

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

MONITORAMENTO DE AFÍDEOS EM POMARES DE MARACUJAZEIRO-
AZEDO E INTERFERÊNCIA DO ÓLEO VEGETAL NA TRANSMISSÃO DO
Cowpea aphid-borne mosaic virus

Daniel Remor Moritz
Engenheiro Agrônomo/UFSC

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Área de Concentração Sanidade Vegetal

Porto Alegre (RS), BRASIL
Agosto de 2020

CIP - Catalogação na Publicação

Remor Moritz, Daniel
MONITORAMENTO DE AFÍDEOS EM POMARES DE
MARACUJAZEIROAZEDO E INTERFERÊNCIA DO ÓLEO VEGETAL NA
TRANSMISSÃO DO Cowpea aphid-borne mosaic virus /
Daniel Remor Moritz. -- 2020.
97 f.
Orientador: Edson Bertolini.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2020.

1. Endurecimento dos Frutos do Maracujazeiro (EFM).
2. Levantamento e identificação das espécies de
afídeos que ocorrem em pomares de maracujá. 3. Efeito
do uso de óleo vegetal na eficiência de aquisição e
transmissão do CABMV por *Aphis gossypii* em
maracujazeiro. I. Bertolini, Edson, orient. II.
Título.

DANIEL REMOR MORITZ
Engenheiro Agrônomo - UFSC

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 25.08.2020
Pela Banca Examinadora
(Via videoconferência)

Homologado em: 23.07.2021
Por

EDSON BERTOLINI
Orientador - PPG Fitotecnia
UFRGS

CARLA ANDRÉA DELATORRE
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
PPG Fitotecnia/ UFRGS

HENRIQUE BELMONTE PETRY
EPAGRI/ SC

LUIZ AUGUSTO MARTINS PERUCH
EPAGRI/ SC

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos pais, Alberto e Cristina, pela formação humana e acadêmica.

A esposa Michele e filha Laura, pelo carinho, incentivo e paciência ao longo deste mestrado.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e seus professores, pelos ensinamentos.

Ao professor Edson Bertolini, pela orientação e amizade.

A todos os companheiros de Pós-graduação, em especial aos colegas Neemias da Silva e Carlos Alberto de Oliveira, pela parceria e apoio nos trabalhos.

Aos amigos da Epagri, Henrique Petry, Darlan Marchesi e Luiz Augusto Peruch, pelo incentivo para a realização deste mestrado.

Aos colegas de Cidasc Agnaldo Trevisol dos Santos, Clóvis Paes e Valdirene Emerim por todo o suporte nos trabalhos de campo.

As extensionistas Elaine Rosoni, da Epagri e Elisa Braga Saraiva, da Emater, pela amizade e colaboração.

Aos produtores Daniel e Silvania, proprietários dos pomares de maracujá onde os monitoramentos foram realizados.

Aos parceiros do Instituto Biológico, Alexandre Chaves, Leilane Rodrigues e Addolorata Colariccio pelo treinamento e auxílio na identificação de espécies de afídeos.

A jovem aprendiz Kevellem Colombo, pelo grande auxílio da identificação dos pulgões.

Aos bolsistas do Laboratório de Virologia, Bruna e Francis, pelo suporte nas atividades de laboratório.

Ao Laboratório Agronômica, por permitir a realização das análises laboratoriais.

MONITORAMENTO DE AFÍDEOS EM POMARES DE MARACUJAZEIRO-AZEDO E INTERFERÊNCIA DO ÓLEO VEGETAL NA TRANSMISSÃO DO *Cowpea aphid-borne mosaic virus*¹

Autor: Daniel Remor Moritz
Orientador: Prof. Edson Bertolini

RESUMO

O Brasil se destaca por ser o maior produtor mundial de maracujá, com crescimento recente da cultura no Nordeste do Rio Grande do Sul e Sul de Santa Catarina. O Endurecimento dos Frutos do Maracujazeiro (EFM), causado pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), é considerada mundialmente a principal doença de etiologia viral e sua identificação em 2016 nestas regiões causou enormes prejuízos aos produtores desta fruta. A principal via de transmissão do CABMV é a inoculação por afídeos vetores através de picadas de prova. Este estudo teve como objetivo identificar as principais espécies de afídeos que ocorrem em pomares de maracujazeiro nos municípios de Santa Rosa do Sul/SC e Torres/RS, através do monitoramento com armadilhas de água do tipo *Moericke* (amarela) e do tipo *Irwin* (verde), identificando quais são possíveis transmissoras do CABMV, além de estimar a flutuação na sua abundância, relacionando com dados climáticos da região. Neste trabalho foi verificado também o efeito do uso de óleo vegetal na eficiência de aquisição e transmissão do CABMV por *Aphis gossypii* em maracujazeiro. O gênero *Aphis* e a espécie *A. gossypii* foram os afídeos predominantes nos pomares de maracujazeiro monitorados. A ocorrência de temperaturas médias mensais abaixo de 20°C foram favoráveis a maior dispersão de pulgões alados na região monitorada, e seus picos populacionais ocorreram no final de inverno e início da primavera (agosto a outubro). Foi constatada pela primeira vez a presença do CABMV na espécie *Pentalonia nigronervosa*. Doses de até 1,0%, de óleo vegetal e mineral não causaram sintomas de fitotoxidez em mudas de maracujá em casa de vegetação. A espécie *A. gossypii* teve eficiência de 80% na transmissão do CABMV em maracujazeiro em ensaio experimental. A utilização do óleo vegetal causou redução na aquisição e na transmissão do CABMV por *A. gossypii* em mudas de maracujazeiro em casa de vegetação. A utilização de óleos pode se tornar mais uma ferramenta no controle da transmissão do CABMV. Conhecer a flutuação populacional dos afídeos na região poderá auxiliar na adoção de medidas de prevenção e controle do EFM de forma mais precisa.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (97f.) Agosto, 2020.

**MONITORING OF APHIDS IN ORCHES OF PASSION FRUIT AND
INTERFERENCE OF VEGETABLE OIL IN THE TRANSMISSION OF THE
*Cowpea aphid-borne mosaic virus*¹**

Author: Daniel Remor Moritz

Adviser: Prof. Edson Bertolini

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of passion fruit, with recent growth of the crop in the northeast of Rio Grande do Sul and south of Santa Catarina state. The Passionfruit Woodiness Disease (PWD) caused by the *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), is considered worldwide the main disease of viral etiology, and its detection in 2016 in these regions has caused a lot of damage to the producers of this fruit. The most important method of transmission of CABMV is inoculation by aphid vectors through trial stings. This study objective to identify the main aphid species occurring in passion fruit orchards in the municipalities of Santa Rosa Sul/SC and Torres/RS, by monitoring with traps water type *Moericke* (yellow) and the type *Irwin* (green). The species captured were identified vectors of CABMV, in addition to estimating the population fluctuation of these insects, relating with climatic data from the region. In this work, the effect of using vegetable oil on the efficiency of acquisition and transmission of CABMV by *Aphis gossypii* in passion fruit was also verified. The *Aphis* genus and the species *A. gossypii* were the predominant aphids in the monitored passion fruit orchards. The average monthly temperatures below 20° C favored a greater dispersion of winged aphids in the monitored region, and determination of peaks occurred in late winter and early spring (August to October). CABMV was detected for the first time in the species *Pentalonia nigronervosa*. Doses of up to 1,0% of vegetable and mineral oil didn't cause symptoms of phytotoxicity in passion fruit seedlings in a greenhouse. The species *A. gossypii* had an efficiency of 80% in the transmission of CABMV in passion fruit in the experiment. The use of vegetable oil caused a reduction in the acquisition and transmission of CABMV by *A. gossypii* in passion fruit seedlings in a greenhouse. The use of oils may be an alternative of controlling the transmission of CABMV. The knowledge of the population fluctuation of aphids in the region may assist in the adoption of PWD prevention and control measures more precisely.

¹ Master Dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (97p.) August, 2020.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 A cultura do maracujazeiro	3
2.2 Doenças do maracujazeiro	6
2.2.1 Viroses do maracujazeiro	9
2.2.1.1 O endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM)	10
2.2.1.1.1 Sintomatologia.....	11
2.2.1.1.2 Agentes causais.....	12
2.2.1.1.3 Epidemiologia	13
2.2.1.1.4 Diagnóstico e detecção	14
2.2.1.1.5 Manejo e controle	16
2.3 Afídeos vetores de vírus	18
2.3.1 Modos de transmissão de vírus por afídeos vetores.....	21
2.3.2 Monitoramento e identificação de afídeos vetores.....	24
2.4 Referências	25
3. CAPÍTULO 1. Levantamento e identificação das espécies de afídeos que ocorrem em pomares de maracujá localizados no sul catarinense e nordeste gaúcho.....	37
3.1 Introdução.....	38
3.2 Material e métodos.....	39
3.2.1 Localização dos pomares e características do cultivo.....	40
3.2.2 Influência climatológica na quantidade de afídeos capturados.....	41
3.2.3. Monitoramento da fauna potencial vetor do CABMV.....	41
3.2.4 Separação, armazenamento e identificação dos pulgões.....	42
3.2.5 Determinação de afídeos virulíferos para CABMV.....	43
3.3 Resultados.....	44

	Página
3.3.1 Monitoramento da artropodofauna potencial vetor do CABMV.....	44
3.3.2 Influência climatológica na quantidade de afídeos capturados.....	49
3.3.3 Identificação das espécies de afídeos.....	51
3.3.4 Determinação de afídeos virulíferos para CABMV.....	52
3.4 Discussão.....	53
3.5 Referências.....	60
4. CAPÍTULO 2. Efeito do uso de óleo vegetal na eficiência de aquisição e transmissão do CABMV por <i>Aphis gossypii</i> em maracujazeiro.....	65
4.1 Introdução.....	66
4.2 Material e métodos.....	68
4.2.1 Avaliação do efeito fitotóxico da aplicação de óleos sobre plantas de maracujazeiro.....	68
4.2.2 Efeito do óleo vegetal na aquisição do CABMV por <i>A. gossypii</i> em folhas de maracujazeiro.....	68
4.2.3 Efeito do óleo vegetal na transmissão do CABMV por <i>A. gossypii</i> em mudas de maracujazeiro.....	70
4.2.4 Análise estatística.....	71
4.3 Resultados.....	72
4.3.1 Avaliação do efeito fitotóxico da aplicação de óleos sobre plantas de maracujazeiro.....	72
4.3.2 Efeito do óleo vegetal na aquisição do CABMV por <i>A. gossypii</i> em folhas de maracujazeiro.....	73
4.3.3 Efeito do óleo vegetal na transmissão do CABMV por <i>A. gossypii</i> em mudas de maracujazeiro.	73
4.4 Discussão.....	75
4.5 Referências.....	80
5. CONCLUSÕES	85

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Área colhida, produção, rendimento médio e valor de produção do maracujazeiro, dividido por regiões brasileiras, no ano de 2018..... 4
2. Área colhida, produção, rendimento médio e valor de produção do maracujazeiro, dividido por estados brasileiros e ordenado conforme a produção, no ano de 2018..... 5
3. Espécies, gênero e referência dos vírus causadores de doenças na cultura do maracujazeiro no mundo..... 9
4. Principais características dos tipos de transmissão de vírus por insetos..... 23

CAPÍTULO 1

1. Número de indivíduos capturados das espécies de afídeos em coletas mensais nas armadilhas amarelas do tipo “Moericke” e sua frequência relativa, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Santa Rosa do Sul/SC..... 46
2. Número de indivíduos capturados das espécies de afídeos em coletas mensais nas armadilhas amarelas do tipo “Irwin” e sua frequência relativa, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Santa Rosa do Sul/SC..... 47
3. Número de indivíduos capturados das espécies de afídeos em coletas mensais nas armadilhas amarelas do tipo “Moericke” e sua frequência relativa, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Torres/RS..... 48

4. Número de indivíduos capturados das espécies de afídeos em coletas mensais nas armadilhas amarelas do tipo “Irwin” e sua frequência relativa, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Torres/RS..... 48

CAPÍTULO 2

1. Número de plantas de maracujazeiro com sintomas de fitotoxidade tratadas com diferentes doses de óleos mineral e vegetal, em casa de vegetação, durante os meses de novembro e dezembro de 2017..... 72
2. Número de afídeos da espécie *A. gossypii* que adquiriram o CABMV após se alimentarem de folhas de maracujazeiro contaminadas, tratadas com óleo vegetal (1,0%) e não tratadas (controle), verificados através do método de detecção “*squash real time RT-PCR*” 73
3. Número de plantas com e sem sintomas, tratadas com óleo vegetal e sem tratamento (controle), 30 dias após realização do ensaio de transmissão com a espécie *A. gossypii* em casa de vegetação..... 74
4. Plantas positivas e negativas para CABMV após serem analisadas por RT-PCR em tempo real, tratadas com óleo vegetal e sem tratamento (controle), 30 dias após realização do ensaio de transmissão com a espécie *A. gossypii* em casa de vegetação..... 75

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Ciclo de desenvolvimento do maracujazeiro e períodos favoráveis para antracnose, bacteriose e verrugose, em cultivo anual e clima subtropical (Peruch *et al.*, 2018)..... 7
2. Sintomas característicos do EFM em maracujazeiro. Folha de maracujazeiro com sintomas de mosaico (A), ramos e folhas de maracujazeiro com sintomas de mosaico, bolhas, rugosidade e distorção (B)..... 11
3. Sintomas característicos do EFM (A-2 e B-1) comparados com frutos sadios (A-1 e B-2). Sintomas visíveis nos frutos: endurecimento e deformação, irregularidade na espessura do pericarpo, redução na cavidade da polpa e número reduzido de sementes..... 11
4. Partículas de *Potyvirus* observadas com microscópio eletrônico (Damiri *et al.*, 2013)..... 13
5. Família *Aphididae*, espécie *Aphis gossypii*, com corpo piriforme, antenas segmentadas, dois apêndices tubulares laterais denominados sifúnculos e cauda fortemente desenvolvida (Favret & Muller, 2012)..... 18
6. Locais de aquisição e inoculação do vírus em insetos vetores. Os vírus não-circulativos são retidos no estilete (A) ou no esôfago (B). Os vírus circulativos rompem a barreira celular (C) (Whitfield *et al.*, 2015)..... 22
7. Características morfométricas para classificação de afídeos (Eastop, 1966 adaptado por Chaves, 2017)..... 25

CAPÍTULO 1

1. Localização do município de Santa Rosa do Sul no estado de Santa Catarina (A), pomar onde foi realizado o monitoramento com as armadilhas do tipo Moericke e do tipo Irwin no município (B).....	40
2. Localização do município de Torres no estado do Rio Grande do Sul (A), pomar onde foi realizado o monitoramento com as armadilhas do tipo Moericke e do tipo Irwin no município (B).....	40
3. Armadilhas do tipo Moericke (amarela) e tipo Irwin (verde) instaladas na borda do pomar de maracujazeiro localizado no município de Torres/RS.....	42
4. Quantidade de artrópodes capturados nas armadilhas do tipo Moericke (A) e do tipo Irwin (B), no município de Santa Rosa do Sul/SC.....	44
5. Flutuação na densidade de afídeos capturados nas armadilhas de Moericke, Irwin e total, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Santa Rosa do Sul/SC.....	45
6. Flutuação na densidade de afídeos capturados nas armadilhas de Moericke, Irwin e total, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Torres/RS.....	45
7. Influência da temperatura média e precipitação mensal na flutuação do total de afídeos capturados nas armadilhas, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Santa Rosa do Sul/SC.....	50
8. Influência da temperatura média e precipitação mensal na flutuação do total de afídeos capturados nas armadilhas, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Torres/RS.....	51
9. Espécies de pulgões conhecidamente transmissores do CABMV coletadas durante o período de monitoramento. <i>Aphis gossypii</i> (A), <i>Brevicoryne brassicae</i> (B), <i>Myzus persicae</i> (C), <i>Toxoptera citricidus</i> (D) e <i>Uroleucon ambrosiae</i> (E).....	52

CAPÍTULO 2

1. Materiais utilizados no ensaio de aquisição. Folhas de maracujazeiro apresentando sintomas de EFM e positivas frente ao CABMV (A), colônias de *A. gossypii* ápteros coletados em plantas de *S. americanum* (B)..... 69
2. Etapas do ensaio de aquisição. Folhas de maracujazeiro com CABMV tratadas com 1,0% de óleo vegetal e controle (A), pulgões adultos de *A. gossypii* separados em placas de Petri e submetidos a jejum de 1 hora (B), pulgões colocados em grupos de 5 por 15 minutos em cada uma das folhas com a finalidade de aquisição do vírus (C)..... 69
3. Etapas do ensaio de transmissão. Pulgões da espécie *A. gossypii* colocados em folhas de maracujazeiro para aquisição do CABMV, durante 15 minutos, (A), pulgões sendo colocados nas mudas tratadas com 1,0% de óleo vegetal e controle, num total de 8 pulgões/muda, por 1 hora, para verificar o efeito do óleo vegetal na transmissão do vírus (B)..... 71
4. Folhas de maracujazeiro com sintomas de fitotoxicidade por óleos vegetal e mineral. Óleo vegetal 2,0% (A), óleo mineral 2,0% (B) e óleo mineral 3,0% (C)..... 72
5. Sintomas causados pelo CABMV nas plantas de maracujazeiro, tratadas com óleo vegetal e controle, 30 dias após o ensaio de transmissão com *A. gossypii*, em casa de vegetação. Plantas não tratadas com óleo mineral (A), folha de plantas não tratada com clorose, mosaico e bolhosidade (B)..... 74

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Passiflora* L. é conhecido mundialmente por suas propriedades medicinais, seu potencial para ornamentação e especialmente pelo consumo de sua fruta, tanto *in natura* como para a produção de sucos.

