 48% da produção mundial. Atualmente, a Argentina produz cerca de 290 mil toneladas de erva-mate pronta para o consumo (INYM 2016a), enquanto o Brasil, apesar do incremento crescente desde 2011, tem uma média de produção em torno de 250 mil toneladas (Tabela 2). Em terceiro lugar, com uma produção menos representativa, encontra-se o Paraguai.

Tabela 2 – Oferta mundial de erva-mate canchada

Ano	Argentina	Brasil	Paraguai	Total
2007	273.036	206.240	26.276	505.552
2008	273.193	203.074	23.022	499.288
2009	286.363	205.074	23.041	514.448
2010	292.019	197.528	25.673	515.219
2011	288.187	202.197	17.222	507.606
2012	285.941	230.017	25.776	541.734
2013	297.455	258.272	27.628	583.354
2014	295.377	280.931	30.527	606.836
2015	291.528	-	-	-

Observação: (1) os dados do Brasil e do Paraguai referem-se à erva-mate canchada e os dados da Argentina, à erva-mate moída, pronta para consumo; (2) valores em toneladas.

Fonte: IBGE (2016a,b), INYM (2016a), MAG (2016).

Na Argentina, a produção se concentra nas regiões de Misiones e Corrientes. Essas regiões possuem condições de solo e clima favoráveis à produção de erva-mate. Também são regiões que carregam um legado cultural jesuíta e gaúcho. A característica das unidades produtoras nessas regiões se assemelha àquelas encontradas no Brasil, sendo predominantemente pequenas propriedades rurais de características familiares (Rau 2009). Essas regiões se consolidaram como polos produtores em decorrência principalmente de programas de assentamento populacional e de expansão da produção na região de Misiones na primeira metade do século XX. Com isso, o cultivo de erva-mate nas regiões de Misiones e Corrientes tem reflexo direto na formação identitária da região, bem como na sua matriz econômica (Rau 2009).

Enquanto o cultivo de erva-mate tem forte conexão com a agricultura familiar nas principais regiões produtoras, o processo de industrialização da erva-mate apresenta outros agentes. Ao analisar a atividade de transformação da erva-mate na Argentina, observa-se que o mercado é controlado por poucas

empresas responsáveis por sua industrialização e comercialização (Oliveira & Waquil 2016). Cerca de 80% do mercado de erva-mate está concentrado nas mãos de 10 marcas, que, além de atender o mercado interno, destinam cerca de 15% da sua produção para o mercado externo (El Cronista 2012).

Já no Brasil estima-se que haja cerca de 400 empresas com aproximadamente 500 marcas, sem um líder claro de mercado (BRASIL 2016). A fragmentação do mercado é decorrência da visualização de ganhos extras com a agregação de valor por parte de produtores que diante do baixo custo de entrada no mercado, adquiriram equipamentos de processamento e criaram sua própria marca, especialmente na década de 1990 (Oliveira & Waquil 2014). O foco das empresas do Rio Grande do Sul está direcionado para o mercado interno, comercializando erva-mate moída verde (Chechi & Schultz 2016). As empresas do Paraná e de Santa Catarina já atuam também na produção de erva-mate envelhecida para exportação, atendendo principalmente o mercado Uruguaio. De acordo com Checi & Schultz (2016), atualmente a produção de erva-mate envelhecida no Paraná atende 70% do mercado de erva-mate no Uruguai.

Do ponto de vista do consumo, tanto no Brasil como nos demais países da América Latina, a erva-mate é consumida principalmente na forma de infusão (chimarrão/mate). O consumo brasileiro do produto ocorre principalmente no estado do Rio Grande do Sul. Os dados mais recentes sobre consumo de erva-mate no Brasil, datados de 2013, apontam que o Rio Grande do Sul consome cerca de 70.000 toneladas de erva-mate para chimarrão por ano, seguido do Paraná com 20.000 toneladas e de Santa Catarina com 15.000 toneladas (Rigo et al. 2013). Além da Argentina e do Paraguai, o Uruguai, apesar de não ser um país produtor, também aparece na lista dos maiores consumidores de erva-mate (Rau 2009), reforçando que o mercado da erva-mate é geograficamente demarcado pelos estados da Região Sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai. A Figura 2 ilustra marcas de erva-mate comercializadas nesses países. Observa-se que os aspectos mercadológicos basicamente são os mesmos nos quatro países, envolvendo marcas de atuação regional, comercializadas em pacotes de 500 gramas ou um quilo no varejo tradicional.

Figura 2 – Exemplos de marcas de erva-mate nos principais mercados



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de imagens disponíveis nos websites das empresas.

Nos principais países consumidores de erva-mate na forma de infusão, este consumo se caracteriza como uma rotina habitual, reflexo da disseminação cultural desse produto na população dessas regiões. Assim, o consumo de erva-mate vai além de sanar uma necessidade básica de beber líquidos, assumindo a expressão de uma tradição simbolizada pelo chimarrão (Durayski 2013). Essa tradição, transmitida por herança familiar, faz do consumo da erva-mate um tipo de consumo peculiar frente a outros tipos de bebida, visto que produtos similares como o chá e o café são vistos como individuais, enquanto o chimarrão representa um momento de convívio com amigos e familiares (INYM 2016b). Dessa forma, o vínculo sócio-histórico que a extração e o processamento da erva-mate possui com a região do pampa, iniciado pelos índios Guaranis, entre altos e baixos, resultou na construção de uma cadeia de produção e consumo de erva-mate para preparo de chimarrão estruturada, envolvendo produtores rurais, empresas transformadoras, canais de comercialização, consumidores, associações e sindicatos, que juntos movimentam um mercado direcionado especialmente para o fornecimento de erva-mate para preparo de bebidas.

Mais recentemente, a erva-mate tem ido além de um produto destinado à alimentação, passando a servir como insumo na produção de cosméticos e fármacos (Dallabrida et al. 2016). A Figura 3 ilustra alguns cosméticos elaborados a partir da erva-mate.

Figura 3 – Cosméticos elaborados a partir da erva-mate



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de imagens disponíveis nos *websites* das empresas que os comercializam.

A representatividade desses produtos na cadeia produtiva ainda é, contudo, reduzida, demonstrando o baixo nível de desenvolvimento tecnológico da cadeia de produção e consumo da erva-mate. A capacidade de introduzir novos produtos no mercado pode ser tomada como um indicador de inovação nesse setor (Peres et al. 2010). Considerando o fato de ser uma atividade agrícola/extrativista centenária, voltada basicamente para atender a demanda por erva-mate para consumo na forma de chimarrão, evidencia-se que a cadeia de produção e consumo de erva-mate é uma cadeia com baixo grau de inovação e principalmente com um alcance regional limitado. O desenvolvimento de cosméticos, medicamentos e alimentos alternativos à base de erva-mate emerge como uma alternativa para o setor e impulsiona um processo de revitalização dessa indústria centenária.

Considerações finais

Neste capítulo partiu-se da concepção de que as dinâmicas culturais, sociais, históricas e econômicas se inter-relacionam na constituição da cadeia de produção e consumo da erva-mate (Kravets 2012; Dalmoro & Nique 2017). A erva-mate representa além de um elemento importante na biodiversidade desta região, uma força motriz na constituição cultural e econômica das regiões produtoras. O fato de a transformação da erva-mate estar destinada basicamente para o preparo do chimarrão reforça o caráter de tradição e identificação regional desse produto com os povos do Sul.

Com isso, o desenvolvimento dessa cadeia de produção e consumo, ao mesmo tempo em que demanda maior desenvolvimento tecnológico, não pode negar sua conexão com a tradição. A indústria de erva-mate argentina já saiu na frente nesse sentido, interessada na identificação geográfica da erva-mate como um produto único e pertencente à identidade argentina (INYM 2016c). No Brasil,

apesar de iniciativas localizadas, a produção de erva-mate ainda carece de uma articulação organizada da cadeia produtiva como um todo para construção de projetos capazes de impulsionarem a cadeia de forma organizada e sustentável, superando principalmente a flutuação histórica entre níveis de produção e preço do produto (Oliveira & Waquil 2014).

Uma via alternativa ao apelo da tradição na organização dessa cadeia é reconhecer que a produção e o consumo de erva-mate são demarcados por características regionais, mas igualmente envolta em condições de mercado e de desenvolvimento tecnológico, resultado do reconhecimento científico das propriedades organolépticas e físico-químicas da erva-mate na preparação de cosméticos, medicamentos e bebidas funcionais. Nesse sentido, este capítulo contribui com uma descrição de uma realidade sócio-histórica e econômica que não deve ser considerada um guia para as projeções futuras do setor, mas uma descrição de elementos estruturantes que condicionam o desenvolvimento da cadeia de produção e consumo. Reinventar a cadeia passa por desestabilizar as condições históricas que balizam essas estruturas na busca por mercados alternativos. A construção de novos conhecimentos acerca da erva-mate, passando pelo desenvolvimento e adoção de novas tecnologias, é um passo importante para isso.

Referências

Barbosa Lessa LC. 1985. Nativismo: um fenômeno social gaúcho. Porto Alegre: LPM.

Berkai D, Braga CA. 2000. 500 anos de história da erva-mate. Porto Alegre: Cone Sul.

BRASIL – Ministério da Agricultura. Câmara setorial da Cadeia produtiva da Erva-mate, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Erva_Mate/01RO/Apresentacao%20-%20erva%20mate.pdf>. Acesso em 30 de novembro de 2016.

Cechi AL, Schultz G. 2016. A produção de Erva-Mate: Um estudo da Dinâmica Produtiva nos Estados do Sul e do Brasil. Enciclopédia Biosfera – Centro Científico Conhecer. 13: 16–26.

Dallabrida VR, Dumke CI, Molz S, Furini V, Giacomelli MBO. 2016. Com erva-mate não se faz só chimarrão! Situação atual e perspectivas de inovação no setor ervateiro do Planalto Norte Catarinense. DRd – Desenvolvimento Regional em Debate. 6(2): 247–273.

Dalmore M, Nique WM. 2017. Tradição Mercantilizada: Construção de Mercados Baseados na Tradição. Revista de Administração Contemporânea, 21(3):327-346.

Denzin NK, Lincoln YS. 2000. Handbook of Qualitative Research. Thousand Oaks, Ca.: Sage Publications.

Durasky J. 2013. TOMAS UM MATE?: Uma Análise da Cultura de Consumo do Chimarrão em um Contexto Urbano. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, XXXVII, Rio de Janeiro. Anais..., Rio de Janeiro: ANPAD.

El Cronista. 2012. Sólo 10 empresas se reparten el 80% del Mercado de yerba mate. El Cronista. Buenos Aires.

EMBRAPA. 2014. Sistema de Produção de Erva-mate. Colombo, PR: Embrapa Florestas.

Gerhardt M. 2013. História ambiental da erva-mate. 290 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016a. Produção Agrícola Municipal 2015, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default.shtm>> Acesso em 20 de novembro de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016b. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2015, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2015/default.shtm>> Acesso em 21 de novembro de 2016.

INYM – Instituto Nacional de la Yerba Mate. 2016a. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.inym.org.ar/>> Acesso em 28 de novembro de 2016.

INYM – Instituto Nacional de la Yerba Mate. 2016b. Investigación Cualitativa: El consumo de Yerba Mate en Argentina (síntesis), Disponível em: <<http://yerbamateargentina.org.ar/wordpress/wp-content/uploads/2016/04/Investigacion-Cualitativa-Consumo-YM-2008.pdf>> Acesso em 25 de novembro de 2016.

INYM – Instituto Nacional de la Yerba Mate. 2016c. Yerba Mate: ¿Dónde se produce? Disponível em: <<http://yerbamateargentina.org.ar/yerba-mate/donde-se-produce/>> Acesso em 20 de novembro de 2016.

Kern A. 1991. Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Mercado Aberto.

Kravets O. 2012. Russia's 'Pure Spirit': Vodka Branding and Its Politics. J Macromarketing. 32(4): 361–376.

MAG – Ministerio de Agricultura y Ganadería. Plano Nacional de Yerba Mate. Disponível em: <<http://www.mag.gov.py/dgp/UEA%20DGP%20MAG/PLAN%20NACIONAL%20DE%20YERBA%20MATE-%20PROPUESTA%20TECNICA%20POR%20EJES%20TEMATICOS%202013.pdf>> Acesso em 30 de novembro de 2016

Martins IB. 2006. A Magia nas Reduções Jesuíticas no Brasil Colonial. Revista Último Andar 14: 21–39.

Oliveira SV, Waquil PD. 2014. Dinâmica de Produção e Comercialização da Erva-Mate no Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência Rural. 45: 750-756.

Peres R, Muller E, Mahajan V. 2010. Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions. *Int J Res Mark.* 27: 91–106.

Rau V. 2009. La Yerba Mate en Misiones (Argentina). Estructura y Significados de Una Produccion Localizada. *Agroalimentaria.* 15: 49–58.

Rigo L, Schein CI, Oliveira SV, Andreatta T. 2013. Análise do mercado da erva-mate no Brasil e no Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/05/201405267eegmesa22-analisemercadoervamatebrasilrs.pdf>>. Acesso em 30 de novembro de 2016

Roche M, Argent N. 2015. The fall and rise of agricultural productivism? An Antipodean viewpoint. *Prog Hum Geogr.* 39: 621–635.

Metabólitos secundários e atividade farmacológica de *Ilex paraguariensis* (erva-mate)

Carla Kauffmann¹, Bárbara Buhl¹, Luísa Capra¹, Graziela Heberlé¹,
Lucélia Hoehne², Eduardo Miranda Ethur²

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é predominante no sul do Brasil. Assume importante papel socioeconômico para a região, tornando-se inclusive a bebida típica dos gaúchos. Pode ser elaborada por meio da infusão de folhas e ramos, sendo consumida assim no sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. Também pode ser preparada com água fria, conforme consumida mais popularmente no Mato Grosso. Além dessas formas, a erva-mate por ser preparada a partir de suas folhas secas e moídas em sachês, conhecida como mate cozido. Em todas essas formas de consumo ocorre a extração de diversas substâncias importantes conhecidas como metabólitos secundários. Os principais metabólitos secundários encontrados em folhas de erva-mate e em suas bebidas são as metilxantinas, as saponinas e os compostos fenólicos. Ao longo dos últimos anos, diversos estudos tem sido realizados indicando ou comprovando suas diversas propriedades farmacológicas da erva-mate.

Palavras-chave: xantinas, matesaponinas, polifenóis, atividade farmacológica.

Abstract: The yerba mate (*Ilex paraguariensis*) is prevalent in southern Brazil. It has an important socio-economic role in this region, being the typical drink of the local population, called gauchos, but it is also consumed in Argentina, Uruguay and Paraguay. Yerba mate can also be prepared through the infusion of leaves and branes, or with cold water, as popular in Mato Grosso. Additionally, yerba mate can be prepared from ground dried leaves sold in tea bags, known as baked mate. In all of these forms of consumption, there is the extraction of several important substances known as secondary metabolites. The main secondary metabolites found in yerba mate leaves and in the beverages are methylxanthines, saponins and phenolic compounds. Over the past few years, several studies have indicated or proved many pharmacological properties of yerba mate.

Keywords: xanthines, matesaponins, polyphenols, pharmacological activity.

1 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Univates, Lajeado, RS, Brasil (carlakauffmann@univates.br; barbara.buhl@universo.univates.br; luisa.capra@universo.univates.br; gheberle@hotmail.com)

2 Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Univates, Lajeado, RS, Brasil (luceliah@univates.br, eduardome@univates.br)

Resumen: La yerba mate (*Ilex paraguariensis*) es predominante en el sur de Brasil. Asume importante rol socioeconómico para la región, incluso convirtiéndose en la bebida típica de los que nacieron allí. Es posible prepararla por medio de la infusión de hojas y ramas, por lo que la consumen así en el sur de Brasil, Argentina, Uruguay y Paraguay. También es posible consumirla con agua fría, como se hace más popularmente en el estado brasileño de Mato Grosso. Además de esas dos formas, también se la conoce como mate cocido, que son hojas secas y molidas de yerba mate en bolsitas de té. En todas esas formas de consumo, ocurre la extracción de diversas sustancias importantes conocidas como metabólicos secundarios. Los principales metabólicos secundarios encontrados en la yerba mate en sus bebidas son las metilxantinas, las saponinas y los compuestos fenólicos. A lo largo de los últimos años, se realizaron diversos estudios indicando o comprobando sus diferentes propiedades farmacológicas.

Palabras clave: xantinas, matesaponinas, polifenoles, actividad farmacológica.

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.: Aquifoliaceae) é uma planta nativa da América do Sul, sendo utilizada principalmente na forma de infusão (chimarrão), assumindo um importante papel socioeconômico para a região Sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai (Santos 2004). Suas propriedades terapêuticas são pesquisadas em diversos países, apresentando resultados promissores devido à presença de diversos compostos químicos importantes conhecidos como metabólitos secundários (Simões et al. 2007). Por terem um caráter adaptativo, esses metabólitos podem sofrer variações em qualidade e quantidade dependendo do ecossistema em que a espécie se encontra (Gobbo-Neto & Lopes 2007). Diversos estudos já realizados com a erva-mate indicam ou comprovam suas diversas propriedades farmacológicas, sendo elas potencialmente benéficas para a saúde humana.

Um estudo recente, realizado por Konieczynski et al. (2017), comparou a composição química e a atividade antioxidante de chás pretos e verdes (*Camellia sinensis* L. Kuntze) com os de erva-mate. O estudo apontou para diversas semelhanças químicas entre as bebidas testadas e demonstrou semelhanças tanto qualitativas (tipo de compostos) como quantitativas (teor desses compostos) nas bebidas derivadas de *C. sinensis* e *I. paraguariensis*. As principais semelhanças foram entre alguns compostos fenólicos, flavonoides e metilxantinas, além da atividade antioxidante.

Mas talvez o mais importante seja lembrar que os chás de *C. sinensis* consistem na terceira bebida mais consumida no mundo, perdendo apenas para o café (*Coffea* spp.) e a água, o que pode dar uma ideia do potencial de consumo apenas para as bebidas derivadas da erva-mate.

Metabólitos secundários

Metabólitos secundários são compostos orgânicos que não estão diretamente envolvidos nos processos essenciais para desenvolvimento dos organismos vivos, como o crescimento e a reprodução. Contudo, esses metabólitos estão ligados a questões adaptativas do vegetal, apresentando ampla gama de

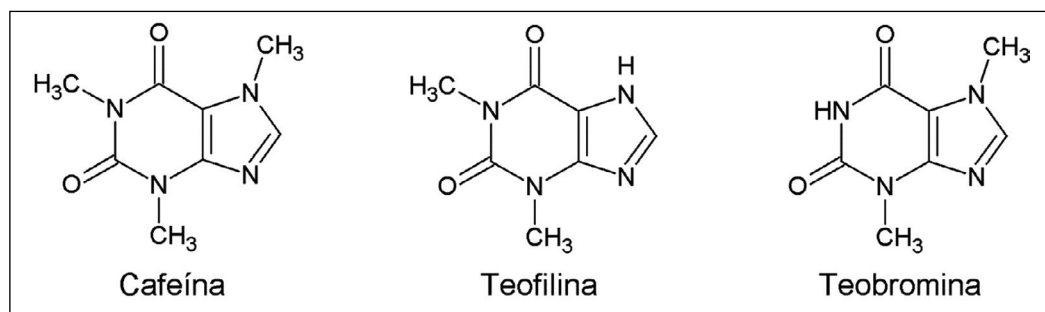
funções, sendo, por exemplo, responsáveis pelas relações entre o indivíduo e o ambiente em que ele se encontra. Dessa forma, o conteúdo desses metabólitos secundários pode sofrer diversas influências, sejam elas genéticas ou externas. Esses compostos são produzidos pelas plantas em resposta aos estímulos do ambiente, em geral protegendo-as de fatores ambientais, como luminosidade, pluviosidade, calor e frio, além de pragas, predadores e radiação solar (Morais et al. 2009; Dartora 2010). A localidade, o modo de cultivo, assim como os fatores abióticos são capazes de redirecionar a rota metabólica do vegetal, ocasionando a síntese de diferentes compostos, e alterando as características qualitativas e quantitativas da erva-mate (Morais et al. 2009; Dartora 2010; Gnoatto et al. 2005; Canto et al. 2005; Freitas et al. 2011).

Os principais grupos de metabólitos secundários encontrados em *I. paraguariensis* são as metilxantinas, as saponinas e os compostos fenólicos (Riachi & De Maria 2017).

Metilxantinas

As principais metilxantinas encontradas na erva-mate são a cafeína, teofilina e a teobromina (Figura 1) (Schubert et al. 2006; Gnoatto et al. 2007). Embora bastante variável, a cafeína é a metilxantina mais abundante na erva-mate, com cerca de 1% a 2% na composição, e provavelmente é a principal responsável pelos efeitos farmacológicos da planta e de suas bebidas derivadas. A teobromina aparece em quantidades menores, variando de 0,3% a 0,9% na composição, e a presença de teofilina (traços) ainda é controversa na espécie (Simões et al. 2007; Heck & Mejia 2007; Jun 2009; Dutra & Ribani 2010).

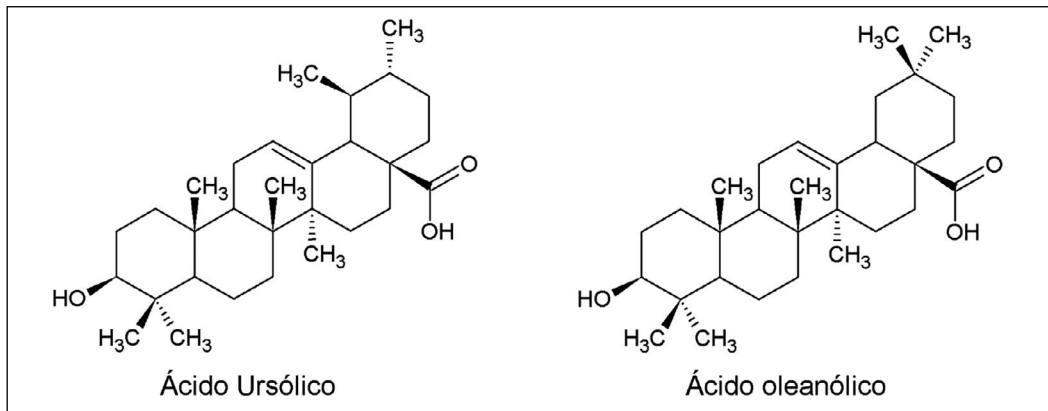
Figura 1 – Estruturas químicas da cafeína, teofilina e teobromina



Saponinas

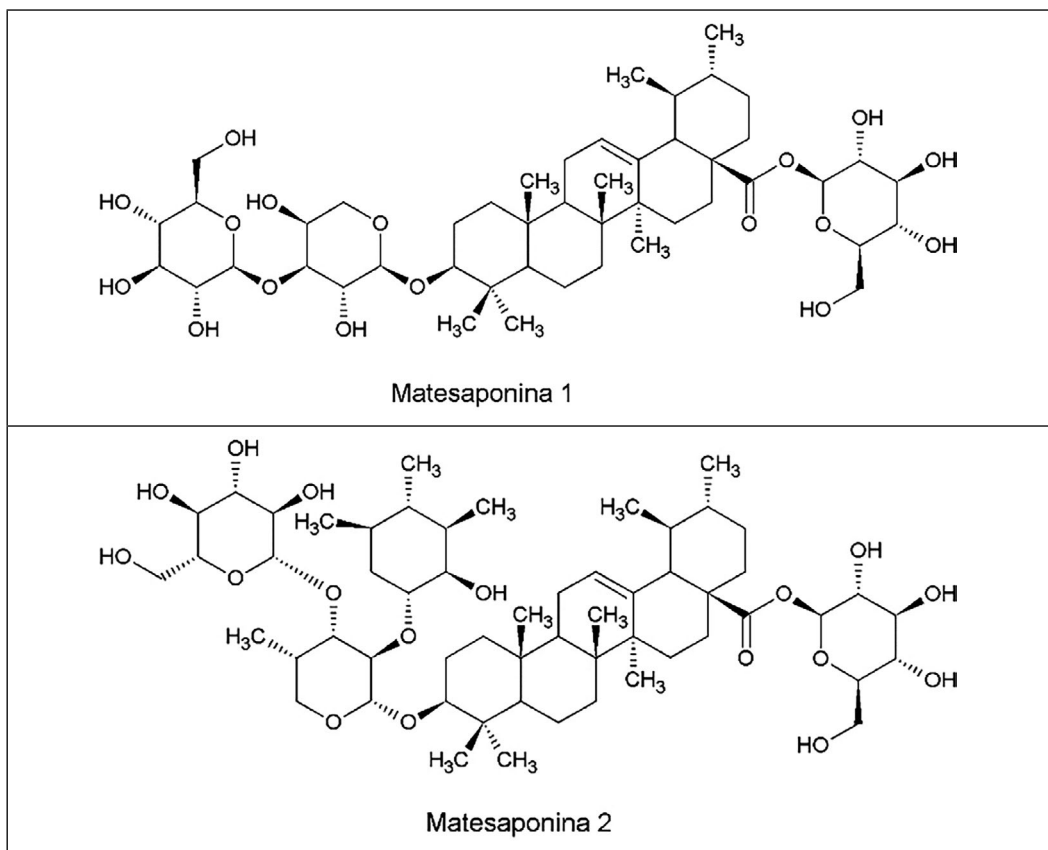
Saponinas são compostos de sabor amargo, solúveis em água, caracterizados pela formação de espuma, tendo propriedades detergentes e surfactantes, possuindo papel fundamental no sabor da erva-mate e de suas bebidas derivadas (Gnoatto 2005). As saponinas isoladas da erva-mate são derivadas, em sua maioria, do ácido ursólico ou do ácido oleanólico (Figura 2).

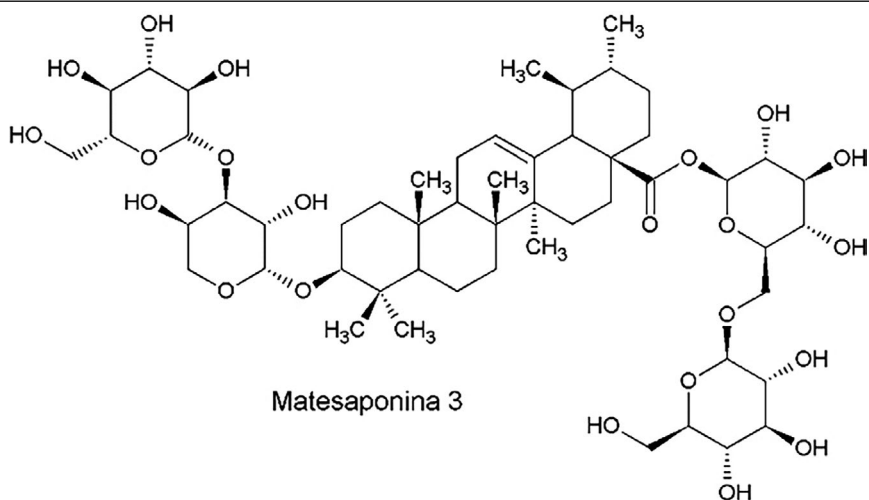
Figura 2 – Estruturas químicas dos ácidos ursólico e oleanólico.



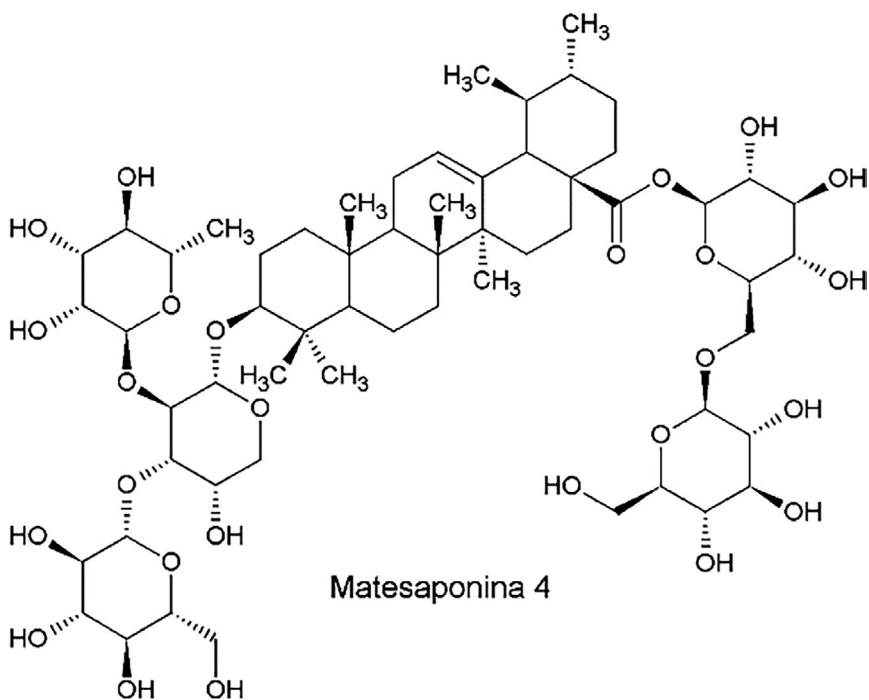
As primeiras saponinas isoladas e identificadas da erva-mate contendo ácido ursólico foram chamadas de matesaponinas 1, 2, 3, 4 e 5 (Figura 3) (Gosmann et al. 1995).

Figura 3 – Estruturas químicas das matesaponinas 1, 2, 3, 4 e 5

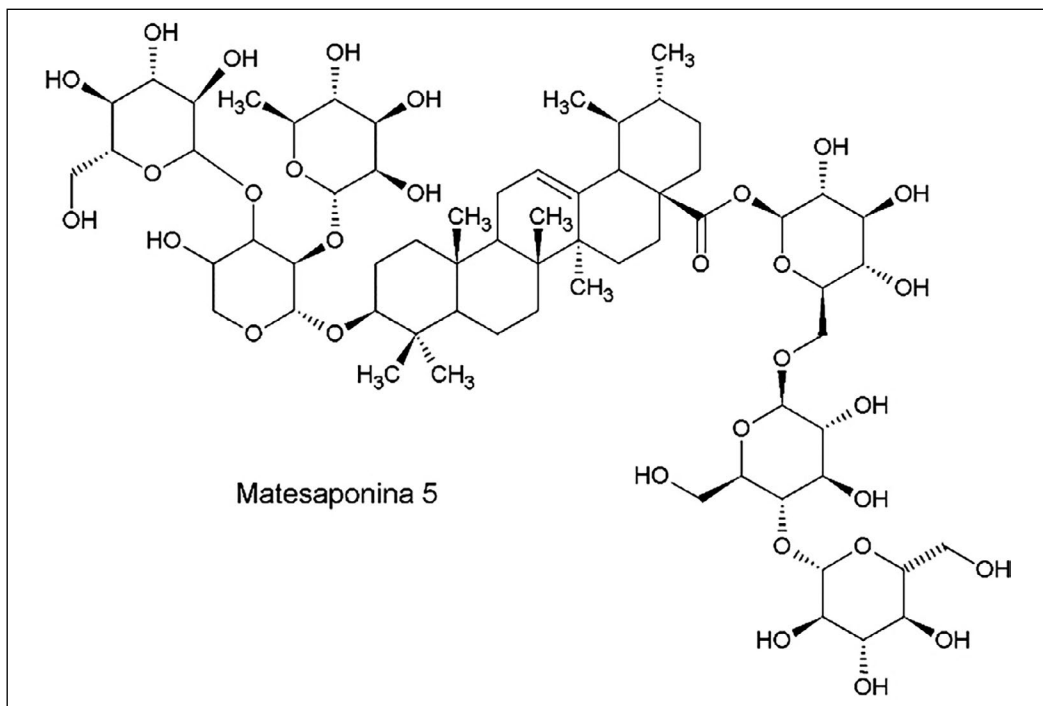




Matesaponina 3



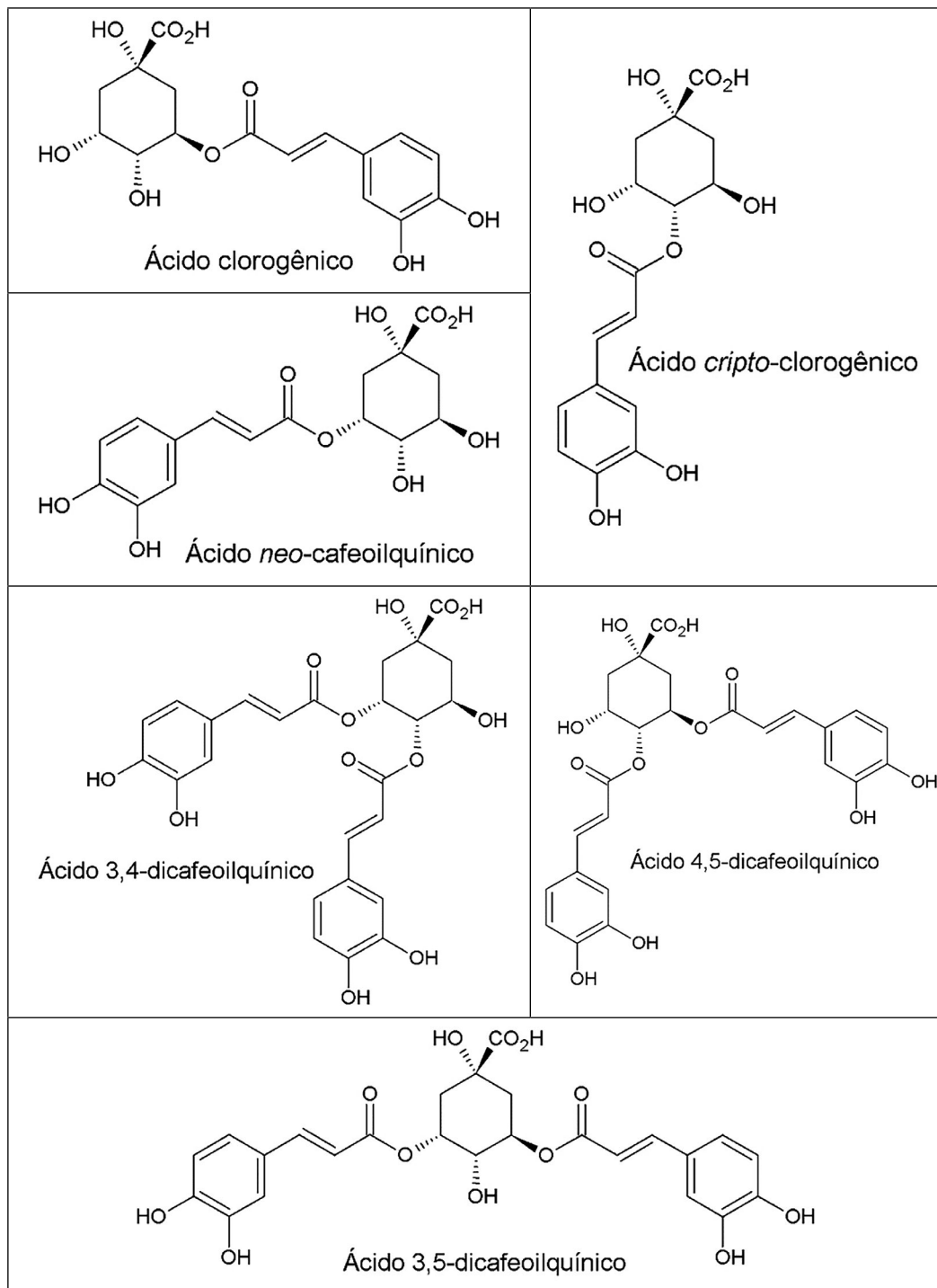
Matesaponina 4



Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos, ou polifenóis, são uma classe de compostos contendo um anel de benzeno ligado com um ou mais grupos hidroxila (-OH). Esses compostos são os responsáveis pela atividade antioxidante da erva-mate, bem como de suas bebidas derivadas (Filip et al. 2000). A concentração de compostos fenólicos na erva-mate apresenta forte correlação com sua capacidade antioxidante (Chandra & De Mejia Gonzalez 2004). Os principais compostos fenólicos encontrados na erva-mate incluem o ácido cafeico, ácido clorogênico (ácido 5-*O*-cafeoilquínico), ácido *neo*-clorogênico (ácido 3-*O*-cafeoilquínico), ácido *crypto*-clorogênico (ácido 4-*O*-cafeoilquínico), ácido 3,4-dicafeoilquínico, ácido 3,5-dicafeoilquínico e ácido 4,5-dicafeoilquínico (Figura 4).

Figura 4 – Estruturas químicas dos compostos fenólicos encontrados em *Ilex paraguariensis*



Propriedades farmacológicas de *Ilex paraguariensis*

Na América do Sul, incluindo o sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina, é comum o consumo de erva-mate na forma de infusão, tanto no preparo do chimarrão quanto no de chá de mate. A erva-mate é conhecida popularmente por suas propriedades estimulante, estomáquica, antiulcerosa, tônica e diurética (Símões et al. 1989; Mentz et al. 1997). Assim, muitos estudos sobre atividades biológicas da espécie são realizados com extratos que se assemelham à infusão da erva-mate. Entre as diversas atividades farmacológicas pesquisadas destacam-se o efeito antioxidante (Bracesco et al. 2011; Cardozo Junior & Morand 2016; Riachi & De Maria 2017).

Muitas das propriedades biológicas de *I. paraguariensis* são atribuídas à presença de metilxantinas, cafeína e teobromina. Esses metabólitos possuem ações farmacológicas semelhantes, contudo diferenciam-se em sua intensidade sobre os diferentes sistemas orgânicos em que atuam. No sistema nervoso central, as metilxantinas, em especial a cafeína, agem aumentando o estado de vigília, e, conseqüentemente, diminuindo o sono, além de reduzirem a sensação de fadiga. Sobre o sistema cardiovascular, atuam estimulando o músculo cardíaco, apresentando efeito inotrópico positivo sobre o miocárdio. E, no sistema renal, as metilxantinas aumentam o fluxo sanguíneo renal e o volume urinário, além de contribuir com a inibição da reabsorção de sódio, apresentando efeito diurético suave. Sobre a musculatura lisa, esses metabólitos tem efeito relaxante, causando broncodilatação. Além disso, as metilxantinas estimulam a secreção de ácido clorídrico pelas células parietais da mucosa estomacal, o que pode auxiliar no processo de digestão (Simões et al. 2007).

Efeitos sobre o metabolismo

Entre as ações farmacológicas pesquisadas para *I. paraguariensis* encontram-se o efeito de diferentes extratos, principalmente infusões, sobre o metabolismo de lipídeos e pesquisas que demonstram ação significativa na redução de peso em modelos animais (Bracesco et al. 2011). Estudo conduzido por Balzan et al. (2013) avaliou a atividade hipocolesterêmica de extrato etanólico e de sua fração *n*-butanólica de *I. paraguariensis* sobre ratos alimentados com dieta rica em gordura. Os extratos analisados apresentaram um teor de compostos fenólicos superior aos infusos tradicionais, predominando derivados do ácido dicafeoilquínico, mostrando-se efetivos na redução dos níveis séricos de triglicerídeos e colesterol, contribuindo para a diminuição do índice aterogênico e demonstrando o potencial desses extratos sobre doenças cardiovasculares.

Estudo que investigou o efeito da infusão de *I. paraguariensis* sobre os níveis de lipídeos e ação antioxidante demonstrou a capacidade do infuso reduzir níveis de triglicerídeos, colesterol total e colesterol LDL em ratos hipercolesterêmicos. Contudo, esses resultados não foram observados no grupo de ratos normocolesterêmicos, indicando o benefício do uso da infusão da espécie

na diminuição de fatores de risco cardiovascular apenas no caso de dislipidemia (Bravo et al. 2014).

Resende et al. (2015) realizaram estudo comparando o efeito de três diferentes extratos de *I. paraguariensis*, um extrato etanólico, uma fração enriquecida de metilxantinas e polifenóis e uma fração enriquecida de saponinas sobre ratos submetidos a uma dieta rica em gordura. Verificaram que o extrato etanólico reduziu o ganho de gordura abdominal e os níveis plasmáticos de colesterol LDL. A fração enriquecida em metilxantinas e polifenóis foi eficiente na redução dos níveis plasmáticos de colesterol total, colesterol LDL e triglicerídeos, além de aumentar a lipogênese no músculo, síntese hepática de glicogênio e lipólise no tecido adiposo. A fração enriquecida em saponinas aumentou a lipogênese no tecido adiposo e a excreção fecal de gordura. Todos os extratos foram capazes de inibir a lipogênese hepática induzida pela dieta rica em gorduras. Dessa forma, extrato e frações analisadas demonstraram um potencial efeito antiobesidade.

O emprego de extrato aquoso de erva-mate, assemelhando-se ao chá da espécie, demonstrou-se efetivo no controle de peso de ratos adultos obesos, os quais foram sobrealimentados durante a lactação (Conceição et al. 2017). O uso de erva-mate relacionou-se à prevenção de ganho de peso, à redução do percentual de gordura total e visceral, além de menor ingestão alimentar. Ainda, verificou-se que o uso da planta resultou em efeito positivo sobre a normalização da sinalização de insulina e leptina sobre o hipotálamo, enquanto no fígado observou-se a restauração da ação de enzimas antioxidantes, resultando em diminuição da peroxidação lipídica e, conseqüentemente, normalização dos níveis de esteatose e de triglicerídeos. Esses resultados são promissores, pois evidenciaram a possibilidade de uso da espécie no tratamento da obesidade (Conceição et al. 2017).

O potencial biológico do extrato de frutos de *I. paraguariensis* foi avaliado em ratos, caracterizando-se pela presença de antocianinas e promissor potencial antioxidante. O extrato foi capaz de reduzir os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos, não apresentando efeito sobre os níveis glicêmicos (Fernandes et al. 2016).

Alguns estudos em humanos também foram realizados, mostrando que o infuso de *I. paraguariensis* é capaz de aumentar a capacidade antioxidante pós-prandial e a resistência de partículas de colesterol LDL à oxidação em voluntários saudáveis (Cardozo Junior & Morand 2016; Riachi & De Maria 2017). Ainda, foi verificado que o uso de chá de mate como suplemento resultou em efeito positivo no gasto energético e na perda de peso em humanos. Entretanto, salienta-se a necessidade de estudos complementares, a fim de determinar eficácia e segurança do uso do suplemento (Riachi & De Maria 2017).

Ação antioxidante

Ação antioxidante de espécies vegetais é alvo de intensa pesquisa, tendo em vista os benefícios de substâncias com esse potencial para a saúde. Em relação à erva-mate, vários estudos foram realizados, demonstrando-se a capacidade antioxidante da espécie, relacionando esta capacidade à presença de derivados cafeíol (Cardozo Junior & Morand 2016). Nos estudos em humanos, evidenciou-se que a erva-mate é capaz de modular enzimas antioxidantes, o que pode contribuir com a manutenção da homeostasia redox (Riachi & De Maria 2017).

Ilex paraguariensis, assim como o ácido clorogênico, um dos seus principais constituintes, exerce efeitos protetores contra a formação de espécies reativas de oxigênio. Um estudo investigou os efeitos da erva-mate e do ácido clorogênico sobre o dano oxidativo induzido pelo estresse de imobilização crônica (CIS) no córtex, hipocampo e no estriado. O estudo foi realizado com ratos, aos quais foi administrado infusão de erva-mate ou ácido clorogênico, sendo os marcadores de estresse oxidativo avaliados após CIS. Assim, os autores verificaram que o ácido clorogênico e o extrato de erva-mate foram eficientes na diminuição da oxidação de lipídeos e proteínas, evidenciando o papel protetor de antioxidantes alimentares contra estresse crônico e doenças degenerativas (Colpo et al. 2017).

A perimenopausa é o período que precede a menopausa na mulher, o qual se relaciona a aumento no estresse oxidativo devido às alterações hormonais. Considerando o exposto, Pereira et al. (2017), ao avaliar a influência de chá mate de *I. paraguariensis* sobre o estresse oxidativo durante a perimenopausa em fêmeas de ratos Wistar, verificaram que o infuso é capaz de minimizar o dano ao modular a defesa antioxidante.

O efeito antioxidante de *I. paraguariensis* foi avaliado em portadores de diabetes mellitus tipo 2 e indivíduos pré-diabéticos, em estudo no qual os voluntários ingeriram um litro de chá mate por dia. O consumo do infuso promoveu a diminuição dos níveis de hidroperóxidos de lipídeos séricos e aumento dos níveis de glutatona reduzida de eritrócitos em ambos os grupos. Sendo assim, a ingestão de chá mate atenuou o estresse oxidativo em portadores de diabetes mellitus tipo 2 e pré-diabéticos, podendo prevenir complicações da doença (Boaventura et al. 2013).

O estudo de Santiago et al. (2017) evidenciou a ação antiaterosclerótica de uma fração butanólica obtida a partir de extrato aquoso de *I. paraguariensis* em coelhos que receberam dieta rica em gordura. O extrato reverteu o estresse oxidativo e nitrosativo, além de diminuir os níveis de IL-1B, IL 6siCAM-1 e sVCAM-1. Ainda, verificou-se que a formação de placas de ateroma foi diminuída a valores próximos àqueles observados em animais alimentados com dieta livre de colesterol.

Outras atividades biológicas

Outro benefício de *I. paraguariensis* é sua ação anti-inflamatória. Estudos realizados em animais demonstraram a ação anti-inflamatória da espécie, além de sua capacidade de proteger contra o dano inflamatório pulmonar provocado pelo cigarro, ao atuar sobre a migração de macrófagos (Lanzetti et al. 2008). A ação anti-inflamatória da espécie foi demonstrada também por meio de um modelo *in vivo* de pleurisia (inflamação das pleuras que revestem os pulmões), empregando extrato bruto, fração *n*-butanólica e fração aquosa residual. As diferentes preparações inibiram a liberação de citocinas pró-inflamatórias Th1 e Th17, além da migração de leucócitos para o local da inflamação. Além disso, inibiram a ativação dos neutrófilos e aumentaram a produção da interleucina IL-10, melhorando a histologia dos pulmões inflamados. A partir dos resultados, os autores formularam a hipótese de que o alto consumo de *I. paraguariensis* no sul da América Latina pode ser um fator que explica os baixos índices de asma neutrofílica nessa população (Luz et al. 2016).

A atividade antimicrobiana de diferentes extratos preparados a partir de folhas de *I. paraguariensis* foi determinada empregando-se o método de microdiluição em caldo contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 12598), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603), *Acinetobacter baumannii* (ATCC 19606) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 15442). Os extratos aquoso e hexânico apresentaram atividade contra todos os microrganismos testados. O extrato aquoso apresentou resultado promissor, com concentração inibitória mínima (CIM) de 25 µg/mL contra *S. aureus* (Penteado et al. 2016).

Efeitos estimulante, ansiolítico e neuroprotetor foram demonstrados para *I. paraguariensis* em estudo realizado *in vivo*. Os pesquisadores verificaram que a espécie aumentou a atividade motora, assim como a atividade da acetilcolinesterase, determinando que o efeito é mediado por modulação do sistema colinérgico e pela cafeína (Santos et al. 2015).

Ainda, estudos demonstraram que o consumo de *I. paraguariensis* não parece causar efeitos carcinogênicos, sendo esses relacionados com contaminantes advindos do processo de secagem das folhas e temperatura de consumo das bebidas. Contrapondo, estudos evidenciaram o efeito antimutagênico da erva-mate em diferentes modelos, tanto em cultura de células quanto *in vivo* (Bracesco et al. 2011; Riachi & De Maria 2017).

Considerações finais e perspectivas

A erva-mate, consumida como chá, tereré ou chimarrão, pode ser considerada um produto nobre, tendo em vista as diversas atividades farmacológicas relacionadas à planta, seus extratos ou suas bebidas. Ainda, vislumbra-se o potencial de emprego da espécie como nutracêutico. Contudo, apesar dos resultados de pesquisas demonstrarem que o uso de erva-mate apresenta efeito benéfico para saúde humana, *in vitro* ou *in vivo*, é fundamental

a continuidade das análises, abrangendo ensaios clínicos, a fim de determinar a eficácia e a segurança do seu uso.

Referências

- Balzan S, Hernandez A, Reichert CL, Donaduzzi C, Pires VA, Junior AG, Junior ELC. 2013. Lipid-lowering effects of standardized extracts of *Ilex paraguariensis* in high-fat-diet rats. *Fitoterapia*. 86: 115–122.
- Boaventura BCB, Di Pietro PF, Klein GA, Stefanuto A, De Moraes EC, Andrade F, Wazlawika E, Da Silva EL. 2013. Antioxidant potential of mate tea (*Ilex paraguariensis*) in type 2 diabetic mellitus and pre-diabetic individuals. *Journal of Functional Foods*. 5: 1057–1064.
- Bracesco N, Sanchez AG, Contreras V, Menini T, Gugliucci A. 2011. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology*. 136: 378–384.
- Bravo L, Mateos R, Sarria B, Baeza G, Lecumberri E, Ramos S, Goya L. 2014. Hypocholesterolaemic and antioxidant effects of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) in high-cholesterol fed rats. *Fitoterapia*. 92: 219–229.
- Canto GS, Treter J, Yang S, Borré GL, Peixoto MPG, Ortega, GG. 2010. Evaluation of foam properties of saponin from *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Aquifoliaceae) fruits. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 46: 237-243.
- Cardozo Junior EL, Morand C. 2016. Interest of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) as a new natural functional food to preserve human cardiovascular health – A review. *Journal of Functional Foods*. 21: 440–454.
- Chandra S, De Mejia Gonzalez E. 2004. Polyphenolic compounds, antioxidant capacity, and quinone reductase activity of an aqueous extract of *Ardisia compressa* in comparison to mate (*Ilex paraguariensis*) and green (*Camellia sinensis*) teas. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 52: 3583–3589.
- Colpo AC, De Lima ME, Maia-López M, Rosa H, Márquez-Curiel C, Galván-Arzate S, Santamaría A, Folmer V. 2017. Compounds from *Ilex paraguariensis* extracts have antioxidant effects in the brains of rats subjected to chronic immobilization stress. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Published on the web 14 July 2017. <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2017-0267#.WeZSlltSzIU>.
- Conceição E, Kaezer A, Peixoto-Silva N, Felzenszwalb I, De Oliveira E, Moura E, Lisboa P. 2017. Effects of *Ilex paraguariensis* (yerba mate) on the hypothalamic signalling of insulin and leptin and liver dysfunction in adult rats overfed during lactation. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*. 8: 123–132.
- Dartora N. 2010. Avaliação dos polissacarídeos e metabolitos secundários das folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em diferentes estados fisiológicos e de processamento. 109f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Dutra FLG, Ribani RH. 2010. Determinação de compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência isocrática durante estacionamento da erva-mate. *Química Nova*. 33: 119–123.

Fernandes CEF, Kuhn F, Scapinello J, Lazarotto M, Bohn A, Boligon AA, Athayde ML, Zanatta MS, Zanatta L, Dal Magro J, Oliveira JV. 2016. Phytochemical profile, antioxidant and hypolipemiant potential of *Ilex paraguariensis* fruit extracts. *Industrial Crops Products*. 81: 139–146.

Filip R, Lotito SB, Ferraro G, Fraga CG. 2000. Antioxidant activity of *Ilex paraguariensis* and related species. *Nutrition Research*. 20: 1437–1446.

Freitas GBL, Andriola A, Gauer AG, Ienk LSS. 2011. Erva-mate, muito mais que uma tradição, um verdadeiro potencial terapêutico *Revista Eletrônica de farmácia*.3: 101-113.

Gnoatto SCB, Bassani VL, Coelho GC, Schenkel EP. 2007. Influência do método de extração nos teores de metilxantinas em erva-mate (*Ilex paraguariensis* a. St.-Hil., aquifoliaceae). *Química Nova*. 30: 304–307.

Gnoatto SCB, Schenkel EP, Bassani VL. 2005. HPLC method to assay total saponins in *Ilex paraguariensis* aqueous extract. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 16: 723–725.

Gobbo-Neto L, Lopes NL. 2007. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*. 30: 374–381.

Gosmann G, Guillaume D, Taketa ATC, Schenkel EP. 1995. Triterpenoid saponins from *Ilex paraguariensis*. *Journal of Natural Products*. 58: 438–441.

Heck CI, De Mejia EG. 2007. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. *Journal of Food Science*. 72: 138–151.

Jun X. 2009. Caffeine extraction from green tea leaves assisted by high pressure processing. *Journal of Food Engineering*. 94: 105–109.

Konieczynski P, Viapiana A, Wesolowski M. 2017. Comparison of Infusions from Black and Green Teas (*Camellia sinensis* L. Kuntze) and Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) Based on the Content of Essential Elements, Secondary Metabolites, and Antioxidant Activity. *Food Analytical Methods*. 10: 3063–3070

Lanzetti M, Bezerra FS, Romana-Souza B, Brando-Lima AC, Koatz VL, Porto LC, Valença SS. 2008. Mate tea reduced acute lung inflammation in mice exposed to cigarette smoke. *Nutrition*. 24: 375–381.

Luz ABG, Da Silva CHB, Nascimento MVPS, Facchin BMC, Baratto B, Fröde TS, Reginatto FH, Dalmarco EM. 2016. The anti-inflammatory effect of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil (Mate) in a murine model of pleurisy. *International Immunopharmacology*. 36: 165–172.

Mentz LA, Lutzemberger LC, Schenkel EP. 1997. Da flora medicinal do Rio Grande do Sul: notas sobre a obra de D'Ávila (1910). Caderno de Farmácia. 13: 25–48.

Morais SM, Cavalcanti, ESB, Costa, SMO, Aguiar LA. 2009. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. Revista Brasileira de Farmacognosia. 19: 315-320.

Penteado J, Volcão L, Ramos D, Silva-Júnior F, Muccillo-Baisch A. 2016. Atividade antimicrobiana de extratos de *Ilex paraguariensis*. Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção. 1: 136–146.

Pereira AA, Tirapeli KG, Chaves-Neto AH, Brasilino MS, Da Rocha CQ, Belló-Klein A, Llesuy SF, Dornelles RC, Nakamune AC, Nakamune ACMS. 2017. *Ilex paraguariensis* supplementation may be an effective nutritional approach to modulate oxidative stress during perimenopause. Experimental Gerontology. 14: 14–18.

Resende PE, Kaiser S, Pittol V, Hoefel AL, Silva RDA, Marques CV, Kucharski LC, Ortega GG. 2015. Influence of crude extract and bioactive fractions of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Yerba Mate) on the Wistar rat lipid metabolism. Journal of Functional Foods. 15: 440–451.

Riachi LG, De Maria CAB. 2017. Yerba mate: An overview of physiological effects in humans. Journal of Functional Foods. 38: 308–320.

Santiago PG, Gasparotto FM, Gebara KS, Bacha FB, Lívero FAR, Strapazon MA, Júnior ELC, Kassuya CAL, Souza LM, Júnior AG. 2017. Mechanisms underlying antiatherosclerotic properties of an enriched fraction obtained from *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. Phytomedicine. 34: 162–170.

Santos EC, Bicca MA, Blum-Silva CH, Costa AP, Santos AA, Schenkel EP, Farina M, Reginatto FH, Lima TC. 2015. Anxiolytic-like, stimulant and neuroprotective effects of *Ilex paraguariensis* extracts in mice. Neuroscience. 292: 13–21.

Santos KA. 2004. Estabilidade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) em embalagens plásticas. 127 f. Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Schubert A, Zanin FF, Pereira DF, Athayde ML. 2006. Variação anual de metilxantinas totais em amostras de *Ilex paraguariensis* A. St. - Hil. (erva-mate) em Ijuí e Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. Química Nova. 29: 1233–1236.

Simões CMO, Mentz LA, Schenkel EP, Irgang BE, Stehmann JR. 1989. Plantas da Medicina Popular no Rio Grande do Sul. 3. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/ UFRGS. p 70-71.

Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. 2007. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5.ed Porto Alegre, Florianópolis: UFRGS/ UFSC.

Santos RI. 2004. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR (Org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre: UFSC. 1102 p.

Coleta, preservação, montagem e identificação de ácaros

Darliane Evangelho Silva^{1,3}, João Carlos Siebert², Franciele Fernandes Spies³,
Juliana Granich^{1,3}, Priscila de Andrade Rode⁴, Guilherme Liberato da Silva^{3,5},
Liana Johann^{3,5}, Noeli Juarez Ferla^{1,3,5}

Resumo: O objetivo deste capítulo é descrever os métodos necessários para o estudo de ácaros, desde a coleta, a preservação até a montagem dos espécimes. Folhas apicais, medianas e basais, dos quatro quadrantes da árvore de erva-mate devem ser coletadas, porque eles podem ser específicos em relação ao lugar em que ocorrem na planta. Para a triagem e coleta dos ácaros, as folhas devem ser observadas sob microscópio estereoscópico e os ácaros devem ser retirados da folha com um pincel de ponta fina. Os ácaros devem ser montados em lâminas e lamínulas com meio de Hoyer ou Berlese modificado. As lâminas devem ser identificadas e mantidas por dez dias em estufa de secagem a 50-60°C por alguns dias. Após esse período, as bordas das lamínulas devem ser vedadas com verniz cristal ou base translúcida para unhas de secagem lenta, e os ácaros identificados ao nível de espécie com auxílio de microscópio óptico com contraste de fases.

Palavras-chave: erva-mate, técnicas de montagem de lâminas, microscópio estereoscópico, microscópio óptico.

Abstract: This chapter aims at describing the methods to prepare the mites for taxonomic studies, including their collection, preservation and mounting. Apical, median and basal leaves of the four quarters of the tree should be collected for the samples. All material collected should be transported to the laboratory. Leaves should be observed under stereomicroscope and mites should be removed from the leaves with a thin brush and mounted. Mites should be placed on slides and cover slips in Hoyer's or Berlese medium and dried at 50-60°C for some days. After this period, the edges of the coverlips should

-
- 1 Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento; Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, Brasil.
 - 2 Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental; Universidade de Santa Cruz do Sul – Unisc, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.
 - 3 Laboratório de Acarologia, Tecnovates, Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.
 - 4 Laboratório de Biotecnologia Agrícola, Unioeste, Cascavel, PR, Brasil.
 - 5 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis; Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, Brasil.

be sealed, and the mites can be identified at the species level by using a phase-contrast microscope.

Keywords: yerba mate, techniques, stereo microscope, optical microscope.

Resumen: El objetivo de ese capítulo es describir los métodos necesarios para el estudio de ácaros, desde la recolección, la preservación hasta el montaje de los especímenes. Se deben recolectar hojas apicales, medianas y basales de los cuatro cuadrantes del árbol de yerba mate para la realización de las muestras. Se debe almacenar el material recolectado en cajas de poliestireno con Hielo-X® y transportarlo al laboratorio donde se lo debe almacenar en una nevera. Para la clasificación y recolección de ácaros, se deben observar las hojas en estereomicroscópio y se deben tomar los ácaros de la hoja con un pincel de punta fina. Se deben montar los ácaros en láminas y cubreobjetos con medio de Hoyer o Berlese modificado. Se deben identificar las láminas y mantenerlas durante diez días en estufa de secado. Después de ese período, se deben sellar los bordes de los cubreobjetos con barniz cristal o base traslúcida para uñas de secado lento, y los ácaros identificados al nivel de especie con el auxilio de microscopio óptico con contraste de etapas.

Palabras clave: yerba mate, técnicas, microscopio estereoscópico, microscopio óptico.

Neste contexto de expansão do cultivo da erva-mate, diversos artrópodes vem recebendo atenção dos produtores e órgãos de vigilância como status de pragas. Hoje, podemos afirmar que o manejo inadequado deste cultivo pode proporcionar o surgimento destas pragas na erva-mate. Os maiores estudos ocorrem sobre insetos, como a broca *Hedypathes betulinus*, o psíldeo *Gyropsylla spegazziniana* e a lagarta *Thelosia camina*. O controle destas espécies torna-se inevitável em todos os sistemas de produção agrícola e florestal, pois estão exclusivamente associados à queda na produtividade, na qualidade e até mesmo inviabilizando o seu cultivo. Estes prejuízos atingem a renda do agricultor e de forma indireta a sociedade, pois este problema é relacionado ao encarecimento dos custos de produção, diminuindo até mesmo a oferta de novos empregos no ambiente rural. No entanto, não somente os insetos estão associados às estas perdas de produtividade, mas os ácaros nos últimos anos estão sendo amplamente reconhecidos como pragas emergentes no cultivo da erva-mate. Devido a este panorama, vamos abordar os insetos em uma publicação futura e iremos nos atentar somente aos ácaros neste livro.

Como forma de elucidar o reconhecimento dos ácaros que são encontrados em campo, é imprescindível o reconhecimento das espécies ali encontradas. A taxonomia é uma ferramenta obrigatória para reconhecer uma espécie, também serve como base para futuros estudos que tem o intuito de avaliar o papel deste organismo no ecossistema, bem como buscar alternativas de controle, caso seja considerado uma praga. Todo este processo de identificação das espécies acarinas é composto por diversas etapas: coleta, preservação, montagem, e posterior identificação em microscópio óptico. Estas etapas devem ser seguidas rigorosamente para que a confirmação da espécie esteja correta, não é incentivada

a identificação a olho nu ou por microscópio estereoscópio quando o ácaro é visualizado nas folhas.

Coleta de material e manuseio

Para a coleta de material em campo, alguns cuidados básicos são necessários para garantir a representatividade da coleta e a conservação dos ácaros em estado satisfatório de conservação, como por exemplo:

- levar tesoura de poda e podão com cabo telescópico para a coleta de material;
- levar caixa térmica (Figura 1), gel previamente congelado (Gelo-X®) (Figura 2) e sacos plásticos identificados para armazenagem do material;
- Manter a temperatura da caixa térmica em 4°C.

Figura 1 – Caixa térmica



Fonte: Laboratório de Acarologia/Univates.

- coletar folhas apicais, medianas e basais, dos quatro quadrantes da árvore de erva-mate;
- cuidar ao destacar as folhas para não causar a queda dos ácaros da estrutura vegetal;

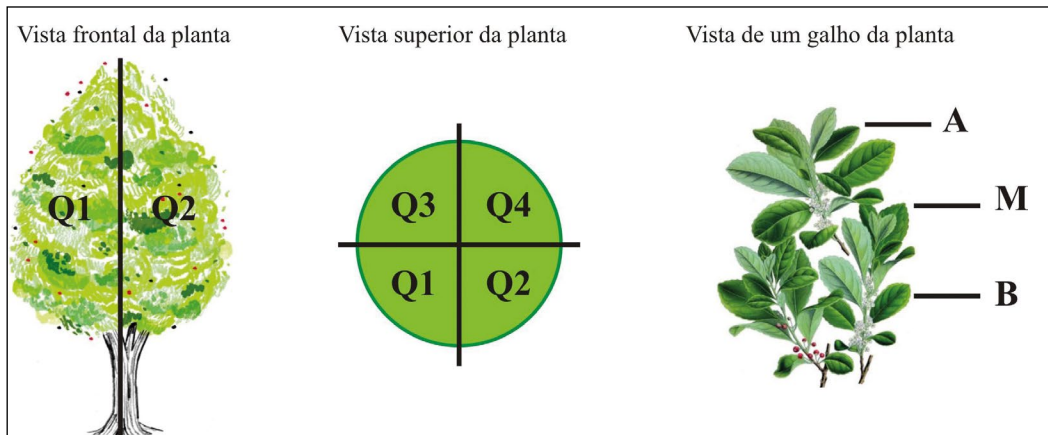
Figura 2 – Gelo-X®



Fonte: Laboratório de Acarologia/ Univates.

As folhas de erva-mate são coletadas, bem como as plantas de crescimento espontâneo que ocorrem no entorno, da seguinte maneira: um mínimo de vinte e cinco plantas são escolhidas ao acaso em uma área de estudo, devendo de cada planta serem coletadas três folhas de um galho do terço médio de cada quadrante da planta (Figura 3). Uma folha deve ser coletada na região apical, outra na região mediana e a terceira próxima da base do galho. Assim em cada planta são coletadas 12 folhas (Ferla et al. 2005). As folhas coletadas devem ser individualizadas em sacos plásticos.

Figura 3 – Regiões de coleta na planta (Q = quadrante; A = folha apical; M = folha mediana; B = folha basal)



Fonte: Laboratório de Acarologia/Univates

As amostras podem ser guardadas em refrigerador a aproximadamente 10°C por no máximo cinco dias.

Montagem das lâminas

Durante a triagem sob microscópio estereoscópico deve-se observar toda a área foliar das duas faces das folhas. Os ácaros encontrados devem ser retirados da folha com a utilização de um pincel de ponta fina e montados em lâminas num meio que tem por função distender, clarificar e preservar o ácaro. A definição do meio a ser utilizado dependerá do grupo ao qual o ácaro pertence.

Os ácaros em geral, exceto os eriofiídeos, são montados em meio de Hoyer com a seguinte constituição (Moraes e Flechtmann 2008):

Água destilada.....	40 ml
Goma arábica em cristais.....	30 g
Hidrato de cloral.....	200 g
Glicerina.....	20 ml

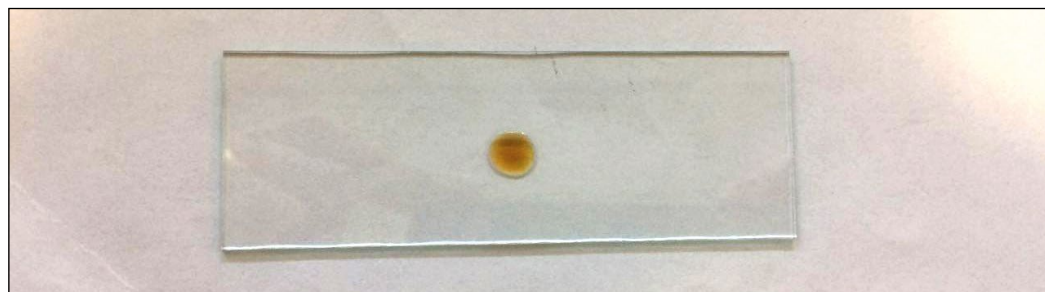
Os eriofiídeos são montados em meio de Berlese modificado (Moraes e Flechtmann 2008):

Sorbitol	5 g
Glicerina	1 ml
Água destilada	7 ml
BTDA.....	3 g

A seguir sugestão de passos a serem seguidos para a montagem de lâminas:

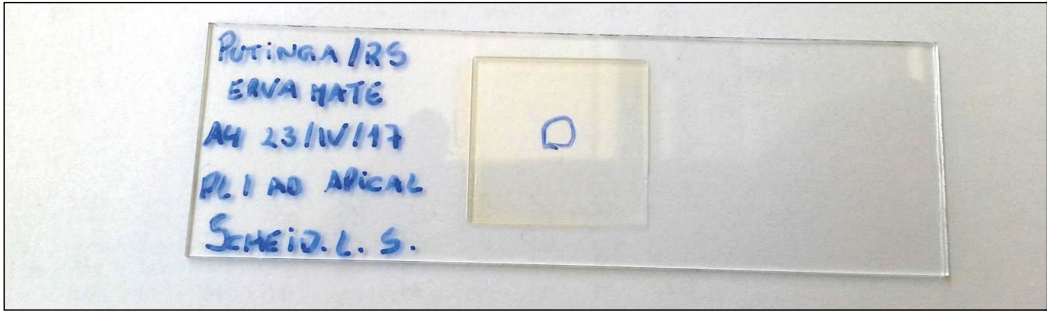
1- Espalhar uma gota de meio de Hoyer ou Berlese modificado no centro da lâmina (Figuras 4 e 5);

Figura 4 – Lâmina com uma gota de meio de Hoyer ou Berlese



Fonte: Laboratório de Acarologia/ Univates.

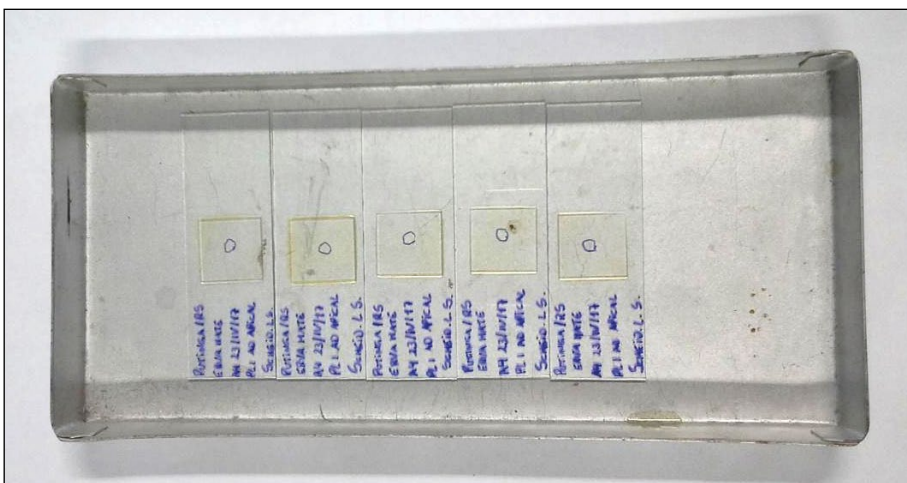
Figura 5 – Lâmina



Fonte: Laboratório de Acarologia/Univates.

- 2- Transferir o espécime para a lâmina usando um pincel de ponta fina;
- 3- Observando na lupa, posicionar o espécime para que fique com a parte dorsal voltada para a objetiva e no centro da gota do meio de Hoyer ou Berlese modificado;
- 4- Colocar lentamente a lamínula sobre o meio;
- 5- Com auxílio de caneta permanente, ponta fina preta ou azul - Acrilex, identificar a lâmina com as seguintes informações: local de coleta, hospedeiro, data da coleta (dia, mês e ano), quadrante (1, 2, 3 ou 4), folha (apical, mediana ou basal) e face da folha (abaxial ou adaxial) em que o ácaro foi coletado, nome de quem montou a lâmina, número de ácaros montados;
- 6 - Acondicionar as lâminas em bandejas (Figura 6) e colocá-las na estufa de secagem com temperatura de 50-60°C por cerca de 10 dias para a fixação, distensão e clarificação dos espécimes e secagem do meio;

Figura 6 – Lâminas acondicionadas em bandeja de alumínio



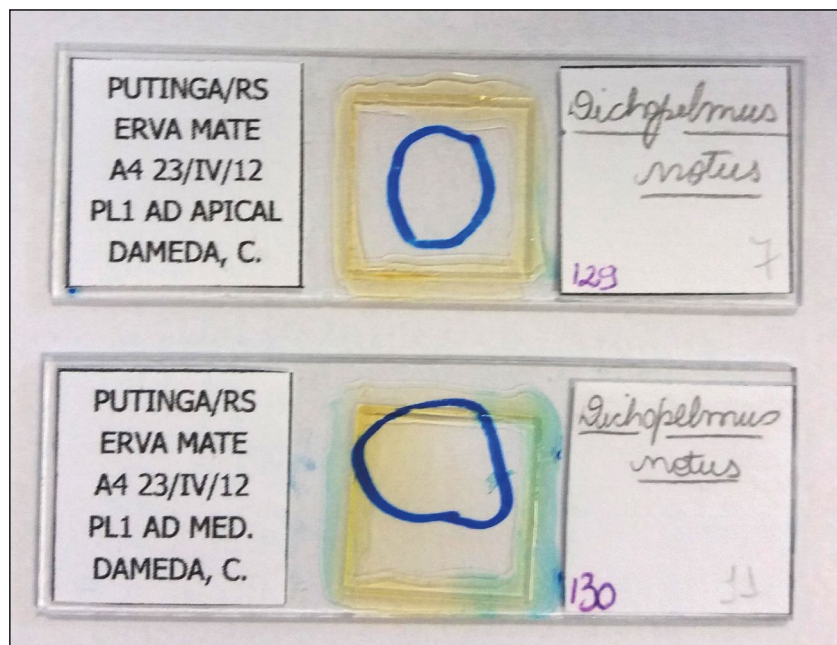
Fonte: Laboratório de Acarologia/Univates.

7 - Após o período de secagem, retirar da estufa e selar a lamínula com algum material que impeça o ressecamento do meio de montagem e a entrada de bolhas de ar (verniz, esmalte de unhas, etc.).

Etiquetagem das lâminas

As lâminas devem receber duas etiquetas (Figura 7). Na etiqueta da esquerda devem constar: local de coleta, hospedeiro, data da coleta (dia, mês e ano), quadrante (1, 2, 3 ou 4), folha (apical, mediana ou basal) e face da folha (abaxial ou adaxial) em que o ácaro foi coletado e nome de quem montou a lâmina. Na etiqueta da direita, escrito à mão e à lápis (permite futuras correções), deverão ser indicados: número de ordem da coleção, número de ácaros montados e identificação do ácaro (modificado de Flechtmann 1975).

Figura 7 – Modelo de lâmina

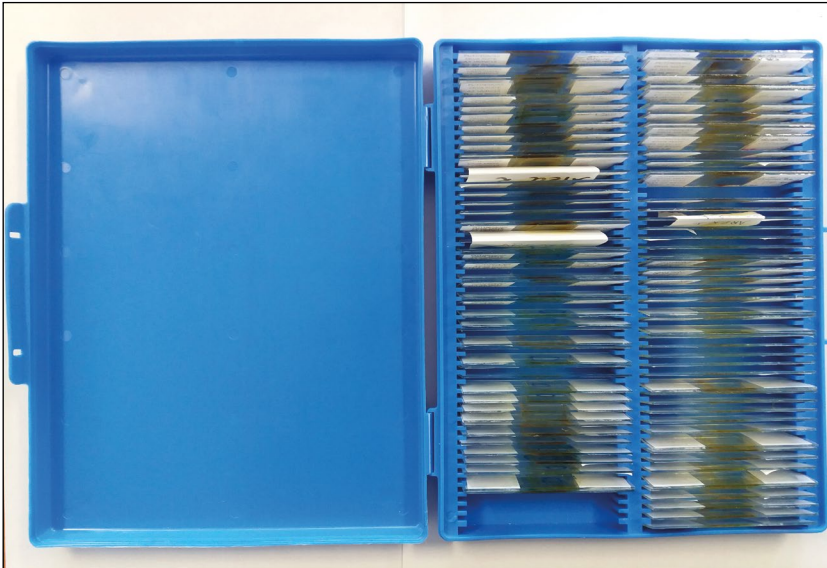


Fonte: Laboratório de Acarologia/Univates.

Preservação do material

Após a etiquetagem, as lâminas são guardadas em caixas plásticas ou de madeira (Figura 8) em ambiente climatizado com a umidade relativa do ar em aproximadamente 40%.

Figura 8 – Caixa utilizada para armazenagem das lâminas



Fonte: Laboratório de Acarologia/Univates.

Identificação dos espécimes

A identificação dos espécimes é realizada com o auxílio de microscópio óptico com contraste de fases e chaves dicotômicas especializadas para cada família já citada para a cultura da erva-mate. Pelo menos um exemplar de cada uma das espécies encontradas deve ser tombado em uma coleção de referência para futuras verificações taxonômicas, estudos científicos e testemunhos da biodiversidade. Em caso de variação morfológica dentre os exemplares de uma mesma espécie, todos os variantes devem ser tombados.

Referências

Ferla NJ, Marchetti MM, Siebert JC. 2007. Acarofauna (Acari) de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquilofoliaceae) no estado do Rio Grande do Sul. *Biociências* (Online). 13: 133–142.

Flechtmann CHW. 1975. *Elementos de acarologia*. São Paulo: Nobel.

Moraes GJ, Flechtmann CHW. 2008. *Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, Editora.

Chave ilustrada para identificação da fauna acarina na cultura da erva-mate

Matheus Santos Rocha^{1,2}, Juliana Granich³, Priscila de Andrade Rode⁴,
Tamara Bianca Horn¹, Guilherme Liberato da Silva⁵, Liana Johann⁵,
Noeli Juarez Ferla⁵

Resumo: Este capítulo tem por objetivo fornecer informações que auxiliem a identificação da fauna acarina associada à cultura da erva-mate no Brasil. Até o momento, foram identificadas 36 espécies pertencentes a 34 gêneros de 16 famílias associadas a esta cultura no Brasil.

Palavras-chave: Acariformes, Eriophyoidea, Phytoseiidae, taxonomia

Abstract: This chapter aims at providing data to facilitate the identification of the mites found on yerba mate in Brazil. So far, 36 species belonging to 34 genera of 16 families associated with this crop in Brazil.

Keywords: Acariformes, Eriophyoidea, Phytoseiidae, Taxonomy.

Resumen: El objetivo de este capítulo es proveer informaciones que permitan la clasificación de la fauna acarina asociada a la cultura de la yerba mate en Brasil. Hasta el momento, se han identificado 36 especies perteneciendo a 34 géneros en 16 familias asociadas a esto cultivo en Brasil.

Palabras Clave: Acariformes, Eriophyoidea, Phytoseiidae, taxonomía.

1 Laboratório de Acarologia, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil (gibaliberato_148@hotmail.com; njferla@univates.br)

2 Laboratório de Diversidade e Sistemática de Arachnida, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS, Brasil (mrocha0602@gmail.com)

3 Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento; Laboratório de Acarologia, Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, Brasil.

4 Laboratório de Biotecnologia Agrícola, Unioeste, Cascavel, PR, Brasil.

5 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis; Laboratório de Acarologia, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil.

Este capítulo tem por objetivo apresentar informações que permitam a identificação da fauna acarina associada à cultura da erva-mate no Brasil. Até o momento foram identificadas morfo-espécies pertencentes a 34 gêneros de 16 famílias. Para a identificação, as lâminas devem estar em boas condições e utilizar preferencialmente microscópio óptico com contraste de fases.