O Brasil se destaca por ser o maior produtor mundial de maracujá. O crescimento recente da cultura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina se deve, em grande parte, por ser uma boa opção para pequenas propriedades rurais e especialmente uma ótima alternativa para substituir o cultivo do fumo, que vem apresentando declínio ao longo dos últimos anos. Os produtores de maracujá destes estados não se destacam somente pelos altos índices de produtividade alcançados quando comparado com outras regiões do país, mas principalmente pela qualidade dos frutos produzidos, especialmente quando o mesmo é destinado para consumo “*in natura*”.

Um dos desafios que o sul catarinense e o nordeste gaúcho têm enfrentado nos últimos anos tem sido a ocorrência da virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM), causado pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). Com isso, os produtores destas regiões que estavam acostumados a manutenção das mesmas plantas no pomar por dois ou até três anos, tiveram que se acostumar com uma nova forma de conduzir esta atividade agrícola, como uma cultura anual. Novos conceitos como erradicação de plantas infectadas, utilização de mudas altas, vazios sanitários e produção de mudas em viveiros telados passaram a fazer parte do dia-a-dia destes produtores. Resumindo, tiveram que “reaprender” a produzir maracujá. Isto tem desafiado diversas instituições, tanto públicas como privadas, a trazer respostas a estes agricultores.

Dentro de todo este contexto, os objetivos gerais deste trabalho são monitorar a presença de afídeos em pomares de maracujazeiro localizados no sul catarinense e nordeste gaúcho e verificar a interferência do óleo vegetal na transmissão do CABMV.

Como objetivos específicos, o trabalho tem por finalidade conhecer as espécies de afídeos que ocorrem na região monitorada, identificando sua importância na transmissão do CABMV; conhecer a flutuação na densidade de afídeos, relacionando com a influência de fatores climáticos; verificar doses de óleo vegetal e mineral que não causem fitotoxidez em maracujazeiro e a eficiência da utilização do óleo vegetal na aquisição e transmissão do CABMV.

Os resultados encontrados poderão servir de referência na adoção de medidas de convivência, manejo e controle desta doença, ajudando assim a manter esta atividade agrícola rentável e duradoura para os produtores rurais da região.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do maracujazeiro

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae Juss. ex DC e ao gênero *Passiflora* L., contando com aproximadamente 520 espécies. Destas, em torno de 96% estão distribuídas nas Américas, embora existam registros de espécies na Índia, China, Ásia, Austrália e ilhas do Pacífico. Dentro deste universo, o Brasil e a Colômbia são considerados centros de diversidade, pois aproximadamente 30% das espécies de *Passiflora* são encontradas nesses países (150 no Brasil e 170 na Colômbia), incluindo 89 endêmicas do Brasil (Cerqueira-Silva *et al.*, 2014).

O gênero *Passiflora* possui diversas espécies que produzem frutos comestíveis, flores com beleza exuberante e grande potencial ornamental, além de fitoconstituintes para fins medicinais (Junghans & Jesus, 2017). A espécie *Passiflora edulis* Sims possui, entre suas propriedades medicinais tradicionalmente reconhecidas, a função ansiolítica, anti-inflamatória, sedativa, antioxidante, antiespasmódica, antioxidante e neuroprotetora (Taiwe & Kuete, 2017). Já foram identificados 13 carotenoides nesta espécie de maracujá, entre eles o β -caroteno, precursor da vitamina A (Mercadante *et al.*, 1998). Devido a suas propriedades, o maracujá possui imenso potencial para a geração de novos fármacos e produtos benéficos a saúde, abrindo uma nova perspectiva sob o ponto de vista produtivo e, podendo assim, contribuir para a sustentabilidade do mercado brasileiro do maracujá (Conceição & Araújo, 2011). Apesar disso, a principal função do maracujá no Brasil ainda é a alimentícia, com destaque para o consumo *in natura* (correspondendo a 60% do destino da produção) e o restante na forma de polpa concentrada, utilizada para a produção de sucos (Meletti, 2011).

De acordo com Faleiro *et al.* (2017), o Brasil e a Colômbia são os países mais tradicionais no cultivo do maracujazeiro, sendo que em nosso país o maracujá-azedo ou maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) representa 90% dos pomares, porém são cultivadas também outras espécies com finalidade comercial, como o maracujá-doce

(*Passiflora alata* Curtis), o maracujá-pérola ou macarujá-do-cerrado (*Passiflora setacea* DC) e o maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.).

O Brasil é também o maior produtor mundial de maracujá (Faleiro *et al.*, 2016), com uma área colhida de aproximadamente 42.731 hectares, totalizando uma produção de cerca de 602.651 toneladas por ano e um rendimento médio de 14,10 toneladas por hectare (Tabela 1) (PAM/IBGE, 2018).

TABELA 1. Área colhida, produção, rendimento médio e valor de produção do maracujazeiro, dividido por regiões brasileiras, no ano de 2018.

Regiões	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento médio (t/ha)	Valor de produção (Mil reais)	Participação na produção (%)
Norte	3.385	38.309	11,31	87.186	6,36
Nordeste	29.144	375.541	12,88	592.259	62,31
Sudeste	5.708	97.307	17,04	183.549	16,15
Sul	3.648	75.245	20,62	111.598	12,49
Centro-Oeste	846	16.249	19,20	40.008	2,69
Brasil	42.731	602.651	14,10	1.014.599	100,00

Fonte: PAM/IBGE, 2018

Quanto à participação na produção nacional, a região Nordeste é responsável por quase 2/3 da produção brasileira, com 62,31 % dos frutos produzidos, seguido pela região Sudeste com 16,15% e a região Sul com 12,49%. Em relação ao rendimento médio a região Sul se destaca com um rendimento médio de 20,62 t/ha, seguido pelo Centro-Oeste com 19,20 t/ha e a região Sudeste com 17,04 t/ha (PAM/IBGE, 2018).

Quando comparamos os dados de produção estaduais, a Bahia e o Ceará se destacam com áreas colhidas de 15.660 e 6.862 ha, respectivamente. Apesar disso, os índices de produtividade nos estados do Rio Grande do Sul (18,28 t/ha) e de Santa Catarina (23,77 t/ha) são superiores aqueles encontrados na maioria dos demais, sendo que Santa Catarina se destaca ainda por possuir o segundo maior rendimento médio do Brasil (Tabela 2).

A exploração comercial do maracujazeiro na região Sul do Brasil teve início no final da década de 70, no litoral do estado do Paraná. Em meados dos anos 90, os estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul deram início ao cultivo comercial da fruta (Stenzel, 2017).

Santa Catarina, assim como outros estados da federação, sofre com oscilações na área plantada de maracujazeiro, devido a diversos fatores não somente de ordem fitopatológica. No início do século XXI no Sul catarinense, a entrada da mancha bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), o excesso de frutas no mercado nacional e as fortes geadas ocorridas neste período causaram uma grande redução da área cultivada, chegando a um total de apenas 50 ha após a passagem do furacão Catarina em 2004 (Petry & Marchesi, 2019).

TABELA 2. Área colhida, produção, rendimento médio e valor de produção do maracujazeiro, dividido por estados brasileiros e ordenado conforme a produção, no ano de 2018.

Estados	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento médio (t/ha)	Valor de produção (Mil reais)
Bahia	15.660	160.902	10,27	194.825
Ceará	6.862	147.458	21,48	246.332
Santa Catarina	2.270	53.961	23,77	64.967
São Paulo	1.819	32.967	18,12	68.893
Minas Gerais	2.135	31.505	14,75	64.684
Espírito Santo	1.241	25.876	20,85	37.682
Rio Grande do Norte	2.036	18.350	9,01	50.600
Amazonas	974	17.045	17,5	48.499
Paraná	1.086	15.945	14,68	38.577
Alagoas	1.078	15.578	14,45	28.341
Pernambuco	1.156	13.721	11,86	39.865
Pará	1.449	12.772	8,81	21.148
Paraíba	1.045	10.544	10,09	23.572
Sergipe	1.270	8.606	6,77	8.004
Goiás	382	7.499	19,63	14.860
Rio de Janeiro	513	6.959	13,56	12.289
Rio Grande do Sul	292	5.339	18,28	8.055
Mato Grosso	309	5.099	16,5	16.289
Rondônia	359	3.545	9,87	7.400
Distrito Federal	120	3.321	27,67	7.970
Roraima	335	2.670	7,97	5.640
Acre	125	1.068	8,54	2.560
Tocantins	60	622	10,36	978
Amapá	83	587	7,07	962
Mato Grosso do Sul	35	330	9,42	889
Maranhão	24	194	8,08	293
Piauí	13	188	14,46	427
Brasil	42.731	602.651	14,1	1.014.599

Fonte: PAM/IBGE, 2018

Considerando os dados da safra 2014/15, o maracujazeiro participou com 1,5% da produção de frutas em Santa Catarina, gerando 2,5% do Valor Bruto de Produção (VBP) total frutícola (Goulart Jr. *et al.*, 2017). A cultura está presente em pelo menos 46 municípios catarinenses, com destaque para a mesorregião Sul do estado, que no ano de 2015, representou 86% da produção de maracujá catarinense (Petry *et al.*, 2018). Os municípios catarinenses de São João do Sul e Sombrio, localizados no sul catarinense, estão entre os dez maiores produtores do país, sendo os únicos da lista fora das regiões Nordeste e Norte (Petry & Marchesi, 2019).

A produtividade do maracujazeiro em Santa Catarina passou de 8,3 t/ha em 1996 para 23,77 t/ha em 2018, representando um aumento de 286% (PAM/IBGE, 2018). No ano de 2017 haviam 922 produtores de maracujazeiro no estado catarinense (Epagri, 2018). A cultura do maracujazeiro é uma das cadeias produtivas mais importantes do Sul de Santa Catarina, pois é cultivada em pequenas áreas e por agricultores familiares, especialmente nos meses de verão e outono, além da qualidade da fruta ter grande destaque em nível nacional (Petry & Marchesi, 2019).

No Rio Grande do Sul o VBP de maracujá em 2018 girou em torno de 8.055.000 reais, porém do ano de 2012 para 2018 houve um incremento de 228% da área destinada à colheita, elevando a produção de cerca de 2.100 para 5.339 toneladas. Atualmente a área plantada é de 292 ha (PAM/IBGE, 2018). Em 2018, a região Nordeste do estado, onde se concentra a grande maioria dos produtores gaúchos, possuía 223 ha de área plantada, contabilizando um total de 148 produtores, localizados principalmente nos municípios de Torres e Mampituba (Saraiva & Nardi, 2018).

2.2 Doenças do maracujazeiro

Apesar do cultivo do maracujazeiro ter um grande destaque econômico, sua produção é limitada por diversos fatores, sendo os de ordem fitopatológica os mais importantes, causando perdas não somente na produtividade, mas também na qualidade dos frutos (Peruch *et al.*, 2009).

Dentre as principais doenças que acometem a cultura estão as que afetam o sistema radicular e a parte aérea, podendo ser causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus (Peruch & Schroeder, 2018). Entre estas doenças, são de maior destaque a podridão do colo, a murcha por *Fusarium*, a antracnose, a verrugose, a mancha bacteriana e o endurecimento dos frutos do maracujazeiro - EFM (Fisher & Rezende, 2008; Peruch & Schroeder, 2018).

Os pomares, que antigamente apresentavam uma longevidade média de três anos, atingindo às vezes até cinco anos de produção, tiveram sua vida útil drasticamente reduzida. Atualmente os pomares duram no máximo dois anos, sendo o mais comum apenas um ano entre os plantios das mudas até sua erradicação, especialmente devido a algumas doenças fúngicas e viroses (São José & Pires, 2011). Esta situação, muitas vezes, torna o cultivo não lucrativo, levando a ocorrência de migrações periódicas para novas áreas (Fisher & Resende, 2008).

Doenças como a murcha por *Fusarium* podem causar mortalidade de 70 a 100% das plantas em curto espaço de tempo (São José *et al.*, 2011). Já a presença do EFM no estado de São Paulo causou uma queda de produção da fruta de aproximadamente 33% do ano de 2015 para 2016 (Colariccio *et al.*, 2018).

Dentre as doenças fúngicas com maior ocorrência no Brasil estão a antracnose, a verrugose (Fig. 1) e a fusariose, sendo que suas incidências podem variar muito entre as diversas regiões do país e a época do ano (Peruch & Schroeder, 2018).

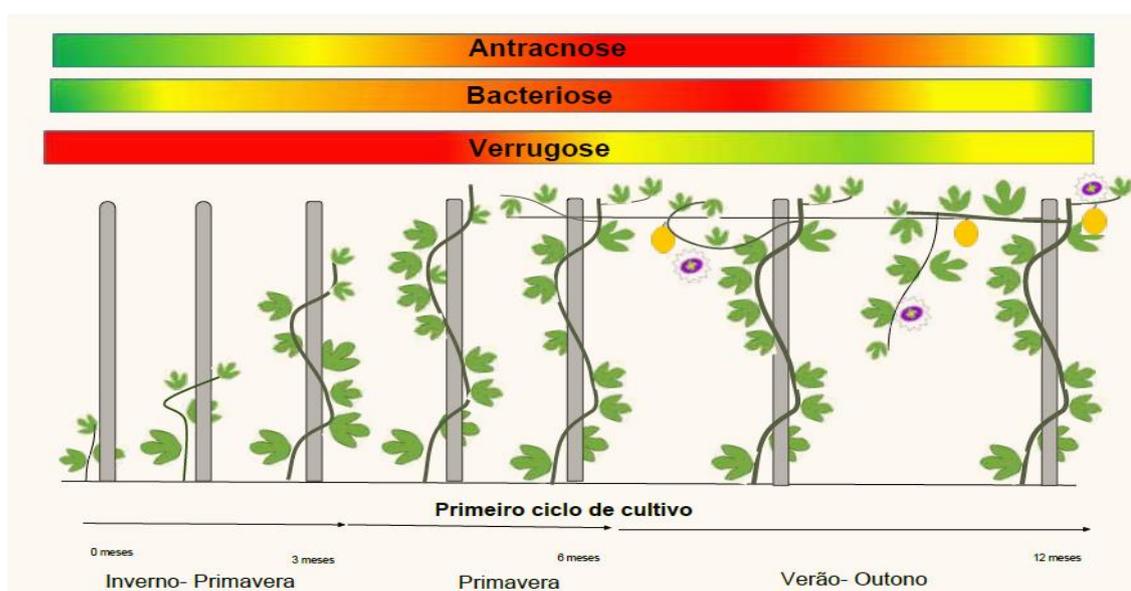


FIGURA 1. Ciclo de desenvolvimento do maracujazeiro e períodos favoráveis para antracnose, bacteriose e verrugose, em cultivo anual e clima subtropical (Peruch *et al.*, 2018). **Nota:** Verde, amarelo e vermelho representam a intensidade das doenças, sendo que o verde é menos intenso e vermelho mais intenso.

A antracnose é a principal doença fúngica da parte aérea do maracujazeiro (Peruch *et al.*, 2009) e, dependendo da região de cultivo, assume uma maior importância em condições de campo ou em pós-colheita (Peruch & Schroeder, 2018). Nos frutos ocorrem lesões circulares ou irregulares pardo-claras que se tornam pardo-escuras conforme estes

amadurecem. Nas folhas, ramos e frutos verdes ocorrem manchas aquosas verde escuras que evoluem para a necrose dos tecidos. A depender da intensidade das lesões pode haver queda de folhas e de frutos, morte de ponteiros e secamento parcial da planta (Fischer & Rezende, 2016). A doença é causada por várias espécies do gênero *Colletotrichum*, sendo o *C. gloeosporioides* Penz, a principal (Peruch & Schroeder, 2018), porém também pode ser causada por *C. acutatum* Simmonds (Guerber *et al.*, 2003) e *C. boninense* Moriwaki, Toy. Sato & Tsukib. (Tozze Junior *et al.*, 2010).

Em relação a verrugose, sua ocorrência é mais importante em viveiros de mudas de maracujazeiro (Peruch & Schroeder, 2018). Os tecidos jovens de folhas, gavinhas, ramos, flores, botões florais e frutos podem ser afetados pela doença (Fisher & Resende, 2008). Nas folhas surgem manchas circulares e translúcidas que evoluem para necrose, podendo haver deformação, encarquilhamento e perfurações. Os botões florais e as flores podem apresentar manchas semelhantes, enquanto em ramos e ponteiros as lesões se manifestam na forma de cancrios alongados (Fischer & Rezende, 2016). Nos frutos podem ocorrer dois sintomas típicos que são as manchas circulares e deprimidas e a lesão verrugosa (Peruch & Schroeder, 2018). A doença pode ser causada por *Cladosporium herbarum* Link. (Barbosa *et al.*, 2001), sendo esta a principal espécie causadora da verrugose no maracujá (Peruch & Schroeder, 2018), além do *C. cladosporioides* Fresen. (Delgado-Mendez *et al.*, 2013).

As principais fusarioses que ocorrem na cultura são a murcha do maracujazeiro, causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* W.L. Gordon, e a podridão do colo, que tem como agente causal o fungo *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* (Mart.) Sacc. (Batista & Barbosa, 2018). Os fungos habitantes ou contaminantes de solo que afetam a raiz e o colo da planta têm sido apontados como responsáveis pelo abandono de diversas áreas de cultivo e pela substituição do maracujazeiro por outras espécies de frutíferas (Fisher & Resende, 2008). O principal sintoma das fusarioses é a murcha decorrente da obstrução dos vasos condutores, com consequente alteração na coloração das folhas, desfolha e morte da planta (Fisher & Resende, 2016).

Em relação a doenças bacterianas as que mais afetam a cultura são a mancha oleosa (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* Per.) (Fig. 1) e a pinta bacteriana do maracujazeiro (*Pseudomonas syringae* pv. *passiflorae* Reid), sendo a mancha oleosa de grande ocorrência nas regiões produtoras de maracujá do Brasil e a segunda não ocorre em nosso país (Peruch *et al.*, 2018). A mancha oleosa afeta toda a parte aérea da planta, com infecção localizada e sistêmica (Oliveira *et al.*, 2018). Os principais sintomas são

manchas foliares verde-escuras, encharcadas e translúcidas que progridem em tamanho e adquirem coloração marrom, coalescem e ocasionam seca e queda de folhas. Nos pecíolos e ramos formam-se caneluras longitudinais, acarretando seca, redução da frutificação e morte da planta (Fischer & Rezende, 2016). Nos frutos a bactéria pode causar lesões pardas, oleosas, circulares ou irregulares, com margens bem definidas (Peruch *et al.*, 2018).