Chave diagnóstica para a classificação de ácaros associados à cultura da erva-mate (baseada em Ferla et al. 2005; Ferla & Silva 2011; Gonçalves et al. 2013)

1. Tarso do palpo com apotele; tritosterno presente; estigmas localizados lateralmente entre as coxas III e IV e associados ao peritrema; sem tricobótrias (Figura 1) ... Ordem Parasitiformes ... 2
 - Tarso do palpo sem apotele; tritosterno ausente; sem estigmas entre as coxas III e IV; frequentemente com tricobótrias na região anterodorsal do idiossoma ... 19
2. Adultos com menos de 24 pares de setas dorsais (Figura 1) ... Phytoseiidae ... 3
 - Adultos com mais do que 24 pares de setas dorsais (Figura 2) ... Ascidae ... *Asca* sp.
3. Região podonotal do escudo dorsal com quatro pares de setas laterais: $j3$, $z2$, $z4$ e $s4$ (Figura 1) ... Amblyseiinae Muma ... 4
 - Região podonotal do escudo dorsal com seis pares de setas laterais: $j3$, $z2$, $z3$, $z4$, $s4$ e $s6$ presentes (Figura 3) ... Typhlodrominae Wainstein ... 17
4. Escudo peritremal e exopodal da coxa IV fortemente esclerotinizados e alargados posteriormente; ausência da seta $j5$... *Phytoscutus sexpilis* Muma
 - Escudo peritremal e exopodal da coxa IV normais; presença da seta $j5$... 5
5. Peritrema curto, não alcançando o nível da seta $j3$ (Figura 4A) ... *Euseius mesembrinus* (Dean) (citado na literatura como *Euseius ho* (De Leon) - Lopes et al. (2016))
 - Peritrema longo, alcançando ao menos o nível da seta $j3$ (Figura 4B) ... 6
6. Pernas I, II e III normalmente sem macrosetas; macrosetas presentes apenas nas pernas IV (Figura 5A) ... *Neoseiulus* Hughes ... 7
 - Pernas I, II e III normalmente com macrosetas (Figura 5B) ... 8
7. Setas dorsais não fortemente serrilhadas (exceto $Z4$ e $Z5$); maioria das setas dorsais longas (cerca de 40-60 μ m) frequentemente ultrapassando a base da próxima seta ... *Neoseiulus fallacis* (Garman)
 - Setas dorsais fortemente serrilhadas (Figura 6); maioria das setas não alcançando a base da próxima seta ... *Neoseiulus tunus* (De Leon)
8. Setas $s4$, $Z4$ e $Z5$ longas ... 9
 - Setas $s4$, $Z4$ e $Z5$ curtas ... 14

9. Todos os escudos bem esclerotinizados e na sua maioria apresentando reticulações; não apresenta seta ereta no tarso I (Figura 7A) ... *Iphiseiodes* De Leon ... 10
- Todos os escudos levemente esclerotinizados e com poucas reticulações ou nenhuma; apresenta seta ereta no tarso I (Figura 7B) ... *Amblyseius* Berlese ... 12
10. Escudo dorsal com seta *s4* e *z4* longas ... *Iphiseiodes zuluagai* Denmark and Muma
- Escudo dorsal com três pares de setas longas: *s4*, *Z4* e *Z5* ... 11
11. Três pares de setas pré-anais no escudo ventrianal (Figura 8A); dois pares de escudos metapodais, dígito móvel da quelícera com três dentes ... *Iphiseiodes saopaulus* Denmark & Muma
- Quatro pares de setas pré-anais (Figura 8B); um par de escudo metapodal, dígito móvel da quelícera com um dente ... *Iphiseiodes moraesii* Ferla & Silva
12. Escudos ventrianal com forma de vaso (Figura 9), apresentando constrição posterior a seta *JV2* ... *Amblyseius herbicolus* (Chant)
- Escudo ventrianal nunca em forma de vaso ... 13
13. Razão da seta *Z5*: $Z4 > 2,4$; 1,0 ... *Amblyseius operculatus* De Leon
- Razão da seta *Z5*: $Z4 < 1,8$; 1,0 ... *Amblyseius neochiapensis* Lofego, Moraes & McMurtry
- 14 Escudo esternal sem projeção posterior (Figura 10A) ... *Typhlodromips* De Leon ... 15
- Escudo esternal com projeção posterior (Figura 10B) ... 16
15. Macrosetas da perna IV sem protuberância arredondada distal, escudo ventrianal liso ... *Typhlodromips pallinii* Gonçalves, Silva & Ferla.
- Macrosetas da perna IV com protuberância arredondada distal (Figura 6), escudo ventrianal levemente reticulado ... *Typhlodromips japi* Lofego, Demite & Feres
16. Razão da seta *s4*: $Z1 > 3,0$; 1,0 ... *Amblydromalus manihoti* (Moraes)
- Razão da seta *s4*: $Z1 < 3,0$; 1,0 ... *Typhlodromalus aripo* De Leon
17. Pernas sem macrosetas; setas longas ao longo de margens de escudo dorsal e levemente serrilhadas; *St3* em plaquetas separadas do escudo esternal ... *Typhlodromina tropica* (Chant)
- Pernas com ou sem macrosetas; somente a seta *Z4* e *Z5* serrilhadas, *St3* sobre o escudo esternal ... 18
18. Macrosetas *SgeIV*, *StiIV* e *StIV* (Perna IV) com protuberância arredondada distal (Figura 6)...*Typhloseiopsis dorsoreticulatus* Lofego, Demite & Feres
- Perna IV com macrosetas sem protuberância arredondada distal ... *Metaseiulus camelliae* (Chant & Yoshida-Shaul)

19. Dígito móvel da quelícera em forma de estilete ou lâmina recurvada (Figura 11A), ou dígito móvel e fixo em forma de pinça, ambos sem dentes; extremidade distal do palpo frequentemente formando o “processo unha-dedão” (Figura 12); estigmas, quando presentes, nas ou entre as bases das quelíceras, na base do gnatossoma ou na margem anterior do propodossoma ... 20

– Dígito móvel e fixo da quelícera em forma de pinça, ambos os dígitos com dentes (Figura 11B); palpos simples, sem o “processo unha-dedão”; estigmas ausentes ou indistintos ... 41

20. Gnatossoma em forma de cápsula ovóide; palpos diminutos; pernas IV da fêmea com setas distais flageliformes (Figura 13) ... Tarsonemidae ... 21

– Gnatossoma não apresentando forma de cápsula; palpos distintos, se não distintos, o corpo é vermiforme e o ácaro apresenta dois pares de pernas em todos os estádios; em alguns grupos pode apresentar palpo com seta dorsal da tibia modificada em esporão, que desloca o tarso lateral ou ventralmente (complexo “unha-dedão”); perna IV sem setas distais flageliformes ... 22

21. Ventre metapodossomal com três ou quatro pares de setas... *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)

– Ventre metapodossomal com dois pares de setas ... *Tarsonemus confusus* Ewing

22. Corpo vermiforme; com dois pares de pernas (Figura 14) ... 23

– Corpo ovalado; com mais de dois pares de pernas ... 25

23. Gnatossoma grande em comparação ao corpo; quelíceras curvadas para baixo apresentando um longo estilete oral; empódio dividido ... Diptilomiopidae ... *Diptilostatus chimarricus* Silva & Ferla

– Gnatossoma pequeno em comparação ao corpo; quelíceras levemente curvadas ou para frente; estilete oral curto; empódio dividido ou inteiro ... Eriophyidae ... 24

24. Escudo prodorsal geralmente com amplo lobo frontal sobre o gnatossoma; tibia distinta do tarso; setas escapulares na margem posterior do escudo prodorsal, dirigido divergentemente para trás; empódio dividido; coxa I com seta *1b* presente; opistossoma com uma depressão dorsal longitudinal ... *Dichopelmus notus* Keifer

– Escudo prodorsal com um curto lobo frontal sobre o gnatossoma; tibia fundida com o tarso; setas escapulares, centrais, à frente da margem posterior do escudo prodorsal; empódio inteiro coxa I com seta *1b* ausente; opistossoma sem depressão dorsal longitudinal ... *Disella ilicicola* Navia & Flechtmann

25. Quelíceras com estiletos longos e recurvados, implantados em um estilóforo (Figura 11A); tarsos I e II com setas dúplices ou associadas; região ao redor da abertura genital pregueada (Figura 15) ... 26

– Quelíceras curtas e afiladas, em formato de estiletos ou não, não implantadas em um estilóforo; tarsos I e II sem setas dúplices ou associadas; região ao redor da abertura genital da fêmea não pregueada ... 28

26. Tarso I sem setas dúplices, mas com setas associadas; empódio ausente ... *Eutetranychus banksi* (McGregor)
 – Tarso I com setas dúplices (Figura 15B); empódio unciforme ... 27
27. Setas dorsais não implantadas em tubérculos; unha do empódio com cerdas próximo-ventrais; um par de setas paranais ... *Oligonychus yothersi* (McGregor)
 – Setas dorsais implantadas em tubérculos; empódio fendido distalmente; dois pares de setas paranais ... *Neotetranychus* sp.
28. Dois pares de tricobótrias no propodossoma, podendo apresentar tricobótrias também em vários segmentos das pernas (Figura 16) ... Bdelloidea ... 29
 – Tricobótrias ausentes, ou com apenas um par no propodossoma ... 30
29. Tricobótrias presente sobre os tarsos III e IV, tíbias I e IV; Adultos com três pares de papilas genitais e duas ou mais setas eugenitais ... Bdelidae ... *Hexabdella cinquaginta* Hernandez, Daud & Feres
 – Sem tricobótrias nas pernas; adultos com dois pares de papilas genitais e frequentemente sem setas eugenitais ... Cunaxidae ... *Cunaxatricha tarsospinosa* Castro & Den Heyer
30. Corpo achatado dorsoventralmente; dígitos móveis em formato alongado (Figura 17) ... Tenuipalpidae ... *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)
 – Corpo não achatado; dígitos móveis das quelíceras modificados em estiletos curtos e retos ... 31
31. Sem tricobótrias no dorso do propodossoma; apresentando escudos dorsais (Figura 18) ... Stigmaeidae ... 32
 – Com um par de tricobótrias no dorso do propodossoma; sem escudos dorsais (Figura 19) ... Tydeoidea ... 33
32. Seta *c1* mais curta do que a distância entre as bases de *c1* e *d1* ... *Agistemus paraguariensis* Johann, Carvalho, Rocha & Ferla
 – Seta *c1* igual ou mais longa que as distâncias entre as bases da *c1* and *d1* ... *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira
33. Tarso I sem apotele (Figura 20A); estrias dorsais do tegumento não formando padrão reticulado ... Iolinidae ... 34
 – Tarso I com apotele (Figura 20B); estrias dorsais do tegumento formando padrão reticulado na totalidade ou parte do idiossoma ... Tydeidae ... 35
34. Três pares de setas agenitais ... *Metapronematus* sp.
 – Quatro pares de setas agenitais ... *Pseudopronematus* sp.
35. Genus II, III e IV sem setas ... (Pretydeinae) ... *Pretydeus henriandrei* Kązmierski
 – Ao menos genu II com seta ... (Tydeinae e Triophtydeinae) ... 36
36. Tarso I com 10 setas; ao menos quarto setas no femur I; genus II e III com duas setas cada ... (Triophtydeinae) ... *Triophtydeus lebruni* (André)

- Tarso I com oito setas; no máximo três setas no fêmur I; genus II e III nunca com duas seta cada ... (Tydeinae) ... 37
- 37. Fêmur da perna III com duas setas ... (*Brachytydeus*) ...38
- Fêmur da perna III com uma seta ...39
- 38. Setas dorsais espatuladas (Figura 6F); dorso coberto por reticulações divididas por estrias ... *B. formosa* (Cooreman)
- Setas dorsais simples; dorso completamente estriado ... *B. tuttlei* (Baker)
- 39. Fêmur II com três setas ... *Pseudolorryia fustis* (Ueckermann)
- Fêmur II com duas setas ... (*Tydeus*) ... 40
- 40. Setas *f1, f2, h1, h2, ps1* espatuladas ... *T. californicus* (Banks)
- Apenas setas *h1, h2, ps1* espatuladas ... *T. caudatus* (Dugés)
- 41. Coloração usualmente marrom, placas fortemente esclerotizadas; com um par de tricobótrias clavadas no dorso do propodossoma (Figura 21) ... Subordem Oribatida não Astigmatina
- Coloração branco-leitosa, pouco esclerotizados; sem tricobótrias no dorso do propodossoma ... Oribatida Astigmatina ... 42
- 42. Ácaros sem setas verticais anteriores (*vi* e *ve*); na fêmea, a cutícula na região das setas *d2* e *d3* é estriada longitudinalmente ... Pyroglyphidae ... *Dermatophagoides pteronyssinus* Trouessart
- Ácaros com pelo menos um par de setas verticais; fêmeas sem estrias longitudinais na região das setas *d2* e *d3* ... 43
- 43. Empódio unciforme ligado à extremidade do tarso por um delicado tendão (Figura 22A); cutícula do opistossoma reticulada ... Winterschmidtidae ... *Czenspinskia* sp.
- Empódio unciforme ligado à extremidade do tarso por um par de estruturas em forma de bastão (Figura 22B); cutícula finamente estriada transversalmente ou com um padrão de escamas do opistossoma... 44
- 44. Tarso com setas *tc'* e *tc''* filiformes, de comprimentos semelhantes ... Suidasiidae ... *Suidasia nesbitti* Hughes
- Tarso com a seta *tc''* em formato de espinho, setas *tc'* e *tc''* de comprimentos bem diferentes ... Acaridae ... *Neotropacarus* sp.

Legendas das Figuras

Figura 1. Aspectos morfológicos da ordem Parasitiformes.

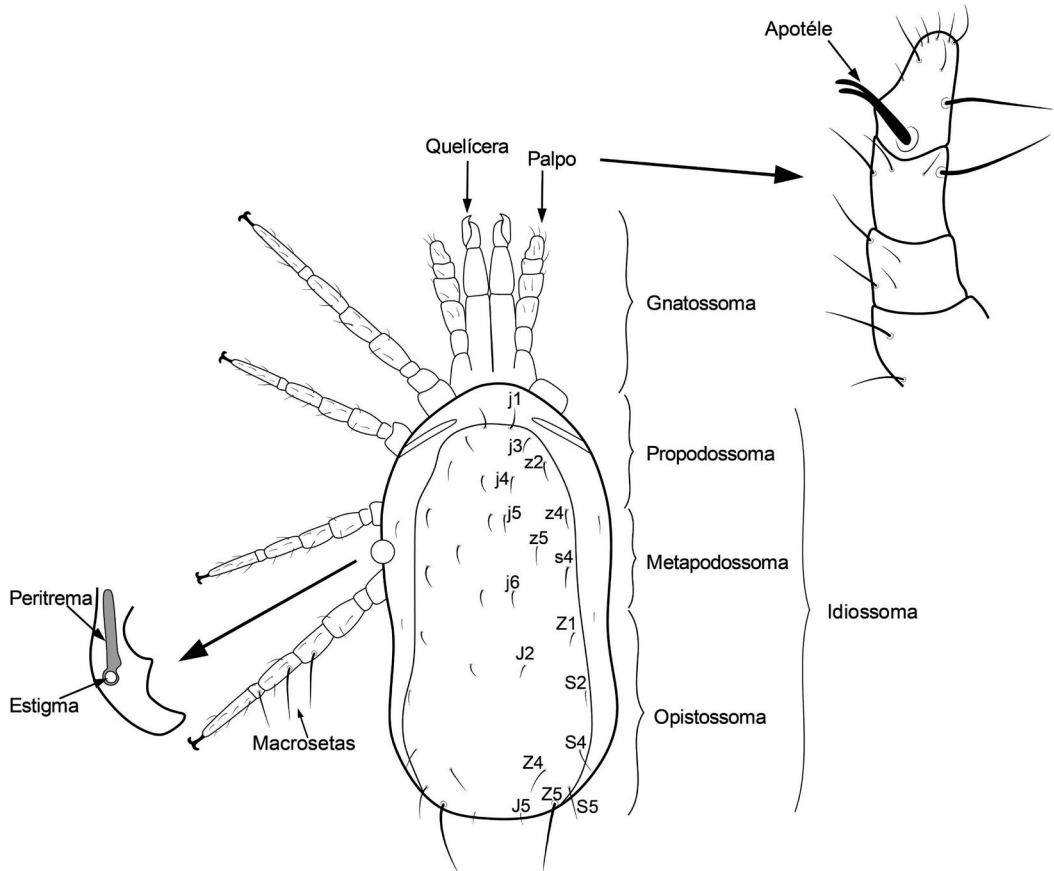


Figura 2. Representação das setas idiossomais em adultos de *Asca* sp. (Ascidae).

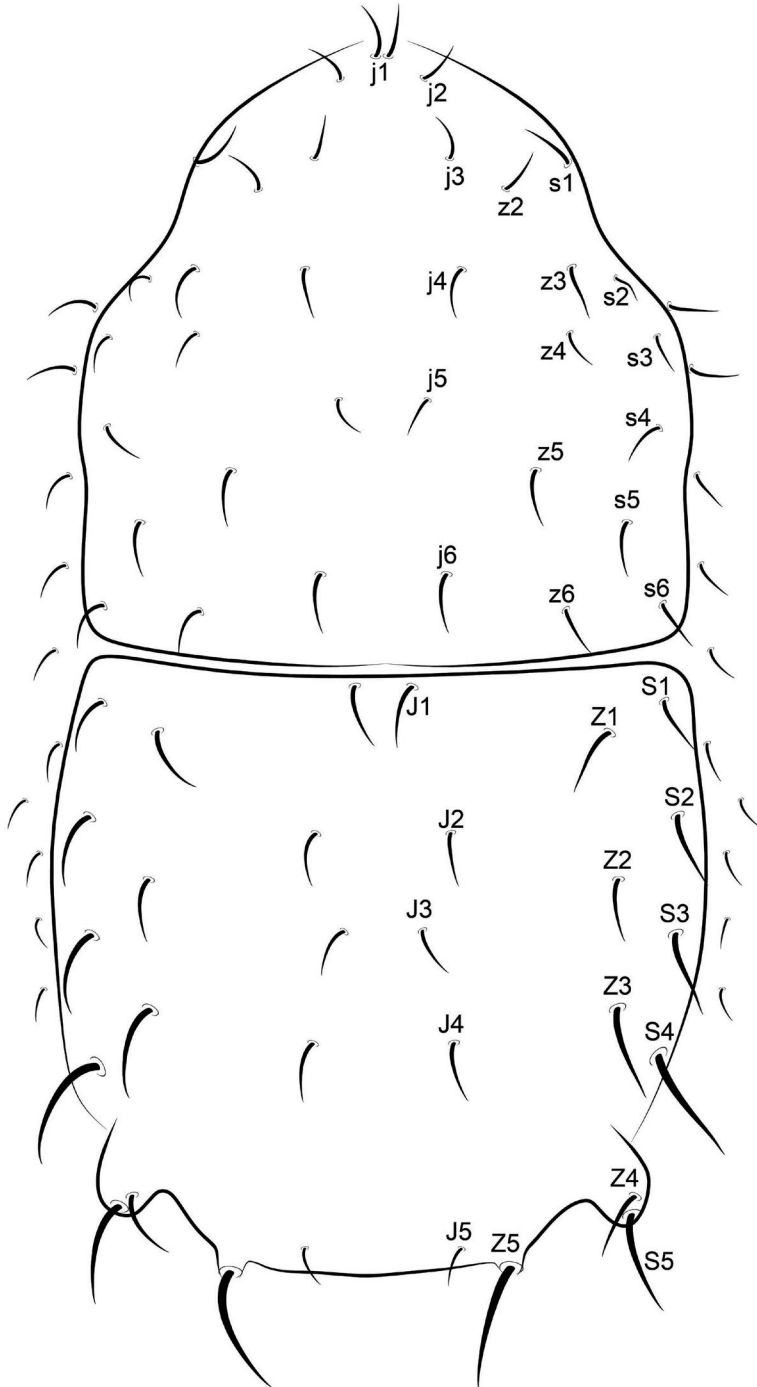


Figura 3. Representação das setas idiossomais em adultos de Typhlodrominae.

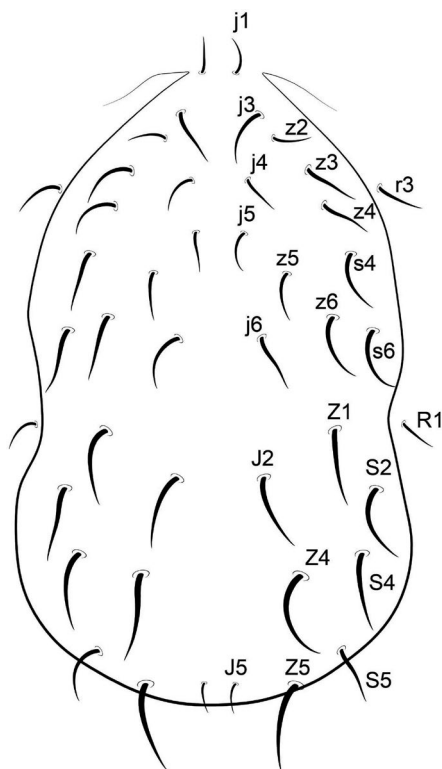


Figura 4. Representação demonstrando o alcance da porção anterior do peritrema. A. Peritrema curto; B. Peritrema longo.

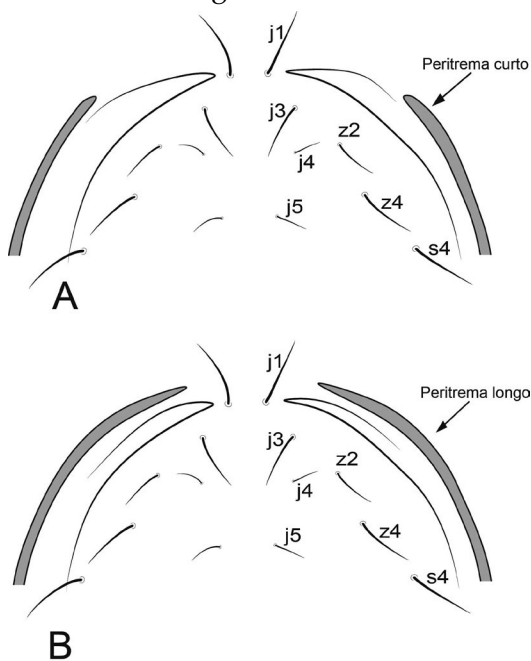


Figura 5. Representação da localização de macrosetas em Phytoseiidae. A. Macrosetas presentes somente na perna IV; B. Macrosetas presentes nas pernas I-IV.

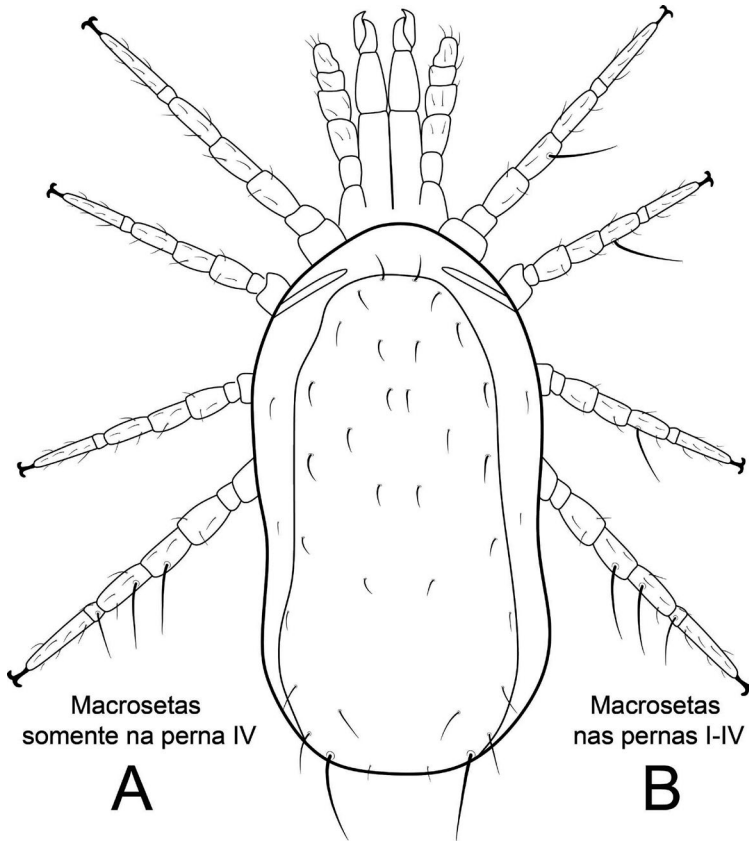


Figura 6. Diferentes tipos de setas apresentadas neste capítulo. A. Seta lisa, filiforme; B. Seta apresentando protuberância na porção distal; C-E. Setas serrilhadas; F. Setas espatuladas.

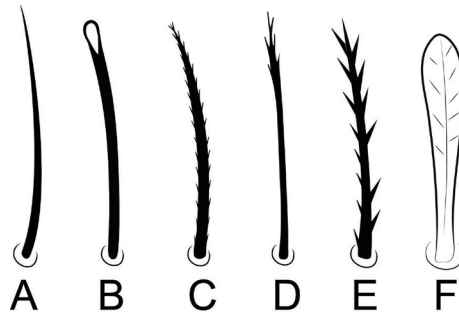


Figura 7. Representação da localização de setas eretas no Tarso I. A. Ausente; B. Presente.

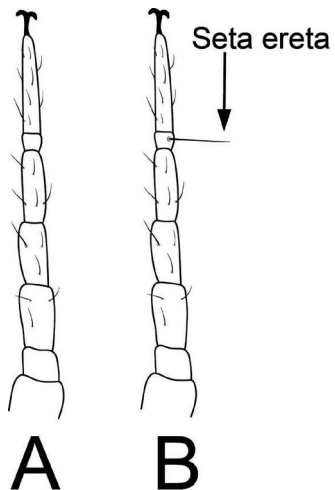


Figura 8. Número de setas pré-anais presentes no escudo ventrianal. A. Três pares; B. Quatro pares.

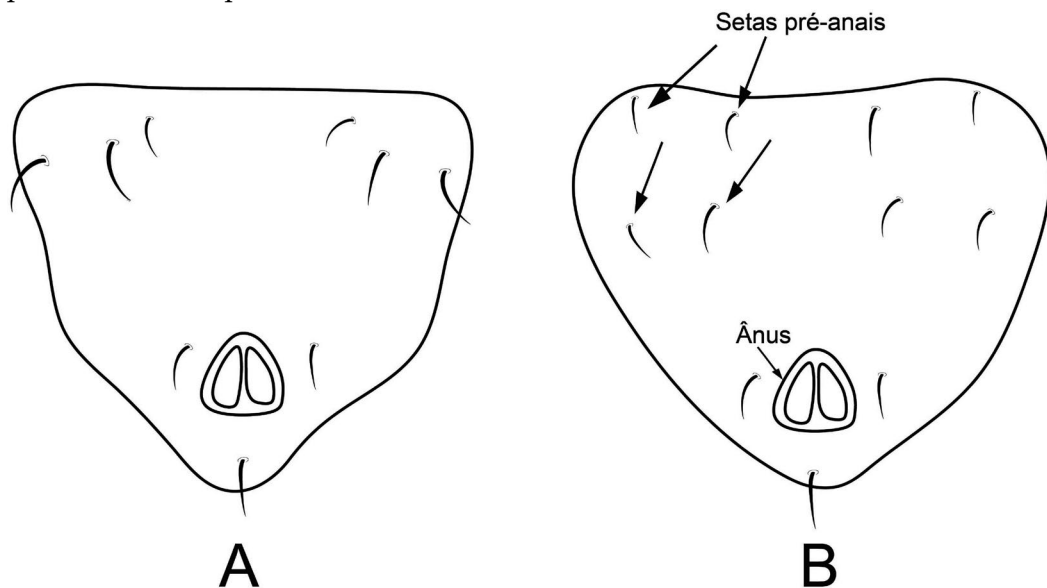


Figura 9. Representação de um escudo ventrianal em forma de vaso, evidenciando a contração após a seta JV2.

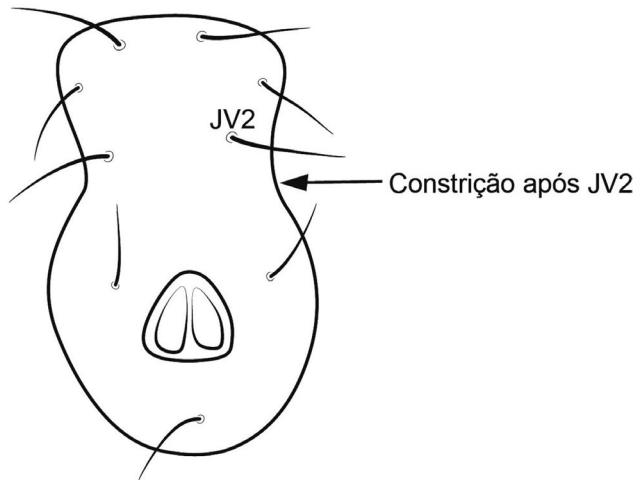


Figura 10. Ilustração da disposição de escudos ventrais em Phytoseiidae, evidenciando o formato do escudo esternal. A. Sem projeção posterior mediana; B. Com projeção posterior mediana.

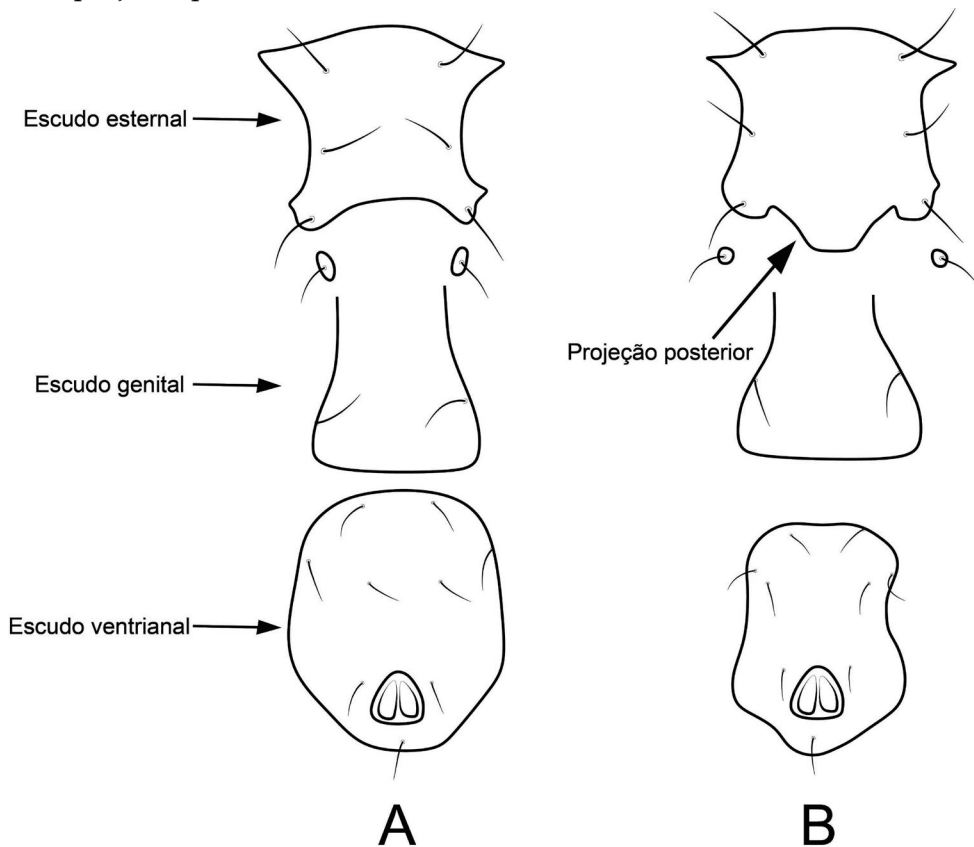


Figura 11. Representação dos diferentes formatos de quelíceras. A. Quelíceras em forma de estiletos; B. Quelíceras em forma de pinça. F. Dígito fixo. M. Dígito móvel.

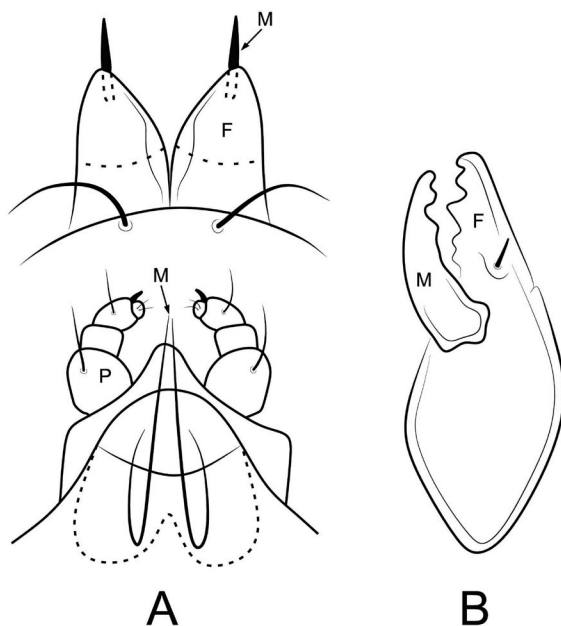


Figura 12. Extremidade distal do palpo mostrando a unha palpotibial, que juntamente com o palpotarso constitui o que se designa como processo “unha dedão”.

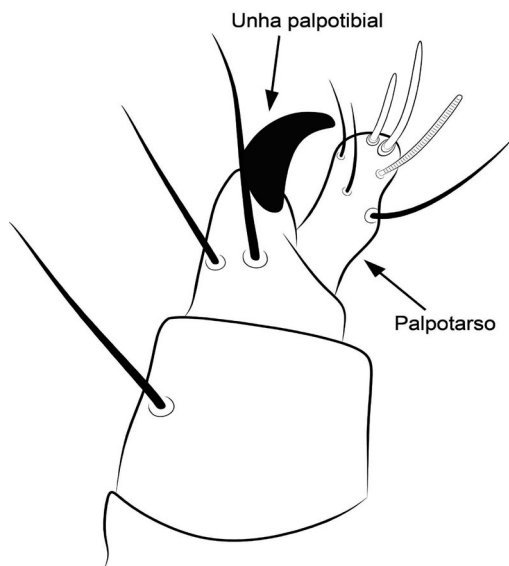


Figura 13. Representação do idiossoma na vista dorsal de Tarsonemidae.

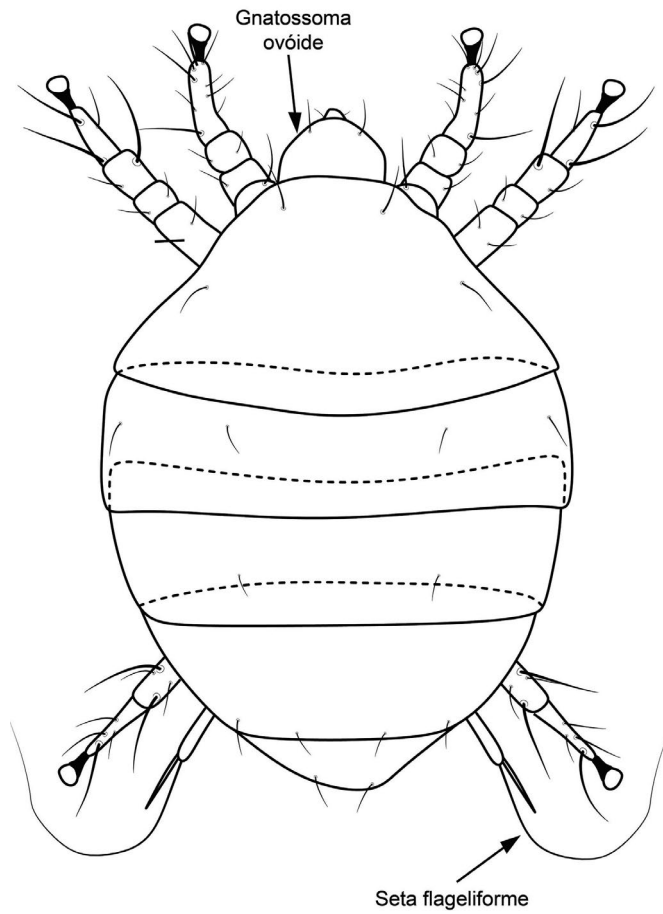


Figura 14. Representação do idiossoma de Eriophyoidea. A. Vista lateral; B. Região propodosomal.



Figura 15. Representação do idiossoma de Tetranychidae. A. Vista dorsal; B. Porção distal da Perna I evidenciando as setas dúplices.

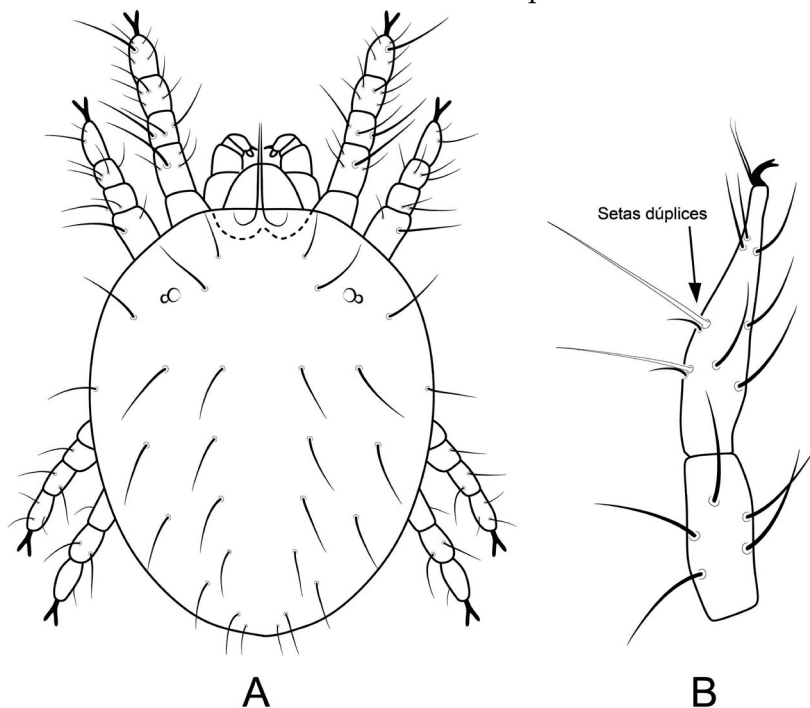


Figura 16. Representação do idiossoma de Cunaxidae. A. Vista dorsal; B. Base de uma seta do tipo tricobótria.

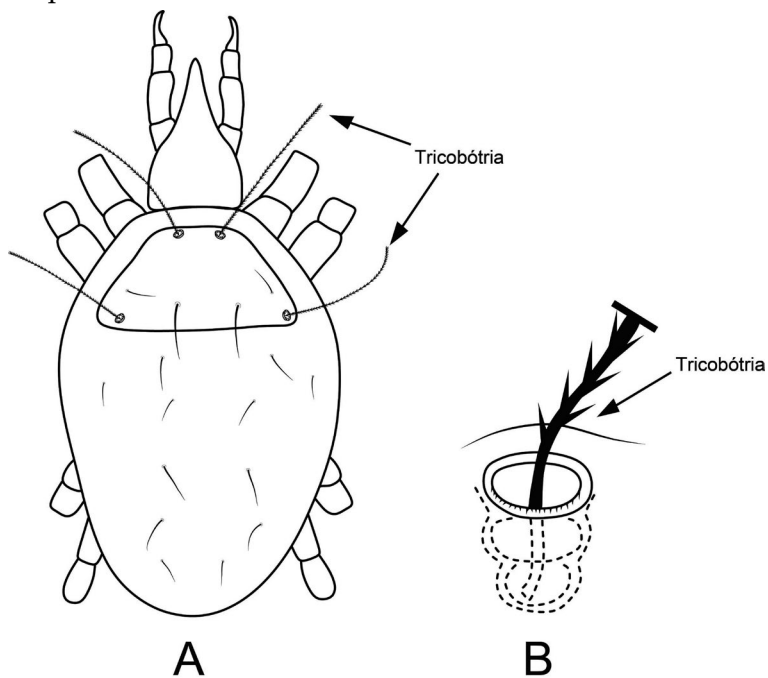


Figura 17. Representação do idiossoma na vista dorsal de Tenuipalpidae.

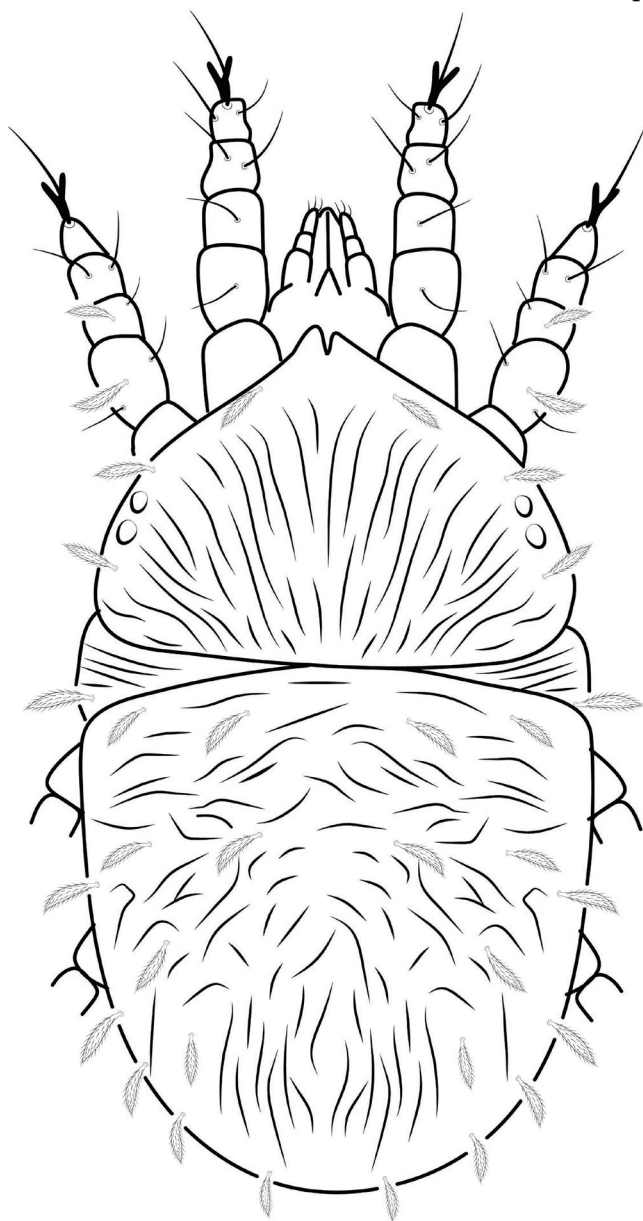


Figura 18. Representação do idiossoma na vista dorsal de Stigmaeidae.