2.2.1 Viroses do maracujazeiro

As doenças de origem virótica são consideradas de maior importância quando comparadas a outras enfermidades devido às dificuldades de controle, ao comprometimento da produtividade e por causar limitação a expansão dos cultivos (Junqueira, 2005), sendo responsáveis por grandes danos aos frutos e perdas significativas de produção (Colariccio *et al.*, 2018).

No mundo são descritas 15 espécies de vírus responsáveis por causar doenças na cultura do maracujazeiro (Tabela 3).

TABELA 3. Espécies, gênero e referência dos vírus causadores de doenças na cultura do maracujazeiro no mundo.

Espécie	Gênero	Referência
<i>Passion fruit woodness virus</i> (PWV)	<i>Potyvirus</i>	Taylor & Greber, 1973
<i>Purple granadilla mosaic virus</i> (PGMV)	Não atribuído	Chagas <i>et al.</i> , 1984
<i>Passion fruit vein clearing virus</i> (PVCV)	<i>Rhabdovirus</i>	Kitajima & Crestani, 1985
<i>Passion fruit yellow mosaic virus</i> (PYMV)	<i>Tymovirus</i>	Crestani <i>et al.</i> , 1986
<i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV)	<i>Cucumovirus</i>	Gioria <i>et al.</i> , 2002
<i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> (CABMV)	<i>Potyvirus</i>	Nascimento <i>et al.</i> , 2006
<i>Passion flower little leaf mosaic virus</i> (PLLMV)	<i>Begomovirus</i>	Alves, 2008
<i>Passion fruit green spot virus</i> (PFGSV)	<i>Cilevirus</i>	Luizon, 2009
<i>Passion fruit severe leaf distortion virus</i> (PSLDV)	<i>Begomovirus</i>	Ferreira <i>et al.</i> , 2010
<i>Sida micrantha mosaic virus</i> (SimMV)	<i>Begomovirus</i>	Alves, 2012
<i>Sida mottle virus</i> (SiMoV)	<i>Begomovirus</i>	Alves, 2012
<i>East Asian Passiflora virus</i> (EAPV)	<i>Potyvirus</i>	Chong <i>et al.</i> , 2018
<i>Passion fruit chlorotic mottle virus</i> (PCMoV)	<i>Geminivirus</i>	Fontenele <i>et al.</i> , 2018
<i>Ugandan Passiflora virus</i> (UPV)	<i>Potyvirus</i>	Mbeyagala <i>et al.</i> , 2019
<i>Sida mottle Alagoas virus</i> (SiMAV)	<i>Begomovirus</i>	Mituti <i>et al.</i> , 2019

Destas, doze já foram relatadas no Brasil: CABMV, CMV, PFGSV, PVCV, PFYMV, PGMV, PLLMV, PSLDV, PCMoV (Colariccio *et al.*, 2018), SimMV e SiMoV (Alves, 2012) e SiMAV (Mituti *et al.*, 2019).

Apesar disso, os dois principais vírus de maracujá cujas ocorrências já foram relatadas em diversos municípios produtores brasileiros são o CABMV e o CMV. O CABMV é o mais disseminado e que causa os maiores danos à cultura e o CMV tornou-se de ocorrência rara nos últimos anos (Colariccio, 2017).

2.2.1.1 O endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM)

O endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM) é uma das doenças mais importantes da cultura, acarretando perdas de ordem econômica para os produtores de maracujá em localidades nas quais a virose se faz presente (Cerqueira-Silva *et al.*, 2014). Considerada mundialmente a principal doença de etiologia viral do maracujazeiro (Silva, 2012), o seu primeiro relato ocorreu na Austrália a partir de 1891 (Coob, 1901 *apud* Cerqueira-Silva *et al.*, 2014), porém na época sua ocorrência foi atribuída a espécie *Passion fruit woodness virus* (PWV) (Taylor & Greber, 1973).

Em nosso país, a ocorrência do EFM foi descrita pela primeira vez na década de 1970, na Bahia (Chagas *et al.*, 1981 *apud* Colariccio *et al.*, 2018). Em Santa Catarina o primeiro relato do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM) ocorreu em 2008 no litoral norte do estado, no município de Araquari (Colariccio *et al.*, 2008). Mais recentemente ocorreu o surgimento e a detecção da doença no sul catarinense (Rodrigues *et al.*, 2017) e nordeste gaúcho (Zanini *et al.*, 2017).

A doença causa redução na produtividade e longevidade da cultura, bem como a depreciação da qualidade dos frutos produzidos (Cerqueira-Silva *et al.*, 2008). O ciclo produtivo do maracujazeiro foi drasticamente reduzido de três a quatro anos de cultivo para cultivos anuais devido a presença da EFM (Colariccio *et al.*, 2018), além de ter sido a responsável pelo abandono de áreas produtivas, pela substituição do cultivo de maracujá por outras espécies frutíferas e pela expansão da cultura a novas regiões sem tradição na produção da fruta (Colariccio *et al.*, 2008).

2.2.1.1 Sintomatologia

Os sintomas característicos do EFM nas folhas são o mosaico severo, pontuações cloróticas, rugosidade, formação de bolhas e distorção das folhas (Figura 2), ocasionando a redução do desenvolvimento das plantas (Peruch *et al.*, 2009).

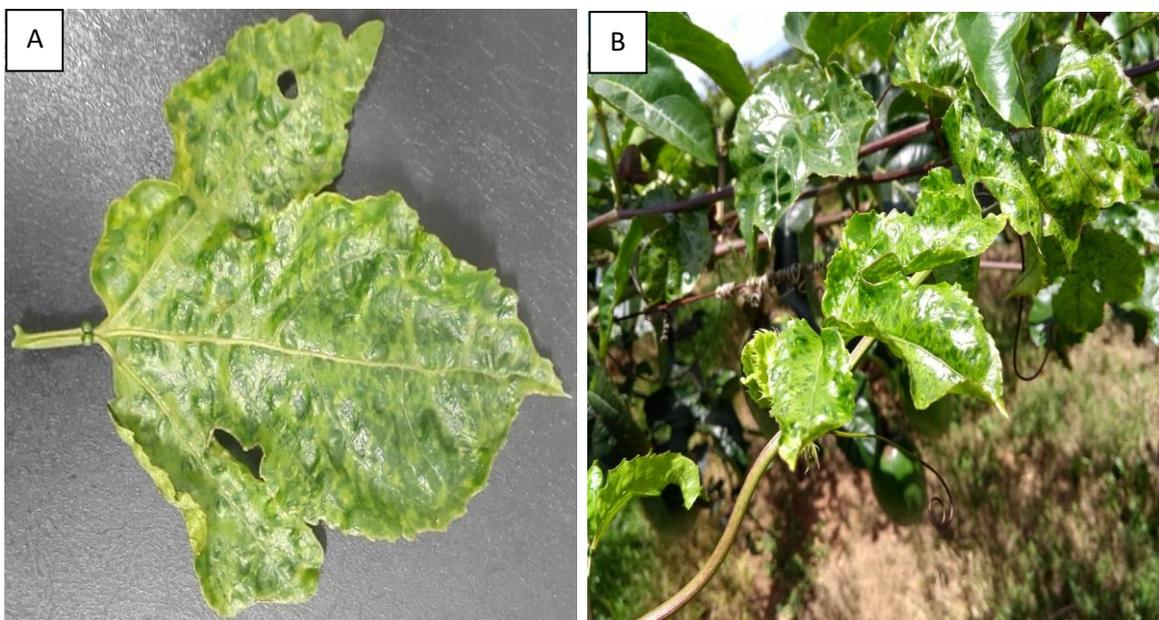


FIGURA 2. Sintomas característicos do EFM em maracujazeiro. Folha de maracujazeiro com sintomas de mosaico (A), ramos e folhas de maracujazeiro com sintomas de mosaico, bolhas, rugosidade e distorção (B).

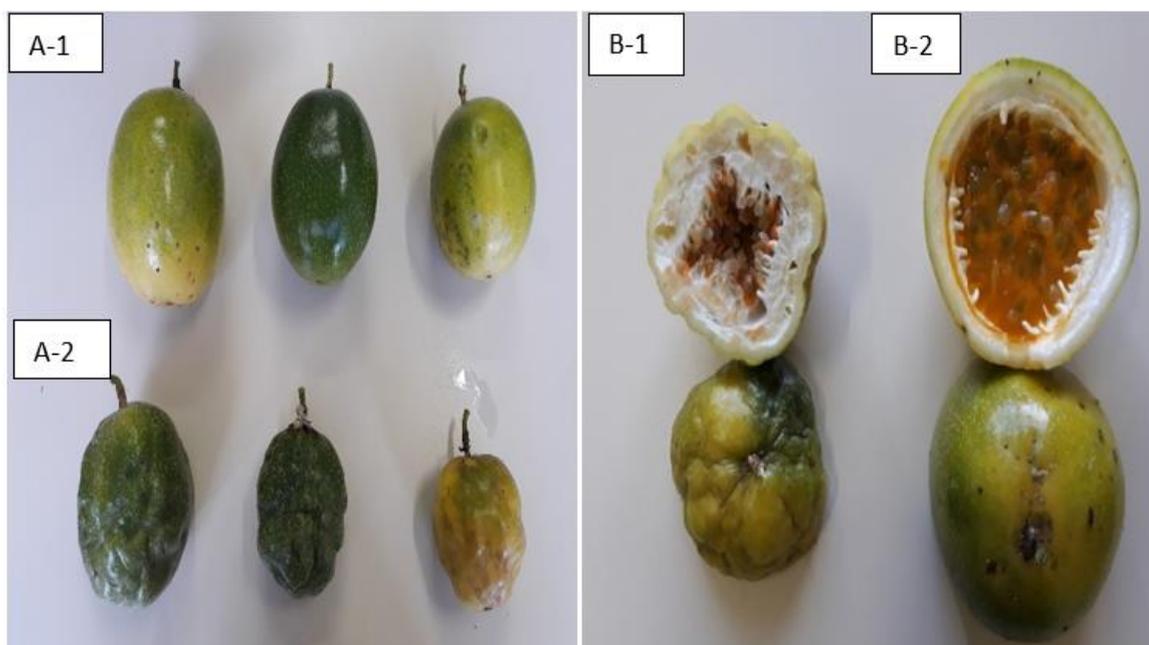


FIGURA 3. Sintomas característicos do EFM (A-2 e B-1) comparados com frutos saudáveis (A-1 e B-2). Sintomas visíveis nos frutos: endurecimento e deformação, irregularidade na espessura do pericarpo, redução na cavidade da polpa e número reduzido de sementes.

Nos frutos, ocorre o endurecimento e deformação, irregularidade na espessura do pericarpo, redução na cavidade da polpa, número reduzido de sementes (Figura 3) e diminuição da sua produção (Peruch *et al.*, 2009).

De acordo com Zhao *et al.* (2016), a ocorrência de diferentes sintomas nas infecções virais é resultado de uma interação complexa entre o vírus e a planta hospedeira, sendo a modulação da fotossíntese uma estratégia conservada para a maioria dos vírus melhorar sua aptidão (reprodução e sobrevivência). Infecções virais podem ocasionar mudanças drásticas nos componentes e arquitetura de cloroplasto, o que poderia explicar sintomas como clorose e mosaicos verificados para a maioria vírus.

2.2.1.1.2 Agentes causais

No Brasil, a ocorrência do EFM foi descrita pela primeira vez na década de 1970, na Bahia, porém na época foi associado ao PWV, sendo identificado através de técnicas biológicas, sorológicas e utilização de microscópio eletrônico (Chagas *et al.*, 1981 *apud* Colariccio *et al.*, 2018). Os isolados de PWV brasileiros só foram identificados como sendo o CABMV a partir do sequenciamento da região genômica da proteína da cápside (CP) e posterior análise filogenética, o que demonstrou haver elevado grau de identidade com isolados de CABMV provenientes da Austrália e África (Nascimento, 2006).

Portanto, no Brasil, o EFM tem sido causado exclusivamente pelo CABMV, pertencente ao gênero *Potyvirus* (Nascimento *et al.*, 2006; Rodrigues *et al.*, 2015). Apesar desse fato, trabalho publicado por Vidal *et al.* (2018) relata a ocorrência de infecção mista do CABMV com o *Cucurbit aphid-borne yellows virus* (CABYV), causando sintomas severos em maracujá no estado da Bahia no ano de 2015.

Os vírus vegetais têm um genoma muito pequeno, entre 2.500 a 19.000 nt, (Moreno *et al.*, 2016). Os *Potyvirus*, gênero do CABMV, possuem partículas alongadas e flexuosas medindo em torno de 750 nm de comprimento e 15 nm de diâmetro e aproximadamente 10.000 nucleotídeos (Figura 4), com genoma possuindo um só componente do tipo RNA de fita simples com sentido positivo (ssRNA), que funciona como um RNA mensageiro (mRNA) para síntese direta de proteínas virais (King *et al.*, 2012; Moreno *et al.*, 2016).

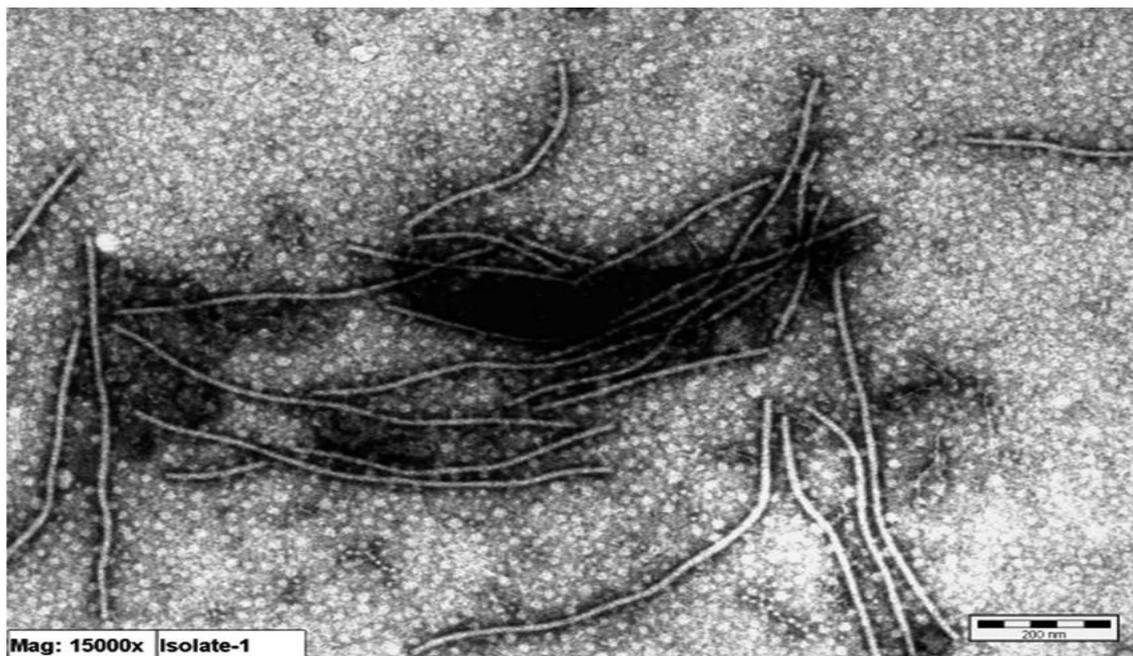


FIGURA 4. Partículas de *Potyvirus* observadas com microscópio eletrônico (Damiri *et al.*, 2013).

2.2.1.1.3 Epidemiologia

O vírus CABMV pode ser transmitido por enxertia e mecanicamente por ferramentas de corte e realização de desbrota (Gioria & Rezende, 1996; Anjos *et al.*, 2001). No campo, entretanto, a principal via de transmissão é a inoculação por insetos vetores através de picadas de prova (Colariccio *et al.*, 2018). Trabalho realizado por Nóbrega (2013) concluiu que a transmissão inicial (disseminação primária) do CABMV ocorre, na maioria das vezes, via afídeos vetores.

Existe uma forte correlação entre perdas de produção e infecção precoce do maracujazeiro por CABMV (Gioria *et al.*, 2000). Santos (2019) verificou em experimento que a implantação de um pomar de maracujazeiro com mudas pequenas (0,3 m) e 6% de infecção com CABMV, logo na sua implantação, resultou na infecção viral de 100 % das plantas do pomar em menos de 5 meses. Por outro lado, em pomares onde as primeiras plantas infectadas foram detectadas 3 meses após o plantio, somente aos 8 meses se observou o mesmo nível de contaminação.

São descritas como hospedeiras do CABMV a família Passifloraceae, dentre elas as espécies *Passiflora edulis* e *P. alata* (Maciel *et al.*, 2009), além de outras espécies vegetais das famílias Leguminosae, tais como *Vigna unguiculata*, *Arachis hypogaea* L., *Crotalaria juncea* L. e *Phaseolus vulgaris* L. (Gioria & Rezende, 1996; Nicolini *et al.*,

2012), Chenopodiaceae, como *Chenopodium amaranticolor* Coste & Rain (Silva *et al.*, 2012), e Solanaceae, como a espécie *Nicotiana benthamiana* Domin (Nascimento *et al.*, 2006). Desta forma, tais espécies podem servir como potenciais reservatórios do vírus, desempenhando um papel de destaque na epidemiologia da doença (Rodriguez *et al.*, 2016). Maia *et al.* (2017) demonstraram que isolados de CABMV obtidos do maracujazeiro não infectaram o feijão-caupi e os isolados de CABMV obtidos de feijão-caupi não infectaram o maracujazeiro, sugerindo que podem haver diferenças biológicas entre os isolados do CABMV obtidos de maracujazeiro e de feijão-caupi.