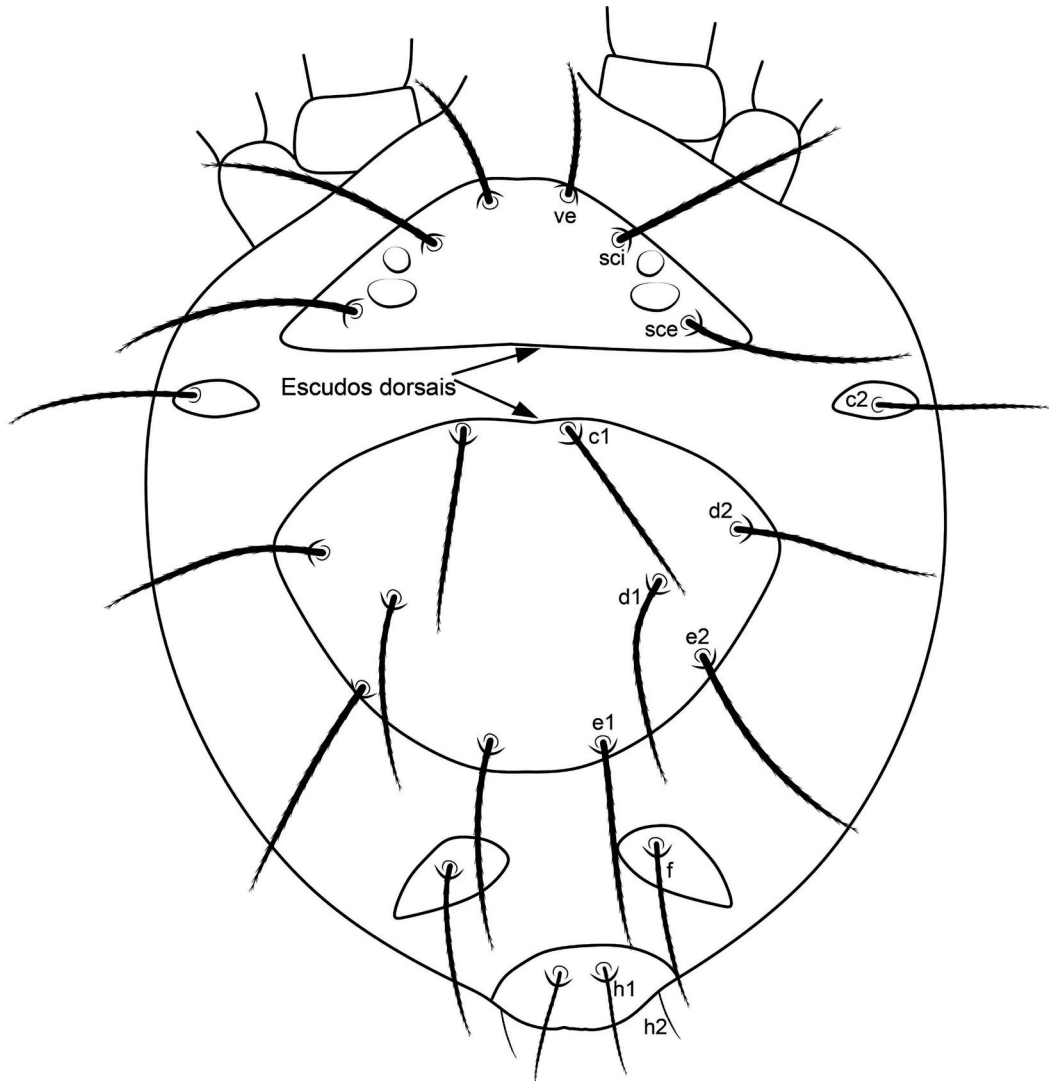


Figura 19. Representação do idiossoma na vista dorsal de Tydeidae.

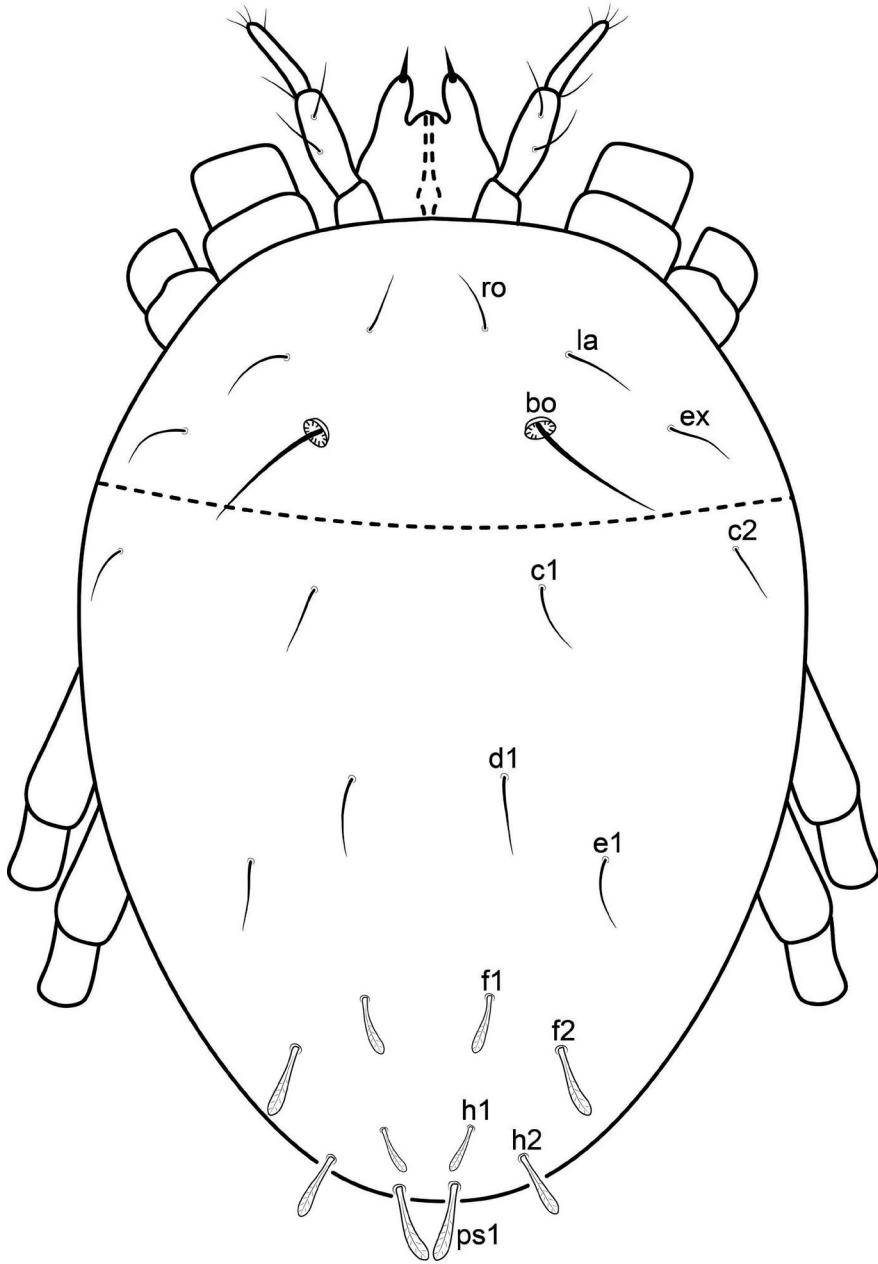


Figura 20. Porção distal da Perna I. A. Apotele ausente; B. Apotele presente.

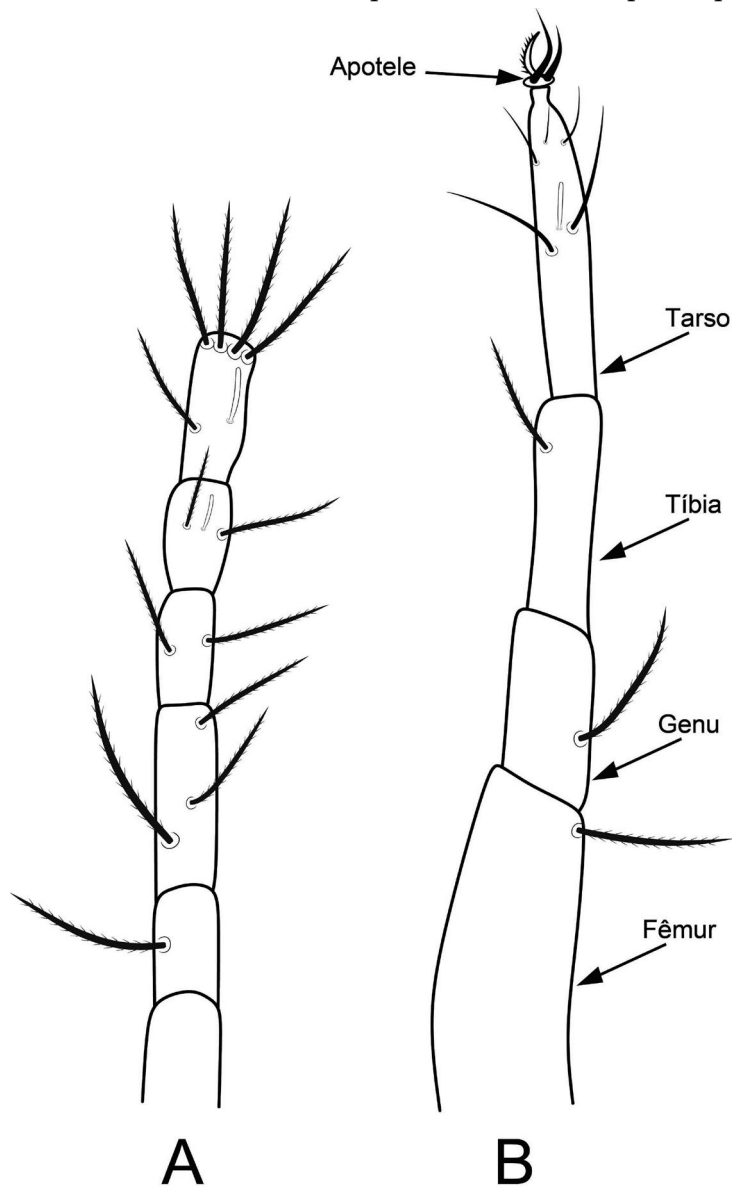


Figura 21. Representação do idiossoma na vista dorsal de Oribatida.

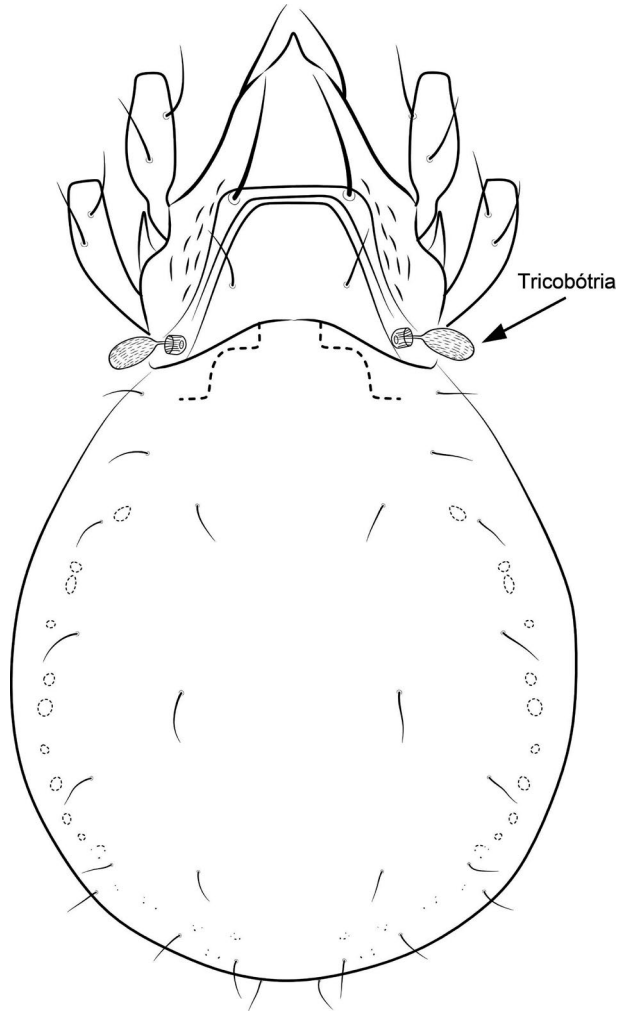
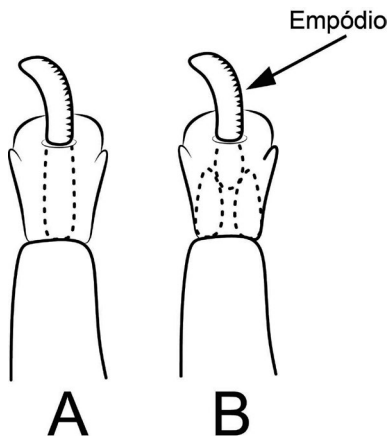


Figura 22. Empódio unicolorado ligado à extremidade do tarso. A. Um tendão de ligação; B. Duas estruturas em forma de bastão.



Eriofióideos (Acari: Eriophyoidea) na erva-mate

Guilherme Liberato da Silva^{1,2}, Isadora Zanatta Esswein¹, Calebe Fernando Juchem¹, Ândrea Pozzebon Silva¹, Liana Johann^{1,2}, Noeli Juarez Ferla^{1,2}

Resumo: Os Eriophyoidea possuem hábito alimentar exclusivamente fitófago e sua importância econômica somente é superada pelos tetraniquídeos como ácaros-praga em todo mundo. Causam diversas injúrias nas plantas, tais como deformação de órgãos vegetais, pústulas, eríneos, galhas e malformação das gemas. Também podem ser vetores de vírus, ou causar nenhum dano visível ao hospedeiro. Esta superfamília tem como característica o reduzida número de hospedeiros, pois muitos eriofióideos limitam-se a viver sobre uma única espécie vegetal. Seu deslocamento ocorre pelo vento, pelo próprio homem ou forésia. Até o momento três espécies de Eriophyoidea foram reportadas na cultura da erva-mate: *Dichopelmus notus* Keifer, *Disella ilicicola* Navia & Flechtmann (ambos Eriophyidae) e *Diptilostatus chimarricus* Silva & Ferla (Diptilomiopidae). Somente *D. notus* tem sido relatado causando severos danos às folhas de erva-mate, como manchas acastanhadas escuras em folhas jovens, diminuindo o crescimento e podendo causar a queda de folhas. Os ácaros predadores da família Stigmaeidae apresentam forte associação às populações de eriofióideos sugerindo ser os inimigos naturais destes ácaros na cultura. Contudo, poucos estudos foram realizados com o objetivo de avaliar a capacidade de predação ou controle pelos estigmeídeos, bem como a ecologia dos eriofióideos e os danos provocados por *Disella ilicicola* e *Diptilostatus chimarricus* nas plantas de erva-mate.

Palavras-chave: *Dichopelmus notus*, Diptilomiopidae, Eriophyidae, *Diptilostatus chimarricus*, *Ilex paraguariensis*.

Abstract: Eriophyoidea have phytophagous feeding habits and their worldwide economic importance is only second to spider mites (Tetranychidae). They cause several damages to plants, such as deformation of plant organs, pustules, erineae, gall and buds. They can be vectors of virus, or cause no visible damage to the host. This superfamily is characterized by reduced number of hosts, since many eriophyoids are limited to living on one single plant species. Its displacement occurs by the wind, the man or by phoresis. Three species of Eriophyoidea have been reported thus far on yerba mate: *Dichopelmus notus* Keifer, *Disella ilicicola* Navia & Flechtmann (ambos Eriophyidae) and *Diptilostatus chimarricus*

1 Laboratório de Acarologia, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil. (gibaliberato_148@hotmail.com; njferla@univates.br).

2 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis; Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil.

Silva & Ferla (Diptilomiopidae). Only *D. notus* has been reported to cause serious injuries to yerba mate leaves, such as dark brown spots on young leaves, slowing growth down and causing a possible leaf fall. Predatory mites of Stigmaeidae have a strong association with the eriophyoids populations and they might be the natural enemies of these mites. However, few studies have been carried out aiming at evaluating the stigmatid predation or control capacity, as well as the ecology of the eriophyoids and damages caused by *Disella ilicicola* and *Diptilostatus chimarricus* to yerba mate plants.

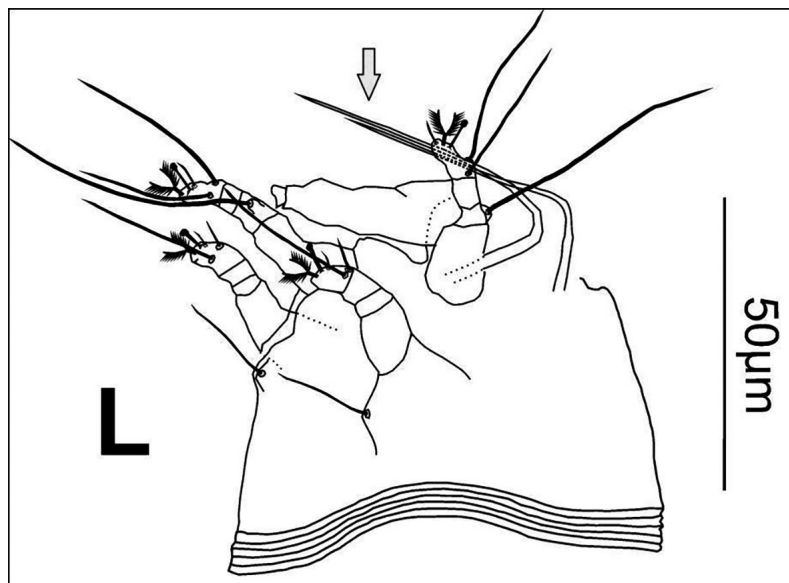
Keywords: *Dichopelmus notus*, Diptilomiopidae, Eriophyidae, *Diptilostatus chimarricus*, *Ilex paraguariensis*.

Resumen: Los Eriophyoidea tienen comportamiento alimentario exclusivamente fitófago y su importancia económica pierde solamente para los tetraníquidos como ácaros plaga en todo el mundo. Provocan diversos daños en las plantas, como deformación de órganos vegetales, pústulas, eríneos, agallas y malformación de las yemas. Esa superfamilia tiene como característica el reducido número de hospederos, pues, muchos eriófidos se limitan a vivir sobre una única especie vegetal. Su desplazamiento ocurre por el viento, por el propio hombre o foresia. Hasta el momento, tres especies de Eriophyoidea fueron reportadas en el cultivo de yerba mate: *Dichopelmus notus* Keifer, *Disella ilicicola* Navia & Flechtmann (ambos Eriophyidae) y *Diptilostatus chimarricus* Silva & Ferla (Diptilomiopidae). Solamente *D. notus* ha sido reportado como causante de severos daños a las hojas de yerba mate, como manchas parduscas oscuras en hojas jóvenes, reduciendo el crecimiento y ocasionando la caída de hojas. Los ácaros predadores de la familia Stigmaeidae presentan fuerte asociación a las poblaciones de eriófidos, sugiriendo que son los enemigos naturales de esos ácaros en el cultivo. Sin embargo, pocos estudios han sido realizados con el objetivo de evaluar la capacidad de depredación o control por los estigmeídeos, así como la ecología de los eriófidos y los daños provocados por *Disella ilicicola* y *Diptilostatus chimarricus* en las plantas de yerba mate.

Palabras clave: *Dichopelmus notus*, Diptilomiopidae, Eriophyidae, *Diptilostatus chimarricus*, *Ilex paraguariensis*.

Popularmente conhecidos como microácaros, sendo considerados os menores artrópodes do mundo, os ácaros da superfamília Eriophyoidea constituem três famílias: Eriophyidae, Diptilomiopidae e Phytoptidae (Amrine et al. 2003). Os estágios pós-embrionários de todos estes ácaros apresentam corpo vermiforme ou fusiforme. Os Eriophyidae apresentam suas quelíceras modificadas em estiletos curtos (15-40 micrômetros) e são capazes de perfurar as células da epiderme foliar, enquanto que os Diptilomiopidae têm estiletos mais longos (50-70 micrômetros) e podem atingir a primeira camada de células sob a epiderme (Figura 1). A inserção dos seus estiletos orais no tecido vegetal é facilitada pela fixação da extremidade posterior do corpo ao substrato e o movimento dos estiletos é limitado a pequenos deslocamentos alternados de ida e de volta (Moraes & Flechtmann 2008). Os Phytoptidae apresentam escudo prodorsal com uma a cinco setas, incluindo uma não pareada (*vi*) ou pareada (*ve*) ou ambas. Estilete oral curto, corpo vermiforme a robusto, achatado e fusiforme. Incluem ácaros de galhas, vida livre ou da ferrugem.

Figura 1 – Vista lateral (L) de *Diptilostatus chimarricus*. Estiletes orais indicados pela seta amarela.



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2017).

Danos causados por eriofióideos

São conhecidos pelo seu hábito alimentar exclusivamente fitófago e em termos de importância econômica esta superfamília somente é superada pelos tetraniquídeos como ácaros-praga em todo mundo.

Por muito tempo o cultivo de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) restringiu-se a ervais nativos, porém nos últimos 20 anos este passou a ser cultivado também em monocultura, sistema esse que favorece o desenvolvimento de pragas (Penteado 1995). A maioria dos eriofióideos causa apenas danos mecânicos à planta, caracterizada pela retirada do conteúdo celular. As consequências observadas são o bronzeamento ou a ferrugem prateada em folhas e frutos. No caso do bronzeamento das folhas, as células perfuradas pelos eriofióideos cicatrizam por deposição de lignina (Tsuduki et al. 2006; Galvão et al. 2011).

Outras injúrias causadas às plantas estão ligadas a este grupo de ácaros como a deformação de órgãos vegetais, produção de pústulas, eríneos, enrolamento da borda foliar, produção de galhas e a malformação das gemas (Keifer et al. 1986; Duso & De Lillo 1996; Moraes & Flechtmann 2008; Khederi et al. 2014). Além disso, várias espécies são vetores de vírus (Moraes & Flechtmann 2008; Slykhuis 1955; Stenger et al. 2005). Algumas espécies estão associadas à hospedeiros e não causam danos aparentes. Devido a seu alto grau de especialização morfológica e biológica, podem viver em lugares bastante

restritos, como nas bainhas das folhas, brotos terminais, gemas, éríneos, galhas, bem como na superfície exposta das plantas.

Este grupo acarino tem como característica a amplitude aparentemente reduzida de hospedeiros, pois muitos eriofióideos limitam-se a viver sobre uma única espécie vegetal. Seu deslocamento ocorre principalmente pelo vento ou pelo homem. Outra possibilidade é a dispersão através da forésia, utilizando insetos para deslocamento a outros ambientes (Evans 1992; Galvão et al. 2012).

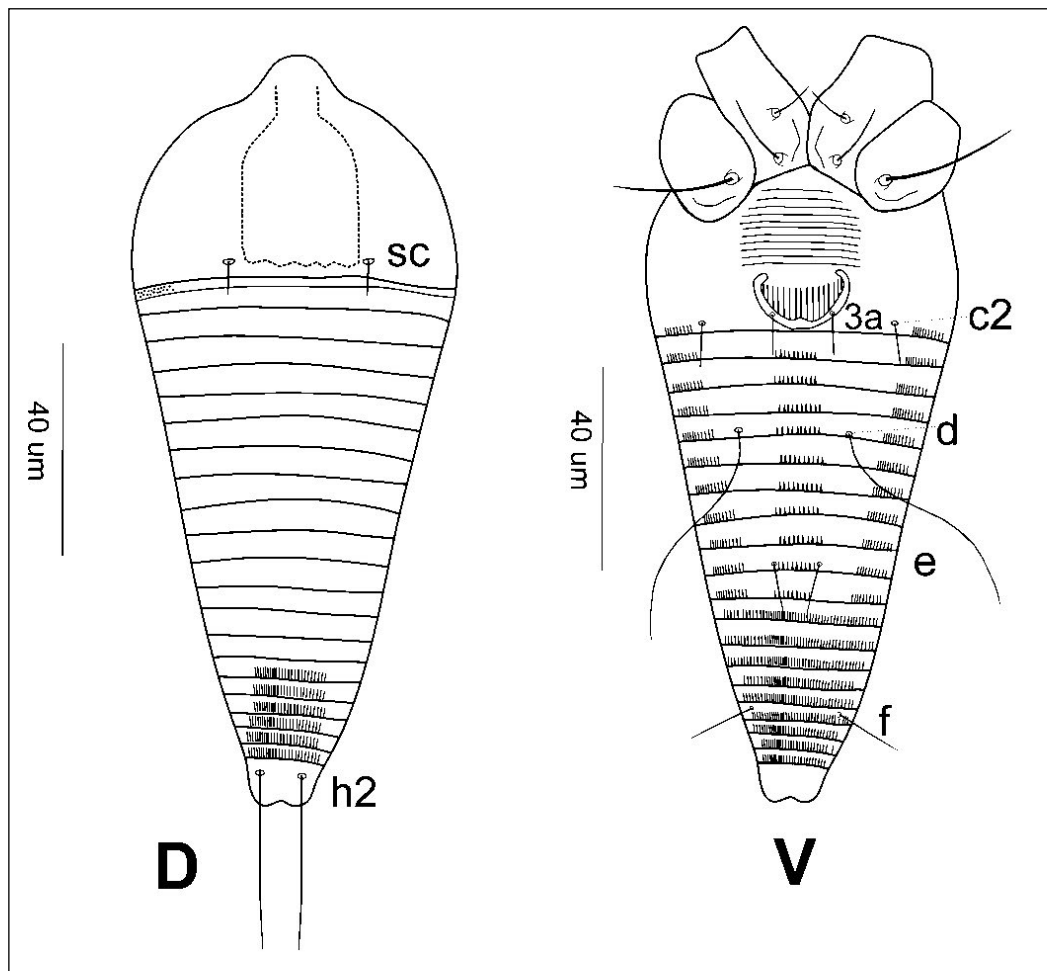
Espécies de importância

Até o momento, três espécies de Eriophyoidea foram reportadas para a cultura da erva-mate: *Dichopelmus notus* Keifer, *Disella ilicicola* Navia & Flechtmann, ambos Eriophyidae e *Diptilostatus chimarricus* Silva & Ferla (Silva et al. 2017), Diptilomiopidae.

A espécie de maior relevância econômica para a cultura é *D. notus* (Figura 2). Apresenta coloração branco-amarelada a marrom (Figura 3), sendo encontrada na face adaxial da folha, embora também possa ser observada no lado abaxial, mas em menores populações (Coll & Cáceres 1995). Em nossas observações, notamos a presença frequente deste ácaro nas duas faces das folhas jovens do estrato apical dos ramos. Altos níveis de infestação desta espécie causam severos danos às folhas novas de erva-mate, provocando manchas acastanhadas escuras em folhas jovens, diminuindo o crescimento e podendo causar queda de folhas (Ferla et al. 2005a). Este dano foi reportado e descrito pela primeira vez por Parseval (1939), no município de Getúlio Vargas, Rio Grande do Sul. Esta espécie já foi reportada em ervais dos estados do Paraná e Santa Catarina (Alves et al. 2000; Ferla et al. 2005a; Gouvêa et al. 2006) causando prejuízos significativos aos produtores (Santana et al. 1999).

Gouvêa et al. (2006) relataram que picos populacionais de *D. notus* foram observados principalmente em agosto e picos secundários em janeiro em ervais na província de Misiones, na Argentina e no município de Dois Vizinhos, na região oeste do estado Paraná. Em nossos trabalhos conduzidos no municípios de Putinga e Ilópolis, estado do Rio Grande do Sul, temos observado que suas populações alcançam maior intensidade nos períodos de brotação da erva-mate e diminuindo a partir de fevereiro. A época de maior ocorrência deste ácaro coincide com períodos de temperaturas amenas e baixa precipitação pluviométrica, sendo suas populações influenciadas positivamente pelo vento e negativamente pela umidade do ar.

Figura 2. Vista dorsal (D) e ventral (V) de *Dichopelmus notus*



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2017).

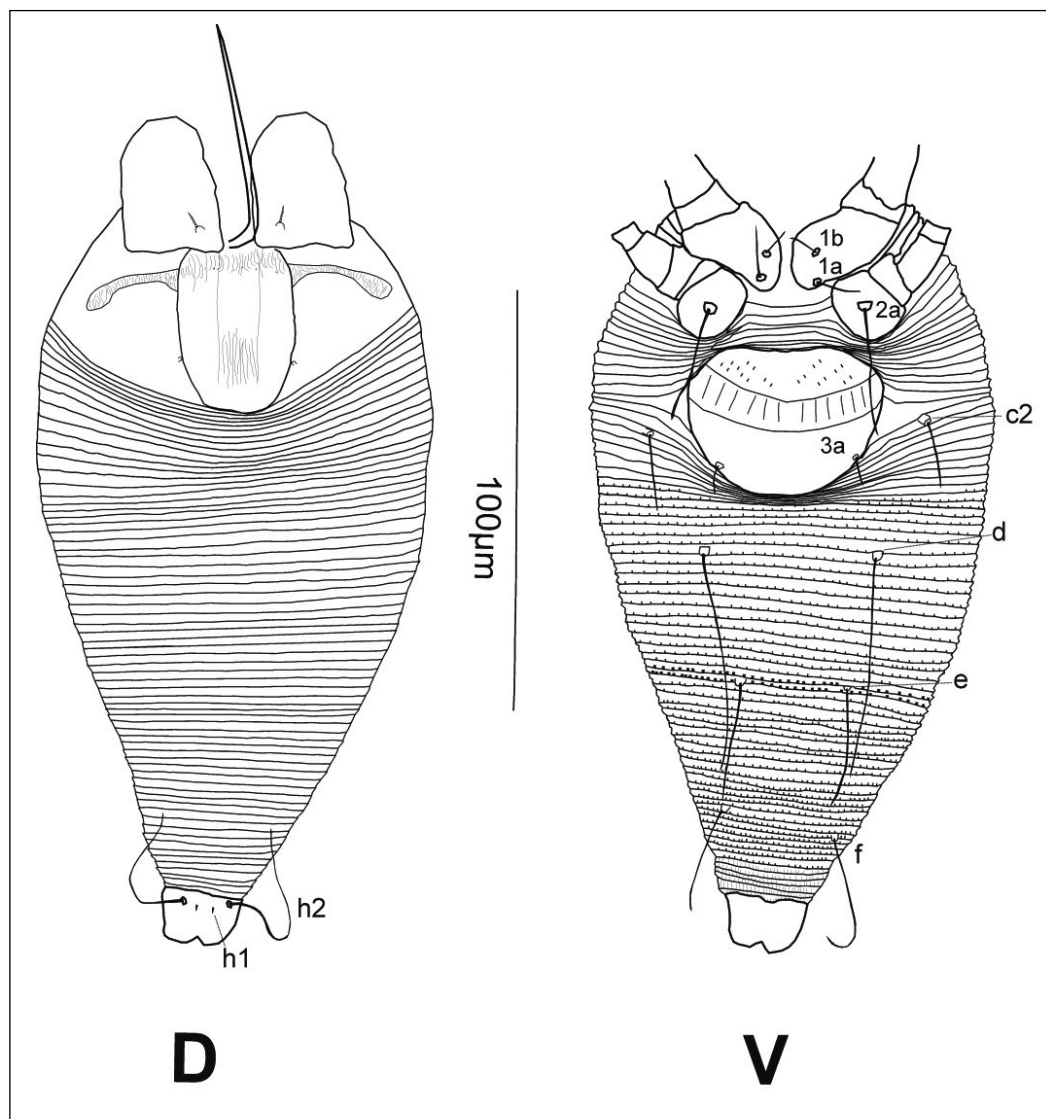
Figura 3. *Dichopelmus notus* sobre folha de erva-mate



Disella ilicicola foi a segunda espécie de eriofiídeo relatada em erva-mate no Brasil. Apresenta coloração amarelada e suas populações são preferencialmente encontradas na face abaxial de folhas maduras dos estratos basais e medianos dos ramos. Entretanto, quando em altas populações, estes ácaros podem ser encontrados na face adaxial (Ferla et al. 2005a). *Disella ilicicola* foi reportada para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Ferla et al. 2005a; Navia & Flechtmann, 2005). Até o momento, não existem informações consistentes sobre os danos causados ou sua importância econômica. Apenas Navia & Flechtmann (2005) reportaram manchas cloróticas em folhas em que este ácaro está presente.

Recentemente descrito, *D. chimarricus* foi a terceira espécie erifíóideos encontrada em erva-mate no Brasil e a primeira pertencente à família Diptilomiopidae (Figura 4). Até o momento, foi encontrada apenas nos municípios de Anta Gorda, Arvorezinha, Ilópolis e Putinga e, no Rio Grande do Sul (Silva et al. 2017). A partir dos nossos estudos, sempre foram observados em folhas maduras e aparecem tanto na face adaxial quanto abaxial. Não tem sido observados danos significativos causados por esta espécie. Ácaros desta família, raramente são associados a danos significativos aos seus hospedeiros vegetais.

Figura 4 – Vista dorsal (D) e ventral (V) de *Diptilostatus chimarricus*



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2017).

Ferla et al. (2005a, b) verificaram maiores populações de *D. ilicicola* em plantas de erva-mate em área nativa, em setembro, no município de Ilópolis, enquanto em Putinga, ambos no Rio Grande do Sul, os maiores níveis populacionais ocorreram em áreas com aplicações de herbicida, em dezembro (Figura 5 a, b). Naqueles mesmos municípios, *D. notus* parece ser o eriofióideo mais frequente no período mais quente e seco (dezembro a março), enquanto *D. ilicicola* parece predominar no período mais frio e úmido (abril a novembro) (Figura 6 a, b).

Figura 5 – Proporção de eriofióides observados nas diversas formas de cultivo de erva-mate, entre setembro de 2002 e agosto de 2004, nos municípios de Ilópolis e Putinga, RS.

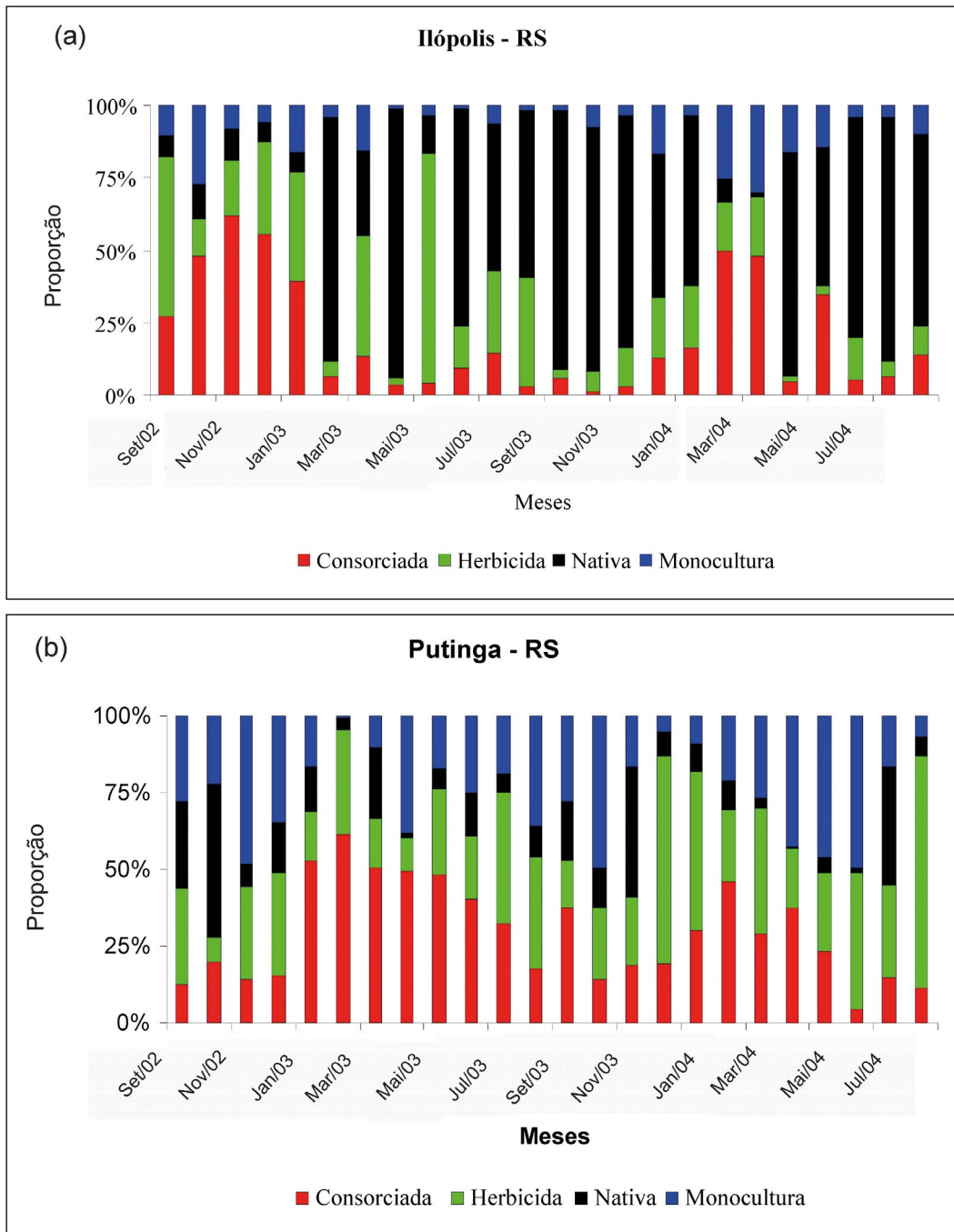
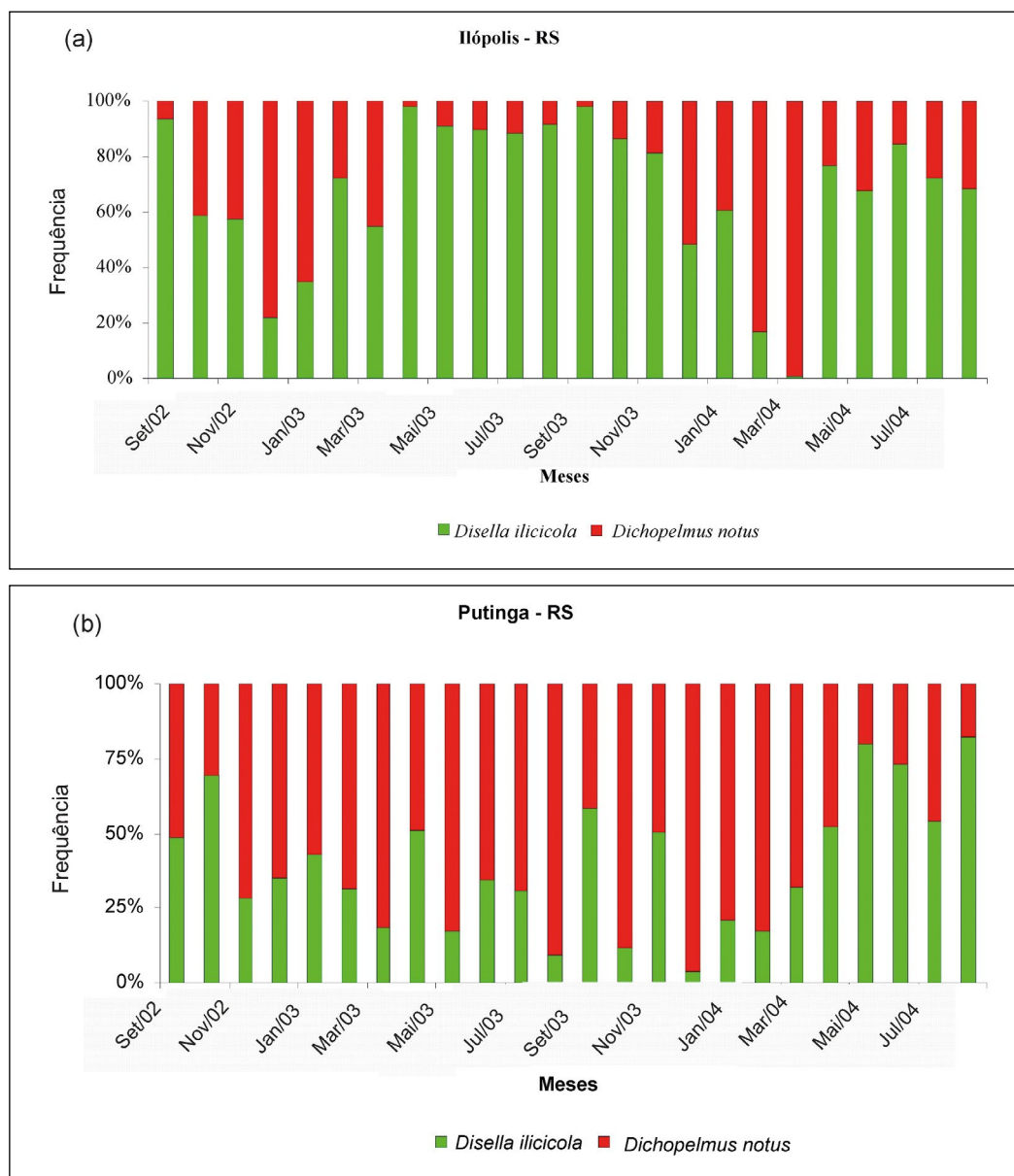


Figura 6 – Frequência populacional de *Dicopelmus notus* e *Disella ilicicola*, nas áreas avaliadas, no município de Ilópolis e Putinga, RS.



Eriofióideos x ácaros predadores

Na busca de novas opções no controle de pragas, minimizando o uso e os efeitos negativos de agentes químicos, o controle biológico assume grande importância, sendo a base de programas do manejo integrado de pragas (MIP).

Em relação ao controle de eriofióideos, pesquisadores também tentam encontrar soluções sustentáveis para o controle de populações, principalmente de

D. notus que alcança o *status* de praga na cultura. Inimigos naturais pertencentes principalmente às famílias Iolinidae, Phytoseiidae e Stigmaeidae estão sendo estudados como alternativa de controle para eriofióideos em programas de manejo integrado (Moraes & Flechtmann 2008).

Para a cultura da erva-mate estudos em andamento buscam predadores promissores para o controle dos eriofióideos. Gouvea et al. (2007) observaram a associação dos fitoseídeos *Euseius concordis* (Chant), *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma, assim como do estigmeídeo *Agistemus* sp. em folhas com altas densidades populacionais de *D. notus* no estado do Paraná. Ferla et al. (2005a) relataram elevadas densidades de *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira entre dezembro e janeiro, coincidindo com os picos populacionais de *D. ilicicola* e *D. notus*, sugerindo uma associação entre os dois grupos. Estes resultados concordam com estudos que sugerem serem os eriofióideos presas naturais de estigmeídeos (Delatre 1974; Santos 1991). Ferla & Moraes (2003) observaram que *Agistemus floridanus* Gonzalez (Stigmaeidae) apresentou maior oviposição quando alimentado com *C. heveae* (Eriophyidae) em comparação a outros tipos de alimento.

Estudos de laboratório tem indicado que *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) e *Neoseiulus paspalivorus* De Leon (Phytoseiidae) apresentam respectivamente potencial de controle de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) e *Aceria guerreronis* Keifer (Eriophyidae) (Maoz et al. 2014; da Silva et al. 2016).

Não se tem ainda muito conhecimento sobre a família Iolinidae no seu papel ecológico, pois muitas espécies possuem seus hábitos alimentares indefinidos, sendo geralmente classificados como generalistas (Krantz 2009). No entanto, *Homeopronematus anconai* (Baker) (Iolinidae) é considerado importante predador de *Aculops lycopersici* (Masse) (Eriophyidae) considerado uma das principais pragas do tomateiro (Hessein & Perring 1986).

Considerações Finais e Perspectivas

Este trabalho apresenta o cenário de eriofióideos para a cultura da erva-mate, na qual até o momento apenas três espécies foram relatadas no Brasil. Apesar de vários trabalhos mostrarem a dinâmica populacional de eriofióideos e espécies associadas na cultura da erva-mate, relatando períodos quando as populações encontram-se mais elevadas, muitas informações acerca da bioecologia, danos, bem como a capacidade de controle de predadores comumente associados ao ecossistema são desconhecidos ou carecem de estudos. Algumas questões precisam ser respondidas ou mais estudadas: *D. ilicicola* e *D. chimarricus* causam danos às folhas? Se sim, quais as características destes danos? Qual o ciclo de vida destas espécies? Quais seus predadores e quais apresentam potencial de controle para um programa de controle biológico aplicado (CBA)? Estes eriofióideos são vetores de vírus? O CBA pode ser aplicado no controle de *D. notus* que alcança o *status* de praga na cultura? Quais os inimigos naturais que tem capacidade de controle desta espécie? É importante ressaltar

que o conhecimento da taxonomia na determinação destas espécies praga é imprescindível no diagnóstico do problema decorrente destas infestações, dando assim suporte para o planejamento de soluções a serem empregadas. Logo, tornam-se importantes estudos adicionais referentes à ecologia comportamental e a associação a predadores para definir padrões que possam ser úteis como medida de prevenção de danos causados por estes eriofióides.

Finalmente, pelo reduzido tamanho do eriofióides e suas diferenças morfológicas muito sutis, cuidado especial deve ser tomado em relação à sua identificação. Sugere-se que, sempre que possível, os trabalhos de ecologia e biologia dos eriofióides em erva-mate incluam a participação de taxonomistas especializados no grupo, o que certamente atribuirá maior confiança aos resultados obtidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e FAPERGS pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

Referências

Alves LFA, Santana DLQ, Neves PMOJ, Oliveira RC. 2000. Ácaros fitófagos da erva-mate: situação atual e perspectivas de controle. In: Anais do II Congresso Sul-Americano da erva-mate e III Reunião Técnica da erva-mate. Encantado, 39–42.

Amrine JW Jr, Stasny TAH, Flechtmann CHW. 2003. Revised Keys to the World Genera of the Eriophyoidea (Acari: Prostigmata). Indira Publishing House, West Bloomfield (MI).

Coll OR, Cáceres MS. 1995. Determinación de la fluctuación poblacional del “ácaro del bronceado” de la yerba mate y sus enemigos naturales, 121-128. In H. Winge, A.G. Ferreira, J.E.A. Mariath & L.C. Tarasconi. (org.), Erva-mate: Biología e cultura no Cone Sul. Porto Alegre, Ed. UFRGS.

da Silva FR, de Moraes GJ, Lesna I, Sato Y, Vasquez C, Hanna R, Sabelis MW, Janssen A. 2016. Size of predatory mites and refuge entrance determine success of biological control of the coconut mite. *BioControl*. 61(6): 681–689.

Delattre P. 1974. Étude de l'efficacité prédatrice de *Zetzellia mali* (Acarina: Stigmaeidae). *Entomophaga*. 19(1): 13–31.

Duso C, de Lillo E. 1996. Damage and control of Eriophyoid mites in crops: 3.2.5 Grape. In: Lindquist, E. E., Sabelis, M. W. and Bruin, J. (Eds) Eriophyoid mites - Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pests, Vol. 6, Elsevier. Science Publisher, Amsterdam, The Netherlands, pp. 571–582.

Evans GO. 1992. Principles of acarology. CAB International, Wallingford.

- Feres RJF. 2000. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. *Rev Bras Zool.* 17(1): 157–173.
- Feres RJF, Rossa-Feres DC, Daud RD, Santos RS. 2002. Diversidade de ácaros (Acari, Arachnida) em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Bras Zool.* 19(1):137–144.
- Ferla NJ, Moraes, GJ. 2003. Ciclo biológico de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari, Eriophyidae). *Rev Bras Entomol.* 47(3): 399–402.
- Ferla NJ, Marchetti MM, Siebert JC. 2005a. Acarofauna (Acari) de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquifoliaceae) no Estado do Rio Grande do Sul. *Biociências.* 13: 133–142.
- Ferla NJ, Hoffmann ES, Maciel MJ, Horn TB, Steffens LE, Gonçalves D, Hermann MH, Carniel M. 2005b. Artrópodes na erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Lajeado-RS. 20pp.
- Ferla NJ, Moraes GJ. 2008. Flutuação populacional e sintomas de dano por ácaros (Acari) em seringueira no estado do Mato Grosso, Brasil. *Revista Árvore.* 32(2): 365–376.
- Galvão AS, Gondim MGC, De Moraes GJ, Melo JWS. 2011. Distribution of *Aceria guerreronis* and *Neoseiulus baraki* among and within coconut bunches in northeast Brazil. *Exp Appl Acarol.* 54: 373–384.
- Galvão AS, Melo JWS, Monteiro VB, Lima DB, Moraes GJ, Gondim MGC Jr. 2012. Dispersal strategies of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a coconut pest. *Exp Appl Acarol.* 57:1–13.
- Gouvea A, Boaretto LC, Zanella CF, Alves LFA. 2006. Dinâmica populacional de ácaros (Acari) em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquifoliaceae). *Neotrop Entomol.* 35(1): 101–111.
- Hessein NA, Perring TM. 1986. Feeding habits of the Tydeidae with evidence of *Homeopronematus anconai* (Acari: Tydeidae) predation on *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae), *International Journal of Acarology.* 12(4): 215–221.
- Keifer HH, Baker EW, Kono T, Delfinado M, Styer W. 1982. An illustrated guide to plant abnormalities caused by eriophyid mites in North America. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 573, 178 pp.
- Khederi SJ, Khanjani M, Fayaz BA. 2014. Resistance of three grapevine cultivars to Grape Erineum Mite, *Colomerus vitis* (Acari: Eriophyidae), in field conditions. *Persian Journal of Acarology.* 3(1): 63–75.
- Krantz GW, Walter DE. 2009. A Manual of Acarology. Third Edition. Texas Tech University Press; Lubbock, Texas, 807 pp.

- Maoz Y, Gal S, Argov Y, Domeratzky S, Melamed E, Gan-Mor S, Coll M, Palevsky E. 2014. Efficacy of indigenous predatory mites (Acari: Phytoseiidae) against the citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora* (Acari: Eriophyidae): augmentation and conservation biological control in Israeli citrus orchards. *Exp Appl Acarol.* 63(3): 295–312.
- Moraes GJ, Flechtmann CHW. 2008. Manual de Acarologia, Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Holos Editora, Ribeirão Preto.
- Navia D, Flechtmann CHW. 2005. A new eriophyoid mite in the genus *Disella* from *Ilex paraguariensis* in Brazil. *Zootaxa.* 1037: 23–28.
- Penteado SRC. 1995. Principais pragas da erva-mate e medidas para o seu controle. In: WINGE, H. et al. Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: UFRGS.
- Potter DA, Kimmerer TW. 1989. Inhibition of herbivory on young holly leaves: Evidence for the defensive role of saponins. *Oecologia.* 78: 322–329.
- Santana DLQ, Flechtmann CHW, Milanez JM, Medrado MJS, Mosele SH. 2000. Principais características de três espécies de ácaros em erva-mate, no sul do Brasil. *Perspectiva,* 24(88): 135–137.
- Santos MA. 1991. Searching behavior and association response of *Zetzellia mali* (Acarina: Stigmaeidae). *Exp Appl Acarol.* 11: 81–87.
- Silva GL, Esswein IZ, Dameda C, Ferla NJ. 2017. Two eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea) associated with *Ilex paraguariensis* from Brazil. *Zootaxa.* 4324(2): 363–370.
- Slykhuis JT. 1955. *Aceria tulipae* Keifer (Acarina: Eriophyidae) in relation to spread of wheat streak mosaic virus. *Phytopathology.* 45:116–128.
- Stenger DC, Hein GL, Gildow FE, Horken KM, French R. 2005. Plant Virus HC-Pro Is a Determinant of Eriophyid Mite Transmission. *J Virol.* 79(14): 9054–9061.
- Tsuduki M, Takano T, Nakatsubo F, Yoshida K, Shinmyo A, Asao H. 2006. Resistance to insects in transgenic *Solanum* plants expressing a peroxidase gene from horseradish. *Plant Biotechnol.* 23:71–74.
- Vieira Neto J, Chiaradia LA. 1999. Amostragem de *Dichopelmus notus* Keifer (Acari, Eriophyidae) na cultura da erva-mate. *Pesq Agropec Gaúcha.* 5: 357–361.

Ácaros fitoseídeos em cultivos de erva-mate

Maicon Toldi^{1,3}, Rita Tatiane Leão da Silva^{2,3}, Anderson de Azevedo Meira³,
Júlia Jantsch Ferla³, Liana Johann^{3,4}, Guilherme Liberato da Silva^{3,4},
Noeli Juarez Ferla^{1,2,3,4}

Resumo: Este capítulo apresenta uma revisão acerca de fitoseídeos na cultura da erva-mate e um resumo de informações comportamentais e biológicas relacionadas às espécies desse grupo. Discute a implicação dessas informações sobre o estabelecimento de programas de controle biológico envolvendo o uso de espécies de fitoseídeos reportadas na cultura. Também são apresentadas informações acerca de *Euseius mesembrinus* (Dean) e de *Iphiseiodes moraesii* Ferla & Silva, destacando-os como polenófagos e possíveis inimigos naturais de ácaros que possam alcançar o *status* de praga na cultura da erva-mate. Dezoito espécies de fitoseídeos tem sido relatadas em plantas de erva-mate nos países do Cone Sul. Com exceção de *Euseius concordis* (Chant) todas são relatadas para o Brasil.

Palavras-chave: *Euseius mesembrinus*, *Iphiseiodes moraesii*, controle biológico, produção ecológica.

Abstract: This chapter presents a review about the phytoseiid mites in yerba mate in addition to behavior and biological information regarding the species of this group. Moreover, we aim at discussing about implications on the establishment of biological control programs involving the use of phytoseiid species reported in the crop. We will also present data about *Euseius mesembrinus* (Dean) and *Iphiseiodes moraesii* Ferla & Silva, highlighting them as pollenophagous possible natural enemies of mites that can reach pest status in yerba mate culture. Eighteen phytoseiid species have been reported on yerba mate plants in in Southern Cone countries. Except for *Euseius concordis* (Chant) all of them have been reported from Brazil.

Keywords: *Euseius mesembrinus*, *Iphiseiodes moraesii*, biological control, ecological production.

1 Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento; Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil.

2 Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia; Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil.

3 Laboratório de Acarologia, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil.

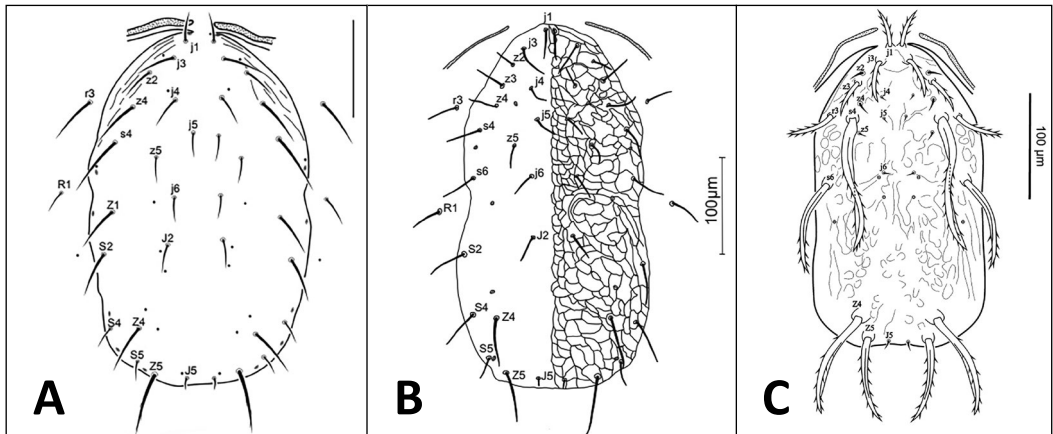
4 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis; Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil.

Resumen: Este capítulo presenta una revisión acerca de fitoseídos en el cultivo de la yerba mate y un resumen de informaciones comportamentales y biológicas referentes a las especies de ese grupo. Discute la implicación de esas informaciones acerca del establecimiento de programas de control biológico involucrando el uso de especies de fitoseídos reportadas en el cultivo. También se presentan informaciones acerca de *Euseius mesembrinus* (Dean) y de *Iphiseiodes moraesii* Ferla & Silva, destacándolos como polenófagos y posibles enemigos naturales de ácaros que puedan llegar al estatus de plaga en el cultivo de la yerba mate. Actualmente, se reportan dieciocho especies de fitoseídos asociadas al cultivo de la yerba mate en los países del Cono Sur.

Palabras clave: *Euseius mesembrinus*, *Iphiseiodes moraesii*, control biológico, producción ecológica.

Os Phytoseiidae são os ácaros predadores da ordem Mesostigmata mais comuns sobre plantas, apresentando grande riqueza e abundância de organismos em nível mundial. Até o momento foram descritas 2.798 espécies pertencentes a mais de 90 gêneros no mundo (Demite et al. 2018). A família consiste de três subfamílias: Amblyseiinae, Phytoseiinae e Typhlodrominae. Os Amblyseiinae apresentam quatro pares de setas laterais na região podonotal do escudo dorsal (setas $j3$, $z2$, $z4$ e $s4$), enquanto os Typhlodrominae e os Phytoseiinae usualmente têm seis pares de setas nesta região ($j3$, $z2$, $z3$, $z4$, $s4$ e $s6$) (Figuras 1 A-C).

Figuras 1- A - Amblyseiinae, B - Typhlodrominae, C - Phytoseiinae.



Os fitoseídeos são agentes importantes no controle biológico de outros grupos de ácaros, tripses e são amplamente utilizados em programas de controle biológico aplicado (Helle & Sabelis 1985; Lindquist et al. 1996; Sabelis & Van Rijn 1997; McMurtry & Croft 1997; Gerson et al. 2003). Apesar de serem conhecidos principalmente como predadores de pequenos artrópodes e nematoides, a maioria dos fitoseídeos também tem outros hábitos alimentares, consumindo itens alimentares como fungos, exsudatos vegetais, pólen etc. Alguns são capazes de extrair líquido das células foliares (McMurtry et al. 2013). Os fitoseídeos

evitam a exposição à luz solar direta e variam em relação aos seus substratos preferidos. Alguns são frequentemente encontrados em micro-habitats lisos, onde encontram fontes de alimento. Permanecem parados perto das veias principais da folha ou sob estruturas não vegetais, como teias produzidas por insetos, aranhas ou ácaros, ou partículas transportadas pelo vento e depositadas em partes da planta, especialmente folhas e frutas. Outros são favorecidos por micro-habitats não homogêneos, como folhas pubescentes, estruturas de plantas naturais, como as domácias ou estruturas produzidas por plantas devido a fatores exógenos (galhas ou erínias).

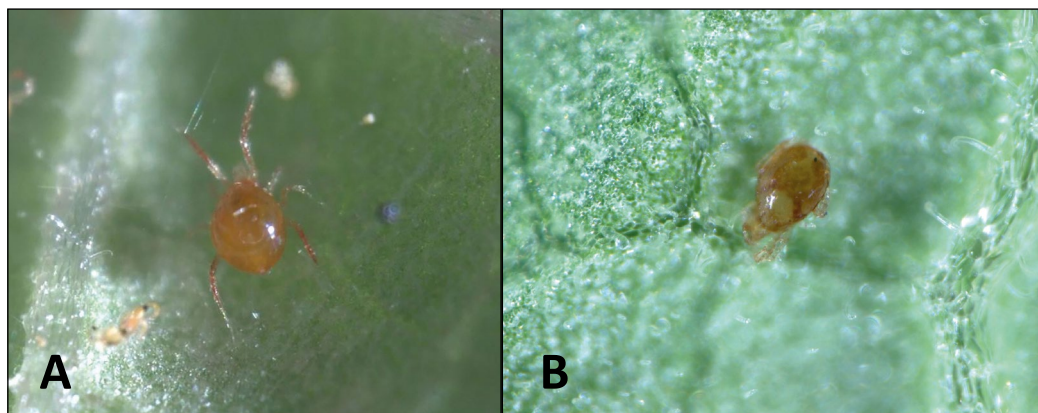
Até o presente momento, poucos estudos foram desenvolvidos sobre a fauna de fitoseídeos associados à cultura da erva-mate, sendo a maioria deles apenas com o objetivo de reconhecer as espécies presentes (Ferla et al. 2005; Gonçalves et al. 2013). Raros são os estudos ligados à ecologia, dinâmica populacional ou controle biológico aplicado de pragas nessa cultura.

Este capítulo apresenta uma revisão acerca de fitoseídeos na cultura da erva-mate, bem como um resumo de informações comportamentais e biológicas relacionadas às espécies presentes. Também discute a implicação dessas informações sobre o estabelecimento de programas de controle biológico envolvendo o uso de espécies de fitoseídeos reportadas na cultura.

Características morfológicas

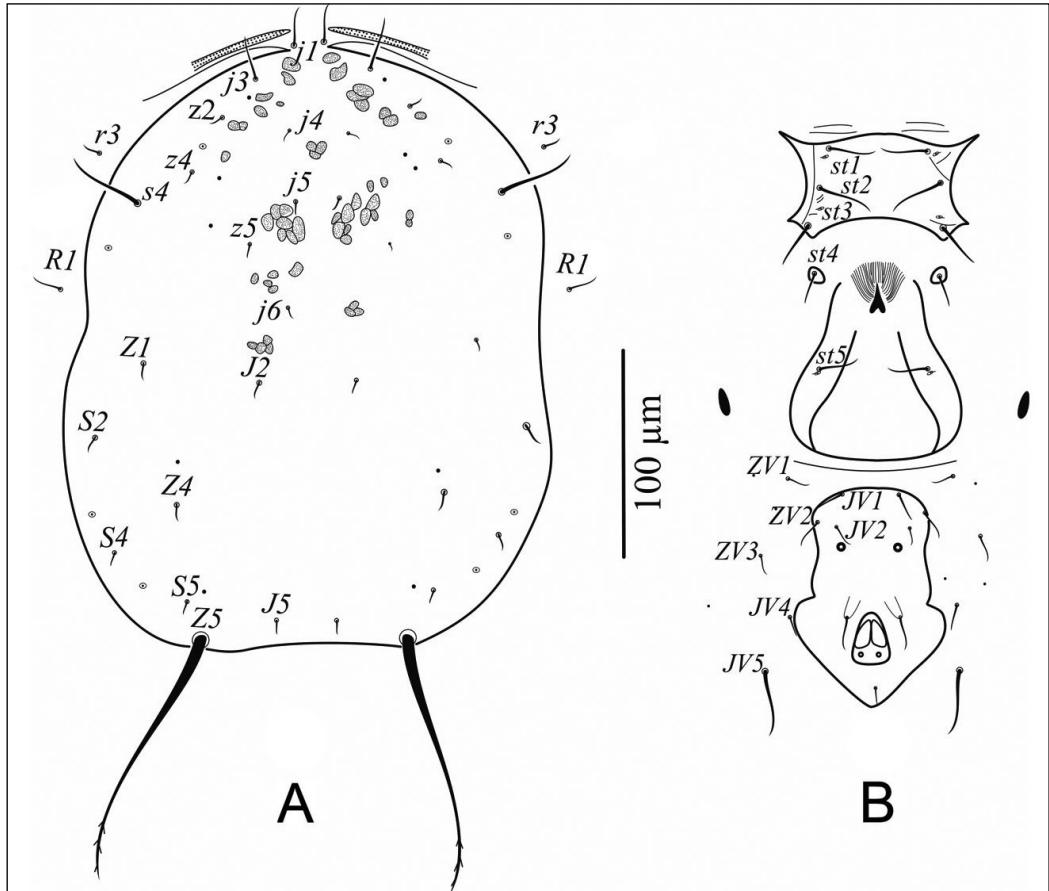
Apresentam tamanho médio (a maioria entre 250-400 μm) com pernas relativamente longas. Muitas espécies podem ser esbranquiçadas, amareladas, alaranjadas ou marrom escuras (Figuras 2 A e B).

Figura 2. A - *Phytoseiulus macropilis* B - *Neoseiulus californicus*.



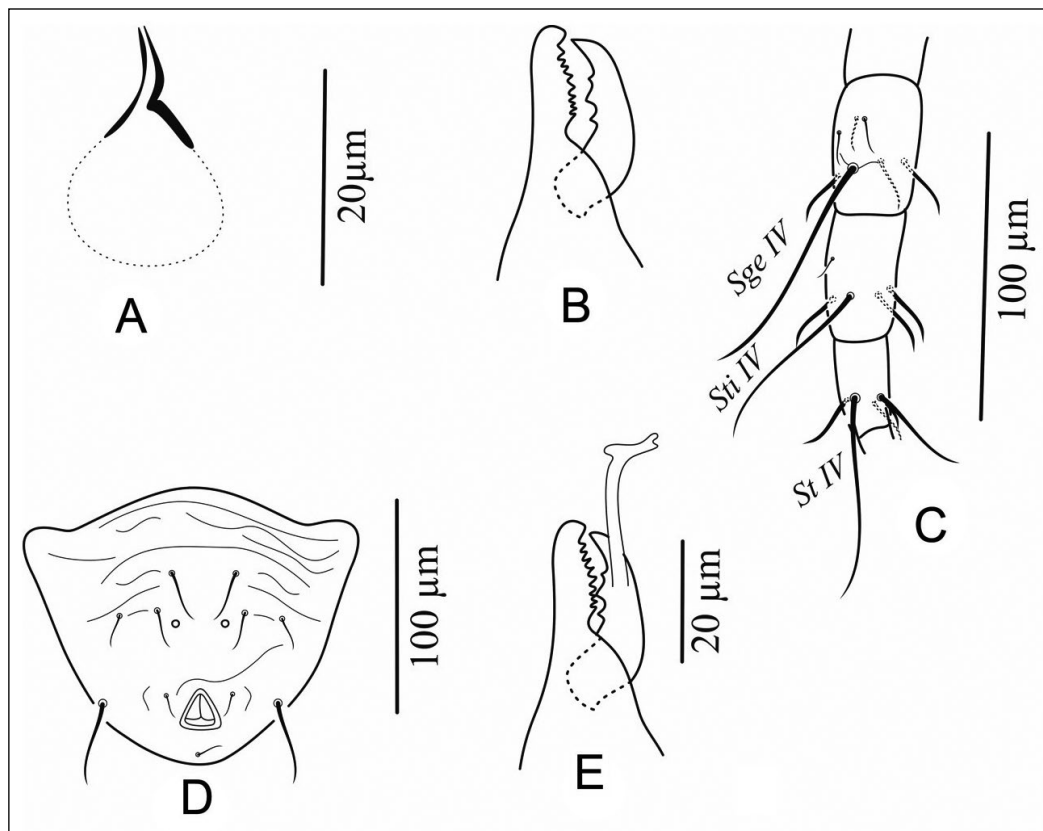
O idiossoma é inteiramente coberto com um único escudo dorsal (raramente dois escudos), no qual podem ser encontradas não mais do que 24 pares de setas. Apresentam o estigma aberto ventro-lateralmente entre as coxas das pernas III e IV. O escudo esternal da fêmea tem mais comumente três pares de setas e um par de pequenos escudos metaesternais com uma seta em cada um. O escudo genital da fêmea é truncado posteriormente e a abertura genital do macho está na margem anterior do escudo esternal (Figura 3 A-B). A quelícera do macho carrega um espermodáctilo no dígito móvel (Figura 4 A-E).

Figura 3 - Vista dorsal (A) e ventral (B) de um fitoseídeo.



A perna I termina em um ambulacro bem desenvolvido, com a quetotaxia da tíbia I apresentando cinco setas dorsais e duas ou três ventrais. Macrosetas podem estar presentes nos segmentos distais das pernas.

Figura 4 - *Iphiseiodes noronhensis* Fêmea - A. Espermateca, B. Quelícera; C. Genu, tibia and basitarso da perna IV; Macho - D. Escudo ventrianal, E. Espermodáctilo.



Ciclo de vida e biologia

Os fitoseídeos são os ácaros predadores mais importantes para as diferentes culturas e em programas de controle biológico aplicado. Seu ciclo de vida consiste nos estádios de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Os ovos requerem alta umidade para sobreviverem. As larvas de algumas espécies não se alimentam, porém outras precisam alimentar-se para que ocorra seu desenvolvimento. Os fitoseídeos desenvolvem-se mais rapidamente que os tetraniquídeos, suas presas preferenciais. A maioria das espécies completa o seu desenvolvimento em uma semana e algumas espécies do gênero *Phytoseiulus* podem completar o desenvolvimento de ovo-adulto em quatro dias.

Normalmente se desenvolvem por pseudo-arrenotoquia, havendo a necessidade de acasalamento para que ocorra a oviposição, sendo no entanto os machos haplóides quando nascem. A proporção entre sexos é usualmente cerca de três fêmeas por macho. A taxa reprodutiva varia dependendo da espécie do predador e de muitos outros fatores. Algumas espécies podem ovipositar até cinco ovos/dia. Em média, membros dos gêneros *Phytoseiulus* (2.8), *Iphiseius* (2.4)

e *Neoseiulus* (2.3) produzem mais ovos do que aqueles dos gêneros *Galendromus* (1.8), *Euseius* (1.3), *Phytoseius* (0.9) e *Typhlodromus* (0.9). O período de oviposição dura entre 20-30 dias e a fecundidade da maioria das espécies varia entre 30 a 40 ovos (Zhang 2003). Reproduzem-se durante todo o ano nas regiões tropicais e subtropicais, bem como em casas de vegetação em regiões temperadas. Nas regiões temperadas passam o inverno em habitats protegido, como fêmeas fertilizadas. Muitas espécies têm diapausa reprodutiva facultativa, induzida por dias curtos e baixas temperaturas. Algumas espécies ou raças têm maior tolerância a baixas temperaturas que outras.

Com pernas relativamente longas movem-se rapidamente e podem cobrir curtas distâncias caminhando sobre folhas e ramos, teias de tetraniquídeos e superfícies do solo.

A seguir são apresentados os quatro diferentes estilos de vida desses predadores de acordo com McMurtry et al. (2013).

Tipo I – ácaros predadores especializados

Subtipo a - associados a espécies do gênero *Tetranychus* (Tetranychidae). Este subtipo reúne espécies de *Phytoseiulus* adaptados ao ataque de tetraniquídeos que produzem teias denominadas de *complicated web* (CW-u, segundo Saito 1985). Saito (1985) reportou espécies do gênero *Eotetranychus* também como produtoras deste tipo de teia.

Subtipo b - especializados na predação de tetraniquídeos produtores de teia em forma de ninho (*web-nest*). Este subtipo contém espécies que se adaptaram a alimentar-se de espécies dos gêneros *Schizotetranychus*, *Stigmaeopsis* e algumas espécies de *Oligonychus* que produzem *web-nest* (WN-u, segundo Saito 1985).

Subtipo c - especializados na predação de espécies da superfamília Tydeoidea. Este grupo compreende ácaros predadores dos gêneros *Paraseiulus*, *Typhlodromina* e algumas espécies de *Proprioseiopsis* (Momen 2011).

Tipo II – ácaros seletivos a tetraniquídeos. Fitoseídeos frequentemente associados a espécies produtoras de teias densas, como espécies de *Oligonychus* e *Tetranychus*. Inclui fitoseídeos dos gêneros *Neoseiulus*, *Galendromus* e, aparentemente, espécies do grupo *rickeri* do gênero *Typhlodromus* (*Anthoseius*). Estes são associados a espécies de *Tetranychus* (teias tipo CW-u) ou a espécies de outros gêneros de tetraniquídeos que produzem outros tipos de teias (teias do tipo WN-u e WN-c). Membros deste grupo têm preferência por ampla gama de espécies de tetraniquídeos, mas também se alimentam e se reproduzem alimentando-se de outros grupos de ácaros, incluindo Eriophyidae, Tarsonemidae e Tydeoidea, e também pólen.

Type III – predadores generalistas

Alimentam-se de ampla variedade de presas, incluindo ácaros das famílias Acaridae e Pyroglyphidae (Astigmata) e particularmente os Eriophyidae, Tarsonemidae, Tetranychidae, Tenuipalpidae e Tydeidae (Prostigmata), bem como tripes, mosca-branca, cochonilhas, nematoides etc. Muitas espécies desta categoria demonstram capacidade de se alimentar e se reproduzir bem alimentando-se de pólen. Podem também utilizar exsudatos de planta como alimento de sobrevivência na ausência de presas ou como alimento complementar (McMurtry & Croft 1997). Alguns fitoseídeos deste grupo tem a capacidade de alimentar-se de fungos e espécies de microcrustáceos (*Artemia franciscana* (Kellogg) - Artemiidae) (Vangansbeke et al. 2013).

Os subtipos a seguir baseiam-se nos micro-habitats preferidos pelos fitoseídeos.

Subtipo a - vivem em folhas pubescentes. Espécies dos gêneros *Paraphytoseius*, *Phytoseius*, bem como algumas espécies de *Kampimodromus*, *Typhlodromalus* e *Typhlodromus*, são comumente encontradas em folhas pubescentes (folhas com tricomas). O idiossoma tipicamente pequeno e lateralmente comprimido dessas espécies, aparentemente, os ajuda a mover-se entre os tricomas foliares (Duso 1992; Walter 1992; Karban et al. 1995; Kreiter et al. 2002; Kreiter et al. 2003; Tixier et al. 2007). Esses fitoseídeos têm algumas setas do escudo dorsal robustas e geralmente serreadas. Essas características morfológicas permitem que esses ácaros ocupem micro-habitats não ocupados por fitoseídeos maiores, evitando a possível competição, e escapam da predação (Seelman et al. 2007), aproveitando a presença de presas que também preferem o mesmo micro-habitat. Além disso, o gnatossoma alongado de espécies de *Eharius* parece ser uma adaptação para ajudá-los a alcançar a superfície da folha, suplantando os tricomas das folhas de *Marrubium vulgare* L. (Lamiaceae).

Subtipo b - vivem em folhas glabras. Este é provavelmente o subgrupo mais diversificado e com a maioria das espécies de gêneros numerosos, como *Amblyseius* e *Neoseiulus*, mas também espécies de gêneros com poucas espécies, como *Amblydromalus* e *Transeius*. Este subtipo contém fitoseídeos que não são particularmente pequenos.

Subtipo c - vivem em espaço confinado em plantas dicotiledôneas. Exemplos são os fitoseídeos presentes em galha de folhas de salgueiro e álamo (Walter 1996). Os eriofiídeos formadores de galhas estão frequentemente presentes como fonte de alimento, bem como os tetraníquídeos. Assim, esses fitoseídeos são aparentemente distinguidos pelo tipo de microhabitat que os favorece, representado pela superfície da folha com galhas, em vez do tipo de presa disponível. Eles são alongados, mas não particularmente pequenos, compreendendo principalmente o grupo *desertus* do gênero *Neoseiulus* (Prischmann et al. 2005). Pouco se sabe sobre o potencial de espécies deste grupo

como agentes de controle biológico de ácaros eriofiídeos formadores de galhas em árvores de salgueiro e álamo.

Subtipo d - vivem em espaços confinados em plantas monocotiledôneas adaptados para viver em espaços restritos entre bainhas foliares ou brácteas e superfícies de frutos subjacentes. O caso mais conhecido refere-se aos fitoseídeos do grupo *Paspalivorus* do gênero *Neoseiulus*, incluindo *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot), *Neoseiulus neobaraki* (Zannou, Moraes & Oliveira) e *Neoseiulus paspalivorus* (DeLeon). Essas espécies são pequenas, planas, alongadas e de pernas curtas, o que lhes permite mover-se nos pequenos espaços entre as brácteas bem apertadas e a superfície de coco subjacente ao coco, em busca de sua presa, *Aceria guerreronis* (Keifer).

Subtipo e - vivem no solo ou serapilheira. Algumas espécies deste grupo passam periodicamente para plantas rasteiras. Correspondem a um conjunto diversificado de espécies que podem ter se movido secundariamente do habitat aéreo para o solo (McMurtry 2010). Inclui muitas espécies dos gêneros *Neoseiulus*, *Arrenoseius*, alguns *Amblyseius* e a maioria dos *Proprioseiopsis*, *Chelaseius* e *Graminaseius* (Salamane & Patrova 2002; Amano et al. 2011).

Tipo IV – Pólen como alimento para predadores generalistas

Para esta categoria, o pólen constitui parte importante da dieta. Inclui espécies dos gêneros *Euseius*, *Iphiseius* e *Iphiseiodes* (Reis & Alves 1997; Villanueva & Childers 2007; Demite et al. 2012). Essas espécies geralmente têm alta capacidade reprodutiva quando se alimentam de pólen, e o aumento de suas populações frequentemente seguem períodos de florescimento da cultura ou plantas adjacentes. Muitos desses ácaros preferem folhas glabras, como inferido de uma análise das plantas em que foram encontradas (Moraes et al. 1986). No entanto, as folhas de algumas dessas plantas são cobertas por tricomas em determinadas regiões.

Fitoseídeos associados à erva-mate

Até o momento, poucos estudos foram realizados com o objetivo de reconhecer a fauna de fitoseídeos presentes nesta cultura. Apenas 11 espécies haviam sido relatadas no estado do Rio Grande do Sul até 2005 (Ferla & Moraes 2002; Ferla et al. 2005). Atualmente são 18 espécies de fitoseídeos reportadas associadas à cultura da erva-mate nos países do Cone Sul, a saber:

Amblyseiinae – espécies dos gêneros *Amblyseius* (*A. herbicolus* (Chant) e *A. neochiapensis* (Lofego, Moraes & McMurtry)), *Iphiseiodes* (*I. moraesi* Ferla & Silva e *I. saopaulus* (Denmark & Muma)), *Phytoscutus* (*P. sexpilis* Muma), *Amblydromalus* (*A. manihoti* (Moraes)) e *Euseius* (*E. mesembrinus* (Dean) - relatado em artigos como *E. ho* ou *E. brazilli* e *E. inouei* (Ehara & Moraes)), *Typhlodromalus* (*T. aripo* De

Leon), *Neoseiulus* (*N. fallacis* (Garman) e *N. tunus* (DeLeon)), *Typhlodromips* (*T. japi* Lofego, Demite & Feres e *T. pallinii* Gonçalves, Silva & Ferla).

Typhlodrominae – espécies dos gêneros *Metaseiulus* (*M. camelliae* (Chant & Yoshida-Shaul)), *Typhlodromina* (*T. tropica* (Chant) e *Typhloseiopsis* (*T. dorsoreticulatus* Lofego, Demite & Feres)).

No estado do Paraná, *E. concordis* e *I. zuluagai* foram relatados associados à erva-mate (Gouvea et al., 2006). A partir da Argentina, conhecem-se apenas *E. concordis* e *M. camelliae* (Trujillo 1995). Informações morfológicas para a separação destas espécies são apresentadas no capítulo 5 deste livro.

Controle biológico de ácaros praga

Em agroecossistemas, quando o nível de equilíbrio está acima de seu nível de dano econômico, normalmente procuram-se tomar medidas para reverter a posição relativa desses níveis. As medidas que procuram intensificar a atividade de inimigos naturais dos organismos referem-se ao que é conhecido como Controle Biológico Aplicado (CBA). O CBA compreende três estratégias básicas: incremento, conservação ou importação de inimigos naturais exóticos.

Na **importação** ocorre a introdução e a liberação dos Agentes de Biocontrole de Ácaros (ABA) a fim de controlar uma praga introduzida. O objetivo é estabelecer uma associação estável entre o inimigo natural exótico e a praga, mantendo assim as populações da praga exótica abaixo do nível de dano econômico. Na estratégia de **conservação** manipula-se o ambiente mitigando ou eliminando alguns fatores que podem ser adversos ao ABA, bem como adicionando componentes essenciais, ou ambos. Na estratégia de **incremento** ocorre a manipulação de populações de ABA, principalmente por aumento das populações para liberações repetidas. Ao usar essa estratégia, está implícito que o ABA é capaz de controlar a praga, mas foi impedido de exercer o controle total devido a vários fatores, tais como fenologia não sincronizada, sobre-exploração de presas ou aplicações químicas (Gerson et al. 2003).

O uso eficiente de inimigos naturais para fins de controle depende, em larga escala, da facilidade de manuseio de suas populações, iniciando-se pela possibilidade de realizar sua manipulação sob condições controladas. A produção em laboratório ou casa de vegetação de muitos fitoseídeos pode ser efetuada com meios relativamente simples, obtendo-se grande quantidades desses predadores em curto espaço de tempo. Entretanto, para a cultura da erva-mate muito pouco é conhecido sobre a ecologia, capacidade de controle ou técnicas de criação massal de ácaros fitoseídeos reportados na cultura. Uma das características mais importantes dos fitoseídeos é o baixo requerimento alimentar para sua manutenção, o que os torna mais eficientes que predadores de outros grupos (Moraes 1991). A necessidade alimentar desses ácaros varia de acordo com as

espécies envolvidas. Além disso, representantes dessa família normalmente têm a duração do período ovo-adulto menor que suas presas, bem como comumente maior taxa reprodutiva, conferindo alta capacidade de controle de suas presas.

Na ausência de estudos referentes à bioecologia de certo fitoseídeo, é possível inferir seu comportamento a partir das informações apresentadas por McMurtry et al. (2013). Portanto, espécies dos gêneros *Euseius* e *Iphiseiodes*, em presença de pólen produzido pela planta de erva-mate ou de outras plantas, permanecem associados às mesmas devido a esta fonte de alimento. Esses resultados foram confirmados pelos resultados obtidos em estudos de flutuação populacional de ácaros em uma área de monocultivo no município de Putinga, Rio Grande do Sul, onde foram observadas altas populações de *E. mesembrinus* no período de florescência da planta, de setembro a novembro, quando disponível no ambiente grande quantidade de pólen dessa planta (Figura 5). Contudo, de setembro a novembro foram observadas populações significativas de *Dichopelmus notus* Keifer e *Disella ilicicola* Navia e Flechtmann, sugerindo que esses fitófagos possam ser presas desta espécie de ácaro predador. Entretanto, maiores populações foram observadas no período de abril a julho, período em que não havia florescimento dessa planta. Possivelmente outro tipo de alimento estaria disponível para que essa espécie aumentasse suas populações de forma tão significativa. Quanto aos ácaros fitófagos, possíveis presas, foram observadas baixas populações de março a junho (Figura 6).

Figura 5 - Flutuação populacional de ácaros predadores/folha em plantas de erva-mate mantidas em monocultura no município de Putinga, entre abril de 2012 e março de 2013, no estado do Rio Grande do Sul, no Brasil.