Existem algumas espécies de vegetação espontânea importantes na transmissão do CABMV, como *Sonchus oleaceus* (Asteraceae) e *Solanum nigrum* (Solanaceae), que são hospedeiras dos afídeos *Uroleucum sonchi* Linnaeus e *Aphis fabae* ssp. *solanella* Theobald respectivamente, onde estes insetos formam colônias (Gárcez *et al.*, 2012).

Não ocorre a transmissão do CABMV na cultura do maracujazeiro por sementes (Narita *et al.*, 2011). Santos (2019) detectou a presença do vírus em sementes, porém estas sementes mesmo sendo portadoras do vírus não originaram plantas com CABMV.

2.2.1.1.4 Diagnóstico e detecção

Nos últimos anos, o número de técnicas e protocolos para o diagnóstico e detecção de vírus aumentou consideravelmente, estando disponível comercialmente vários reagentes e kits, com um significativo progresso em termos de velocidade de detecção, sensibilidade, especificidade, precisão, capacidade de uso massivo e redução de custo (Cambra *et al.*, 2016).

Um dos métodos considerado clássico é a observação de sintomas diretamente na planta ou suas partes, porém o diagnóstico tardio é uma das limitações deste método (Cambra *et al.*, 2016). Trabalho de Spadotti *et al.* (2019), demonstrou que plantas de maracujá inoculadas com CABMV apresentaram sintomas, em média, aos 8 dias após a inoculação (DAI), porém já atuavam como fonte de inóculo a partir de 3 DAI.

Os métodos sorológicos têm como característica o emprego de anticorpos específicos capazes de reconhecer proteínas virais. A técnica sorológica mais utilizada para detecção de vírus em material vegetal é o *Enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA), na qual os anticorpos produzidos contra a proteína viral de um determinado vírus são empregados na sua detecção. Nesta reação, extratos preparados pela maceração do tecido vegetal infectado em tampão são utilizados como antígeno (Lima & Fajardo,

2012). O teste de ELISA foi utilizado para detecção do CABMV em *Passiflora* spp. (Garcêz *et al.*, 2015; Rodrigues *et al.*, 2016; Maia *et al.*, 2017; Santos, 2019; Spadotti *et al.*, 2019), porém não existe um anticorpo comercial disponível.

Métodos moleculares são aqueles baseados na detecção do ácido nucleico, sendo que a transcrição reversa (RT) associada à reação em cadeia da polimerase (PCR) é o mais utilizado para vírus de RNA de plantas. A RT-PCR baseia-se na amplificação e detecção do material genético dos vírus de RNA ou apenas PCR, no caso dos vírus de DNA, em amostras vegetais infectadas. Neste método pelo menos parte da sequência de nucleotídeos do genoma do vírus a ser detectado precisa ser conhecida para dar origem aos iniciadores (*primers*) que serão utilizados na reação. Dessa forma, a amplificação seletiva de um fragmento do genoma do vírus, compreendido entre dois iniciadores, é realizada a partir do RNA do vírus utilizado como molde pela enzima Taq DNA polimerase (Lima & Fajardo, 2012; Cambra *et al.*, 2016).

Atualmente, uma das técnicas mais utilizadas para detecção de fitopatógenos é a PCR em tempo real, que permite à amplificação, detecção e quantificação de um patógeno em um único passo, eliminando a necessidade de manipulação de produtos de pós-PCR. Esta técnica está tendo grande utilidade em estudos básicos e também em pesquisas aplicadas, como estudos epidemiológicos, programas de resistência, relações vírus-vetor e, atualmente está substituindo outras técnicas, devido principalmente à sua confiabilidade e robustez (Olmos *et al.*, 2005; López *et al.*, 2009). O uso da PCR em tempo real permite a utilização de métodos diretos de preparação de amostras sem a necessidade de uso de protocolos complexos de extração e purificação de ácidos nucleicos (Capote *et al.*, 2009; De Boer & López, 2012).

Zanini *et al.* (2017) desenvolveram protocolo de preparação de amostras de material vegetal e amplificação de RT-PCR em tempo real, desenhando *primers* e sonda TaqMan para detecção e caracterização do CABMV, tornando mais simples e precisa sua diagnose. Santos (2019) confirmou que o protocolo de RT-PCR em tempo real é mais sensível que a técnica ELISA para a detecção do CABMV.

Existe ainda uma variante da RT-PCR em tempo real denominada “*squash real time RT-PCR*”, com a vantagem de não haver necessidade de uma etapa de purificação de ácido nucleico. Este método foi utilizado por Bertolini *et al.* (2008) para detecção e quantificação do *Citrus tristeza virus* (CTV) em afídeos vetores. Bertolini *et al.* (2014), também utilizaram esta metodologia para detecção de espécies de “*Candidatus Liberibacter*” em citros, através da impressão direta de extratos de pecíolos de folhas de

plantas e, em psilídeos vetores da doença, através da realização de esmagamento individual destes em membranas de papel ou nylon.

2.2.1.1.5 Manejo e controle

Por tratar-se de um vírus endêmico nas principais regiões produtoras do Brasil, as principais estratégias de manejo integrado da doença são o emprego de práticas culturais adequadas e a utilização de cultivares resistentes (Colariccio *et al.*, 2018). A desinfestação de ferramentas com água sanitária é um cuidado que se deve tomar nas operações de poda e desbaste, impedindo assim a transmissão mecânica do vírus (Oliveira *et al.*, 2018). Outras medidas recomendadas são a eliminação sistemática de plantas com sintomas e, sempre que possível, o plantio somente em locais isolados suficientemente afastados de focos conhecidos do vírus. (Rezende, 2006; Gioria *et al.*, 2000; Fisher & Rezende, 2008; Cerqueira-Silva, 2014). Todos estes cuidados visam evitar ou reduzir a possibilidade de infecção precoce do maracujazeiro.

Trabalho recente de Spadotti *et al.* (2019) demonstrou a eficiência da realização do arranquio sistemático de plantas com sintomas do EFM, através de inspeções semanais do pomar, porém com a necessidade de aplicação em escala regional. A utilização de mudas sadias, produzidas em viveiros protegidos com tela anti-afídeos e a introdução destas no campo em estágio fenológico avançado também é fundamental na convivência com a doença (Meletti, 2011). Em áreas com histórico da doença, deve-se preferir o plantio de “mudão” (Oliveira *et al.*, 2018), com 0,80 m de altura (Rodrigues *et al.*, 2016) ou até com mais de 1,20 m (Narita, 2017).

São fatores também relevantes para convivência com o CABMV e o consequente aumento da vida útil do pomar: a manutenção de vegetação nas entrelinhas das espaldeiras com uso de roçadeira (Sampaio, 2017), o aumento da densidade de plantio e o uso de irrigação por gotejamento (Cerqueira-Silva, 2014), a mudança na época do plantio para um período de menor incidência de afídeos no campo, nos meses de desenvolvimento inicial das plantas (Narita, 2017) e a utilização de quebra-ventos adequados (Narita, 2017; Peruch *et al.*, 2018).

Outros pontos considerados fundamentais para minimizar os danos causados pelo CABMV são a adoção de um calendário de plantio definido de acordo com a região e a eliminação de plantas velhas, reduzindo assim as fontes de inoculo (Colariccio *et al.*, 2018). Neste sentido, o município de Torres/RS foi o primeiro do país a estabelecer um

período de vazio sanitário na cultura do maracujá através da Lei Municipal nº 4.955, de 22/11/2017 (Torres, 2017). No mesmo caminho, o estado de Santa Catarina publicou a Portaria SAR nº 06/2020, de 12/03/2020, estabelecendo um “*período de vazio sanitário para o cultivo do maracujazeiro (Passiflora spp.) em todo território catarinense, no período de 1º de julho a 31 de julho de cada ano*” (Santa Catarina, 2020).

A utilização de inseticidas é ineficiente no controle de viroses onde o agente causal é transmitido de maneira não-persistente, devido à sua natureza de ação lenta, falta de efeito residual e eficiência variável entre espécies de pulgões (Boquel *et al.*, 2015). Como no maracujazeiro o inseto realiza apenas picada de prova, não há tempo suficiente para ação do produto (Costa, 1998), podendo inclusive incrementar a transmissão ao aumentar a atividade vetorial do inseto (Ferreles & Moreno, 2011).

Com o insucesso na utilização do controle químico, óleos minerais e vegetais vem sendo testados em alguns cultivos para o controle de vírus transmitidos de maneira não-persistente. Trabalhos conduzidos por Vidal *et al.* (2010 e 2013) demonstraram que a aplicação de óleo mineral reduziu a incidência de *Plum pox virus* (PPV) em *Prunus* na Europa. Com a utilização de óleo mineral na cultura da batata para impedir a transmissão do *Potato virus Y* (PVY), chegou-se a obter 75% de diminuição na aquisição do vírus (Boquel *et al.*, 2013). Tanto o PPV quanto o PVY pertencem ao gênero *Potyvirus* e são transmitidos por pulgões de forma não persistente. Embora o seu modo de ação exato não esteja completamente elucidado, sabe-se que os óleos não causam apenas à modificação do comportamento dos pulgões (Boquel *et al.*, 2015). A hipótese mais aceita é de que os óleos minerais interferem na capacidade de fixação das partículas dos vírus não persistentes no estilete dos pulgões e, portanto, reduzem sua transmissão (Wang & Pirone, 1996).

Programas de melhoramento genético podem utilizar genes de resistência aos vírus ou ao vetor. Sabe-se que os genes “*Restricted Tobacco-etch virus Movement*” (RTM) conferem resistência aos *Potyvirus*, limitando seu transporte a longa distância (Chisholm *et al.*, 2000). Recentemente, foi descoberto um homólogo próximo de um dos genes da RTM, o SLI1, que confere resistência aos pulgões *Myzus persicae* Sulzer, vetor de *Potyvirus* (Kloth & Kormelink, 2020). Alguns trabalhos também têm demonstrado que genes relacionados à fotossíntese possuem potencial de ser utilizados em programas de melhoramento molecular para obter resistência aos vírus de plantas (Zanardo *et al.*, 2019).

Trabalhos utilizando indutores de resistência têm demonstrado resultados promissores no controle de vírus em maracujazeiro. A aplicação exógena de ácido

salicílico (AS), tanto em dose única como em aplicações semanais, causou a redução na severidade e na expressão de sintomas causados por CABMV em maracujazeiro. O AS é um composto fenólico encontrado nas plantas e que desempenha ação sinalizadora de defesa contra patógenos, induzindo a expressão de genes de resistência (Silva *et al.*, 2016). Na Austrália, a utilização de acibenzolar-S-methyl (ASM) causou redução de sintomas e diminuição na concentração de partículas de PWV em folhas novas de maracujazeiro (Parkinson *et al.* 2015).

A maior parte do maracujá produzido em Santa Catarina é do cultivar SCS 437 Catarina (Petry & Marchesi, 2019), que produz frutos de alta qualidade e aceitação no mercado nacional, porém é suscetível ao CABMV (Petry *et al.*, 2019). Existem alguns genótipos de maracujazeiro azedo que possuem comportamento de resistência ao CABMV (Pinto *et al.*, 2008). Gonçalves *et al.* (2017), encontraram 15 genótipos de maracujazeiro pertencentes a 6 diferentes espécies de *Passiflora* spp. resistentes ao CABMV, incluindo *P. edulis*.

2.3 Afídeos vetores de vírus

Pulgões ou afídeos são insetos da ordem Hemiptera, superfamília Aphidoidea e família Aphididae, sendo sua presença mais frequente nas zonas temperadas do mundo (Favret & Muller, 2012).

Estes pequenos insetos possuem comprimento que varia de 2 a 5 mm; corpo em formato piriforme, dividido entre cabeça, tórax e abdômen; antenas com 5 ou 6 segmentos; normalmente dois apêndices tubulares laterais denominados sifúnculos e cauda fortemente desenvolvida (Figura 5) (Hullé *et al.*, 2019).



FIGURA 5. Família Aphididae, espécie *Aphis gossypii*, com corpo piriforme, antenas segmentadas, dois apêndices tubulares laterais denominados sifúnculos e cauda fortemente desenvolvida (Favret & Muller, 2012)

A importância econômica dos pulgões é decorrente de três características principais, que são a sua forma de alimentação, o seu alto poder de reprodução e a sua possibilidade de dispersão (Souza-Silva & Ilharco, 1995). Estes insetos sugadores podem causar danos diretos nas plantas, causando prejuízos na floração e frutificação, pela formação de galhas e de cancrios, além de realizarem a excreção da melada, o que pode atrair formigas, queimar as folhas e facilitar a proliferação de fumagina, prejudicando a fotossíntese das folhas. Entre os danos indiretos, o principal é a transmissão de vírus, sendo um inseto capaz de contaminar várias plantas (Souza-Silva & Ilharco, 1995).

Os hemípteros são considerados os mais importantes vetores de vírus, transmitindo mais de 70% de todos os vírus que são transmitidos por insetos. Os pulgões, junto com as moscas-brancas, são considerados os de maior relevância, sendo reponsáveis pela transmissão de mais de 500 espécies de vírus de plantas (Feres & Raccah, 2015). A família Aphididae é considerada a principal, com destaque para a sub-família *Aphidinae*, em que se encontram os gêneros *Myzus*, *Macrosiphum* e *Toxoptera*, entre outros (Parra *et al.*, 2003).

Os afídeos são normalmente encontrados em grandes colônias, com exemplares em todos os estágios do desenvolvimento. Caracterizam-se por se reproduzirem de forma assexuada, com sucessão de várias gerações partenogênicas, e pela possibilidade de presença ou ausência de geração sexual (Hullé *et al.*, 2019). O meio de reprodução mais comum é por partenogênese telítica, isto é, sem o concurso do macho, originando ninfas que se transformarão em fêmeas ápteras ou aladas. As ápteras são encarregadas da reprodução dentro de uma mesma colônia e as aladas disseminam as espécies para outros locais (Gallo *et al.*, 2002). Dependendo das condições climáticas, pode haver até 20 gerações por ano (Hullé *et al.*, 2019). As fêmeas partenogênicas aladas e ápteras são consideradas as principais formas adultas de afídeos ocorrentes em regiões de climas tropical e subtropical (Toledo, 2006).

A reprodução sexuada só ocorre em climas frios e no Sul do Brasil a captura de indivíduos machos é menos frequente (Butignol, 2004). No estado de São Paulo, em coleta em plantas da vegetação local com a finalidade de identificar uma nova espécie de afídeo do gênero *Lizerius* Blanchard, nomeada como *Lizerius jorgei* sp. nov., houve a coleta de 24 fêmeas ápteras, 20 fêmeas aladas e somente 1 macho alado (Cunha & Souza-Silva, 2019).

As elevadas populações nas colônias, condições inadequadas do hospedeiro (principalmente plantas em senescência), fotoperíodo, temperaturas baixas e presença de inimigos naturais são fatores que estimulam a metamorfose em alados (Butignol, 2004). Devido as suas características, a capacidade de proliferação dos afídeos é enorme (Gallo *et al.*, 2002). Sua característica de vôo permite sua dispersão migrando de uma planta para outra, sendo ampliada pelo transporte passivo por correntes de ar, podendo atingir centenas de quilômetros (Kring, 1972 *apud* Salvadori & Tonet, 2001; Butignol, 2004).

Uma espécie de afídeo pode transmitir apenas um ou vários vírus e um vírus pode ser transmitido por uma só espécie de afídeo ou por várias (Souza-Silva & Ilharco, 1995). Os vírus pertencentes ao gênero *Potyvirus* são naturalmente transmitidos por várias espécies de pulgões, como *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch, *Myzus persicae* Sulzer e *Toxoptera citricidus* Kirkaldy, sendo sua eficiência de transmissão variável entre as espécies de afídeos (Fisher & Rezende, 2008). Os afídeos *M. persicae*, *Mysus nicotianae* Blackman, *A. gossypii*, *Aphis fabae* Scopoli, *Aphis solanella* Patch, *Aphis craccivora* Bock, *T. citricidus*, *Uroleucon ambrosiae* Thomas (Costa *et al.*, 1998; Garcêz *et al.*, 2015), *Ropalosiphum maidis* Fitch, *Acyrtosiphon pisum* Harris, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Kilalo *et al.*, 2012), *Brevicorine brassicae* Linnaeus e *Sitobion avenae* Fabricius (Kilalo *et al.*, 2013) são espécies conhecidas vetores de CABMV em *Passiflora* spp.

Os vírus vegetais podem produzir efeitos diretos e indiretos mediados por plantas em seus insetos vetores, modificando seu ciclo de vida e comportamento, beneficiando-se de tais mudanças e conseqüentemente levando a uma maior eficiência e propagação da transmissão (Moreno-Delafuente *et al.*, 2013). Em bioensaio realizado para verificar a preferência de *A. gossypii* em resposta a voláteis de maracujazeiro-azedo infectado e não-infectado com CABMV, 89% dos pulgões escolheram as plantas infectadas (Moritz *et al.*, 2018). De acordo com Ngumbi *et al.* (2007), os vírus vegetais podem alterar as emissões de voláteis das plantas de maneira a atrair pulgões para plantas infectadas por vírus.

É bastante comum a alternância de hospedeiros envolvendo muitas plantas herbáceas ou lenhosas diferentes pelos pulgões (Hullé *et al.*, 2019). Uma espécie de afídeo é considerada monófaga quando se alimenta de plantas da mesma família botânica e polífaga quando se alimenta de plantas de diferentes famílias. Já uma espécie oligófaga vive sobre um reduzido número de hospedeiros não aparentados (Ilharco, 1992).

Os afídeos não são colonizadores de plantas de maracujá, bem como o maracujá não é um hospedeiro preferencial de afídeos, motivo pelo qual não são considerados pragas diretas da cultura (Kilalo *et al.*, 2013). Apesar disso, por sua característica de realizar picadas de prova, são considerados os principais responsáveis por transmitir o CABMV de plantas infectadas para as plantas sadias de maracujazeiro (Colariccio *et al.*, 2018).

2.3.1 Modos de transmissão de vírus por afídeos vetores

A transmissão de vírus por afídeos vetores tradicionalmente se baseia na classificação de NG & Perry (2004), em que fatores como a persistência do vírus no inseto após sua aquisição na planta doente e a forma de propagação do vírus no vetor classificam os tipos de transmissão como circulativa e não-circulativa.

Os vírus transmitidos de forma circulativa são aqueles que são adquiridos pelo estilete durante a alimentação, atravessam múltiplas barreiras de membrana, são transportados dentro da hemolinfa e, finalmente, podem sair do pulgão em sua saliva, havendo, neste caso, um período de latência de horas ou dias. Caracterizam-se ainda por períodos de aquisição de horas a dias e geralmente são vírus que se localizam no floema da planta (NG & Perry, 2004). A transmissão circulativa ainda é subdividida como não-propagativa e propagativa, dependendo se o vírus adquirido se replica dentro do vetor ou não. No caso da transmissão não propagativa, o vírus não se multiplica nas células do vetor e, quando este sofre ecdise, deixa de ser virulífero e não transmite para a sua descendência. Já na transmissão propagativa o vírus é capaz de se multiplicar nas células do vetor, portanto o inseto também é hospedeiro do vírus e permanece virulífero durante todo o ciclo de vida e, em alguns casos, o vírus é transmitido à descendência do vetor (NG & Perry, 2004).

Em relação a transmissão não circulativa existe uma relação transitória do vírus com o vetor, ficando o vírus restrito apenas ao canal alimentar do pulgão. Essa transmissão é classificada ainda como semi-persistente ou não-persistente, dependendo da duração do tempo em que um pulgão permanece virulífero após a alimentação em uma planta infectada (NG & Perry, 2004). Na transmissão semi-persistente, a aquisição pode ocorrer em minutos, mas a eficiência aumenta com alimentação prolongada e a retenção do vírus pode ocorrer por um período de horas ou até de dias (NG & Perry, 2004; NG & Falk, 2006). A transmissão do tipo não-persistente se caracteriza por apresentar um

período de aquisição muito curto, de inoculação que varia de segundos a minutos e de retenção comparavelmente curto, sendo que quando o pulgão realiza a ecdise, o vírus é perdido (NG & Perry, 2004; NG & Falk, 2006). Nesta forma de transmissão, a aquisição e inoculação do vírus estão restritas ao canal alimentar, mais precisamente no estilete (Figura 6-A) e esôfago (Figura 6-B) (NG & Perry, 2004; Whitfield *et al.*, 2015).

Fatores biológicos, como temperatura e a atividade de alimentação do vetor, antes, durante e após a aquisição do vírus podem influenciar a transmissão de vírus por afídeos (Costa, 1998; Garcêz, 2012).

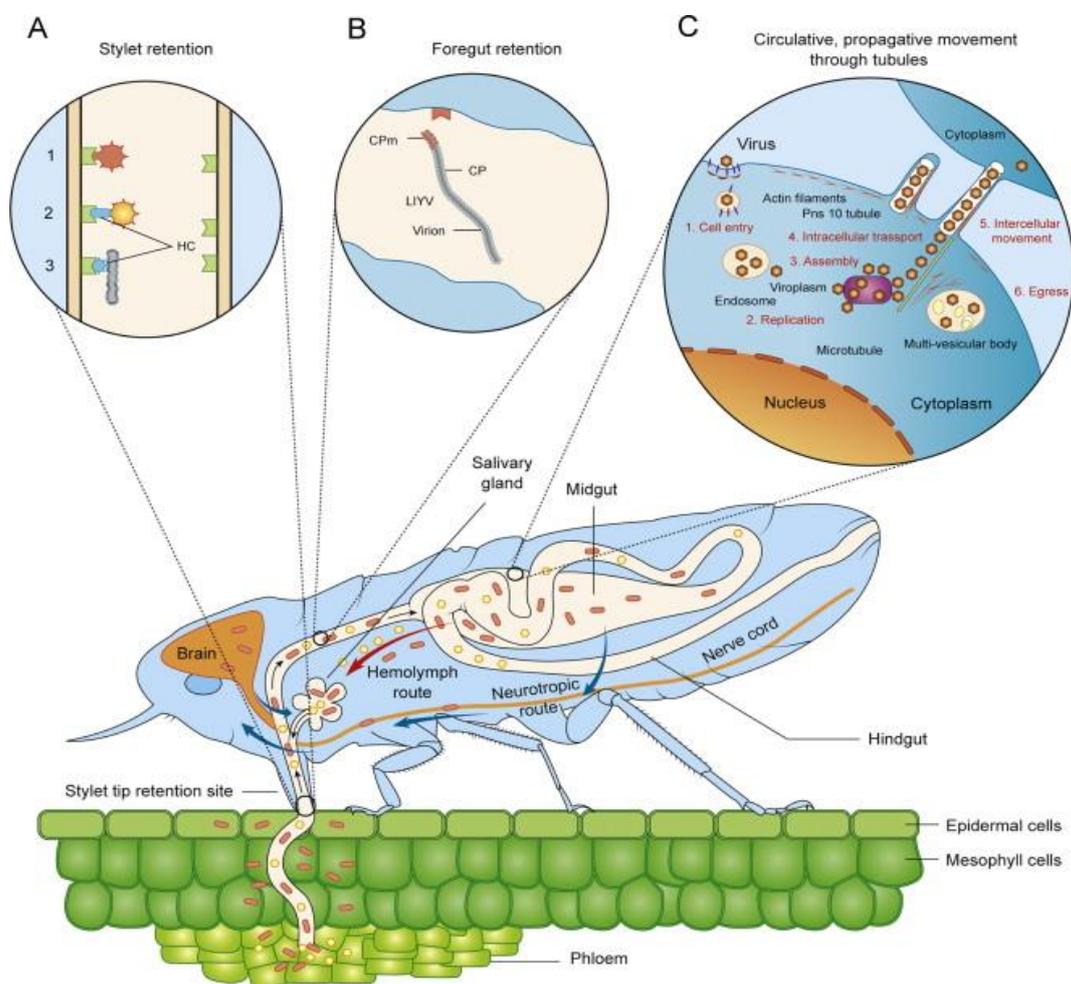


FIGURA 6. Locais de aquisição e inoculação do vírus em insetos vetores. Os vírus não-circulativos são retidos no estilete (A) ou no esôfago (B). Os vírus circulativos rompem as barreiras celulares (C) (Whitfield *et al.*, 2015).

Atualmente, uma terminologia mais moderna para o modo de transmissão é proposta por Fereres & Raccach (2015), na qual foram incluídos também fatores como o local onde o vírus fica retido no inseto e outros atributos associados posteriormente (Tabela 4).

TABELA 4. Principais características dos tipos de transmissão de vírus por insetos (Feres & Raccah, 2015).

Característica	Não-circulativo		Circulativo
	Não-persistente	Semi-persistente	Persistente
Duração da retenção	Curta (algumas horas)	Intermediária (alguns dias)	Longa (dias ou meses)
Duração da aquisição e transmissão	Curta	Intermediária (horas)	Longa
Período de latência	Não-necessário	Não-necessário	Necessário
Tecido onde o vírus é adquirido e inoculado	Epiderme e parênquima	Epiderme, parênquima e floema	Principalmente floema
Vírus se mantém após ecdise	Não	Não	Sim
Especificidade vírus-vetor	Baixa	Intermediária	Alta
Inoculação sequencial	Baixa	Intermediária	Alta

A transmissão de *Potyvirus*, requer um *Helper Component* (HC) codificado pelo próprio vírus através da proteína *Helper Component-Proteinase* (HC-Pro), o que possibilita que a partícula do vírus faça a adesão na cutícula do estilete do afídeo vetor. Isso levou à formulação da “hipótese da ponte” – *bridge hypothesis*, onde o HC se liga as peças bucais dos pulgões de um lado e o vírion do outro, garantindo assim a retenção do vírus até a liberação para o próximo hospedeiro (Pirone & Blanc, 1996; Raccah. *et al.* 2001; Fereres & Raccah, 2015; Whitfield *et al.*, 2015, Fereres *et al.*, 2016).

As proteínas HC têm uma massa molecular variando de 50 e 60 kDa. Existem dois domínios identificados na referida proteína HC que interagem com a cutícula do vetor (domínio KITC) ou com a proteína da cápside do vírus (domínio PTK). Por parte do vírion, o domínio DAG localizado no N-terminal da cápside parece ser essencial para a interação com o extremo PTK do HC-Pro (Fereres *et al.*, 2016).

O CABMV é transmitido em pomares de maracujazeiros por diversas espécies de afídeos de forma não-persistente, de modo que o afídeo adquire as partículas virais em poucos segundos, através de picadas de prova realizadas em plantas de maracujá infectadas e, realiza a transmissão, em poucos minutos, para as plantas sadias (Colariccio *et al.*, 2018).

2.3.2 Monitoramento e identificação de afídeos vetores

Os afídeos alados, em geral, deslocam-se sob a ação do vento, sendo esta dispersão bastante variável de espécie para espécie e ainda de acordo com a velocidade do vento (Gallo *et al.*, 2002). A duração do voo do pulgão *Aphis fabae* Scopoli, por exemplo, pode variar entre 7 e 234 minutos antes de se instalar em uma planta, porém esta espécie tem a capacidade de realizar vários vôos curtos até sua exaustão, favorecendo assim sua dispersão e consequente disseminação do vírus (Kennedy & Booth, 1963 *apud* Schröder *et al.*, 2017).

As armadilhas com água situadas no nível do dossel em um campo avaliam a frequência de aterragem dos pulgões, fornecendo uma medida adequada da atividade de voo (componente temporal), mas sem fornecer uma medida de distância (Irwin, 1999). A utilização de armadilhas iscadas para levantamento de insetos é comum para várias pragas, sendo empregadas em estudos para determinar as densidades, flutuações e migrações de populações de insetos (Gallo *et al.*, 2002).

Com o intuito de se conhecer a diversidade da afidofauna podem ser utilizados diferentes tipos de armadilhas para realização de monitoramento, já que as formas aladas de afídeos são frequentemente atraídas pela cor amarela e em menor intensidade pela cor verde (Ilharco, 1992). Para a realização da estimativa relativa das populações de insetos utilizam-se com maior frequência armadilhas do tipo bandeja amarela (Moericke), azulejo verde (Irwin) e armadilhas adesivas (Chaves, 2017).

A maioria dos insetos, entre eles os afídeos são atraídos, durante o vôo, por superfícies que refletem um comprimento de onda de luz na faixa do amarelo com 580 nm (Moericke, 1955 *apud* Garcêz, 2012). Já as armadilhas verdes de água do tipo “Irwin” são mais seletivas e podem identificar quais espécies de insetos possuem o hábito de pousar nas plantas (Garcêz, 2012). Após serem capturados em armadilhas, é fundamental sua correta identificação. As principais características morfométricas para identificação dos principais gêneros e espécies de pulgões (Figura 7) são: formato da cabeça; tamanho e número de segmentos da antena; tamanho do corpo; presença de manchas no dorso do abdômen; característica dos sífúnculos, formato da cauda, presença de manchas e estrias nas asas (Costa *et al.*, 1993; Favret & Muller, 2012; Chaves, 2017).

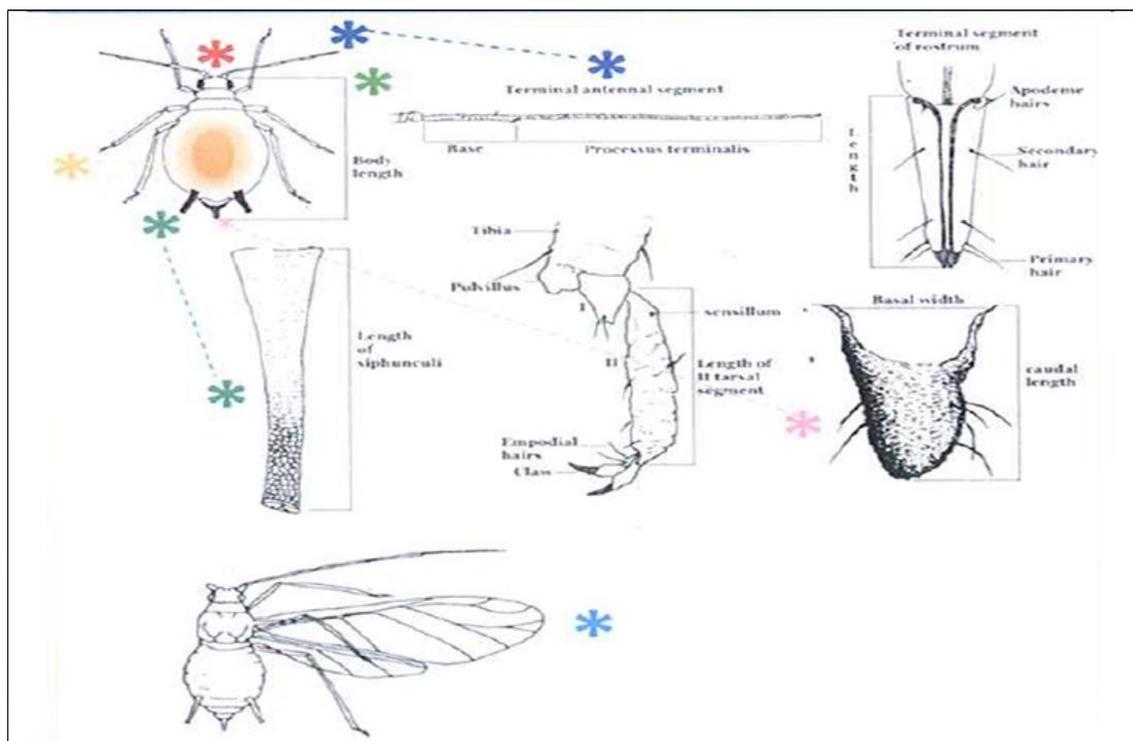


FIGURA 7. Características morfométricas para classificação de afídeos (Eastop, 1966 adaptado por Chaves, 2017)

Souza-Silva & Ilharco (1995) identificaram a ocorrência de 116 espécies de afídeos no Brasil, além de descrever suas plantas hospedeiras gerais e sua distribuição geográfica no país.

2.4 Referências

ALVES, A. C. C. N. **Identificação de isolados do *Sida mottle virus* e *Sida micrantha mosaic virus* não transmissíveis por *Bemisia tabaci* biótipo B que infectam maracujazeiros (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*).** 2012. 71 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação, Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

ALVES, A. C. C. N. ***Passion flower little leaf mosaic begomovirus*: reação de espécies de Passiflora, gama parcial de hospedeiros, seleção de estirpe fraca e transmissão por *Bemisia tabaci* biótipo B.** 2008. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação, Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ANJOS, J. R. N.; JUNQUEIRA, N. T. V.; CHARCHAR, M. J. A. **Incidência e distribuição do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro no cerrado do Brasil central.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 16 p.

BARBOSA, M. A. G.; REHN, K. G.; MENEZES, M.; MARIANO, R. L. Antagonism of *Trichoderma* species on *Cladosporium herbarum* and their enzymatic characterization. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 98-104, 2001.

BATISTA, D. C.; BARBOSA, M. A. G. Doenças fúngicas do sistema radicular do maracujazeiro. *In*: PERUCH, L. A. M.; SCHOREDER, A. L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças**. Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 5, p.121-142.

BERTOLINI, E.; FELIPE, R. T. A.; SAUER, A. V.; LOPES, S. A.; ARILLA, A.; VIDAL, A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; NUNES, W. M. C.; BOVÉ, J. M.; LOPEZ, M. M.; CAMBRA, M. Tissue-print and squash real-time PCR for direct detection of '*Candidatus Liberibacter*' species in citrus plants and psyllid vectors. **Plant Pathology**, Oxford, v. 63, p.1149–1158, 2014.

BERTOLINI, E.; MORENO, A.; CAPOTE, N.; OLMOS, A.; DE LUIS, A.; VIDAL, E.; PÉRES-PANADÉS, J.; CAMBRA, M. Quantitative detection of *Citrus tristeza virus* in plant tissues and single aphids by real-time RT PCR. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 120, p.177–188, 2008.

BOQUEL, S.; GIGUÈRE, M. A.; CLARK, C.; NANAYAKKARA, U.; ZHANG, J.; PELLETIER, Y. Effect of mineral oil on *Potato virus Y* acquisition by *Rhopalosiphum padi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 148, n. 1, p. 48-55, 2013.

BOQUEL, S.; ZHANG, J.; GOYER, C.; GIGUÈRE, M. A.; CLARK, C.; PELLETIER, Y. Effect of insecticide-treated potato plants on aphid behavior and *Potato virus Y* acquisition. **Pest Management Science**, Sussex, v. 71, n.8, p.1106–1112, 2015.

BUTIGNOL, C. A. Implicações de artrópodes vetores nas estratégias de manejo fitossanitário. *In*: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. (ed.). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: UFSC, Centro de Ciências Agrárias, 2004. cap. 14, p. 245-266.

CAMBRA, M.; PALLÁS, V.; BERTOLINI, E. Diagnóstico y detección. *In*: AYLLÓN, M.A.; CAMBRA, M.; LLAVE, C. (ed.). **Enfermedades de plantas causadas por virus y viroides**. Madrid: Sociedade Española de Fitopatología, 2016. cap.3, p. 93-125.