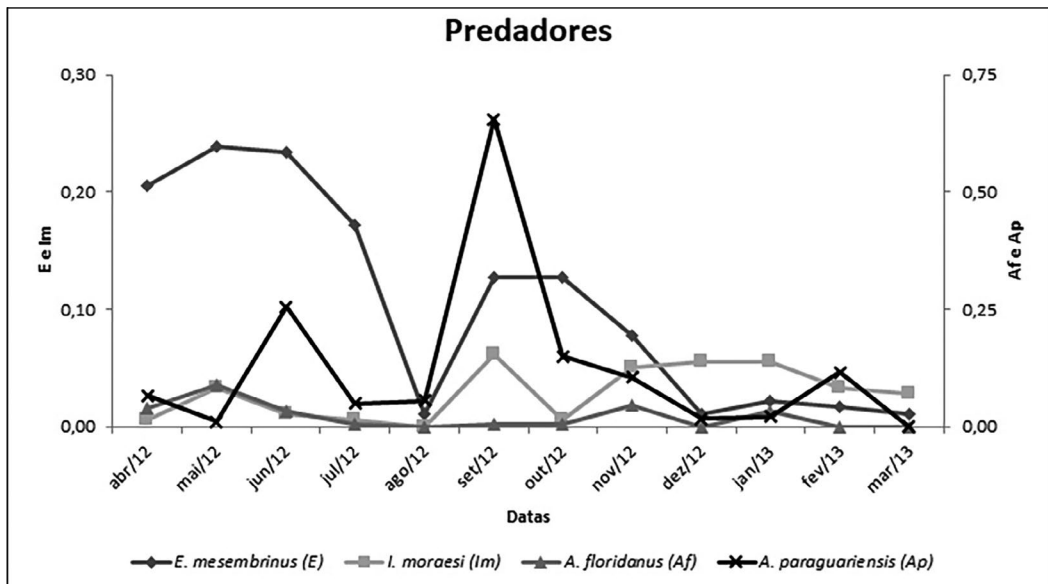
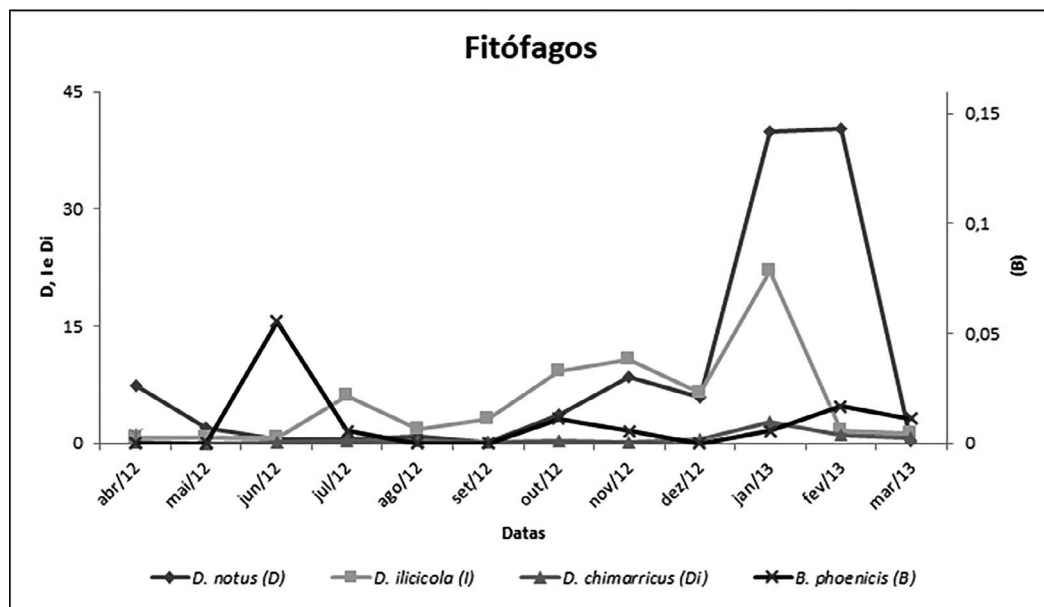


Figura 6 - Flutuação populacional de ácaros fitófagos/folha associados a plantas de erva-mate mantidas em monocultura no município de Putinga, entre abril de 2012 e março de 2013, no estado do Rio Grande do Sul, no Brasil.



A segunda espécie de Phytoseiidae mais comum naquele estudo foi *I. moraesii*. Essa espécie também apresentou altas populações nos mesmos períodos de *E. mesembrinus*, porém maiores populações foram observadas de setembro a fevereiro (Figura 5). Nesse período também foram observadas altas populações de *D. notus* e *D. ilicicola* (Figura 6). Esses resultados sugerem que essa espécie de fitoseídeo alimenta-se de pólen e, na presença de presas, consegue aumentar suas populações, bem como manter-se alimentando-se dessas presas quando o pólen desaparece do ambiente, a partir de novembro.

Considerações finais e perspectivas

Poucos estudos foram realizados até o momento na cultura da erva-mate nas regiões produtoras do Cone Sul para o reconhecimento de ácaros. Essa carência talvez seja devido à ausência de taxonomistas em instituições de pesquisa que trabalham mais intensamente com essa cultura. Contudo, pela importância dos fitoseídeos como agentes de CBA na atualidade urge a necessidade de estabelecer estudos mais aprofundados e intensos com o intuito de reconhecer as espécies associadas à cultura, bem como sua bioecologia. Também carecem estudos aplicados de avaliação das espécies de fitoseídeos no controle de ácaros que alcançam o nível de praga, destacando-se os eriofiídeos e os tetraniquídeos. Esses estudos precisam ser desenvolvidos inicialmente em laboratório, seguidos de avaliações no nível de campo. Estudos sobre a possibilidade de sucesso do controle biológico são necessários, pela ausência de agrotóxicos registrados para

o controle de ácaros nesta cultura tão importante. Além disso, está ocorrendo uma alteração na forma de produção com retorno às condições ambientais nativas de produção, isto é, manutenção de ervais em ambientes protegidos com mata nativa e vegetação arbustiva autóctone. Nessas condições, os fitoseídeos são preservados e podem exercer melhor controle das populações de ácaros fitófagos, fazendo com que estes não alcancem o nível de dano.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes, CNPq e Fapergs pelo apoio financeiro e concessão de bolsas aos autores envolvidos neste capítulo.

Referências

- Amano H, Kawashima K, Matsumura M, Saito M, Toyoshima S. 2011. Description of unrecorded phytoseiid mite *Neoseiulus harrowi* (Collyer), from Japanese Spinach greenhouse. J. Acarol. Soc. Jap. 20: 95–102.
- Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC. 2018. Phytoseiidae Database. www.lea.esalq.usp.br/Phytoseiidae. (accessed 21/07/2018)
- Demite PR, McMurtry JA, Moraes GJ. 2014. Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). Zootaxa. 3795 (5): 571–577.
- Duso C. 1992. Role of *Amblyseius aberrans* (Oud.), *Typhlodromus pyri* (Scheuten) and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) in vineyards. J. Appl. Entomol. 114: 455–462.
- Ferla NJ, Moraes GJ. 2002. Ácaros predadores (Acari) em plantas nativas e cultivadas do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19 (4): 1011-1031.
- Ferla NJ, Marchetti MM, Siebert JC. 2005. Acarofauna (Acari) de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquifoliceae) no estado do Rio Grande do Sul (no prelo). Biociências. 13: 133–142.
- Ferla NJ, Silva GL. 2011. Description of a new species of *Iphiseioides* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) on *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae) from Rio Grande do Sul, Brazil. Int. J. Acarol.. 37: 106–109.
- Gerson U, Smiley RL, Ochoa R. 2003. Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science Ltd., UK, 539 pp.
- Gonçalves D, Silva GL, Ferla NJ. 2013. Phytoseiid mites (Acari) associated with yerba mate in southern Brazil, with description of a new species . Zootaxa. 3746: 357-371.

Gouvea A, Boaretto LC, Zanella CF, Alves LFA. 2006. Dinâmica Populacional De Ácaros Em Plantas De Erva-Mate *Ilex paraguariensis*, St. Hil. (Aquifoliaceae). Neotrop. Entomol. 35: 101-111.

Helle W, Sabelis MW. 1985. Spider mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1B. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands, v. 1A, 405 pp., v. 1B, 458 pp.

Karban R, Englishloeb G, Walter MA, Thaler J. 1995. Abundance of phytoseiid mites on *Vitis* species: effects of leaf hairs, domatia, prey abundance and plant phylogeny. Exp. Appl. Acarol. 19: 189-197.

Kreiter S, Tixier M-S, Croft BA, Auger P, Barret D. 2002. Plant and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans*. Environ. Entomol. 31: 648-660.

Kreiter S, Tixier M-S, Bourgeois T. 2003. Do generalist phytoseiid mites (Gamasida: Phytoseiidae) have interactions with host plants? Insect Sci. Appl. 23: 35-50.

Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J. 1996. Eriophyoid Mites - Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pest Series Vol. 6, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 790 + xxxii pp.

McMurtry JA, Croft BA. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annu. Rev. Entomol. 42: 291-321.

McMurtry JA. 2010. Concepts of classification of the Phytoseiidae: Relevance to biological control of mites. In: Sabelis, M.W. & Bruin, J. (Eds) Trends in Acarology: Proceedings of the 12th International Congress, 393-397 pp.

McMurtry JA, Moraes GJ, Sourassou NF. 2013. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. Syst. Appl. Acarol. 18: 297-320.

Momen FM. 2011. Life tables and feeding habits of *Proprioseiopsis cabonus*, a specific predator of tydeid mites (Acari: Phytoseiidae and Tydeidae). Acarina. 19: 103-109.

Moraes GJ. 1991. Controle biológico de ácaros fitófagos. Inf Agropec. 15 (167): 53-55.

Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA. 1986. A catalog of the mite family Phytoseiidae. References to taxonomy, synonymies, distribution and habitat. EMBRAPA, Brasília, 353 pp.

Prischmann DA, James DG, McMurtry JA. 2005. Occurrence of a predatory mite (Acari: Phytoseiidae) within willow galls caused by eriophyid mites. Int. J. Acarol. 31: 433-436.

Reis RP, Alves EB. 1997. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 26: 565-568.

- Sabelis MW, Van Rijn PCJ. 1997. Predation by insects and mites. In: Lewis, T. (ed) Thrips as crop pests, CAB-International, UK, pp. 259–354.
- Saito Y. 1985. Life types of spider mites. In: W. Helle & M.W. Sabelis (eds) Spider mites, their biology, natural enemies and control. Word Crop Pests, Vol 1A. Elsevier, Amsterdam, pp. 253–264.
- Salamane I, Patrova V. (2002) Overview on Phytoseiidae mites (Acari: Mesostigmata, Gamasina) of Latvia. Latvijas Entomologs, 39: 48–54.
- Seelmann L, Auer A, Hoffmann D, Schausberger P. 2007. Leaf pubescence mediates intraguild predation between predatory mites. Oikos. 116: 807–817.
- Tixier M-S, Kreiter S, Bourgeois T, Cheval B. Factors affecting density and diversity of phytoseiid mite communities in two arboreta in the South of France. J Egypt Soc Parasitol, 37: 493–510.
- Trujillo MR. 1995. Agroecosistema yerbatero de alta densidad: plagas y enemigos naturales: In: Winge, H (Eds.) et al. Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre:UFRGS, 129-134 pp.
- Vangansbeke D, Nguyen DT, Audenaert J, Verhoeven R, Gobin B, Tirry L, De Clercq P. 2013. Performance of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* on factitious foods. BioControl. 59:67–77.
- Villanueva RT, Childers CC. 2007. Development of *Iphiseiodes quadripilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) on pollen or mites diets and predation on *Aculops pelekassi* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) in the laboratory. Environ. Entomol. 36: 9–14.
- Walter DE. 1992. Leaf surface structure and the distribution of *Phytoseius* mites (Acarina: Phytoseiidae) in south-east Australian forests. Aust. J. Zool. 40: 593– 603.
- Walter DE. 1996. Living on leaves: Mites, tomenta, and leaf domatia. Ann. Rev. Entomol. 8: 307-344.
- Zhang ZQ. 2003. Mites of greenhouses: identification, biology and control. Cambridge, CABI. 244p.

Stigmaeidae – Ácaros predadores potencialmente úteis para o uso da cultura da erva-mate

Liana Johann^{1,2}, Liliana Schmitz Scheid¹, Gabriel Lima Bizarro¹, Amália Berté¹, Luana Fabrina Rodighero¹, Guilherme Liberato da Silva², Noeli Juarez Ferla^{1,2}

Resumo: Stigmaeidae é frequentemente a segunda família de ácaros predadores mais abundante em agroecossistemas, sendo representada principalmente por *Agistemus* e *Zetzellia*. São ácaros lentos, vivendo preferencialmente na face abaxial das folhas. A espécie mais frequente em erva-mate é *Agistemus paraguariensis*.

Palavras-chave: *Agistemus*, eriofídeos, controle biológico.

Abstract: Stigmaeidae is often the second most abundant family of predatory mites in agroecosystems, where it is mostly represented by *Agistemus* and *Zetzellia*. They are moving slow and preferentially live on the abaxial face of the leaves. *Agistemus paraguariensis* is the most common species on yerba mate.

Keywords: *Agistemus*, eriophyid mites, biological control.

Resumen: Stigmaeidae es la segunda familia de ácaros predadores más abundantes en agroecosistemas, estando representada principalmente por *Agistemus* y *Zetzellia*. Son ácaros amarillentos y lentos que viven, preferiblemente, en la cara abaxial de las hojas. La especie más frecuente en yerba mate es *Agistemus paraguariensis*.

Palabras Clave: *Agistemus*, eriófidos, control biológico.

Esta é considerada a família mais diversa e cosmopolita de ácaros Raphignathoidea (Krantz 2009), com 33 gêneros e 534 espécies descritas até o momento (Fan et al. 2016). Estes são citados como predadores comuns em plantas (Smiley & Knutson 1983). Algumas espécies dos gêneros *Agistemus* e *Zetzellia* têm sido relatadas como predadoras importantes de Eriophyidae, Tetranychidae e Tenuipalpidae (Hoyt 1969; Laing & Knop 1983; Santos & Laing 1985; Ferla & Moraes 2002).

1 Laboratório de Acarologia, Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, Brasil.

2 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis; Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil.

No Estado do Rio Grande do Sul, os Stigmaeidae tem sido observados em diversos agroecossistemas. Em cultivos de morango e pêssego poucos ácaros desta família têm sido encontrados (Ferla et al. 2007; Eichelberger et al. 2011); em macieira e videira são os ácaros predadores mais abundantes depois dos Phytoseiidae (Ferla & Moraes 1998; Klock et al. 2011; Johann & Ferla 2012). Johann e Ferla (2012) sugerem a necessidade de estudo da capacidade de controle de *Agistemus floridanus* Gonzalez sobre populações de *Panonychus ulmi* (Koch) e *Calepitrimerus vitis* (Nalepa) em videiras neste Estado. Na cultura da erva-mate, *Agistemus paraguariensis* Johann, Carvalho, Rocha & Ferla é o predador mais abundante associado a eriofiídeos.

***Agistemus* - Características morfológicas**

Agistemus é o terceiro gênero mais diverso depois de *Stigmaeus* e *Eustigmaeus*, descrito por Summers (1960) e redescrito por Gonzalez-Rodriguez (1965) e Fan & Zhang (2005). A caracterização do gênero e das espécies é feita com base na fêmea que se apresenta alaranjada, amarelada ou avermelhada quando viva (Figura 1); idiossoma oval em vista dorso-ventral; prodorso com um escudo grande, contendo um par de ocelos, um par de corpúsculos pós-oculares e as setas *vi*, *ve* e *sci*; escudos humerais dorsolaterais, pequenos ou vestigiais, contendo as setas *c2*; área central do dorso do histerossoma coberta por um escudo hexagonal, usualmente, nas fêmeas, com as setas *c1*, *d1*, *d2*, *e1* e *e2*; escudo intercalar (F) dividido longitudinalmente, cada metade contendo uma seta *f1*; escudo suranal (H) inteiro, contendo as setas *h1* e *h2*; setas *h3* ausentes; com 1 ou 2 pares de setas agênitais, valvas genitoanais com 4 pares de setas; quelíceras separadas; unha palpo-tibial ligeiramente mais curta que o tarso do palpo, unha acessória delgada ou robusta, números de setas táteis e solenídeos (ω) do trocânter ao tarso do palpo: 0, 3, 1, 2 + 1 unha + 1 unha acessória, 4 + 1 ω + 1 eupatídeo subterminal + 3 eupatídeos terminais geralmente com as bases fundidas e separadas distalmente em 3 dentes curtos; setas subcapitulares *m* e *n* presentes; pernas com unhas tarsais robustas, hastes empodiais divididas em 3 pares de pêlos conjuntos que se estendem além das extremidades das unhas; números de setas táteis e solenídeos nas pernas I-IV: coxa: 2+1, 1, 2, 1-2; trocânter: 1, 1, 1, 1; femur: 4-5, 4, 2, 1-2; gênu: 2-3+1, 0-1, 0, 0; tíbia: 5+1, 5+1, 5+1, 4-5+0-1; tarso: 11-12+1, 9+1, 7+1, 6-7+0-1. Geralmente o macho apresenta características semelhantes à fêmea, com exceção das setas *f1* dispostas no escudo central, além da diferença do número de solenídeos nos tarsos I, II, III e IV.

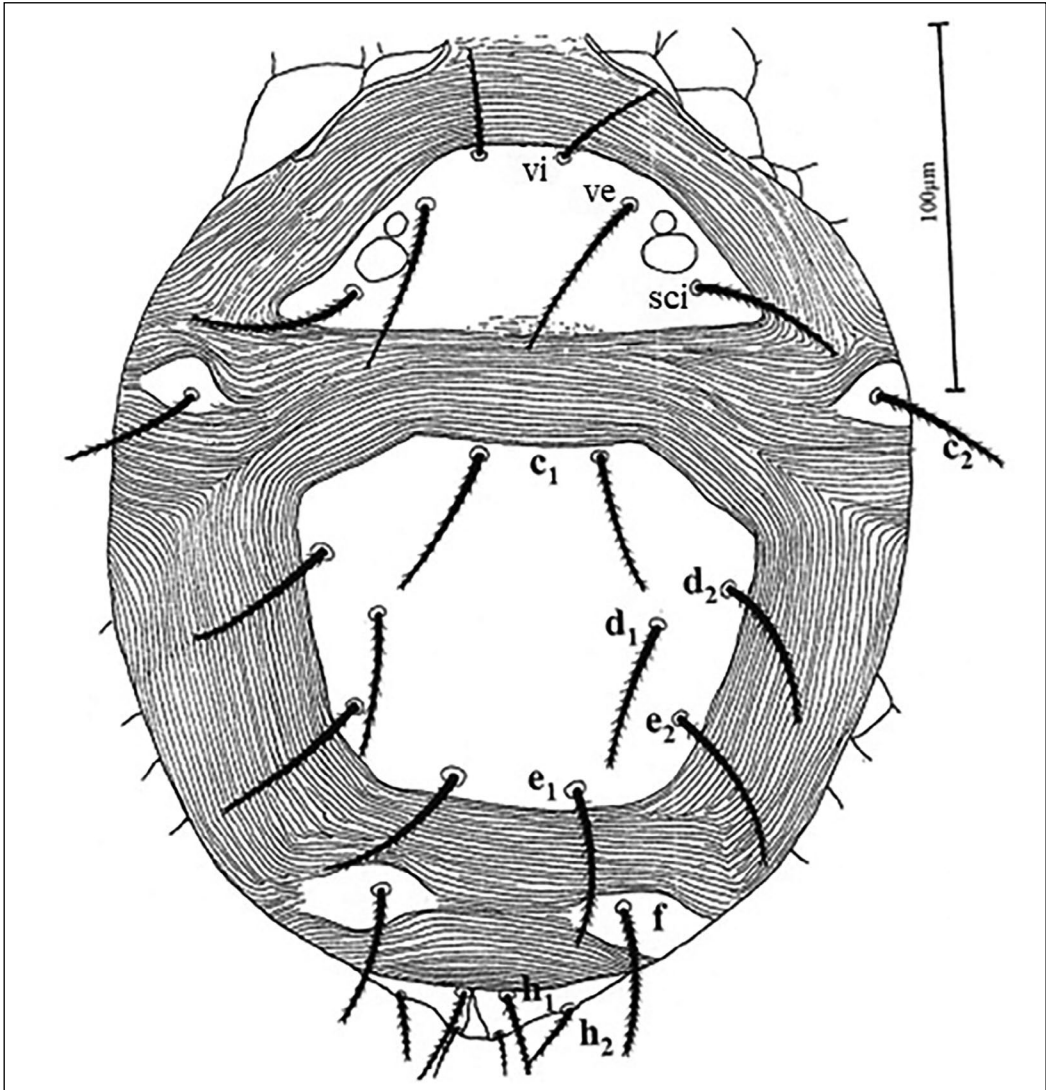
Figura 1 – Estigmeídeo coletado em videiras em Bento Gonçalves, RS.



Fonte: do autor.

Atualmente estão incluídas no gênero *Agistemus* 87 espécies (Fan et al. 2016), distribuídas por todo mundo. Para a sistematização das espécies são utilizadas as medidas das setas *vi*, *ve*, *sci*, *c1*, *c2*, *d1*, *d2*, *e1*, *e2*, *f*, *h1* e *h2* (Figura 2), a distância entre as bases destas setas, a razão entre as medidas e a distância entre as bases das setas, quetotaxia das pernas e palpos, desenhos dos escudos, principalmente o prodorsal e o mediano.

Figura 2 – Vista dorsal de *Agistemus floridanus* Gonzalez, 1965



Fonte: adaptado de Matioli et al. (2002).

Aspectos biológicos e ecológicos

Todos os estádios evolutivos são de coloração amarelada (Figuras 3, 4). Os machos apresentam comportamento de guarda, isto é, quando as fêmeas estão na fase de deutocrisálida (último estágio imaturo), os machos permanecem parados ao lado delas, protegendo e aguardando a emergência dos adultos. Logo que isso acontece, ocorre a cópula. Fêmeas copuladas põem ovos que darão origem a fêmeas e machos, e fêmeas não copuladas põem ovos que darão origem a machos (por partenogênese arrenótoca).

Estigmeídeos vivem sobre plantas e no solo, alimentando-se de ovos e formas sésseis de tetraniquídeos, tenuipalpídeos e outros ácaros que infestam cultivos comerciais em várias partes do mundo (Gerson et al. 2003). Thistlewood et al. (1996) acreditam que os estigmeídeos podem ser os mais importantes predadores de Eriophyidae. Os Stigmaeidae e Eriophyidae possuem ocorrência espacial e temporal, ciclos biológicos e de população muito similares, demonstrando uma possível relação de predador-presa.

Figura 3 – Casal de estigmeídeos sobre folha de cafeeiro. Macho (inferior) com comportamento de guarda da fêmea (superior)



Foto: A.L. Matioli

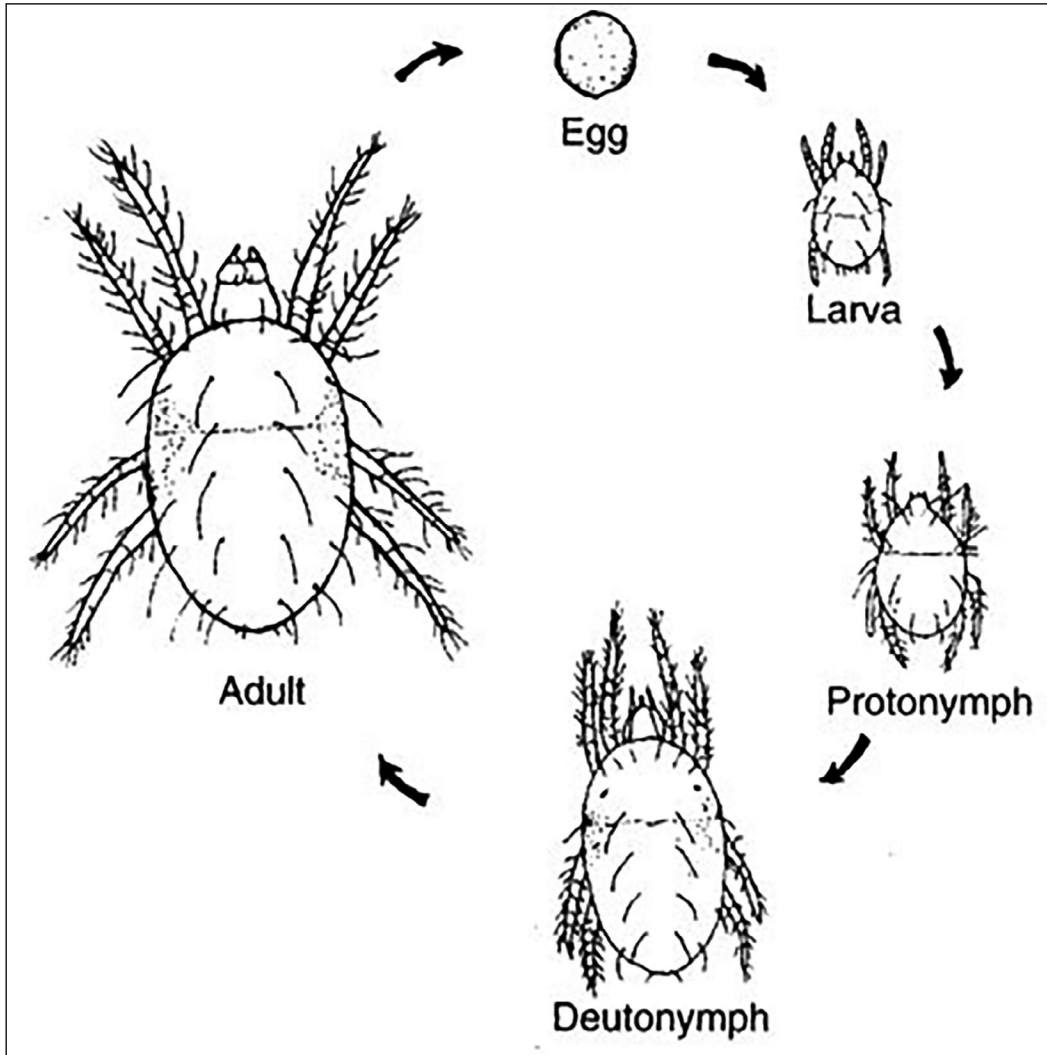
Figura 4 – Ovos de Tetranychidae (esquerda), ovos de Phytoseiidae (centro) e ovos de Stigmaeidae (direita).



Fonte: do autor.

Todas as espécies desta família passam pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (Figura 5). A duração de cada fase é influenciada pelo tipo de alimentação, luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar.

Figura 5 – Fases de desenvolvimento de Stigmaeidae.



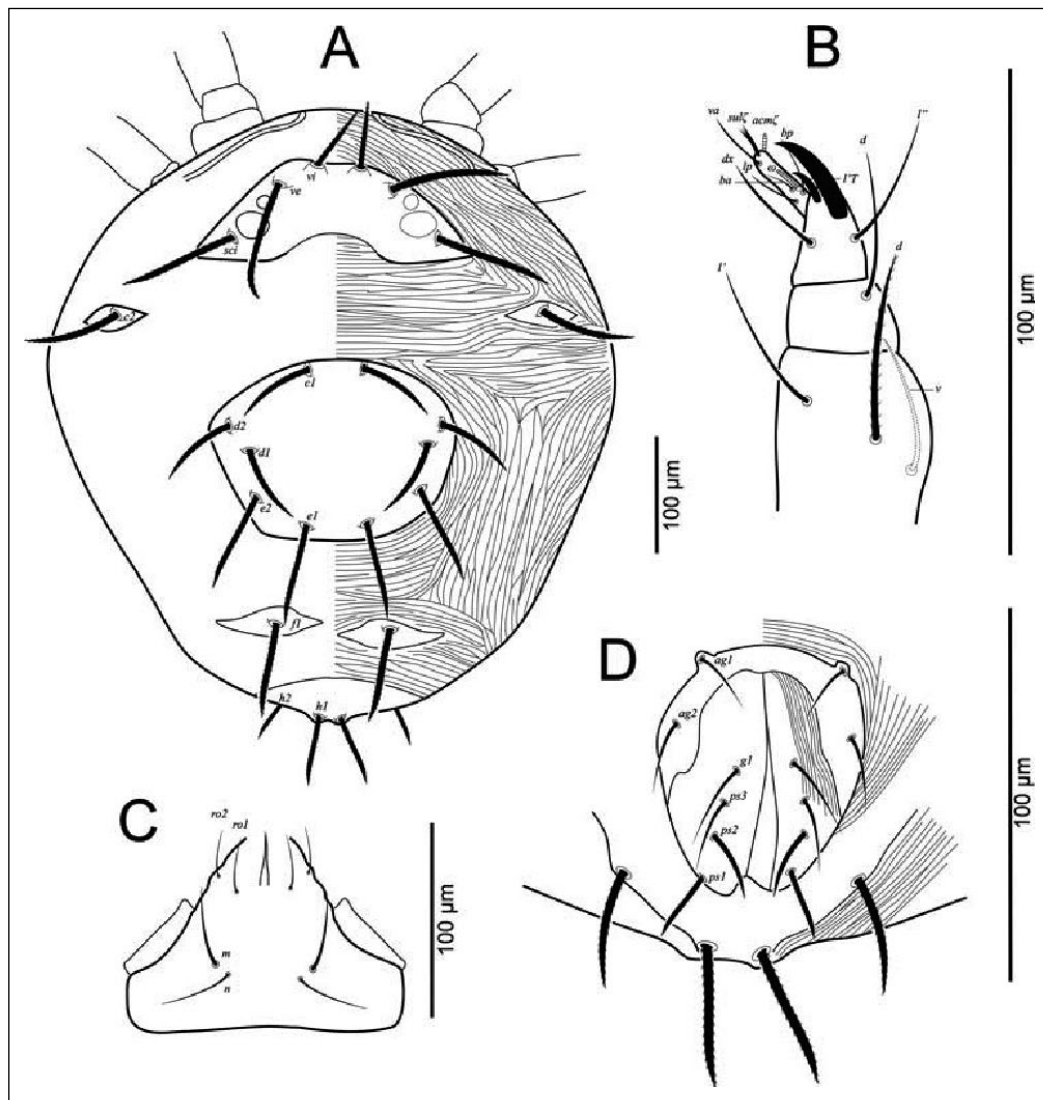
Fonte: <http://soybeanresearchinfo.com/pests/mites.html>, acessado em 20 de novembro de 2017.

Agistemus paraguariensis

Agistemus paraguariensis (Figuras 6 e 7), descrita de ácaros coletados em erva-mate no Rio Grande do Sul, é o ácaro predador mais abundante nas áreas de cultivo de erva-mate no município de Putinga. Em levantamento de espécies e conhecimento sobre dinâmica populacional, observou-se que espécimes

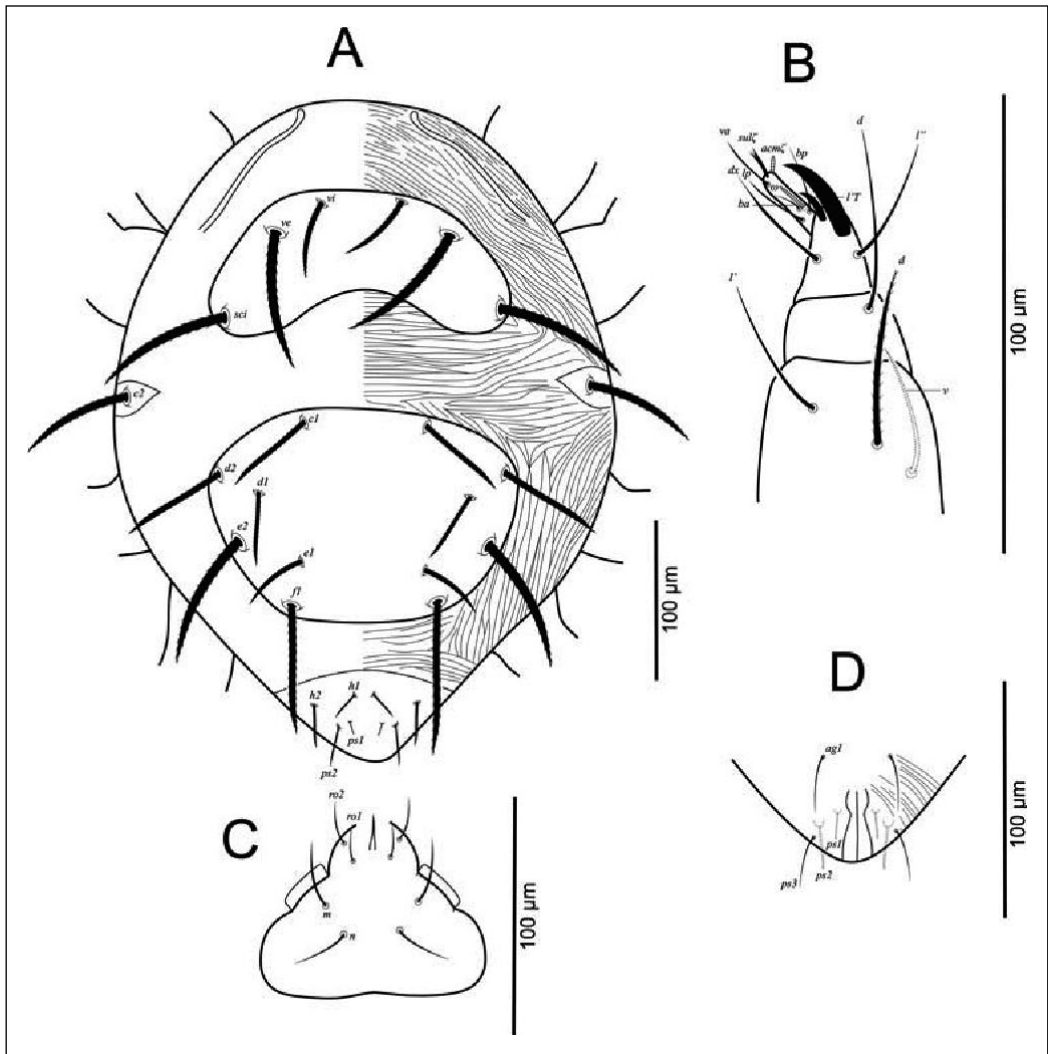
de *A. paraguariensis* estão correlacionados com populações de *Disella ilicicola* Navia & Flechtmann. A ocorrência simultânea das duas espécies sugere que *A. paraguariensis* pode estar se alimentando de *D. ilicicola*. Nada se conhece sobre o ciclo de vida, preferência alimentar e potencial deste predador.

Figura 6 – *Agistemus paraguariensis* (fêmea) – (A) dorso; (B) palpo; (C) subcapítulo; (D) região genitoanal, ventral.



Fonte: Johann et al. 2013.

Figura 7 – *Agistemus paraguariensis* (macho) – A. dorso; B. palpo; C. subcapítulo; D. região genitoanal, ventral.



Fonte: Johann et al. 2013.

Agistemus floridanus

Agistemus floridanus foi descrito em pomar de citrus e outras plantas na Flórida, EUA (Matioli et al. 2002) predando ovos de *Panonychus citri* (McGregor) e estádios móveis de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Muma 1975). No Brasil, foi encontrado em altas populações associado à *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 e *Calacarus heveae* Feres em seringueiras no Estado de Mato Grosso (Ferla & Moraes 2002). Além disso, foi observado no Estado do Rio Grande do Sul na cultura do morango onde não parece ser um predador importante (Ferla et al. 2007).

Estudos sobre a biologia de *A. floridanus* foram realizados em folhas de citrus, alimentado com *P. oleivora* e ovos de *P. citri* (Muma & Selhime 1971; Goldarazena et al. 2004) e em seringueira alimentado com *T. heveae* (Ferla & Moraes 2003). Muma & Selhime (1971) observaram as seguintes durações para cada fase evolutiva: ovo (5,2 dias), larva (2,1), protoninfa (2,6) e deutoninfa (2,3). Ferla & Moraes (2003) relataram as seguintes durações: ovo (4,1 dias), larva (1,2), protocrisálida (0,9), protoninfa (1,0), deutocrisálida (0,6), deutoninfa (1,6), teliocrisálida (0,5) e ovo-adulto (10,2) enquanto que Goldarazena et al. (2004) relataram durações semelhantes: ovo (4,8), larva (2,2), protocrisálida (0,6), protoninfa (1,1), deutocrisálida (0,8), deutoninfa (1,1), teliocrisálida (0,5) e ovo-adulto (9,6).

Considerações finais e perspectivas

O conhecimento da biologia e ecologia dos estigmeídeos na agricultura tem crescido significativamente nos últimos anos. Todavia, poucos estudos foram realizados com o objetivo de entender as interações entre estigmeídeos e eriofiídeos, o que é essencial para o desenvolvimento do controle biológico integrado (Thistlewood et al. 1996).

Além disso, a presença de ácaros fitoseídeos pode interferir no estabelecimento dos estigmeídeos. Interações de concorrência têm sido relatadas entre os Phytoseiidae e Stigmaeidae em pomares de macieira (Croft & Slone 1997; Croft & Macrae 1992) e de antagonismo, em pomares de citros, no Brasil (Sato et al. 2001). Até o momento não foi avaliada a interação entre Stigmaeidae e Phytoseiidae em erva-mate no Rio Grande do Sul. Estudos nesse sentido também são necessários.

Referências

- Croft BA, MacRae IV. 1992. Persistence of *Typhlodromus pyri* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) on apple after inoculative release and competition with *Zetzellia mali* (Acari: Stigmaeidae). *Environ Entomol.* 21:1168–1177.
- Croft BA, Slone DH. 1997. Equilibrium densities of European red mite (Acari: Tetranychidae) after exposure to three levels of predaceous mite diversity on apple. *Environ Entomol.* 26:391–399.
- Eichelberger CR, Johann L, Majolo F, Ferla NJ. 2011. Mites fluctuation population on peach tree (*Prunus persica* (L.) Batsch) and in associated plants. *Revista Brasileira de Fruticultura.* 33(3):765-773.
- Fan QH, Zhang ZQ. 2005. Fauna of New Zealand Raphignathoidea (Acari: Prostigmata). Canterbury: Manaaki Whenua Press. p.400.
- Fan QH, Flechtmann CH, de Moraes GJ. 2016. Annotated catalogue of Stigmaeidae (Acari: Prostigmata), with a pictorial key to genera. *Zootaxa*, 4176(1):1-199.

Ferla NJ, Moraes GJ de. 1998. Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27(4):649-654.

Ferla NJ, Moraes GJ, de. 2002. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(3):867-888.

Ferla NJ, Moraes GJ de. 2003. Biologia de *Agistemus floridanus* Gonzalez (Acari: Stigmaeidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 20(2):261-264.

Ferla NJ, Marchetti MM, Gonçalves D. 2007. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp., Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. *Biota Neotropica* 7:1-8.

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

Goldarazena A, Aguilar H, Kutuk H, Childers CC. 2004. Biology of three species of *Agistemus* (Acari: Stigmaeidae): life table parameters using eggs of *Panonychus citri* or pollen of *Malephora crocea* as food. *Experimental and Applied Acarology* 32:281-291.

Gonzalez-Rodriguez H. 1965. A taxonomic study of the genera *Mediolata*, *Zetzellia* and *Agistemus* (Acari: Stigmaeidae). Berkeley and Los Angeles: University of California Publications in Entomology. p.64.

Hoyt SC. 1969. Integrated chemical control of insects and biological control of mites on apple in Washington. *Journal of Economic Entomology* 62:74-86.

Ostlie K, Potter B. Managing two-spotted spider mites on soybeans in Minnesota. University of Minnesota Extension, 2009. Disponível em: <<http://soybeanresearchinfo.com/pests/mites.html>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

Johann L, Ferla NJ. 2012. Mite (Acari) population dynamics in grapevines (*Vitis vinifera*) in two regions of Rio Grande do Sul, Brazil. *International Journal of Acarology* 38(5):386-393.

Johann L, Carvalho GS, dos Santos Rocha M, Ferla NJ. 2013. A new species of *Agistemus* (Acari: Stigmaeidae) from yerba mate in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *International journal of acarology*, 39(7):580-586.

Klock CL, Johann L, Botton M, Ferla NJ. 2011. Mitefauna (Arachnida: Acari) associated to grapevine, *Vitis vinifera* L. (Vitaceae), in the municipalities of Bento Gonçalves and Candiota, Rio Grande do Sul, Brazil. *Check List* 7:522-536.

Krantz. 2009. Form and Function. 5-53. In: Krantz, G.W. & Walter, D.E. (Eds.) *A Manual of Acarology*. 3.ed. Lubbock: Texas Tech University Press. p.5-53.

Laing JE, Knop NF. 1983. Potential use of predaceous mites other than Phytoseiidae for biological control of orchard pests. In: Hoy, M.A.; Cunningham, G. & Knutson, L. (Eds.). *Biological control of pests by mites*. Berkeley: University of California. p.28-35.