CAPOTE, N.; BERTOLINI, E.; OLMOS, A.; VIDAL, E.; MARTINEZ, M. C.; CAMBRA, M. Direct sample preparation methods for the detection of *Plum pox virus* by real-time RT-PCR. **International Microbiology**, [Madrid], v.12, p.1-6, 2009.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; SOUZA, A. P.; CORRÊA, R. X. A history of passion fruit woodiness disease with emphasis on the current situation in Brazil and prospects for Brazilian passion fruit cultivation. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 139, n. 2, p. 261-270, 2014.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; MOREIRA, C. N.; FIGUEIRA, A. R.; CORRÊA, R. X.; OLIVEIRA, A. C. Detection of a resistance gradient to *Passion fruit woodiness virus* and selection of 'yellow' passion fruit plants under field conditions. **Genetics Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 7, p. 1209-1216, 2008.

CHAGAS, C. M.; JOAZEIRO, P. P.; KUDAMATSU, M.; VEJA, J. Mosaico do maracujá roxo, uma nova virose no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 9, p. 241-247, 1984.

CHAGAS, C. M.; KITAJIMA, E. W.; UN, M. T.; GAMA, M. I. C. S.; YAMASHIRO, T. Grave moléstia do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) no Estado da Bahia, causada por um isolado do vírus do “woodiness” do maracujá. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, p.259-268, 1981.

CHAVES, A. L. R. **Guia de noções básicas para a identificação de afídeos vetores de vírus**. São Paulo: Instituto Biológico, 2017.

CHISHOLM, S. T.; MAHAJAN, S. K.; WHITHAM, S. A.; YAMAMOTO, M. L.; CARRINGTON, J. C. Cloning of the Arabidopsis RTM1 gene, which controls restriction of long-distance movement of tobacco etch virus. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. Washington, p. 489–494, 2000.

CHONG, Y. H.; CHENG, Y. H.; CHENG, H. W.; HUANG, Y. C.; YEH, S. D. The virus causing passionfruit woodiness disease in Taiwan is reclassified as *East Asian passiflora virus*. **Journal of General Plant Pathology**, Tokyo, v. 84, n. 3, p. 208–220, 2018.

COLARICCIO, A. Prevalência do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* no cultivo do maracujazeiro nas principais regiões produtoras do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/ SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO, 2017, Arroio do Silva, SC. **Anais [...]**. Urussanga: Epagri, 2017. p.32-33.

COLARICCIO, A.; GARCÊZ, R. M.; RODRIGUES, L. K.; EIRAS, M.; PERUCH, L. A. M.; CHAVES, A. L. R. Doenças causadas por vírus na cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis*). In: PERUCH, L.A.M.; SCHOREDER, A.L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças**. Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 7, p.171-201.

COLARICCIO, A.; PERUCH, L. A. M.; GALLETI, S. R.; LOMBARDI, R.; CHAGAS, C. M. O endurecimento dos frutos do maracujazeiro associado a severas perdas no litoral norte de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 41., 2008, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte, MG, 2008. p. 300.

CONCEIÇÃO, A. O.; ARAÚJO, L. M. Maracujá: Etnofarmacologia e Ciência. In: PIRES, M. M.; REBOUÇAS, A. S. J.; CONCEIÇÃO, A. O (org.). **Maracujá - avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus: Editus 273, 2011. p. 69-80.

COSTA, C. L. Vetores de vírus de plantas - I. Insetos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.6, p.103-171, 1998.

COSTA, C.; EASTOP, V. F.; BLACKMAN, R. L. Brasileiro Aphidoidea: I. Key to families subfamilies and account of the Phylloxeridae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, p.197-215, 1993.

CRESTANI, O. A.; KITAJIMA, E. W.; LIN, M. T.; MARINHO, V. L. A. *Passion fruit yellow mosaic virus*, a new tymovirus found in Brazil. **Phytopathology**. St. Paul, v. 76, n. 9, p. 951–955, 1986.

CUNHA, S. B. Z.; SOUSA-SILVA, C. R. A new species of *Lizerius* Blanchard (Hemiptera: Drepanosiphidae) from Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.109, e2019022, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212019000100222&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 out 2020.

DAMIRI, B. V.; AL-SHAHWAN, I.; AL-SALEH, M.; ABDALLA, O.; AMER, M. Identification and characterization of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* isolates in Saudi Arabia. **Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 95, n. 1, p. 79-85, 2013.

DE BOER, S. H.; LÓPEZ, M. M. New grower-friendly methods for plant pathogen monitoring. **Annual Review of Phytopathology**, Bethesda, v.50, p.197-218, 2012.

DELGADO-MENDEZ, C. G.; CASTAÑO-ZAPATA, J.; VILLEGAS-ESTRADA, B. Caracterización del agente causante de la roña del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) en Colombia. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, Bogotá, v. 37, n. 143, p. 215-227, 2013.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Produções de Importância e de Destaque da Agropecuária de Santa Catarina**. Florianópolis (SC), Set/2018.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N.; COSTA, A. M.; MACHADO, C. F.; JUNQUEIRA, K. P.; ARAÚJO, F. P.; JUNGHANS, T. G. Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. *In*: JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. (ed.). **Maracujá: do cultivo a comercialização**. Embrapa: Brasília, 2017. cap. 2, p. 15-37.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 341 p.

FAVRET, C.; MILLER, G. L. **Identification Technology Program, CPHST, PPQ, APHIS, USDA**. Fort Collins, CO, AphID, 2012 Disponível em: <http://AphID.AphidNet.org/>. Acesso em: 26 mar. 2020.

FERERES, A.; MORENO, A. Integrated control measures against viruses and their vectors. *In*: CARANTA, C.; ARANDA, M.A.; TEPFER, M.; LOPEZ-MOYA, J.J. (ed.) **Recent Advances in Plant Virology**. Norfolk, UK: Caister Academic Press, 2011. p. 237-262.

FERERES, A.; MORENO, A.; LÓPEZ-MOYA, J. J. Mecanismos y procesos de transmisión y dispersión. *In*: AYLLÓN, M. A.; CAMBRA, M.; LLAVE, C. (ed.). **Enfermedades de plantas causadas por virus y viroides**. Madrid: Bubok, 2016. cap. 11, p.309-336.

FERERES, A.; RACCAH, B. **Plant Virus Transmission by Insects**. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2015.

FERREIRA, S. S.; BARROS, D. R.; DE ALMEIDA, M. R.; ZERBINI, F. M. Characterization of *Passionfruit severe leaf distortion virus*, a novel begomovirus infecting passionfruit in Brazil, reveals a close relationship with tomato-infecting begomoviruses. **Plant Pathology**, Oxford, v. 59, n. 2, p. 221-230, 2010.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Doenças do Maracujazeiro. *In*: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M (ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. Ouro Fino: Agrônômica Ceres, p. 535-543, 2016.

FISHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of passionflower (*Passiflora* spp.). **Pest Technology**, Isleworth, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

FONTENELE, R. S.; ABREU, R. A.; LAMAS, N. S.; ALVES-FREITAS, D. M. T.; VIDAL, A. H.; POPPIEL, R. R.; MELO, F. L.; LACORTE, C.; MARTIN, D. P.; CAMPOS, M. A.; VARSANI, A.; RIBEIRO, S. G. *Passion Fruit Chlorotic Mottle Virus*: Molecular Characterization of a New Divergent *Geminivirus* in Brasil. **Viruses**, Basel, v.10, p.1-12, 2018.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCÊZ, R. M. **Aspectos epidemiológicos do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* em maracujazeiros e sua associação com a afidofauna**. 2012. 82p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em curso/programa, Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, 2012.

GARCÊZ, R. M.; CHAVES, A. L. R.; EIRAS, M.; MELETTI, L.M.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; SILVA, L.A.; COLARICCIO, A. Survey of aphid population in a yellow passion fruit crop and its relationship on the spread *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in a subtropical region of Brazil. **SpringerPlus**, Switzerland, v. 4, n. 537, p. 1-12, 2015.

GIORIA, R.; BOSQUÊ, G. G.; REZENDE, J. A. M.; AMORIM, L.; KITAJIMA, E. W. Incidência de viroses de maracujazeiro na Alta Paulista – SP e danos causados pelo *Passion fruit woodiness virus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 182-189, 2000.

GIORIA, R.; ESPINHA, L. M.; REZENDE, J. A. M.; GASPAR, J. O.; KITAJIMA, E.W. Limited movement of *cucumber mosaic virus* (CMV) in yellow passionflower in Brazil. **Plant Pathology**, Oxford, v. 51, n. 2, p. 127-133, 2002.

GIORIA, R.; REZENDE, J. A. M. Reação de diferentes espécies, principalmente de leguminosas, a seis isolados de Vírus do Endurecimento dos frutos de Maracujazeiro. *In*: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996, Piracicaba. **Resumo** [...]. São Paulo: USP, 1996. p.437.

GONÇALVES, Z. S.; DE JESUS, O. N. DE; CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; DINIZ, R. P.; SOARES, T. L.; DE OLIVEIRA, E. J. Aspectos metodológicos para avaliação da resistência do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) à virose do endurecimento dos frutos. **Bioscience Journal (Online)**, v.33, n.6, p.1441-1451, 2017.

GOULART JUNIOR, R; MONDARDO, M.; REITER, J. M. W. Relatório de projeto: LF 2015/16 - Análise comparativa das principais frutas nas safras 2014/15 e 2015/16. Florianópolis: Epagri, 2017.

GUERBER, J.; LIU, B.; CORRELL, J. C.; JOHNSTON, P. Characterization of diversity in *Colletotrichum acutatum* sensu lato by sequence analysis of two gene introns, mtDNA and intron RFLPs, and mating compatibility. **Mycologia**, Lancaster, v. 95, n. 5, p. 872-895, 2003.

HULLÉ, M.; CHAUBET, B.; TURPEAU, E.; SIMON, J. C. **Encyclop'Aphid**: a website on aphids and their natural enemies: Entomologia generalis. [2020]. DOI: 10.1127/entomologia/2019/0867. Disponível em: https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons_eng. Acesso em: 15 fev. 2020.

ILHARCO, F. A. **Equilíbrio Biológico de Afídeos**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian 1992.

IRWIN, M. E. Implications of movement in developing and integrated pest management strategies. **Agriculture and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 97, p. 235-248, 1999.

JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. DE. **Maracujá: do cultivo a comercialização**. Brasília: Embrapa, 2017. 341 p.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. *In*: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (org.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-110.

KILALO, D. C.; OLUBAYO, F. M.; ATEKA, E. M.; HUTCHINSON, J.C.; KIMENJU, J.W. Monitoring of Aphid Fauna in Passionfruit Orchards in Kenya. **International Journal of Horticultural & Crop Science Research**, [Nairobi], v. 3, n. 1, p. 1-18, 2013.

KILALO, D. C.; OLUBAYO, F. M.; ATEKA, E. M.; HUTCHINSON, M. J.; KIMENJU, J. W. Utilization of Cultural Methods for Controlling Aphid Vectors of Passion fruit viruses. **East African Agricultural & Forestry Journal**, [Nairobi], v. 78, n.1, p. 47-54, 2012.

KING, A. M. K.; ADAMS, M. J.; CARSTENS, E. B.; LEFKOWITZ, E. J. **Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses**. San Diego: Academic Press, 2012. p.1327.

KITAJIMA, E. W.; CRESTANI, O. A. Association of a rhabdovirus with passionfruit vein clearing in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 10, p. 681-688, 1985.

KLOTH, K. J.; KORMELINK, R. Defenses against Virus and Vector: A Phloem-Biological Perspective on RTM- and SLI1-Mediated Resistance to Potyviruses and Aphids. **Viruses**, Basel, v. 12, n.2, 129 p., 22 jan. 2020.

LIMA, M. F.; FAJARDO, T. V. M. Doenças causadas por vírus. *In*: LIMA, M. F.; MOREIRA, F. R. B. (Ed.). **Uva de Mesa: Fitossanidade**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 43-58. (Frutas do Brasil, 14)

LÓPEZ, M. M.; LLOP, P.; OLMOS, A.; MARCO-NOALES, E.; CAMBRA, M.; BERTOLINI, E. Are molecular tools solving the challenges posed by detection of plant pathogenic bacteria and viruses? **Current Issues in Molecular Biology**, Wymondham, v. 11, p.13-46, 2009.

LUIZON, R. A. **Sequenciamento parcial do vírus da pinta verde do maracujazeiro (*Passion fruit green spot virus* PFGSV), desenvolvimento de métodos para sua detecção e estudos sobre sua variabilidade genética**. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação, Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MACIEL, S. C.; NAKANO, D. H.; REZENDE, J. A. M.; VIEIRA, M. L. C. Screening of Passiflora species for reaction to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* reveals an immune wild species. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 414-418, 2009.

MAIA, L. M.; LIMA, J. A. A.; NASCIMENTO, A. K. Q.; RABELO FILHO, F. A. C.; Biological differences and unilateral cross-protection between biotypes of *Cowpea aphid-borne mosaic virus*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 310-317, abr-jun, 2017.

MBEYAGALA, E. K.; MAINA, S.; MACHARIA, M. W.; MUKASA, S. B.; HOLTON, T. Illumina Sequencing Reveals the First Near-Complete Genome Sequence of *Ugandan Passiflora Virus*. **Microbiology Resource Announcements**, Washington, v.8, 2019. DOI: 10.1128/MRA.00358-19. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6522790/>. Acesso em: 28 mar. 2020.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 83-91, n. especial. 1, 2011.

MERCADANTE, A. Z.; BRITTON, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoids from yellow passion Fruit (*Passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 46, n. 10, p. 4102-4106, 1998.

MITUTI, T.; SPADOTTI, D. M. A.; NARITA, N.; REZENDE, J. A. M. First Report of Sida Mottle Alagoas Virus Infecting *Passiflora edulis* in Brazil. **Plant disease**, Dordrecht, v.103, n. 1, 2019.

MORENO, P.; MEDINA, V.; ROMERO, J. Virus: aspectos generales. In: AYLLÓN, M.A.; CAMBRA, M.; LLAVE, C. (ed.). **Enfermedades de plantas causadas por virus y viroides**. Madrid: Sociedade Española de Fitopatología, 2016. cap.1, p.25-52.

MORENO-DELAFUENTE, A.; GARZO, E; MORENO, A.; FERERES, A. A Plant Virus Manipulates the Behavior of Its Whitefly Vector to Enhance Its Transmission Efficiency and Spread. **PLoS One**, San Francisco, v.8, n.4, 16 abr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061543>. Acesso em: 10 mar. 2020.

MORITZ, D.R.; MARCHESI, D.; SANTOS, N. S.; RODRIGUES, V.; BERTOLINI, E. The preference of the *Aphis gossypii* in response to volatiles of passion fruit infected and non-infect with *Cowpea aphid-borne mosaic virus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VIROLOGIA, 29., ENCONTRO DE VIROLOGIA DO MERCOSUL, 13., 2018, Gramado. **Resumos** [...]. Gramado: SBV, 2018. p. 313-314.

NARITA, N. Manejo da virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (VEFM) com uso de mudas altas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/ SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO, 2017, Arroio do Silva, SC. **Anais** [...]. Urussanga: Epagri, 2017. p.33-34.

NARITA, N.; YUKI, V. A.; PAVAN, M. A. Não transmissibilidade do CABMV do maracujazeiro por sementes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 4, p. 221-221, 2011.

NASCIMENTO, A. V. S. do. **Estudo de Isolados Brasileiros de Potyvirus Causadores de Endurecimento dos Frutos do Maracujazeiro e Análise da Resistência à Doença em Linhagens Transgênicas R1 de Maracujá-Amarelo**. 2006. 55f. Tese (Doutorado em Etiologia; Epidemiologia; Controle) – Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

NASCIMENTO, A. V. S.; SANTANA, E. N.; BRAZ, A. S. K.; ALFENAS, P. F.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G. P.; CARVALHO, M. G.; ZERBINI, F. M. *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) is widespread in passionfruit in Brazil and causes passionfruit woodiness disease. **Archives of Virology**, Wien, v. 151, n. 9, p. 1797-1809, 2006.

NG, A. J. C. K.; PERRY, K. L. Transmission of plant viruses by aphid vectors. **Molecular Plant Pathology**, Oxford, v. 5, n. 5, p. 505-511, 2004.

NG, J. C. K.; FALK, B. W. Virus-vector interactions mediating nonpersistent and semipersistent transmission of plant viruses. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.44, p.183-212, 2006.

NGUMBI, E.; EIGENBRODE, S. D.; BOSQUE-PEREZ, N. A.; DING, H.; RODRIGUEZ, A. *Myzus persicae* is arrested more by blends than by individual compounds elevated in headspace of PLRV-infected potato. **Journal of chemical ecology**, Bethesda, v.33, p.1733–1747, 2007.

NICOLINI, C.; RABELO FILHO, F. A. C.; RESENDE, R. O.; ANDRADE, G. P.; KITAJIMA, E. W.; PIO-RIBEIRO, G.; NAGATA, T. Possible Host Adaptation as an Evolution Factor of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* Deduced by Coat Protein Gene Analysis. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.160, p. 82-87, 2012.

NÓBREGA, G. B. R. **Dinâmica temporal e espacial do endurecimento dos frutos do maracujazeiro causado pelo *Cowpea aphid borne mosaic vírus* (CABMV) no sudoeste da Bahia**. 2003. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2013.

OLIVEIRA, J. DA S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N.T.V; MACHADO, C. F.; ROSA, R.C.C. Manejo Integrado de Pragas e Doenças do Maracujazeiro. In: MORERA, M. P.; COSTA, A. M.; FALEIRO, F. G.; CARLOSAMA, A. R.; CARRANZA, C. (org.). **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico**. Brasília: ProImpress, 2018. cap. 11, p. 153-164.

OLMOS, A.; BERTOLINI, E.; GIL, M.; CAMBRA, M. Real-time assay for quantitative detection of non-persistently transmitted *Plum pox virus* RNA targets in single aphids. **Journal of Virological Methods**, Amsterdam, v.128, p.151-155, 2005.

PAM/IBGE – **Produção agrícola municipal – 2018**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [2020]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613> Acesso em: 18 abr. 2020.

PARKINSON, L. E.; CREW, K. S.; THOMAS, J. E.; DANN, E. K. (2015). Efficacy of acibenzolar-S-methyl (Bion®) treatment of Australian commercial passionfruit, *Passiflora edulis* f. sp. *flavicarpa*, on resistance to *Passionfruit woodiness virus* (PWV) and activities of chitinase & β -1,3-glucanase. **Australasian Plant Pathology**, [Clayton], v.44, n.3, p. 311-318, 2015.

PARRA, J. R. P.; DE OLIVEIRA, H. N.; PINTO, A. S. **Guia Ilustrado de Pragas e Insetos Benéficos dos Citros**. Piracicaba: Esalq, 2003. 140 p.

PERUCH, L. A. M.; COLARICCIO, A.; BATISTA, D. DA C. Controle de doenças do maracujazeiro: situação atual e perspectivas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 37-40, jan./abr. 2018.

PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L.; COLARICCIO, A.; GUIMARÃES, L; CHAGAS, C. M. **Doenças do maracujazeiro amarelo** Florianópolis: Epagri, 2009. 99 p. (Boletim técnico, 145).

PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L.; RHEINLANDER, P. A. Mancha oleosa e pinta bacteriana do maracujazeiro: principais doenças bacterianas do maracujazeiro e seu controle. *In*: PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças**. Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 6, p.143-170.

PETRY, H. B.; DELLA BRUNA, E.; MORETO, A. L.; BRANCHER, A.; SÔNEGO, M. 'SCS437 Catarina': Maracujá-azedo de alta qualidade para o mercado de mesa. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 32, n. 2, p. 51-54, 2019.

PETRY, H. B.; GOULART JR., R.; DE ALMEIDA, G. V. B.; MARCHESI, D. R. A importância da cultura do maracujazeiro: aspectos econômicos da produção e mercado. *In*: PERUCH, L.A.M.; SCHROEDER, A.L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças**. Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 1, p.13-23.

PETRY, H. B.; MARCHESI, D. Passicultura catarinense se moderniza para continuar produtiva e rentável. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 32, n.2, p. 15-16, 2019.

PINTO, P. H. D.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RESENDE, R. DE O.; BERILDO DE MELO, J. K. DE A. M. Reação de genótipos de maracujazeiro-azedo ao vírus do endurecimento do fruto (*Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus* - CABMV). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, 4 jun. 2008.

PIRONE, T. P.; BLANC, S. Helper-dependent vector transmission of plant viruses. **Annual review of phytopathology**, Bethesda, v. 34, p. 227-247, 1996.

RACCAH, B.; HUET, H.; BLANC, S. Virus-Insect-Plant Interactions. *In*: HARRIS, K. F.; SMITH, O. P.; DUFFUS, J. E. (ed.). **Potyvirus**. New York: Academic Press, 2001. p.181–206.

REZENDE, J. A. M. Práticas culturais para prevenção e convivência com as viroses do maracujazeiro. *In*: SAMPAIO, A. S.; FUMIS, T. DE F.; ROSSI, A. D.; DE ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. DE M. (ed.). **Manejo no controle do vírus do endurecimento dos frutos (PWV) do Maracujazeiro**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2006. p. 47–59.

RODRIGUES, L. K.; CHAVES, A. L. R.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Epidemiological aspects of the transmission and management of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in a passion fruit orchard. **Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 98, n. 3, p. 531-539, 2016.

RODRIGUES, L. K.; RAMOS A. F.; EIRAS, M.; CHAVES, A. L. R.; SANTOS JOÃO A.N.; PERUCH, L.A.M.; COLARICCIO, A. Incidência do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) em maracujazeiros no Litoral Sul de Santa Catarina. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/ SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO, 2017, Arroio do Silva, SC. **Anais [...]**. Urussanga, Epagri, 2017. p.63.

RODRIGUES, L. K.; SILVA, L. A.; GARCÊZ, R. M.; CHAVES, A. L. R.; DUARTE, L. M. L.; GIAMPANI, J. S.; COLARICCIO, A.; HARAKAVA, R.; EIRAS, M. Phylogeny and recombination analysis of Brazilian yellow passion fruit isolates of *Cowpea aphid-borne mosaic virus*: origin and relationship with hosts. **Australasian Plant Pathology**, [Clayton], v. 44, p. 31-41, 2015.

SALVADORI, J. R.; TONET, G. E. L. **Manejo integrado dos pulgões do trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 52 p. (Circular técnica 34)

SAMPAIO, A.C. Manejo preventivo do VEFM pela cooperativa Frutotec. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/ SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO*, 2017, Arroio do Silva, SC. **Anais [...]**. Urussanga, Epagri, 2017. p.35-36.

SANTA CATARINA. Portaria SAR n° 06/2020, de 12 de março de 2020. Fica estabelecido o Vazio Sanitário para o cultivo do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) em todo território catarinense. **Diário Oficial Eletrônico de Santa Catarina**, Florianópolis, n° 21220, p.6, 12 mar. 2020.

SANTOS, N. S. **Deteção, caracterização e epidemiologia do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV)**. 2019. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

SÃO JOSÉ, A. B.; PIRES, M. M. Aspectos gerais da cultura do maracujá no Brasil. *In: PIRES, M. M.; REBOUÇAS, A. S. J.; CONCEIÇÃO, A. O (org.). Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade*. Ilhéus: Editus, 2011. p. 13-19.

SÃO JOSÉ, A.B.; BONFIM, M.P.; HOJO, R.H.; ANGEL, D.N.; PIRES, M. M. Doenças do maracujazeiro. *In: PIRES, M. M.; REBOUÇAS, A. S. J.; CONCEIÇÃO, A. O (org.). Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade*. Ilhéus: Editus, 2011. p. 115-146.

SARAIVA, E. B.; NARDI, G. B. Situação atual e impacto da virose na cultura do maracujá em Torres e nos municípios vizinhos. *In: REUNIÃO SOBRE O VAZIO SANITÁRIO DO MARACUJÁ*, 2019, Torres. **Palestra**. Torres: EMATER, mar. 2019.

SCHRÖDER, M.; GLINWOOD, R.; IGNELL, R.; KRUGER, K. The role of visual and olfactory plant cues in aphid behaviour and the development of non-persistent virus management strategies. **Arthropod-Plant Interactions**, Pretoria, v. 11, p. 1–13, 2017.

SILVA, L. A. ***Cowpea aphid-borne mosaic virus* na cultura do maracujazeiro: avaliação da tolerância de acessos avançados e efeito nutricional**. 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação, Instituto Biológico, São Paulo, 2012.

SILVA, L. A. GARCÊZ, R. M.; CHAVES, A. L. R.; COLARICCIO, A.; EIRAS, M. Transmissão experimental revela novos potenciais reservatórios do *Cowpea aphid-borne mosaic virus*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, p. 168-169, 2012.

SILVA, M. S DE; SILVA, R. P.; DA, SOUZA, A. V. L. DE; XAVIER, Y. P. M.; OLIVEIRA, A. C. DE; COQUEIRO, D. S. O. Aplicação exógena do ácido salicílico em maracujazeiro-amarelo para o controle do vírus do endurecimento dos frutos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 83, p. 1-7, 2016.

SOUZA-SILVA, C. R.; ILHARCO, F. A. **Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras** (lista preliminar). São Carlos: EDUFSCar, 1995. 85p.

SPADOTTI, D. M. A.; FAVARA; NOVAES, Q. S.; MELLO, A. P. O. A.; FREITAS, D. M. S.; MOLINA, J. P. E.; REZENDE, J. A. M. Long-lasting systematic roguing for effective management of CABMV in passion flower orchards through maintenance of separated plants. **Plant Pathology**, Oxford, v. 68, p.1259–1267, 2019.

STENZEL, N. M. C. A cultura do maracujazeiro no Sul do Brasil. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/ SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO*, 2017, Arroio do Silva, SC. **Anais [...]** Urussanga, Epagri, 2017. p.25-26.

TAIWE, G. S.; KUETE, V. *Passiflora edulis*. *In: KUETE, V. (ed.). Medicinal Spices and Vegetables from Africa: Therapeutic Potential Against Metabolic, Inflammatory, Infectious and Systemic Diseases*. San Diego: Elsevier, 2017. cap. 24, p. 513-526.

TAYLOR, R. H.; GREBER, R. S. *Passion fruit woodiness virus*. **CMI/AAB Description of Plant Viruses**, [S.l.], n. 122, 1973.

TOLEDO, F. R. **Distribuição espacial e amostragem de adultos de *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros**. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, 2006.

TORRES. Lei Municipal nº 4.955, de 22 de novembro de 2017. Estabelece o período do vazio sanitário da cultura do maracujá no âmbito do Município e dá outras providências. **Diário Oficial de Torres**, Torres, 2017.

TOZZE JÚNIOR, H. J.; FISCHER, I. H.; CÂMARA, M. P. S. First report of *Colletotrichum boninense* infecting yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, Dordrecht, v. 5, n. 1, p. 70-72, 2010.

VIDAL, A. H.; PINHEIRO-LIMA, B.; ABREU, E. F. M.; SANCHES, M. M.; ALVES-FREITAS, D. M. T.; LACORTE, C.; ROSA, R. C. C.; JESUS, O. N.; CAMPOS, M. A.; VARSANI, A.; RIBEIRO, S. G. Mixed infection of *Cucurbit aphid-borne yellows virus* and *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in *Passiflora* spp. in Brazil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VIROLOGIA*, 29., ENCONTRO DE VIROLOGIA DO MERCOSUL, 13., 2018, Gramado. **Resumos [...]**. Gramado: SBV, 2018. p. 291.

VIDAL, E.; MORENO, A.; BERTOLINI, E.; PÉREZ-PANADÉS, J.; CARBONELL, E. A.; CAMBRA, M. Susceptibility of *Prunus* rootstocks to natural infection of *Plum pox virus* and effect of mineral oil treatments. **Annals of Applied Biology**, Warwickshire, v. 157, n. 3, p. 447-457, 2010.

VIDAL, E.; ZAGRAI, L.; MILUSHEVA, S.; BOZHKOVA, V.; TASHEVA-TERZIEVA, E.; KAMENOVA, I.; ZAGRAI, I.; CAMBRA, M. Horticultural mineral oil treatments in nurseries during aphid flights reduce *Plum pox virus* incidence under different ecological conditions. **Annals of Applied Biology**, Warwickshire, v. 162, n. 3, p. 299-308, 2013.

WANG R. Y., PIRONE T. P. Mineral oil interferes with retention of Tobacco etch *potyvirus* in the stylets of *Myzus persicae*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, p. 820–823, 1996.

WHITFIELD, A. E.; FALK, B. W.; ROTENBERG, D. Insect vector-mediated transmission of plant viruses. **Virology**, New York, v. 479-480, p. 278-89, 2015.

ZANARDO, L. G.; DE SOUZA, G. B.; ALVES, M. S. Transcriptomics of plant–virus interactions: a review. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, [Cham], v.31, p.103–125, 2019.

ZANINI, F.; BERTOLINI, E.; SANTOS, N. S.; PERUCH, L. A. M.; PETRY, H. B.; BOHN, L.; PINTO, J. R.; CORDIOLI, E. Desenvolvimento de protocolo de RT-PCR em tempo real para detecção do *Cowpea aphid-born mosaic virus* (CABMV) em maracujazeiro. *In: Simpósio brasileiro sobre cultura do maracujazeiro/ Seminário sul-brasileiro sobre maracujazeiro, 2017, Arroio do Silva, SC. Anais [...]* Urussanga, Epagri, 2017. p.63

ZHAO, J.; ZHANG, X.; HONG, Y.; LIU, Y. Chloroplast in Plant-Virus Interaction. **Frontiers in microbiology**, Switzerland, v. 7, p.1565, 2016.

3 CAPÍTULO 1

Levantamento e identificação das espécies de afídeos que ocorrem em pomares de maracujazeiro localizados no sul catarinense e nordeste gaúcho

3.1 Introdução

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, gênero *Passiflora* L. e conta com aproximadamente 520 espécies, sendo que destas pelo menos 150 são encontradas no Brasil (Cerqueira-Silva *et al.*, 2014). A principal espécie cultivada em nosso país e no mundo é o maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) (Pires *et al.*, 2011), com destaque para o consumo *in natura*, que corresponde a 60% da produção e, o restante, é comercializado na forma de polpa concentrada, utilizada para a produção de sucos (Meletti, 2011). O Brasil é também o maior produtor mundial de maracujá (Faleiro *et al.*, 2016), com uma área colhida de aproximadamente 42.731 hectares, totalizando uma produção de cerca de 602.651 toneladas por ano e um rendimento médio de 14,10 toneladas por hectare (PAM/IBGE, 2018).

Em Santa Catarina, a área plantada com maracujazeiro é de 1.496 ha, contabilizando um total de 922 produtores (Epagri, 2018), com destaque para a região sul do estado que representa 86% da produção catarinense (Petry *et al.*, 2018). Já no Rio Grande do Sul a área plantada é de 292 ha (PAM/IBGE, 2018), onde os 148 produtores localizados na região nordeste são responsáveis por grande parte da produção (Saraiva & Nardi, 2019). Os índices de produtividade nos estados do Rio Grande do Sul (18,28 t/ha) e de Santa Catarina (23,77 t/ha) são superiores aqueles encontrados na maioria dos demais, e a produção catarinense se destaca ainda por possuir o maior rendimento médio do país (PAM/IBGE, 2018).

As doenças causadas por vírus são responsáveis por grandes danos aos frutos e perdas significativas de produção no maracujazeiro (Colariccio *et al.*, 2018). O endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM), causado pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), gênero *Potyvirus*, é a principal virose. O seu difícil controle mantém elevada a incidência desta doença nos pomares em todo o Brasil. Ela causa redução na produtividade e longevidade da cultura, bem como a depreciação da qualidade dos frutos produzidos (Cerqueira-Silva *et al.*, 2008). Os sintomas característicos do EFM nas folhas são o mosaico severo, pontuações cloróticas, rugosidade, formação de bolhas e distorção das folhas; já nos frutos ocorre endurecimento e deformação, irregularidade na espessura do pericarpo, redução na cavidade da polpa e número reduzido de sementes (Peruch *et al.*, 2009).

A transmissão do CABMV pode ocorrer por enxertia, ferramentas de corte e pela realização de desbrota (Gioria & Rezende, 1996; Anjos *et al.*, 2001), porém, a principal

via de transmissão ocorre por afídeos vetores (Colariccio *et al.*, 2018). A transmissão por afídeos é classificada como não-circulativa, em que a aquisição e inoculação do vírus estão restritas ao canal alimentar, mais precisamente no estilete e esôfago (NG & Perry, 2004; Whitfield *et al.*, 2015) e não-persistente, de modo que o afídeo adquire as partículas virais em poucos segundos, através de picadas de prova realizadas em plantas de maracujá infectadas e realiza a transmissão em poucos minutos para as plantas sadias (Colariccio *et al.*, 2018). Esta transmissão requer o auxílio de um HC (Helper Component) codificado pelo próprio vírus através da proteína “*Helper Component-Proteinase*” (HC-Pro), o que possibilita que a partícula do vírus faça a adesão na cutícula do estilete do afídeo vetor (Pirone & Blanc, 1996; Racciah. *et al.*, 2001; Fereres & Racciah, 2015; Whitfield *et al.*, 2015, Fereres *et al.*, 2016).

São consideradas espécies vetores de CABMV os afídeos *Mysus persicae* Sulzer, *Mysus nicotianae* Blackman, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis fabae* Scopoli, *Aphis solanella* Patch, *Aphis craccivora* Bock, *Toxoptera citricidus* Kirkaldy, *Uroleucon ambrosiae* Thomas (Costa *et al.*, 1998; Garcêz *et al.*, 2015), *Ropalosiphum maidis* Fitch, *Acyrtosiphon pisum* Harris e *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Kilalo *et al.*, 2012), *Brevicorine brassicae* Linnaeus e *Sitobion avenae* Fabricius (Kilalo *et al.*, 2013).

Autores como Garcêz *et al.* (2015) e Rodrigues *et al.* (2016) realizaram trabalhos sobre a flutuação populacional e as principais espécies de afídeos que ocorrem em pomares de maracujazeiro em regiões produtoras do estado de São Paulo. Apesar disso, estudos com essa temática são bastante escassos em outras regiões do país e, até o momento, não existe nenhum trabalho semelhante que tenha sido realizado nas regiões produtoras de maracujá de Santa Catarina e nem do Rio Grande do Sul.

Este estudo teve como objetivo monitorar a presença de afídeos em pomares de maracujazeiro localizados no sul catarinense e nordeste gaúcho, conhecendo assim as espécies que ocorrem na região monitorada e identificar sua importância na transmissão do CABMV; conhecer a flutuação na densidade destes afídeos e relacionar com a influência de fatores climáticos. Estas informações são fundamentais para auxiliar na implantação de ações de manejo integrado desta virose na região, contribuindo para a adoção de métodos de convivência e controle da doença mais eficientes e precisas.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Localização dos pomares e características do cultivo

Para o levantamento das espécies de pulgões foram instaladas armadilhas em 2 pomares, localizados no nordeste do Rio Grande do Sul, no município de Torres (latitude -29,284758; longitude -49,865633) (Fig. 1) e no sul de Santa Catarina, no município de Santa Rosa do Sul (lat -28,113686; lon -49,751042) (Fig. 2). Ambos pomares tinham finalidade comercial, área plantada com 1,0 ha de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) da cultivar SCS437 Catarina e produzidos através de manejo convencional e com sistema de condução latada.