- Matioli AL, Ueckermann EA, Oliveira CAL. 2002. Some stigmatid and eupalopsellid mites from citrus orchards in São Paulo State, Brazil (Acari: Stigmatidae: Eupalopsellidae). *International Journal of Acarology* 28:109-120.
- Moraes GJ, Flechtmann CHW. 2008. *Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Editora Holos.
- Muma MH, Selhime AG. 1971. *Agistemus floridanus* (Acarina: Stigmatidae), a predatory mite, on Florida citrus. *The Florida Entomologist* 2:219-258
- Muma MH. 1975. Mites associated with citrus in Florida. Bulletin 640A. Gainesville: University of Florida Agricultural Experiment Station. p.92.
- Santos MA, Laing JE. 1985. Stigmatid predators. In: Helle. W. & Sabelis, M.W. (Eds). *Spider mites*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. p.197-203.
- Sato ME, Raga A, Cerávolo LC, Souza Filho MF, Rossi AC, Moraes GJ. 2001. Effect of insecticides and fungicides on the interaction between members of the mite families Phytoseiidae and Stigmatidae on citrus. *Experimental and Applied Acarology*. 25:809–818.
- Smiley RL, Knutson L. 1983. Aspects of taxonomy research and services relative to mites as biological control agents. In: Hoy, M.A.; Cinnungham, G. & Knutson, L. (Eds). *Biological control of pests by mites*. Berkeley: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. p.148-164.
- Summers FM. 1960. Several stigmatid mites formally included in *Mediolata* redescribed in *Zetzellia* Oudemans and *Agistemus*, new genus. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 62(4):233-247.
- Thistlewood HMA, Clements DR, Harmsen R. 1996. Stigmatidae. In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J, editors. *Eriophyoid mites their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier. p.457–470.

Inimigos naturais associados à cultura da erva-mate: uma alternativa para a produção sustentável

Carla Roberta Orlandi¹, Elisete Maria de Freitas¹, Noeli Juarez Ferla²

Resumo: O manejo dos sistemas agrícolas de modo sustentável tem como regra a manutenção de plantas de ocorrência espontânea associadas às plantações para promover a conservação dos inimigos naturais de pragas e, conseqüentemente, manter as populações de espécies fitófagas em níveis que não alcancem o nível de praga. As plantas utilizadas propiciam alimento alternativo e refúgio de inimigos naturais, em função da presença de tricomas, domácias, pólen e néctar. Essa prática pode ser uma alternativa para o controle de pragas, como os ácaros, em plantios de *Ilex paraguariensis*. Para isso, são necessários estudos que indiquem espécies nativas de plantas que sejam portadoras de estruturas ou que produzem néctar e pólen em abundância, favorecendo a presença de inimigos naturais. Estudos conduzidos em outros cultivos apontam que as espécies de Asteraceae podem desempenhar um importante papel neste sentido. A promoção da biodiversidade em sistemas de cultivo oferece condições favoráveis à agricultura, com base em princípios ecológicos, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas agrícolas produtivos e sustentáveis que também podem ser aplicados à erva-mate.

Palavras-chave: Controle biológico, domácias, nectários, pólen, tricomas.

Abstract: The sustainable management of agricultural systems usually involves the conservation of plants of the spontaneous vegetation, to promote the conservation of natural enemies, and consequently, maintain populations of phytophagous species in levels that do not reach pest status. These plants provide alternative food and refuge to predators as a function of the presence of trichomes, domatia, pollen and nectar. The sustainable practice can be an alternative to control pests such as mites, in *Ilex paraguariensis* plantations. For this, studies are required to identify native plant species with adequate structures or which produce plenty of nectar and pollen, promoting the presence of natural enemies. Studies in other crops indicate that Asteraceae species may play a major role in this regard. The enhancement of biodiversity in crop systems may provide favorable conditions for agriculture based on ecological principles, contributing for the development of productive and sustainable agriculture systems that can be applied to yerba mate.

1 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis e em Biotecnologia; Laboratório de Botânica, Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, Brasil.

2 Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis; Laboratório de Acarologia, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, RS, Brasil.

Keywords: Biological control, domatia, nectary, polen, trichome.

Resumen: El manejo de sistemas agrícolas de modo sustentable tiene como regla el mantenimiento de plantas espontáneas asociadas a las plantaciones para promover el aumento de la población de enemigos naturales y, consecuentemente, mantener las poblaciones en densidades que no alcancen el nivel de plaga. Las plantas utilizadas proporcionan alimento alternativo y refugio contra predadores como resultado de la presencia de tricomas, domacios, polen y néctar. Esa práctica puede tratarse de una alternativa al control de plagas, como algunos ácaros, en plantaciones de *Ilex paraguariensis*. Para ello, se requieren estudios que indiquen especies nativas de plantas que sean portadoras de estructuras o que produzcan néctar y polen en abundancia, favoreciendo la presencia de enemigos naturales. Estudios realizados en otros cultivos indican varias especies de Asteraceae como importante opción para uso en asociación con otros cultivos. La promoción de la biodiversidad en sistemas de cultivo ofrece condiciones favorables a la agricultura basada en principios ecológicos y contribuye para el desarrollo de sistemas agrícolas productivos sostenible que se puedan aplicar a la yerba mate.

Palabras clave: Control biológico, domacios, nectarios, polen, tricomas.

Importância das plantas no controle biológico

No controle biológico conservativo, o manejo dos sistemas agrícolas tem como regra a manutenção das plantas espontâneas, comumente chamadas de invasoras ou daninhas (Altieri et al. 2003), elevando a população de inimigos naturais (Landis et al. 2000). A utilização de inimigos naturais no controle de pragas é um importante elemento para alcançar a sustentabilidade das produções agrícolas, pois visa a diminuir ou eliminar a aplicação de substâncias químicas (Altieri 1989). Esse procedimento pode ser colocado em prática por meio do manejo adequado do habitat, adotando-se práticas de conservação ou plantio de cercas vivas, fragmentos florestais e trechos de vegetação natural (Altieri 1999; Pfiffner & Wyss 2004).

Áreas com presença de plantas favorecem o controle de pragas porque conseguem hospedar alta abundância e diversidade de predadores e parasitoides (Olson & Andow 2008). Habitats com plantas herbáceas e ambientes arborizados são citados como características importantes na maioria dos estudos realizados por Bianchi et al. (2006), pois fornecem as condições adequadas para a presença de amplo espectro de inimigos naturais. De forma inversa, a simplificação da diversidade de plantas pode causar redução na abundância e na eficiência dos inimigos naturais (Cortesero et al. 2000). Bianchi et al. (2006) também afirmam que a simplificação da composição da paisagem e o conseqüente declínio da biodiversidade podem afetar o controle natural de pragas. Isso acontece porque os habitats não agrícolas fornecem os requisitos para amplo espectro de inimigos naturais, havendo, provavelmente, a redução na troca de inimigos naturais entre habitats agrícolas e não agrícolas. Isso acontece, conforme explicam Altieri & Nicholls (2004), porque a vegetação espontânea atua como fornecedora de alimento alternativo, tais como pólen, néctar e presas opcionais, e habitat

para algumas espécies de inimigos naturais que atuam controlando pragas em agroecossistemas. O fornecimento de habitat a esses potenciais inimigos naturais se dá pela presença de estruturas morfológicas, como pilosidades, domácias (tufos de pelos, cavidades ou bolsas na superfície da folha), e ceras de superfície que favorecem a permanência desses inimigos sobre as plantas. Ou ainda, algumas espécies de artrópodes são capazes de produzir estruturas nas plantas para que assim possam permanecer sobre elas (Roda et al. 2001). Ou seja, as plantas propiciam, além de alimento alternativo, refúgio contra os predadores de inimigos naturais (Matos et al. 2006), favorecendo a sua presença e, conseqüentemente, o controle populacional de espécies que podem se tornar pragas em cultivos.

Várias pesquisas têm apontado interações relevantes entre características morfológicas das plantas (ex.: tricomas, pilosidade e domácias) e os agentes de controle biológico (Messina & Hanks 1998). Por exemplo, espécies de ácaros predadores, principalmente aqueles de Phytoseiidae, utilizam estruturas morfológicas vegetais como alimento, abrigo e substrato para oviposição e proteção de seus ovos contra possíveis predadores (Roda et al. 2000).

Assim, a conservação de plantas espontâneas em agroecossistemas, por meio de uma diversificação vegetal apropriada ao objetivo que deseja ser alcançado, é capaz de reduzir significativamente as populações que se encontram em status de praga (Altieri et al. 2003), por sustentar uma diversidade de inimigos naturais (Dunning et al. 1992). Estudos que enfocam como o contexto da paisagem afeta as interações entre os inimigos naturais, os herbívoros e a produção primária, integrando conceitos de ecologia da paisagem e o controle biológico conservativo, ainda acontecem em número limitado, mas estão em crescimento.

A promoção da biodiversidade por meio de paisagens multifuncionais, que proporcionem condições favoráveis à agricultura com base em princípios ecológicos, pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas agrícolas produtivos e sustentáveis (Bianchi et al. 2006). E boas estratégias de manejo podem ser promovidas quando se tem o conhecimento da diversidade de plantas que são mais facilmente encontradas associadas às culturas, juntamente com os predadores que nelas habitam (Bellini et al. 2005).

Plantas que favorecem a presença de inimigos naturais

Os agroecossistemas são ecossistemas artificiais, simplificados, com baixa diversidade e muito instáveis (Garcia 2014). Com base nesse conceito, pesquisas têm mostrado que o manejo de pragas pode ser melhorado pelo emprego da diversidade de espécies vegetais em agroecossistemas (Andow 1991). Vários estudos têm evidenciado que é possível estabilizar as comunidades de insetos e ácaros fitófagos por meio de um delineamento e construção de arquiteturas vegetais que mantenham ou incrementem as populações de inimigos naturais, ou evitem os herbívoros pragas de se alimentar, acasalar ou ovipositar (Altieri

et al. 2003; Garcia 2006). Para a utilização de espécies vegetais com a finalidade de instalar estratégias de manejo de pragas em sistemas agroecológicos, deve-se levar em conta suas características, ressaltando a manutenção de recursos essenciais para os inimigos naturais, formação de barreiras físicas e/ou químicas que podem atrapalhar a localização das plantas hospedeiras pelos organismos que possam alcançar o *status* de praga (Altieri et al. 2003). É pertinente, portanto, que a diversidade vegetal, aliada a outros métodos, seja utilizada com o propósito de manejo de insetos em sistemas de produção sustentáveis (Lovato et al. 2012), o que também se aplica ao manejo de ácaros.

Assim, as plantas associadas favorecem a conservação dos inimigos naturais, proporcionando o aumento da sua abundância e/ou da diversidade. Elas oportunizam recursos essenciais para a sobrevivência e reprodução dos inimigos naturais, por meio de abrigo, sítios de acasalamento e oviposição ou hibernação e alimentos alternativos, como o pólen, néctar e presas (Altieri et al. 2003; Haenke et al. 2009). Além de contribuir para a manutenção de organismos que controlam a população de pragas, essas plantas interagem ecologicamente com todos os outros subsistemas de um agroecossistema, favorecendo o controle da erosão, a conservação da umidade do solo, o acúmulo de matéria orgânica e nitrogênio, a preservação de insetos benéficos e da fauna e da flora nativas (Gliessman et al. 1981).

Alguns exemplos evidenciam como a vegetação espontânea e/ou plantada pode contribuir para que organismos não alcancem o *status* de praga. Altieri (2002) apresenta um exemplo observado na Colômbia com a cigarrinha *Empoasca kraemeri* Ross & Moore (Hemiptera: Cicadellidae) em plantios de feijão, em que as densidades de adultos e ninfas foram consideravelmente reduzidas quando mantidas plantas espontâneas em alta densidade. Outro exemplo foi observado em uma plantação de videiras, em que a cobertura vegetal mantida nas entrelinhas interferiu significativamente na abundância e diversidade dos inimigos naturais. Nesse estudo destacou-se a ervilhaca (*Vicia* spp.), mantida sozinha ou consorciada com aveia-preta (*Avena* spp.), que proporcionou aumento da diversidade e abundância de inimigos naturais, sobretudo de vespas que predavam as lagartas da videira (Fadini et al. 2001).

Ageratum conyzoides L. (Asteraceae) (picão-roxo) (Figura 1), espécie herbácea anual ou perene, de período curto, nativa do Brasil (Rivera 2017), é amplamente utilizada como planta de cobertura em pomares cítricos, tanto por semeadura como por conservação, a fim de realizar a manutenção de populações de ácaros predadores (Altieri et al. 2003). A efetividade dessa espécie ao ser cultivada com esse objetivo foi o que mostraram Ming-Dau et al. (1981) ao usar *A. conyzoides* na formação da cobertura do solo. A planta promoveu o crescimento da população de *Scapulaseius newsami* (Evans) (Phytoseiidae) que, por sua vez, agiu como reguladora de populações de *Panonychus citri* (McGregor) (Tetranychidae), além de utilizar o pólen de *A. conyzoides* como alimento. Além disso, *A. conyzoides* promoveu a diminuição da temperatura e da umidade relativa do ar em cerca de 5°C e 5% na altura da copa das árvores cítricas, respectivamente. Contudo, a

10 cm do solo, a temperatura e umidade relativa do ar aumentaram em 8,4°C e 13,5%, respectivamente, enquanto a temperatura do solo foi reduzida em 3°C a 10 cm de profundidade. Também houve uma ligeira elevação nas concentrações de N, P e K. Gravena (2002) também afirma que *A. conyzoides*, quando usada como cobertura de solo, contribui para o aumento da população de ácaros fitoseídeos, favorecendo a manutenção de populações de *Phyllocoptura oleivora* Ashmead (Eriophyidae) em níveis que não proporcionam danos econômicos.

Além de *A. conyzoides*, *Eupatorium pauciflorum* Kunth (Asteraceae) (Figura 2), *Chloris gayana* Kunth e *Festuca arundinacea* Schreb. (Poaceae) são citadas como plantas que abrigam inimigos naturais, incluindo ácaros fitoseídeos em pomares de *Citrus* spp. (Smith & Papacek 1991; Liang & Huang 1994, Aguilar-Fenollosa et al. 2011). Silveira et al. (2003) verificaram que as invasoras conhecidas como picão-preto (*Bidens pilosa* L.), caruru (*Amaranthus* sp.), losna-branca (*Parthenium hysterophorus* L.) e apaga-fogo (*Alternanthera ficoidea* (L.) P. Beauv.), todas exóticas para o Brasil, forneciam abrigo, pólen e presas alternativas (tripes) para espécies de predadores deste gênero, contribuindo para a sua manutenção. Espécies do gênero *Orius*, principalmente *O. niger* Wolff (Hemiptera, Anthocoridae), são organismos comercializados em diversos lugares do mundo como predadores de tripses, pulgões e ovos de lepidópteros.

As informações sobre a contribuição de determinadas espécies conduzem ao questionamento quanto às razões para que favoreçam a presença de ácaros predadores e, conseqüentemente, contribuam para o controle de pragas.

Figura 1 – *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae)



Foto: E. Ferreira; http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=11729.

Figura 2 – *Eupatorium pauciflorum* Kunth (= *Praxelis diffusa* (Rich.) Pruski) (Asteraceae)



Foto: A. A. Schneider; http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=6235.

Flores como recurso energético

As flores são importantes aliadas no controle biológico, pois possuem estruturas valiosas para a sobrevivência dos inimigos naturais, que por sua vez podem aumentar a eficiência desses predadores ao proporcionar-lhes maior taxa de sobrevivência, longevidade, estruturas para a reprodução e tempo de permanência (Aguiar-Menezes & Silva 2011) (Figura 3 e 4). Cada um desses recursos, existente ou simulado pela flor, é procurado de diversas formas por vários animais ou em diferentes fases do seu ciclo de vida (Torezan-Silingardi 2012). Essa autora cita, como exemplo, as lagartas de lepidópteros que devoram órgãos florais sem polinizar, no entanto, na fase adulta, possuem um aparelho lambedor para sugar o néctar que pode estar no fundo de uma longa corola tubular. Ao coletar o néctar em várias flores sequencialmente, realizam a polinização, já que o pólen é transportado no corpo.

O pólen e o néctar podem ser considerados alimento básico para parasitoides e alguns predadores durante o estágio de vida não carnívoro ou como alimento complementar para predadores (Venzon et al. 2005). O **pólen**, gametófito masculino produzido nas anteras de flores estaminadas ou hermafroditas, é rico em nutrientes como proteínas, carboidratos, lipídios e minerais, que são do

interesse dos polinizadores (Figura 5A e 5B). Para favorecer o seu transporte e a polinização, apresenta ornamentação diversa e, até mesmo, substâncias adesivas que facilitam a aderência aos pelos dos animais. Já o **néctar** é um produto floral fornecido pelas plantas apenas como recompensa aos visitantes, especialmente polinizadores (Torezan-Silingardi 2012). Segundo Petanidou (2007) e Nicolson & Thornburg (2007), o néctar é constituído basicamente por uma solução de água e açúcares (sacarose, frutose, glicose) com pequenas quantidades de aminoácidos e proteínas, lipídios, glicosídeos, flavonóides, sais e íons minerais, fenóis, alcalóides, vitaminas e outros componentes em menor quantidade. No entanto, Torezan-Silingardi (2012) reforça que volume, conteúdo e concentração de açúcares dissolvidos, cor, odor e sabor são as características que vão determinar a atratividade do néctar para os visitantes florais.

Ácaros generalistas da família Phytoseiidae se alimentam de pólen, fungos, ácaros e pequenos insetos, podendo sobreviver em pomares, ainda que as presas primárias sejam escassas ou temporariamente extintas (Altieri et al. 2003). Ácaros predadores dessa família têm no pólen um importante constituinte da dieta, principalmente os gêneros *Euseius*, *Iphiseius* e *Iphiseiodes* (Reis & Alves 1997; Villanueva & Childers 2007; Demite et al. 2014). Em períodos de floração das plantas adjacentes, a população desses ácaros tende a aumentar, elevando a capacidade de controle de pragas (McMurtry et al. 2013). Duso et al. (2004) relataram que a população do fitoseídeo *Euseius finlandicus* (Oudemans) aumentou na presença de pólen em cercas adjacentes a parreirais no norte da Itália.

Figura 3 – Capítulos de *Senecio selloi* (Spreng.) DC. (Asteraceae), espécie nativa. Os capítulos de espécies de Asteraceae são intensamente visitados por uma grande diversidade de polinizadores, dentre os quais se destacam os insetos.



Foto: Elisete M. de Freitas.

Figura 4 – Flor de *Passiflora misera* Kunth (Passifloraceae) sendo visitada por insetos. Todas as espécies nativas do gênero *Passiflora* são trepadeiras, produzem grande quantidade de néctar em suas flores e possuem nectários extraflorais, sendo visitadas por uma grande diversidade de polinizadores, dentre os quais os insetos são destaque.



Foto: Elisete M. de Freitas.

Figura 5 – A. Flor de *Passiflora misera* Kunth (Passifloraceae); B. No detalhe, antera com grãos de pólen visíveis. As anteras ficam viradas para baixo com a finalidade de favorecer a polinização.



Foto: Carla R. Orlandi.

Domácias como proteção e oviposição

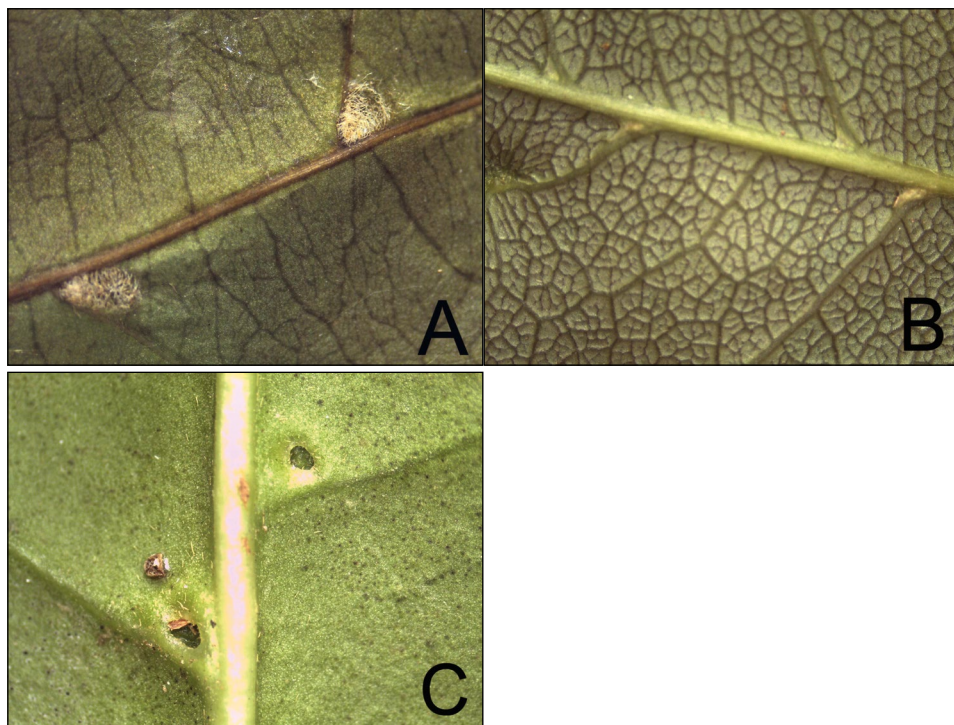
As domácias são pequenas estruturas presentes na face abaxial (face inferior) de folhas de diversas espécies de plantas, na junção da nervura principal com a nervura secundária, na forma de tufos de tricomas (Figura 6A) ou

cavidades (com e sem tricomas) (Figuras 6B e 6C). O termo “domácia”, do grego *domatium*, que significa casa pequena, foi utilizado pela primeira vez em 1887 por Lundström ao estudar as estruturas e constatar que elas serviam de refúgio e moradia para ácaros (apud Matos et al. 2006). Após revisão sobre o papel das domácias na defesa das plantas, Matos et al. (2006) afirmam ser estruturas sem qualquer função fisiológica e que os ecologistas hipotetizam se tratar de uma associação mutualística entre as plantas e os ácaros. Esses últimos se beneficiam por utilizá-las como um local seguro para reprodução e proteção contra predadores e, que por sua vez, protegem as folhas do ataque de herbívoros ou patógenos, atuando como verdadeiros *guarda-costas*. Por isso, são consideradas estruturas que contribuem com a defesa das plantas (Nakamura et al. 1992).

Muitos estudos têm evidenciado que principalmente ácaros predadores e fungívoros utilizam as domácias para as mais diversas funções (Walter & Denmark 1991; Matos 2001). A maior parte dos artrópodes encontrados em domácias são ácaros predadores, sendo o restante ácaros fungívoros ou onívoros, tripes e coccídeos. Em torno de 10 a 15% desses ácaros pertencem às famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae (Romero & Benson 2004; Romero et al. 2011).

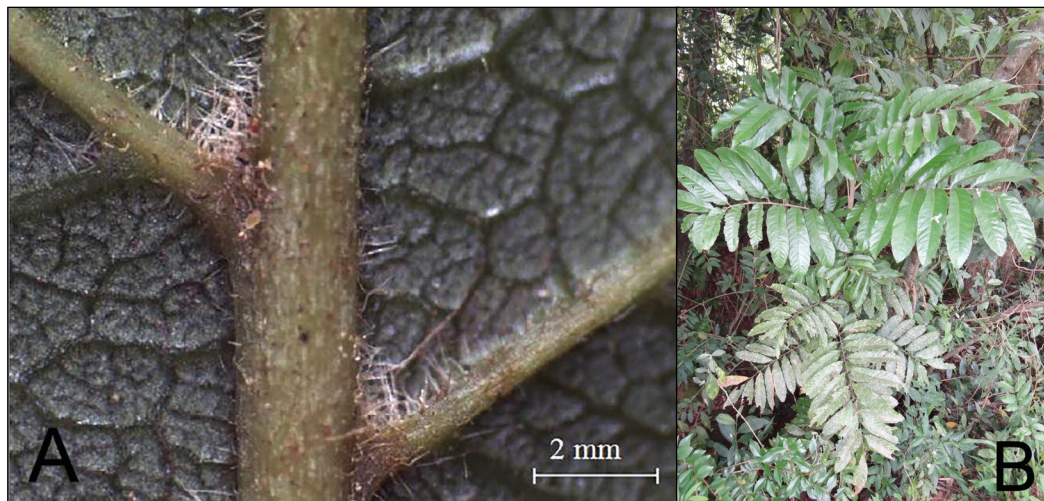
English-Loeb et al. (2002) constataram que *Typhlodromus pyri* Scheuten e *Amblyseius andersoni* (Chant) (Phytoseiidae) gastaram mais tempo e ovipositaram mais frequentemente em folhas em que as domácias não eram bloqueadas artificialmente. Norton et al. (2001) observaram que as domácias de videira (*Vitis riparia* L.) serviam de proteção para o ácaro micófago *Tydeus lambi* (Baker) (Tydeidae) e o predador *A. andersoni* contra seus inimigos naturais (*Orius insidiosus* (Say), *Coccinella septempunctata* L. e *Harmonia variegata* (Goeze)). A abundância e a riqueza de ácaros predadores sofreram diminuição quando os folíolos não possuíam domácias em folhas de cafeeiros (Souza 2010). O mesmo ocorreu com a população de ácaros benéficos quando as domácias foram intencionalmente removidas (English-Loeb et al. 2002). Igual resultado foi obtido por Romero & Benson (2004) quando bloquearam as domácias de *Cupania vernalis* Cambess. e constataram que houve diminuição da abundância dos ácaros predadores e aumento dos danos causados pelos ácaros fitófagos, comprovando uma associação entre domácias e a redução da herbívoros (Figura 7A e 7B).

Figura 6 – A e B. Domácia com tufo de tricomas; C. Domácias formadas por pequenas cavidades.



Fotos: Elisete M. de Freitas.

Figura 7 – A. Planta jovem de *Cupania vernalis* Cambess.; B. Domácias presentes na face abaxial da folha, onde pode ser visualizado um ácaro.



Fotos: Carla R. Orlandi.

Tricomas

Do grego “*trichos*”, que significa pelo, e “*oma*”, que significa massa ou conjunto, tricoma é nome designado para a célula ou conjunto de células da epiderme que se projetam na forma de pelos (Figura 8A, 8B e 8C), escamas (Figura 8D) ou papilas. O uso do termo “pelo” pela maioria dos autores refere-se aos pelos absorventes das raízes, não utilizando o termo para as folhas ou outras partes (Gonçalves & Lorenzi 2011). Em geral, são estruturas simples que têm uma ampla variação quanto à forma, tamanho, conteúdo, função para a planta e local de ocorrência, tais como superfície de folhas, ramos, flores e frutos das plantas (Mauseth 1988).

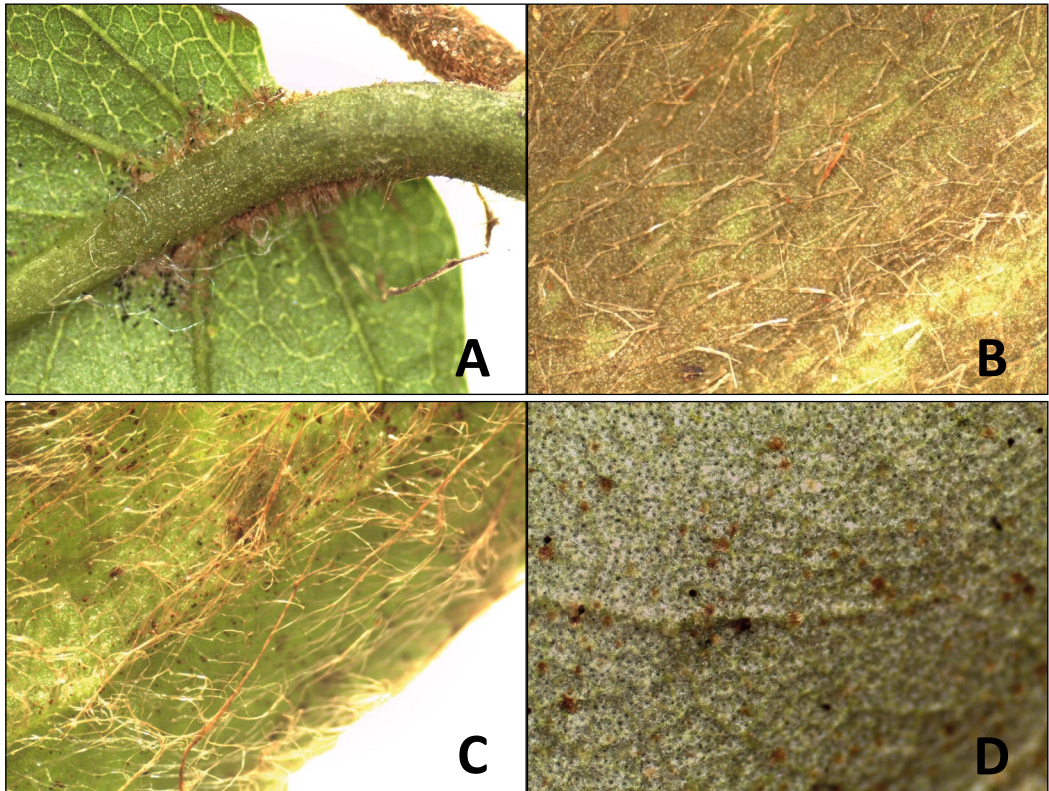
A presença de tricomas pode ajudar a amenizar os efeitos da baixa umidade (Norton et al., 2001) e oferecer proteção contra predadores (Roda et al. 2000). Podem beneficiar alguns predadores generalistas, por segurarem grãos de pólen dos quais estes podem se alimentar. (Roda et al. 2003). Espécies de ácaros fitoseídeos se alimentam desta “comida” alternativa presente em tricomas sempre que ocorre a diminuição de suas presas (Schmidt 2014). Vários estudos mostram como essas estruturas interferem na abundância e riqueza de inimigos naturais. Bellini et al. (2005), buscando conhecer quais eram as espécies de ácaros fitoseídeos que estavam presentes em plantas espontâneas existentes em plantações de seringueira, constataram que uma espécie vegetal do gênero *Cecropia* apresentava alta abundância de fitoseídeos, sugerindo que a abundância de tricomas de suas folhas estaria favorecendo a ocorrência destes.

Para Roda et al. (2000), a pilosidade pode favorecer proteção dos ovos de ácaros predadores da predação intraguilda, ou seja, da predação dos ovos de um predador por outro predador. Esses autores constataram que os ovos dos ácaros predadores *Typhlodromus pyri* e *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot foram menos atacados por tripes em folhas de macieiras (*Malus domestica* Bork) com pilosidade natural quando comparadas com variedades de folhas glabras.

Zanella & Ferla (2013), em estudo com plantas de ambiente natural do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, encontraram maior abundância de ácaros fitoseídeos nas plantas que apresentavam tricomas. Segundo Diehl et al. (2012), *Plantago tomentosa* Lam. (Plantaginaceae), *Sonchus oleraceus* L. e *Chromolaena laevigata* (Lam.) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae) foram as espécies que apresentaram maior riqueza de espécies acarinas quando associadas a cultivos de videiras. Segundo os mesmos autores, esse fenômeno pode estar associado às características morfofisiológicas apresentadas pelas folhas das plantas, como tricomas.

Figura 8 - A. Tricomas na base da nervura principal em folha de *Ruprechtia laxiflora* Meisn. (Foto: E. M. Freitas); B. Tricomas na face adaxial de folha de *Plantago tomentosa* Lam. (Foto: Carla R. Orlandi); C. Tricomas na face abaxial de folha de

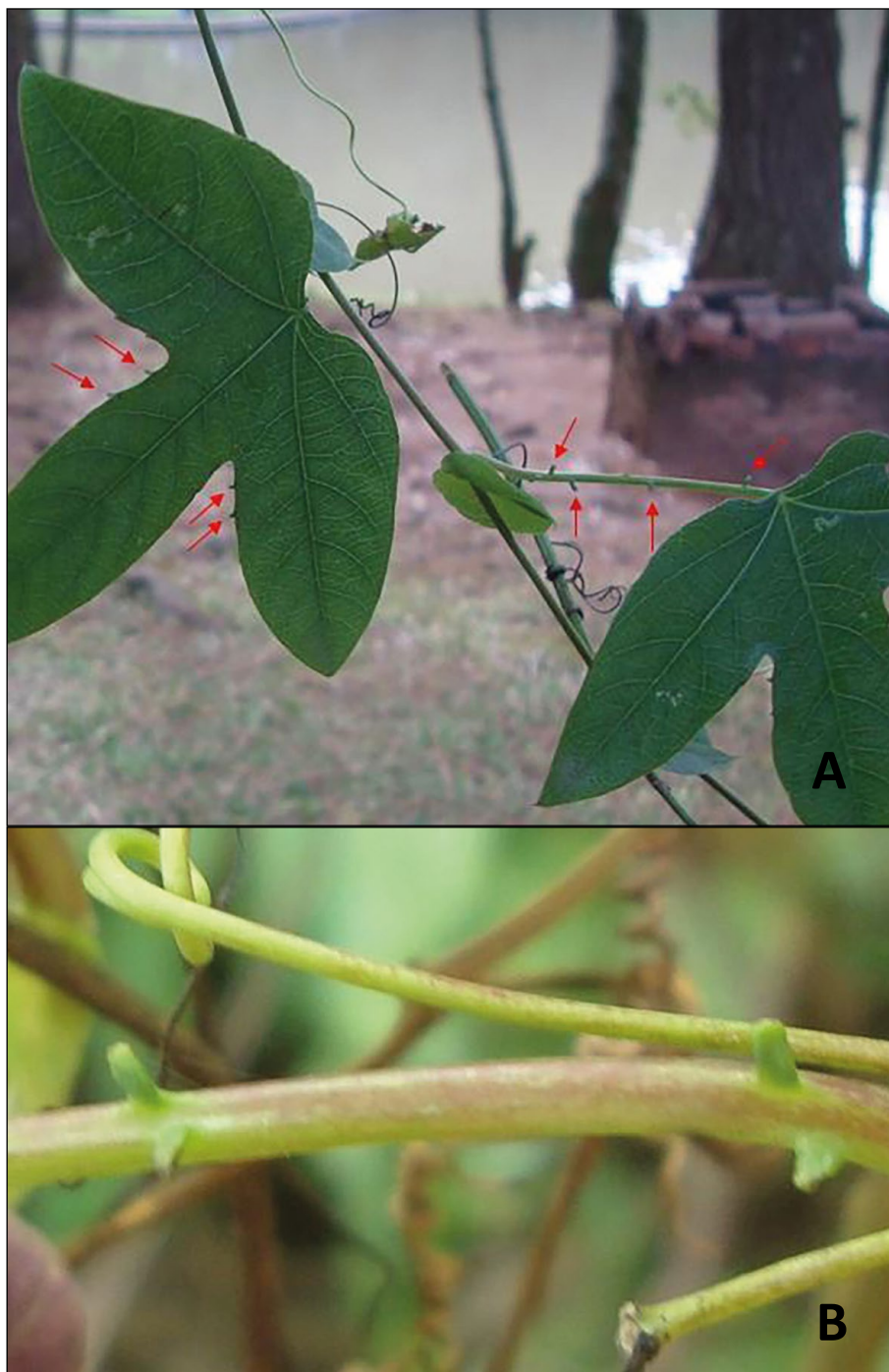
Plantago tomentosa Lam. (Foto: Carla R. Orlandi); D. Escamas em folha de *Styrax leprosus* Hook. & Arn. (Foto: E. M. Freitas).



Nectários extraflorais

Sem função relacionada com a polinização, como ocorre com os nectários florais (Cogni & Freitas 2002), os nectários extraflorais são glândulas secretoras de néctar, um importante recurso alimentar que pode atrair diferentes grupos animais, constituindo uma interação mutualística, pois beneficiam a planta e seus visitantes (Schultz & McGlynn 2000). Assim, de forma indireta, atuam na defesa das plantas contra herbivoria, pois alguns visitantes, principalmente formigas, exibem comportamento agressivo contra herbívoros (Schultz & McGlynn 2000; Cogni et al. 2003). Como constituem uma fonte de alimento, plantas portadoras de nectários extraflorais podem ser uma importante alternativa no momento da escolha das espécies a serem introduzidas em sistemas agrícolas para a manutenção dos inimigos naturais. Dentre essas podem ser citadas espécies da família Passifloraceae (Figuras 9A e 9B) e Fabaceae (Figuras 10A e 10B), pois comportam espécies portadoras de nectários extraflorais.

Figura 9 – A. Nectários extraflorais em folhas e no pecíolo de *Passiflora amethystina* J.C. Mikan (Passifloraceae); B. Nectários no pecíolo da folha da mesma espécie.



Fotos: Elisete M. de Freitas.

Figura 10 - A e B. Nectários extraflorais em folha de *Inga vera* Willd. (Fabaceae).



Fotos: Carla R. Orlandi.

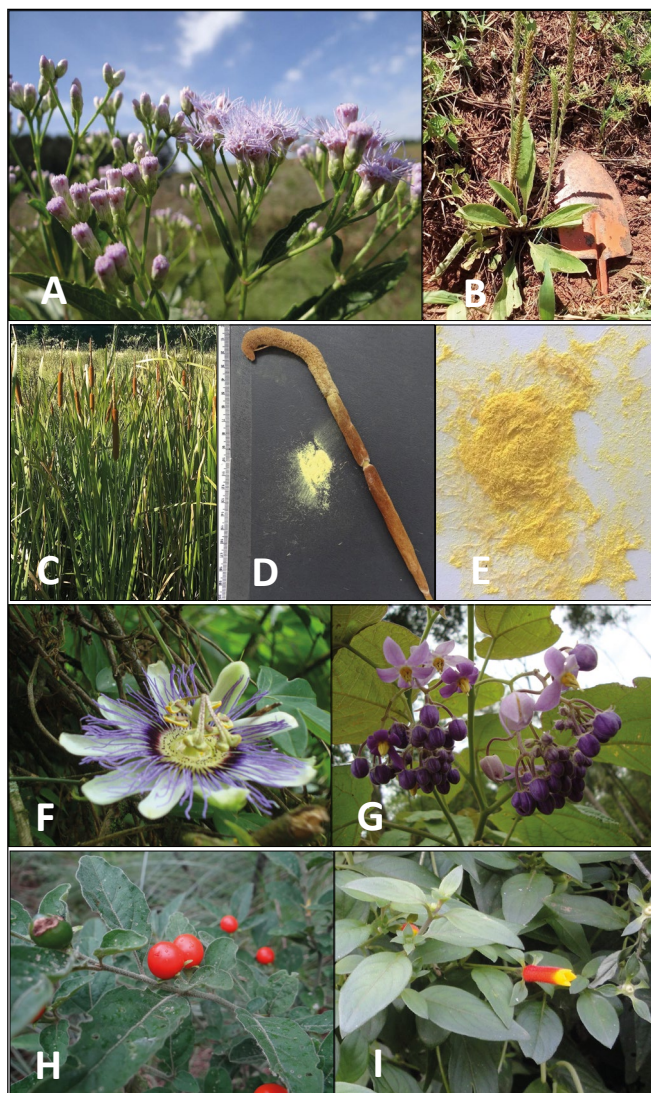
Indicação de espécies vegetais para associação com plantios de *Ilex paraguariensis*

Os vários estudos relatados no presente capítulo nos levam a concluir que existe grande variedade de espécies a se considerar para uso em plantios de *Ilex paraguariensis*, a erva-mate. No entanto, sugere-se que as espécies selecionadas sejam sempre nativas da região de cultivo, sendo necessários estudos práticos regionais que confirmem as possibilidades de uso. Dentre as espécies, destacam-se as da família Asteraceae, tais como *Ageratum conyzoides* (Figura 1) e *Chromolaena laevigata* (Figura 11A), a primeira como uma espécie herbácea e a segunda, arbustiva. Outra espécie importante é *Plantago tomentosa* Lam. (Plantaginaceae) (Figura 11B) por ter sido registrada em outros estudos como uma espécie que abriga grande quantidade de ácaros predadores. Espécies do gênero *Typha* (*T. domingensis* Pers. e *T. latifolia* L.) (Figuras 11C, 11D e 11E), nativas do Rio Grande do Sul, por serem produtoras de grande quantidade de pólen, podem ser utilizadas nas proximidades de plantios como fonte alternativa de alimento para ácaros generalistas.

Espécies das famílias Passifloraceae (Figura 11F) e Fabaceae também podem entrar na lista. A primeira, representada principalmente por espécies trepadeiras, em razão da acentuada produção de néctar nas flores e também dos

nectários extraflorais. Já a segunda, com diferentes hábitos, além de apresentar espécies com tricomas, muitas delas, como as do gênero *Inga*, são portadoras de nectários extraflorais. Famílias Solanaceae (Figuras 11G e 11H), Myrtaceae e Rubiaceae (Figura 11I), dentre muitas outras, também podem ter sucesso na manutenção de inimigos naturais quando associadas com *Ilex paraguariensis*, contribuindo para a redução nas aplicações de agroquímicos.

Figura 11 – A. *Chromolaena laevigata* (Lam.) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae), espécie nativa, arbustiva; B. *Plantago tomentosa* Lam. (Plantaginaceae), nativa com tricomas em toda a sua estrutura e com elevada riqueza de espécies acarinas; C. *Typha domingensis* Pers., produtora de grande quantidade de pólen muito apreciada por ácaros generalistas; D. Inflorescência de *T. domingensis* Pers. com pólen que foi retirado dela. E. Pólen obtido de uma inflorescência de *T. domingensis*. F. *Passiflora caerulea* L. (Passifloraceae), nativa, trepadeira com flores exuberantes e elevada produção de pólen e néctar; G. Flores de *Solanum corymbiflorum* (Sendtn.) Bohs (Solanaceae), nativa arbustiva com pelos em suas folhas. Plantas da espécie foram registradas em área com plantio de *I. paraguariensis*; H. *Solanum pseudocapsicum* L. (Solanaceae), nativa, subarbustiva com tricomas abundantes; I *Manettia luteo-rubra* (Vell.) Benth. (Rubiaceae), nativa, trepadeira, registrada em área com plantio de *I. paraguariensis*. (Fotos: Elisete M. de Freitas, Carla R. Orlandi, Amanda Dutra)



Considerações finais

Apesar dos avanços existentes em relação a outras culturas quanto à manutenção de espécies vegetais diversas nos sistemas de cultivo para manutenção de inimigos naturais no ambiente, o mesmo não acontece com a cadeia da erva-mate. Assim, sugere-se que sejam realizados estudos com espécies vegetais nativas para avaliar o potencial dessas na manutenção de inimigos naturais de organismos que pode alcançar o status de praga. É importante frisar que a escolha das plantas deve levar em consideração, como primeiro critério, ser uma espécie nativa da flora regional.

Os vários estudos apresentados mostraram que as espécies incluídas em Asteraceae estão entre as mais eficientes nos sistemas de cultivo como mantenedoras de inimigos naturais de espécies que podem alcançar o *status* de praga em cultivos. Isso ressalta a importância de priorizar espécies da família para novos estudos, utilizando-as em experimentos práticos em plantios. São raros os estudos com nectários extraflorais. Essas estruturas podem ser de extrema importância para o controle biológico, não apenas de pragas da erva-mate, mas de outras culturas.

Agradecimentos

Ao Sr. Eduardo Guadagnin e à Micheli Guadagnin da Silva pelo apoio em todas as pesquisas realizadas pelos autores com *Ilex paraguariensis*. Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica cedida à primeira autora do capítulo. À Univates pela infraestrutura e apoio à pesquisa.

Referências

- Aguiar-Menezes EL, Silva AC. 2011. Plantas atrativas para inimigos naturais e sua contribuição no controle biológico de pragas agrícolas. Embrapa Agrobiologia, Documentos 283.
- Aguilar-Fenollosa E, Ibáñez-Gual MV, Pascual-Ruiz S, Hurtado M & Jacas JA. 2011. Effects of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (II): top-down regulation mechanisms. *BioControl*. 59: 171–179.
- Altieri MA. 1989. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA- FASE
- Altieri MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 74:19–31.
- Altieri MA. 2002. Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Expressão Cultural.

Altieri MA, Silva EM, Nicholls CI. 2003. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. São Paulo: Holos Editora.

Altieri MA, Nicholls CI. 2004. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo em el Trópico. Manejo Integrado de Pragas y Agroecología. 73:8–20.

Andow DA. 1991. Vegetational diversity arthropod population response. Annual Review of Entomol. 36: 561–586.

Bellini MR, De Moraes GJ, Feres RJF. 2005. Ácaros (Acari) de Dois Sistemas de Cultivo da Seringueira no Noroeste do Estado de São Paulo. Neotropical Entomology. 34:475–484.

Bianchi FJJA, Booij CJA, Tscharnkte T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscape: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences. 273: 1715–1727.

Cogni R, Freitas AVL, Oliveira OS. 2003. Interhabitat differences in ant activity on plant foliage: ants at extrafloral nectaries of *Hibiscus pernambucensis* in sandy and mangrove forests. Entomologia Experimentalis et Applicata. 107: 125–131.

Cogni R, Freitas AVL. 2002. The ant assemblage visiting extrafloral nectaries of *Hibiscus pernambucensis* (Malvaceae) in a mangrove forest in southeast Brazil (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology. 40: 373–383.

Cortesero MA, Stapel JO, Lewis WJ. 2000. Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. Biological Control. 17: 35–49.

Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark AH, Castilho RC. 2012. Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). Zootaxa. 3795: 571–577.

Diehl M, Ferla NJ, Johann L. 2012. Plantas associadas a videiras: uma estratégia para o controle biológico no Rio Grande do Sul. Arquivos do Instituto Biológico. 79: 579–586.

Dunning JB, Danielson BJ, Pulliam HR. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. Oikos. 65: 169–175.

Duso C, Malagnini V, Paganelli A, Aldegheri L, Bottini M, Otto S. 2004. Pollen availability and abundance of predatory phytoseiid mites on natural and secondary hedgerows. BioControl 49: 397–415.

English-Loeb GM, Norton AP, Walker MA. 2002. Behavioral and population consequences of acarodomatia in grapes on phytoseiid mites (Mesostigmata) and implications for plant breeding. Entomologia Experimentalis et Applicata. 104: 307–319

Fadini MAM, Regina MA, Fráguas JC, Louzada JNC. 2001. Efeito da cobertura vegetal do solo sobre a abundância e diversidade de inimigos naturais de pragas em vinhedos. Revista Brasileira de Fruticultura. 23: 573–576.

- Garcia FRM. 2014. Zoologia Agrícola: manejo ecológico de pragas. 4. ed. Porto Alegre: Editora Rígel, 256p .
- Garcia FRM. 2006. Manejo de pragas: conceitos, impacto ambiental e conservação da biodiversidade. *Diálogo*. 9: 169-193.
- Gerson U, Smiley RL, Ochoa R. 2003. Mites (Acari) for pest control. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Gliessman SR, Garcia-Espinosa R, Amador M. 1981. The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems. *Agro-Ecosystems*. 7: 173-185.
- Gonçalves EG, Lorenzi H. 2011. *Morfologia Vegetal*, 2ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda.
- Gravena S. 2002. Manual prático de inspeção de pragas em Citros. Jaboticabal: GRAVENAManEcol Ltda.
- Haenke S, Scheid B, Schaefer M, Tschardt T, Thies C. 2009. Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. *Journal of Applied Ecology*. 46: 1106-1114.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu Rev Entomol*. 45: 175-201.
- Liang W, Huang M. 1994. Influence of citrus orchards ground cover plants on arthropod communities in China: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 50: 29-37.
- Lima RK, Cardoso MG, Moraes JC, Andrade MA, Melo BA, Rodrigues VG. 2010. Caracterização química e atividade inseticida do óleo essencial de *Ageratum conyzoides* L. sobre a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Bioscience Journal*. 26: 1-5.
- Lovatto, P. B. ; Schiedeck, G. ; Garcia, F. R. M. . A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico de insetos em agroecossistemas sustentáveis. *Interciencia* , v. 37, p. 657-663, 2012.
- Matos CHC. 2001. Domácias intermediando interações tritróficas em cafeeiros Dissertação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Matos CHC, Pallini A, Bellini LL, Freitas RCP. 2006. Domácias e seu papel na defesa das plantas. *Ciência Rural*. 36: 1021-1026.
- Mauseth JD. 1995. Botany: an introduction to plant biology, 2ed. San Marino: Saunders College.
- Messina FJ, Hanks JB. 1998. Host plant alters the shape of the functional response of an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae). *Environ Entomol*. 27: 1196-1202.

- McMurtry JA, De Moraes GJ, Sourassou NF. 2013. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology* 18: 297–320.
- Ming-Dau H, Siu-Wui M, Shv-Xin L. 1981. Biological control of citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) in Guangdong Province. *Proceedings of International Society of Citriculture*. 10: 643–646.
- Nakamura T, Tanaguchi T, Maeda E. 1992. Leaf anatomy of *Coffea arabica* L. with reference to domatia. *Japanese Journal of Crop Science*. 61: 642–650.
- Nicolson SW, Thornburg RW. 2007. Nectar chemistry. In: Nicolson SW, Nepi M & Pacini E (Eds.) *New York: Nectaries and Nectar*. Springer.
- Norton AP, English-Loeb G, Belden E. 2001. Host plant manipulation of natural enemies: leaf domatia protect beneficial mites from insect predators. *Oecologia*. 126: 535–542.
- Olson D, Andow A. 2008. Patch edges and insect populations. *Oecologia*. 155: 549–558.
- Petanidou T. 2007. Ecological and evolutionary aspects of floral néctar in Mediterranean habitats. In: Nicolson SW, Nepi M & Pacini E (Eds.) *New York: Nectaries and Nectar*. Springer.
- Pfiffner L, Wyss E. 2004. Use of wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. In: Gurr GM, Wratten SD, Altieri M. (Eds) *Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*. Austrália: CSIRO Publishing.
- Reis, PR, Alves EB. 1997. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 26: 565–568.
- Rivera VL. 2017. *Ageratum* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [acessado 2017 Nov 16]. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15934>.
- Roda A, Nyrop J, Dicke M, English-Loeb G. 2000. Trichomes and spider-mite webbing protect predatory mite eggs from intraguild predation. *Oecologia*. 125: 428–435
- Roda A, Nyrop J, English-Loeb G, Dicke M. 2001. Leaf pubescence and two-spotted spider mite webbing influence phytoseiid behavior and population density. *Oecologia*. 129: 551–560.
- Roda A, Nyrop J, English-Loeb G. 2003. Leaf pubescence mediates abundance of non-prey food and the density of the predatory mite *Typhlodromus pyri*. *Experimental and Applied Acarology*. 29: 193–211.
- Romero GQ, Benson WW. 2004. Leaf domatia mediate mutualism between mites and a tropical tree. *Oecologia*. 140: 609–616.

- Romero GQ, Daud RD, Salomão AT, Martins LF, Fazio-Feres RJ & Benson WW. 2011. Mites and leaf domatia: no evidence of mutualism in *Coffea arabica* plants. *Biota Neotropica*. 1: 28–34.
- Silveira LCP, Bueno VHP, Pierre LSR, Mendes SM. 2003. Plantas cultivadas e invasoras como habitat para predadores do gênero *Orius* (Wolff) (Heteroptera: Anthocoridae). *Bragantia*. 62: 261–265.
- Schmidt RA. 2014. Leaf structures affect predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and biological control: a review. *Experimental and Applied Acarology*. 62: 1–17.
- Schultz TR, McGlynn TP. 2000. The interactions of ants with other organisms, pp. 35-44. Em: *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (Agosti D, Majer JD, Alonso LE & Schultz TR (Eds.)). Washington: Smithsonian Institution Press.
- Smith D, Papacek DF. 1991. Studies of the predatory mite *Amblyseius victoriensis* (Acarina: Phytoseiidae) in citrus orchards in south-east Queensland: control of *Tegolophus australis* and *Phyllocoptruta oleivora* (Acarina: Eriophyidae), effect of pesticides, alternative host plants and augmentative release *Experimental and Applied Acarology*. 12: 195–217.
- Souza JC. 2010. Influência de domácias e nutrientes na estrutura da comunidade de ácaros. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, Brasil.
- Torezan-Silingardi HM. 2012. Flores e animais: uma introdução à história natural da polinização. In: Del-Claro K, Torezan-Silingardi HM (Eds). *Ecologia das interações Plantas-Animais: uma abordagem ecológico-evolutivo*. Rio de Janeiro: Technical Books Editora.
- Walter DE, Denmark HA. 1991. Use of leaf domatia on wild grape (*Vitus munsoniana* Simpson) by arthropods in central Florida. *Florida Entomologist*. 74: 440–446
- Venzon M, Rosado MC, Euzébio DE, Pallini A. 2005. Controle Biológico Conservativo. In: Venzon M, Paula-Junior TJ & Pallini A (Eds.) *Controle alternativo de doenças e pragas*. Viçosa: Epamig.
- Villanueva RT, Childers CC. 2007. Development of *Iphiseiodes quadripilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) on pollen or mite diets and predation on *Aculops pelekassi* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) in the laboratory. *Environmental Entomology*. 36: 9–14.
- Zanella J, Ferla NJ. 2013. Influência das estruturas na abundância de fitoseídeos em plantas de ambiente natural do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Destques Acadêmicos*. 5: 19–26.

Potencial para a utilização de fungos acaropatogênicos no controle de ácaros-praga da erva-mate

Luis Francisco Angeli Alves¹

Resumo: O complexo de espécies de ácaros associados à erva-mate apresenta relevância do ponto de vista econômico, podendo alcançar, em determinadas situações, o *status* de pragas. Contra eles não há produtos fitossanitários registrados. Por outro lado, os ácaros são suscetíveis aos principais fungos utilizados no controle biológico de pragas, que são: *Beauveria bassiana* e *Hirsutella thompsonii*. Sua bioecologia na planta de erva-mate, associada às condições ecológicas (microclima) encontradas nos ervais, é favorável à ação desses inimigos naturais. Estudos já realizados com o ácaro-vermelho (*Oligonychus* spp.) e também com o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*) mostraram o potencial acaropatogênico destes fungos. Contudo, há ainda muito a ser feito, seja na seleção de isolados para outras espécies de ácaros com potencial de praga, seja na avaliação da eficiência desses isolados em condições de campo.

Palavras-chave: controle biológico, controle microbiano, fungos, Eriophyidae, Tetranychidae.

Abstract: The mite species complex associated to yerba mate is economically relevant and some of these can reach pest status in some situations. No pesticide is registered for pest control on this crop. On the other hand, mites are susceptible to the main fungi used in biological control of pests. Its bioecology in the yerba mate plant and the ecological conditions (microclimate) found in the herbs are favorable to these natural enemies' action. Studies about red mites (*Oligonychus* spp.) and broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) have shown the pathogenic potential of *Beauveria bassiana* and *Hirsutella thompsonii*. However, there is still much to be done regarding the selection of isolates for other mite species with pest potential, and the evaluation of efficiency of these isolates under field conditions.

Keywords: biological control, microbial control, fungi, Eriophyidae; Tetranychidae.

Resumen: El complejo de especies de ácaros asociados a la yerba mate presenta relevancia desde el punto de vista económico, por lo que puede alcanzar, en algunas situaciones, el *status* de plagas. No hay registro de productos fitosanitarios contra ellos. Por otro lado, los ácaros son susceptibles a los principales hongos utilizados en el control biológico de plagas. Su bioecología en la planta de yerba mate, asociada a las condiciones ecológicas

1 Laboratório de Biotecnologia Agrícola, Unioeste, Cascavel, PR, Brasil (luis.alves@unioeste.br)

(microclima) encontradas en los herbarios, es favorable para acción de estos enemigos naturales. Estudios ya realizados con el ácaro rojo (*Oligonychus* spp.) y también con el ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) demuestran el potencial acaropatógeno de los hongos *Beauveria bassiana* y *Hirsutella thompsonii*. Sin embargo, aún hay mucho por hacer, ya sea en la selección aislada para otras especies de ácaros con potencial de plaga, o en la evaluación de la eficiencia de esos aislados en condiciones de campo.

Palabras clave: control biológico, control microbiano, hongos, Eriophyidae, Tetranychidae.

Alguns ácaros da cultura da erva-mate são reconhecidamente pragas de relevância, sendo encontrados em todas as regiões produtoras desta cultura. No Brasil, não há registro de produtos sintéticos para seu controle. Contudo, estudos apontam para a real possibilidade de seu manejo populacional por meio de táticas não químicas, seja por derivados de plantas com ação acaricida, seja por meio de agentes de controle biológico.

Os microrganismos estão entre os principais inimigos naturais de ácaros fitófagos. Dentre eles destacam-se os fungos, que são responsáveis por mais de 80% das doenças que acometem artrópodes pragas. São organismos cosmopolitas com elevada variabilidade genética e com grande potencial de utilização no controle biológico aplicado de pragas. Os fungos patogênicos aos ácaros (conhecidos como fungos acaropatógenos) pertencem principalmente aos gêneros *Hirsutella*, *Neozygites*, *Beauveria* e *Metarhizium*. Os dois últimos são amplamente estudados, justamente pela facilidade da sua produção em grande escala (Alves 1998; Chandler 2000; Meyling & Eilenberg 2007).

A cultura da erva-mate caracteriza-se por ser perene e formada por plantas de porte arbóreo/arbustivo. Aproximadamente a cada 18 meses a planta é podada para a colheita de ramos e folhas. Recomenda-se que a cobertura vegetal na área de plantio seja mantida, criando assim, no conjunto, um microclima favorável aos inimigos naturais. Isso porque, além da umidade, proteção contra radiação ultravioleta, tem-se a somatória de espécies vegetais que podem proporcionar condições para a manutenção da biodiversidade associada, incluindo-se os inimigos naturais, que contribuem para o controle biológico natural e a supressão de ácaros fitófagos que podem alcançar o *status* de praga (Altieri et al. 2003; Borges et al. 2003, 2011; Meyling & Eilenberg 2007). Nesse sentido, *Parastethorus histrio* (Chazeau) (Coleoptera, Coccinellidae), conhecido predador de ácaros da família Tetranychidae em diversas culturas, foi registrado em plantio de erva-mate no Brasil (Gonzalez 1969; Matta & López 1985). Estudos conduzidos mostraram sua ação sobre todas as fases de desenvolvimento do ácaro *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Alves & Oliveira 2009). Da mesma forma, há ainda relatos da ocorrência de diferentes espécies de ácaros predadores na cultura da erva-mate (Ferla et al. 2005; Gouvea et al. 2006, 2007).

Em relação à presença de entomopatógenos associados aos artrópodes na cultura da erva-mate, destacam-se o vírus de *Perigonia lusca* (Sosa Gomez et al. 1994; Alves et al. 2001) e fungos contra as lagartas *Thelosia camina* e *Hylesia*

sp. (Dalla Santa et al. 2009) sobre adultos de psilídeos *Gyropsylla spegazziniana* Lizzer & Trelles (Sósa-Gomez et al. 1994; Alves et al. 2009) e em adultos da broca *Hedypathes betulinus* Klug (Coleoptera: Cerambycidae) (Leite et al. 2000).

Há ainda o registro da presença de fungos entomopatogênicos no solo de lavouras de erva-mate tanto no Brasil como na Argentina (Borges et al. 2011; Schapovaloff et al. 2015).

Os estudos com fungos entomopatogênicos na erva-mate são principalmente focados no controle da broca e da ampola, com estudos básicos de laboratório, como seleção de isolados (Fanti & Alves 2013; Alves et al. 2013; Formentini et al. 2015; Leite et al. 2011), ou em condições de campo, com a avaliação da eficiência na redução populacional (Leite et al. 2003; Gomm et al. 2010). Em relação aos ácaros, há informações sobre trabalhos contra o ácaro *O. yothersi* (Oliveira et al. 2001, 2002, 2004).

Fungos associados aos ácaros

Ainda que existam fungos com especificidade para ácaros, como algumas espécies de *Hirsutella* (Hypocreales) e *Neozygites* (Entomophthorales), há outras espécies que se apresentam patogênicas tanto para insetos como para ácaros, como fungos dos gêneros *Beauveria*, *Metarhizium* e *Isaria* (Hypocreales) (Chandler et al. 2000). Chandler et al. (2000) relataram 58 espécies de fungos associados a ácaros fitófagos, havendo inclusive produtos comerciais à base de fungos na Europa, EUA, e também no Brasil, que são comprovadamente ativos contra os ácaros.

Fungos são agentes de controle que apresentam como vantagem o fato de atuarem a partir do contato dos propágulos (conídios ou esporos) com a superfície do ácaro, germinando em seguida, para então penetrar e se multiplicar no hospedeiro. Durante esse processo, enzimas e toxinas são produzidas, as quais juntamente com o desenvolvimento do fungo, levam o ácaro à morte em poucos dias (Tamai et al. 2002). Além disso, se as condições do ambiente forem favoráveis, principalmente em relação à umidade relativa, o fungo pode ainda se exteriorizar e produzir conídios e/ou esporos na superfície do cadáver, permitindo a disseminação do patógeno no campo.

Vários relatos mostram a incidência de fungos sobre ácaros, que se mostram adequados como seus hospedeiros, já que apresentam pequeno tamanho, exoesqueleto delgado, e vivem frequentemente agregados, favorecendo a transmissão destes (Ferro & Southwick 1984; Evans 1992). Além disso, alguns vivem em ambientes úmidos e/ou em locais escuros, favoráveis ao desenvolvimento de fungos.

Didaticamente, Chandler et al. (2000) dividiram fungos “acaropatogênicos” em três grupos funcionais: a) acaropatogênico específico; b) fungo não especialista; c) fungo raramente citado como acaropatogênico.

Dentre os acaropatogênicos específicos, *Hirsutella thompsonii* é comumente associado a eriofiídeos e tetraniquídeos. Em condições favoráveis, pode matar o hospedeiro rapidamente. É tido como inimigo natural de muitas espécies de ácaros e, nos anos 80, chegou a ser produzido e formulado para uso comercial nos EUA (Chandler et al. 2000).

Há nesse grupo os Entomophthorales, importantes controladores naturais de ácaros eriofiídeos e tetraniquídeos, com destaque para *Neozygites* spp. Esse gênero tem grande relevância contra ácaros fitófagos, notadamente *Neozygites floridana* e *Neozygites tanajoae*. Esse fungo tem ampla ocorrência natural sobre populações de tetraniquídeos, diversos relatos de epizootias naturais em diversos cultivos no mundo. Especificamente para *N. tanajoae*, é tido como um exemplo de controle clássico de ácaros. Esse fungo é originário da Região Neotropical, onde controla naturalmente o ácaro-verde-da-mandioca, *Mononychellus tanajoa* (Bondar). No final dos anos 80, isolados desse fungo do Brasil foram introduzidos em áreas de cultivo de mandioca na África, onde se estabeleceram e controlaram o ácaro (Delibera 2009). Apesar disso, esse grupo de fungos apresenta limitações para utilização como um acaricida, seja por exigir em campo umidade relativa elevada e de ser de difícil produção em grande escala (Rossi & Alves 2006; Maniania et al. 2008; Jaronski 2012).

No grupo dos fungos não especialistas, os mitosporios incluem *Beauveria bassiana*, *Isaria* spp., *Metarhizium anisopliae* e *Lecanicillium lecanii*, não encontrados comumente causando epizootias em populações de ácaros, mas comprovadamente eficientes no controle de tetraniquídeos em diferentes cultivos (Chandler et al. 2000; van der Geest et al. 2000; Wekesa et al. 2015). Prova disso é a existência, no Brasil, até o início de 2018, de seis produtos registrados à base de *B. bassiana* para o controle do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Koch) (ABCBio 2018). Esse destaque se deve a algumas características biológicas do fungo, como a produção de metabólitos relacionados à virulência, além de mais genes relacionados à produção de toxinas e enzimas que outras espécies de fungos (Xiao et al. 2012). Além disso, *B. bassiana* pode ser facilmente produzido e formulado em larga escala para aplicação com equipamentos convencionais como biocontroladores de ácaros praga, por meio de pulverizações em estratégia inundativa (Rossi & Alves 2006).

Fungos e ácaros da erva-mate

Os fungos apresentam grande variabilidade genética. Por isso, no desenvolvimento de um produto comercial, bioensaios comparativos da atividade acaricida devem ser desenvolvidos como etapa inicial (Soper & Ward 1981). Além disso, os fungos exigem condições adequadas para que possam agir, principalmente umidade relativa do ar elevada e baixa exposição à radiação UV (Soper & Ward 1981). Plantas de erva-mate apresentam porte arbustivo/arbóreo, ocorrendo espontaneamente em áreas sombreadas da vegetação natural, como sub-bosques, ou sendo cultivada em processos de reflorestamento, às vezes

em pleno sol. a recomendação do uso de cobertura vegetal nas entrelinhas, especialmente em cultivos a pleno sol, contribui para a manutenção da umidade no ambiente (Medrado 2002), formando-se microclimas mais favoráveis à manutenção dos fungos.

A erva-mate é uma cultura perene, cuja colheita se dá por meio de podas realizadas a cada 18 meses (cultivo em pleno sol) ou a cada 2–3 anos (em cultivos sombreados). Dessa forma, criam-se condições favoráveis à ação do fungo, tanto no controle biológico natural como no aplicado.

Dentre os ácaros citados com *status* de praga na cultura da erva-mate, o ácaro-vermelho *O. yothersi* é o mais estudado do ponto de vista da associação com fungos acaropatogênicos. Ainda assim, Sosa-Gómez & Nasca (1983) registraram pela primeira vez a ocorrência de *Hirsutella thompsonii* associado a ácaros em plantios de erva-mate na Argentina. Nesse sentido, Oliveira et al. (2002) demonstraram a elevada suscetibilidade do ácaro-vermelho a isolados de *B. bassiana* em suspensão aquosa (1×10^8 conídios/ml), alcançando-se mortalidade total entre 80 e 97% e confirmação de até 75%. Posteriormente, Oliveira et al. (2004) testaram 82 isolados de *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *Isaria fumosorosea*, na mesma concentração anterior. Dada a suscetibilidade do ácaro aos fungos, todos os isolados foram patogênicos, sendo isolados de *B. bassiana* os de maior atividade, confirmando estudos anteriores que mostram o potencial de isolados de *B. bassiana* contra ácaros tetraniquídeos.

Recentemente, Alves et al. (dados não publicados) testaram 15 isolados de *B. bassiana*, três das quais se destacaram pela alta atividade, causando mortalidade de 81, 82 e 97% e confirmada de 88, 84 e 77%, respectivamente para os isolados Unioeste 1, Unioeste 2 e Unioeste 5.

Além de *O. yothersi*, o ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) é citado como praga da erva-mate, principalmente em viveiros de muda, porém não de ampla ocorrência. Alves et al. (2010) avaliaram o isolado CG 541 de *H. thompsonii* para o controle de *P. latus* em mudas de erva-mate em casa de vegetação. Constataram a ação do fungo em níveis comparáveis ao acaricida cyhexatin. Um estudo mais recente com *P. latus* buscando selecionar um isolado de *B. bassiana* mostrou o potencial do isolado Unioeste 53, que, em suspensão aquosa (1×10^8 conídios/ml) em condições de campo, sobre plantas de feijoeiro infestadas com o ácaro, proporcionou 69% de eficiência no controle (Martins et al. 2015).

Em relação aos ácaros da família Eriophyidae que infestam erva-mate, não há registro de estudos conduzidos visando ao seu controle com fungos. Contudo, baseando-se em estudos realizados principalmente com o ácaro-da-falsa-ferrugem, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae), importante praga de citros, pode-se inferir a possibilidade de se alcançar êxito na erva-mate. Estudos conduzidos ao longo dos anos 70, conforme citado por Aghajanzadeh et al. (2006), mostraram o potencial do fungo *H. thompsonii* contra esse ácaro, com variações na virulência entre isolados, justificando a necessidade de bioensaios

de comparação. Ressalta-se ainda um estudo inédito desenvolvido por Alves et al. (2005), que comprovaram a patogenicidade de isolados de *B. bassiana* para *P. oleivora*, abrindo grande possibilidade de atividade contra os eriofídeos que atacam a erva-mate.

Considerações finais e perspectivas

Apesar de relevantes, os ácaros não têm sido alvo frequente de estudos visando ao seu controle na erva-mate, principalmente o controle biológico por meio de fungos. Por outro lado, ecologicamente a cultura da erva-mate apresenta condições favoráveis à ação desses inimigos naturais e, em associação à suscetibilidade dos ácaros aos fungos, pode-se afirmar que há grande potencial na sua utilização no controle desses artrópodes.

Faltam, contudo, estudos em laboratório visando à seleção de isolados fúngicos contra outras espécies de ácaros, a exemplo do que já se tem com *O. yothersi*. Além disso, é necessário que tais agentes sejam também avaliados em condições de campo, buscando-se comprovar o seu potencial como controladores biológicos de ácaros, seja nos cultivos mantidos em ambiente natural (sub-bosque), seja em monocultivo em pleno sol. Tais avanços, necessários para se manter a cultura da erva-mate livre de defensivos químicos, exigem o comprometimento da cadeia produtiva, que, consciente da importância de tal método de controle, deveria investir, de forma contínua e maciça, recursos financeiros, tanto em pesquisa básica como em aplicada. Isso porque a erva-mate é um produto de relevância econômica que extrapola o regionalismo, pois, ainda que mais cultivada na região Sul do Brasil, seu consumo vai além, alcançando os grandes centros urbanos da região Sudeste e também a região Centro-oeste.

Além disso, essa estratégia, se bem implementada nos cultivos de erva-mate, contribui para agregar valor, como produto certificado, isento de resíduos químicos e, assim, alcançar mercados mais exigentes, além de ser uma tática de controle perfeitamente adequada aos princípios da agricultura orgânica e agroecológica.

Referências

ABCBio. 2018. Biodefensivos Registrados. (acessado 08 fev 2018). <http://www.abcbio.org.br/biodefensivos-registrados/>.

Aghajanzadeh S, Mallik B, Chandrashekar SC. 2006. Bioefficacy of six isolates of *Hirsutella thompsonii* fisher against citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acari: Eriophyidae) and two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pakistan J Biol Sci.* 9: 871–875.

Altieri MA, Silva EM, Nicholls CI. 2003. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto: Holos.

- Alves LFA, Oliveira DGP. 2009. *Parastethorus histrio* (Chazeau) (Coleoptera: Coccinellidae) predator of the red mite *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), on Paraguay tea (*Ilex paraguariensis* A.St.Hil.) in Brazil. Rev Bras Bioc. 7: 229–230.
- Alves LFA, Brancalhão RC, Santana, DLQ. 2001. Ocorrência de Baculovirus em Lagartas de *Perigonia lusca* (Fabr.) (Lep., Sphingidae) no Brasil. An. Soc Entomol Brasil. 30: 493–494.
- Alves LFA, Formentini MA, Fanti ALP, Schapovaloff ME, Barzotto ILM. 2013. Susceptibility of *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles) (Hemiptera: Psyllidae) to *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.. Arq Inst Biol. 80: 363–366.
- Alves LFA, Leite LG, Oliveira DG. 2009. First record of *Zoophthora radicans* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) on adults of the Paraguay tea psyllid, *Gyropsylla spegazziniana* Lizer & Trelles (Hemiptera: Psyllidae), in Brazil. Neotrop Entomol. 38:697–698.
- Alves LFA, Queiroz DL, Andrade DP. 2010. Damage characterization and control tactics to broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* Banks), in Paraguay-tea plants (St. Hill.) *Ilex paraguariensis*. Rev Bras Bioc. 8: 208–212.
- Alves SB. Fungos entomopatogênicos. In: Alves, SB, editor. Controle microbiano de insetos. Piracicaba: Fealq; 289–381.
- Alves SB, Tamai MA, Rossi LS, Castiglioni E. 2005. *Beauveria bassiana* pathogenicity to the citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora*. Exp Appl Acarol. 37:117–122.
- Borges LR, Lazzari SMN, Lázari FA. 2003. Comparação dos sistemas de cultivo nativo e adensado de erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil., quanto à ocorrência e flutuação populacional de insetos. Rev Bras Entomol. 47: 563–568.
- Borges LR, Lazzari SMN, Pimentel IC, Vila Nova MX. 2011. Diversidade de fungos filamentosos em solo de monocultivo de erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. Rev Acad Ciênc Agrár Ambient. 9: 185–194.
- Chandler D, Davidson G, Pell JK, Ball BV, Shaw K, Sunderland D. 2000. Fungal Biocontrol of Acari. Biocontrol Sci Technol. 10:357–384.
- Dalla Santa HS, Sousa NJ, Pittner E, Dalla Santa OR, Soccol CR. 2009. Controle biológico em pragas de *Ilex paraguariensis* (A. St. Hil.) com fungo *Beauveria* sp.. Floresta. 39: 67–76.
- Delalibera Jr. I. 2009. Biological control of the cassava green mite in Africa with Brazilian isolates of the fungal pathogen *Neozygites tanajoae*. Prog Biol Control. 6: 259–269.
- Evans GO. 1992. Principles of acarology. Wallingford, UK, CAB International.
- Fanti ALP, Alves LFA. 2013. Isolados de fungos entomopatogênicos visando ao controle da broca da erva-mate (*Hedypathes betulinus*) Klug (Coleoptera; Cerambycidae) Semina: Cienc Agrar. 34:1467–1478.

- Ferla NJ, Marchetti MM, Siebert JC. 2005. Acarofauna (Acari) de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquifoliaceae) no estado do Rio Grande do Sul. *Biociências*. 13: 133–142.
- Ferro DN, Southwick EE 1984. Microclimates of small arthropods: estimating humidity within the leaf boundary layer. *Environm Entomol*. 13: 926–929.
- Formentini MA, Alves, LFA, Schapovaloff, ME, Mamprim AP, Bonini AK, Pinto, FGS. 2015. Caracterização e atividade de isolados de fungos entomopatogênicos sobre a “ampola da erva-mate” *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles) (Hemiptera: Psyllidae). *Semina: Cienc Agrar*. 36: 3553–3566.
- Gomm PC, Furiatti RS, Baranek E, Tlumaske L, Wagner FO. 2010. Eficácia de diferentes dosagens do formulado fúngico à base de *Beauveria bassiana* (Vuill, 1912) no controle de adultos de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae). *Rev Acad Ciênc Agrár Ambient*. 8: 55–60.
- González R. 1969. Biological control of Citrus pest in chile. *Proc. First Internac. Citrus Symp.*, 2:839-847.
- Gouvea A, Alves, LFA, Martine Jr. PC, Rampazo S, Ramos CEP. 2006. Interações entre ácaros predadores e fitófagos em plantas de erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hil (Aquifoliacea). *Rev Bras Agroecol*. 1: 533–536.
- Gouvea A, Zanella CF, Mazaro SM, Donazzolo J, Alves LFA. 2007. Associação e densidade populacional de ácaros predadores em plantas de erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae) na presença ou na ausência de ácaros fitófagos. *Cienc Rural*. 37: 1–6.
- Jaronski S. 2014. Mass Production of Entomopathogenic Fungi: State of the Art. In: Morales- Ramos JA, Rojas, GM, Shapiro-Ilan DI, editors. *Mass Production of beneficial organisms: invertebrates and entomopathogens*. The Netherlands: Elsevier; 357–413.
- Leite MSP, Penteadó SRC, Oliveira S. 2003. Eficiência do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no controle de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae), em campo. III Congresso Sul-Americano da Erva-Mate. Chapecó, Epagri, p. 5–9.
- Leite MSP, Soares CMS, Iede ET, Penteadó SRC, Castellano C. 2000. Seleção de linhagens de fungos entomopatogênicos para o controle de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae) em laboratório e eficiência da linhagem selecionada em campo. II Congresso Sul-Americano da Erva-Mate e III Reunião Técnica da Erva-mate. Encantado, Ed. dos Organizadores, p. 314–317.
- Leite MS, Iede ET, Penteadó SRC, Zaleski SRM, Camargo JMM, Ribeiro RD. 2011. Seleção de isolados de fungos entomopatogênico para o controle de *Hedypathes betulinus* e avaliação da persistência. *Floresta*. 41: 619–628.
- Maniania NK, Bugeme DM, Wekesa VW, Delalibera I Jr, Knapp M. 2008. Role of entomopathogenic fungi in the control of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), pests of horticultural crops. *Exp Appl Acarol*. 46: 259–274.

- Martins CC, Alves LFA, Mamprim AP, Souza LPA. 2016. Selection and characterization of *Beauveria* spp. isolates to control the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae). *Braz J Biol.* 76: 629–637.
- Matta A, López E. 1985. Control biológico de *Oligonychus yothersi*, arañita roja del palto mediante el uso de predadores. resumen presentado al 36 Congreso Agronómico Anual, 1985, de la Sociedad Agronómica de Chile. *Simiente*, 55: 200.
- Medrado M. 2002. Uso de coberturas verdes de solo nas entrelinhas de erva-mate. Colombo, PR: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Comunicado Técnico, 84).
- Meyling NV, Eilenberg J. 2007. Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control. *Biol Control.* 43: 145–155.
- Oliveira RC, Alves LFA, Neves PMOJ. 2001. Técnica para desenvolvimento de bioensaios com *Oligonychus yothersi* (Acari: Tetranychidae) em laboratório. *Arq Inst Biol.* 68: 125–126.
- Oliveira RC, Alves LFA, Neves PMOJ. 2002. Suscetibilidade de *Oligonychus yothersi* (Acari: Tetranychidae) ao fungo *Beauveria bassiana*. *Sci Agric.* 59: 187–189.
- Oliveira RC, Neves PMOJ, Alves LFA. 2004. Seleção de fungos entomopatogênicos para controle de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). *Neotrop Entomol.* 33: 347–351.
- Rossi-Zalaf LS, Alves SB. 2006. Susceptibility of *Brevipalpus phoenicis* to entomopathogenic fungi. *Exp Appl Acarol.* 40:37–47.
- Schapovaloff ME, Alves LFA, Fanti AL, Alzogaray RA, Lastra CCL. 2015. Susceptibility of adults of the cerambycid beetle *Hedypathes betulinus* to the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Purpureocillium lilacinum*. *J Insect Sci.* 14: 1–12.
- Schapovaloff ME, Alves LFA, Urrutia MI, Lastra CCL. 2015. Natural occurrence of entomopathogenic fungi in soils cultivated with Paraguay tea (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) in Misiones, Argentina. *Rev Argent Microbiol.* 47:138–142.
- Soper RS, Ward, MG. 1981. Production, formulation and application of fungi for insect control. In: Papavizas GC (ed) *Biological control in crop production*. BARC Symposium No. 5, Totowa (NJ): Allanheld, Osmun and Company; 161–180.
- Sosa-Gómez DR, Kitajima EW, Rolon ME. 1994. First records of entomopathogenic diseases in the Paraguay tea agroecosystem in Argentina. *Fl Entomol.* 77: 378–382.
- Sosa-Gómez, DR, Nasca, AJ. 1983. Primera cita del hongo patógeno de ácaros, *Hirsutella thompsonii* (Fisher, 1950) para la República Argentina, CIRPON. *Rev Investig.* 1:137–141.

Tamai MA, Alves SB, Almeida JEM, Faion M. 2002. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Arq Inst Biol. 69: 77–84.

Van der Geest LPS, Elliot SL, Breeuwer JAJ, Beerling, EAM. 2000. Diseases of mites. Exp Appl Acarol. 24: 497–560.

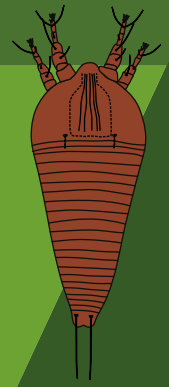
Wekesa VW, Hountondji FC, Dara SK. 2015. Mite pathogens and their use in biological control. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE, editors. Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms. Dordrecht: Springer International Publishing; 309–328.

Xiao G, Ying SH, Zehn P, Wang ZL, Zhang S, Xie XQ, Shang Y, St Leger RJ, Zhao GP, Wang C, Feng MG. 2012. Genomic perspectives on the evolution of fungal entomopathogenicity in *Beauveria bassiana*. Sci Rep. 2: 1–10.

ISBN 978-85-201-0017-2



9 788520 100172



Ácaros na erva-mate

Noeli Juarez Ferla, Guilherme Liberato da Silva e Liana Johann

Esta obra aborda informações sobre ácaros associados à cultura da erva-mate, bem como informações acerca de características botânicas da planta, influência histórica e econômica da cultura, mercado consumidor e substâncias químicas oferecidas a seus consumidores. Escrita por especialistas reconhecidos nas diferentes áreas abordadas, permite ter acesso a informações acuradas e atualizadas sobre ácaros na cultura. Estas informações vão desde a identificação, principais grupos acarinos associados à cultura, dinâmica populacional e controle biológico de ácaros e danos causados pelos mesmos às plantas. Também subsidia o uso de estratégias limpas no controle de pragas na erva-mate, destacando-se os agentes microbianos e ácaros predadores.

Ilustrada com imagens de alta qualidade, a obra interessa a produtores, biólogos, profissionais ligados à cadeia ervateira e aficionados estudiosos desta planta que é típica da região Sul da América. Aos amantes e consumidores do chimarrão, os autores oferecem uma obra que pode ser lida durante uma mateada tranquila.

Apoio/Patrocínio do Projeto:

FAPERGS, CNPq, CAPES, Univates, Ervateira Putinguese



Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul



CAPES



Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



UNIVATES