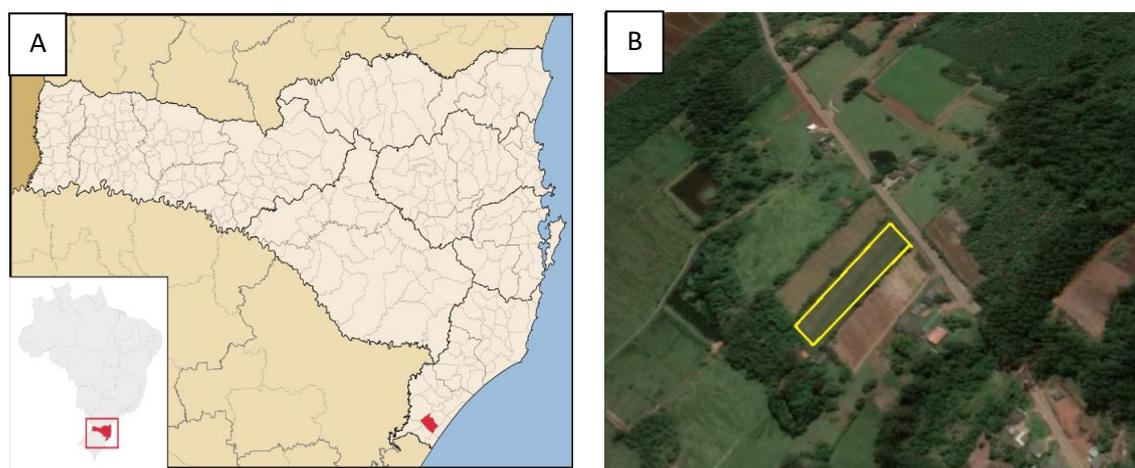


FIGURA 1. Localização do município de Santa Rosa do Sul no estado de Santa Catarina (A), pomar onde foi realizado o monitoramento com as armadilhas Moericke e Irwin no município (B). www.googleearth.com.br / www.wikipedia.org. Acesso em: 22/05/2020

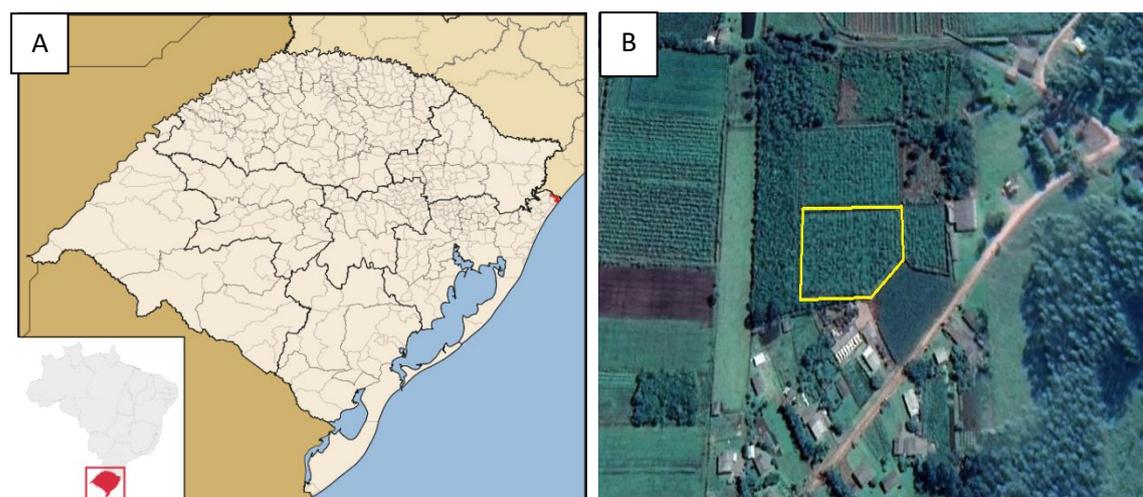


FIGURA 2. Localização do município de Torres no estado do Rio Grande do Sul (A), pomar onde foi realizado o monitoramento com as armadilhas Moericke e Irwin no município (B). www.googleearth.com.br / www.wikipedia.org. Acesso em: 22/05/2020.

3.2.2 Influência climatológica na quantidade de afídeos capturados

Os dados de temperatura média e pluviosidade relativos ao período de monitoramento foram extraídos da série histórica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e obtidas junto ao Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), pertencente a Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina).

As informações meteorológicas utilizadas no experimento do município de Torres vieram da estação convencional do INMET, localizada no mesmo município (lat -29,350277; lon -49,733333) e distante 10 km do pomar onde foi realizado o monitoramento. Os dados climáticos utilizados no experimento de Santa Rosa do Sul foram obtidos da estação automática também do INMET, localizada no município de Araranguá (lat -28,931353; lon -49,497920), e com distância de aproximadamente 30 quilômetros do pomar onde foi realizado o monitoramento.

Os dados de temperatura e pluviosidade obtidos das estações meteorológicas foram confrontados com o total de afídeos capturados quinzenalmente durante o monitoramento. Essa análise foi realizada através do coeficiente de correlação de Pearson (r) calculado pelo software estatístico R v. 3.4.4 (R Core Team, 2018) e a classificação dos resultados utilizando a escala de Hopkins (2002).

3.2.3. Monitoramento da fauna potencial vetor do CABMV

O monitoramento ocorreu por um período de 13 meses, de junho de 2018 a julho de 2019, com interrupção no município de Torres durante os meses de dezembro/18 e janeiro/19. Foram utilizadas 1 armadilha do tipo Moericke (amarela) e 1 do tipo Irwin (verde) em cada pomar (Fig. 3). As armadilhas foram instaladas a 1,0 m de altura acima do solo, ficando distantes 2,0 m da última fila de plantas do pomar e 5,0 m entre uma armadilha e outra, com a face virada para um dos ventos predominantes da região (vento Sul).

Os potes armadilhas possuíam uma superfície de lâmina da água com 380 cm², capacidade para 2 litros de água e também uma abertura lateral protegida por uma malha fina com a finalidade de evitar o seu transbordamento em caso de chuvas. O monitoramento e a coleta dos insetos das armadilhas foram realizados a cada 15 dias, sendo após tabelados e analisados mensalmente.



FIGURA 3. Armadilhas do tipo Moericke (amarela) e tipo Irwin (verde) instaladas na borda do pomar de maracujazeiro localizado no município de Torres/RS.

Na ocasião também era feita a reposição da água com uma solução de formol (conservação dos insetos) e detergente (quebra da tensão superficial da água). Esta solução era composta por 2 litros de água, 10 ml de formol 40% e 1 ml de detergente. Os insetos capturados nas armadilhas eram separados da solução com o auxílio de peneiras e acondicionados em recipientes de plástico identificados, ficando armazenados em geladeira a 4°C.

3.2.4 Separação, armazenamento e identificação dos pulgões

Os pulgões capturados foram separados dos outros insetos no laboratório, contados e armazenados em tubos Eppendorf com álcool 70° para posterior identificação, além de rotulados conforme data da coleta, município e tipo de armadilha. A identificação dos espécimes foi realizada com a utilização de microscópio estereoscópio e auxílio de chaves morfológicas, chegando-se em nível de gênero ou espécie, dependendo do exemplar capturado. As principais características morfométricas para identificação dos gêneros e espécies de pulgões foram: formato da cabeça; tamanho e número de segmentos da antena; tamanho do corpo; presença de manchas no dorso do abdômen; característica dos sífúnculos, formato da cauda, presença de manchas e estrias nas asas (Costa *et al.*, 1993; Favret & Muller, 2012; Chaves, 2017).

3.2.5 Determinação de afídeos virulíferos para CABMV

Para a determinação dos afídeos virulíferos para o CABMV, exemplares capturados nas armadilhas de Moericke, do município de Santa Rosa do Sul/SC, foram analisados por RT-PCR em tempo real. Como critério, os pulgões capturados foram separados em 2 grupos: as espécies transmissoras e não transmissoras do CABMV. Estes insetos foram selecionados adotando como critérios o número de capturas ocorridas por espécie no mês e também ao longo do período monitorado.

As espécies do grupo de transmissoras do vírus foram verificadas em artigos científicos em que se realizou experimentos de ensaios de transmissão e efetivamente mostraram a capacidade de transmissão do CABMV. Deste grupo, foram analisados 64 exemplares dos 346 (18,5%) capturados durante o monitoramento na armadilha tipo “Moericke” de Santa Rosa do Sul.

Do outro grupo fizeram parte as espécies capturadas que não foram submetidas a experimentos de ensaios de transmissão e também as que foram submetidas e não mostraram a capacidade de transmitir o vírus. Destes, analisou-se 100% dos insetos (total de 88 pulgões), com exceção das espécies *Aulacorthum solani* Kaltentbach, onde houve a captura de um grande número de espécimes (155) e, portanto, foram analisados apenas 40 e também da espécie *Uroleucon compositae* Theobald, na qual se capturou apenas 2 exemplares e, neste caso, optou-se por analisar apenas 1 e preservar o outro espécime.

A metodologia utilizada na análise foi a “squash real time RT-PCR” onde os insetos preservados em álcool foram esmagados em membranas de nylon carregadas positivamente (Roche). As membranas foram recortadas, colocadas em tubos Eppendorf com 100 µl de água destilada, fervidas a 100°C por 10 minutos e agitadas no aparelho vórtex (Olmos *et al.*, 2005; Bertolini *et al.*, 2014).

A reação de RT-PCR em tempo real foi realizada com os iniciadores, sondas TaqMan e condições de amplificação específicas para o CABMV conforme protocolo descrito por Santos (2019). Foram utilizados 2 µl de cada amostra da etapa anterior adicionados aos seguintes reagentes: 2 µl de água, 5 µl de 2x MasterMix (GoTaq® Probe 1-step RT-qPCR System), 0,2 µl de RT-Mix (GoTaq® Probe 1-step RT-qPCR System), 0,2 µl do iniciador F a 25 µM, 0,2 µl do iniciador R a 25 µM, 0,3 µl de sonda TaqMan a 5 µM, 0,1 µl de Rox, totalizando 10 µl por reação (2 µl da amostra + 8 µl dos reagentes).

O aparelho termociclador StepOnePlus - Real time PCR System (Applied Biosystems) foi utilizado para executar as reações dentro das seguintes condições: um

ciclo a 45 °C por 15 min (transcrição reversa); um ciclo a 95 °C por 2 min; e 50 ciclos a 95 °C por 15 s (desnaturação) e a 60 °C por 45 s (anelamento e extensão). As curvas de amplificação e os valores de Ct foram obtidos através do software StepOnePlus e as análises foram realizadas no Agronômica Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário e Consultoria.

3.3 Resultados

3.3.1 Monitoramento da fauna potencial vetor do CABMV

A Figura 4 mostra a captura de insetos nas diferentes armadilhas no município de Santa Rosa do Sul. De maneira geral, pôde se observar visualmente uma maior quantidade de artrópodes na armadilha amarela tipo Moericke. Especificamente em relação aos afídeos, a média mensal de capturas foi de 67 e 51 afídeos por mês nas armadilhas de Moericke nos municípios de Santa Rosa do Sul e Torres, respectivamente, enquanto que nas armadilhas de Irwin a média mensal foi de 20 capturas tanto em Santa Rosa do Sul quanto em Torres.



FIGURA 4. Quantidade de artrópodes capturados nas armadilhas do tipo Moericke (A) e do tipo Irwin (B), no município de Santa Rosa do Sul/SC.

No município de Santa Rosa do Sul/SC, a flutuação na densidade de afídeos teve um comportamento similar em ambas as armadilhas. Nos períodos em que houve uma maior quantidade de insetos capturados (meses de outono e inverno), a quantidade foi sempre superior nas armadilhas amarelas (mais de 50 afídeos capturados por mês nestas armadilhas), o que pode ser visualizado pelas linhas neste período (Fig. 5). Nos meses de primavera e verão (outubro/18 a abril/19) a quantidade de insetos capturados foi pequena e praticamente idêntica nas duas armadilhas.

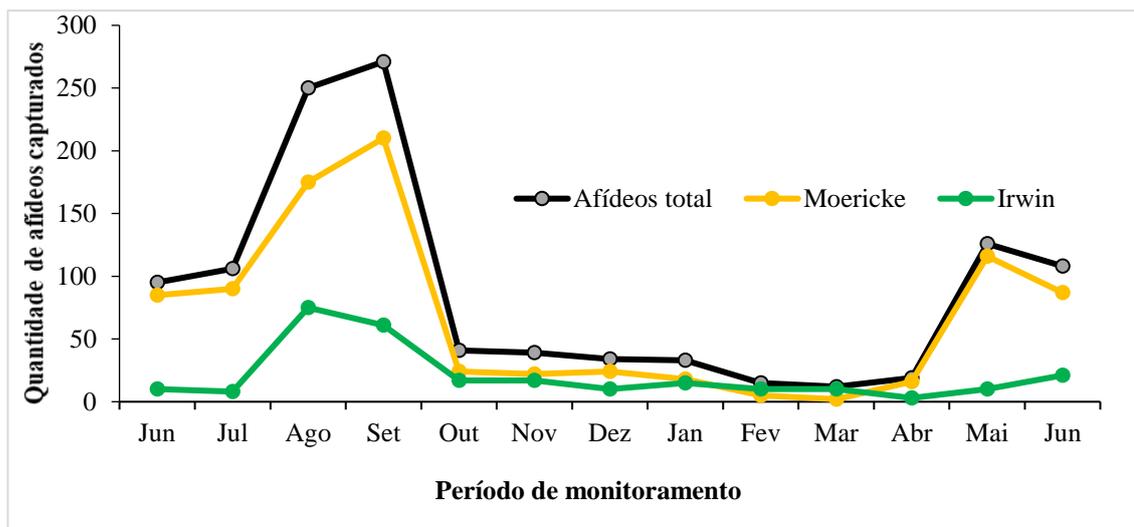


FIGURA 5. Flutuação na densidade de afídeos capturados nas armadilhas do tipo Moericke, do tipo Irwin e total, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Santa Rosa do Sul/SC.

No município de Torres/RS se observa que a flutuação na densidade dos afídeos teve um comportamento muito similar em ambas as armadilhas, mas com uma diferença menor entre o número de capturas nas armadilhas de Moericke e de Irwin quando comparada com Santa Rosa do Sul. Nos meses de junho a outubro/18 a quantidade de afídeos capturados foi maior e mais expressivo nas armadilhas amarelas. Houve a captura de mais de 50 afídeos de julho a outubro/18 nas armadilhas amarelas, com o mês de setembro como sendo o de maior número de capturas (Fig. 6).

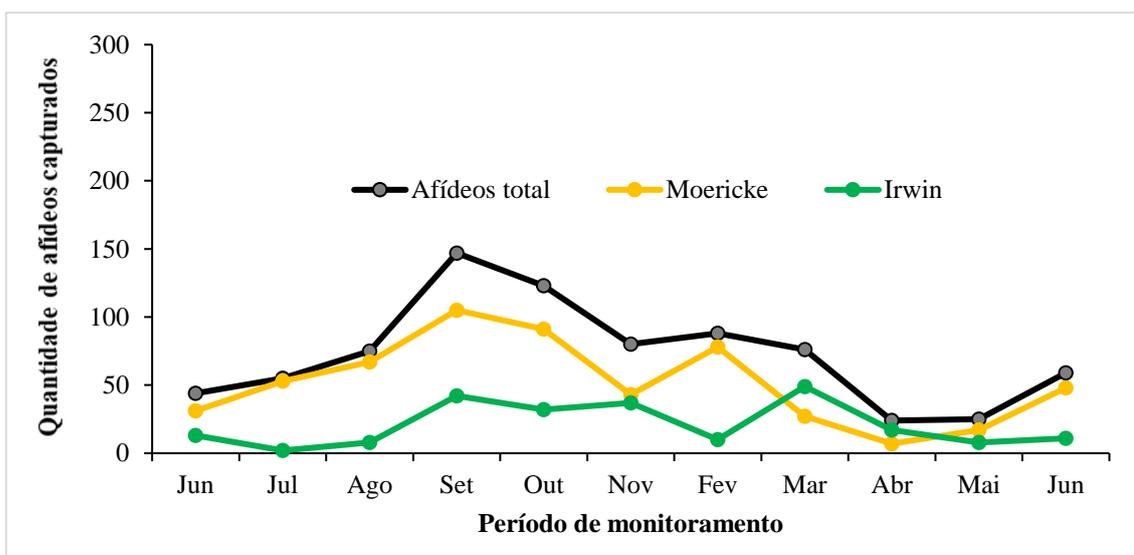


FIGURA 6. Flutuação na densidade de afídeos capturados nas armadilhas do tipo Moericke, do tipo Irwin e o total, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Torres/RS.

Em Santa Rosa do Sul os maiores picos de densidades de afídeos ocorreram durante os meses de agosto e setembro/18. Nos meses de junho e julho de 2018 e maio e junho de 2019 também ocorreu um elevado número de capturas na armadilha amarela de Santa Rosa do Sul.

Os afídeos capturados que não foram identificados dentro de um dos gêneros ou espécies por estarem em mau estado de conservação e/ou quebrados, foram classificados como “Não identificados”.

Em Santa Rosa do Sul, na armadilha tipo Moericke a espécie *A. gossypii* foi a capturada com maior frequência (28,9% do total de 874 pulgões), seguido de outras espécies do gênero *Aphis* (17,8%), e das espécies *Aulacorthum solani* (17,7%), *B. brassicae* (5,3%) e *T. citricidus* (2,9%) (Tabela 1).

TABELA 1. Número de indivíduos capturados das espécies de afídeos em coletas mensais nas armadilhas amarelas do tipo “Moericke” e sua frequência relativa, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Santa Rosa do Sul/SC.

Espécies	2018							2019							Total	%
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun			
<i>A. gossypii</i>	28	28	27	28	6	7	6	10	1	0	6	56	50	253	28,9	
<i>Aphis</i> sp.	17	11	5	42	10	7	4	2	1	0	1	42	14	156	17,8	
<i>A. solani</i>	5	12	59	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	17,7	
<i>B. brassicae</i>	10	12	3	0	1	0	1	2	3	0	1	9	4	46	5,3	
<i>G. psidii</i>	0	0	0	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	6	0,7	
<i>M. antirrhinii</i>	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0,4	
<i>M. ascalonicus</i>	0	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0,8	
<i>M. ornatus</i>	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,3	
<i>M. persicae</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	5	0	1	10	1,1	
<i>Pemphigus</i> sp.	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	2	1	2	11	1,2	
<i>P. nigronervosa</i>	0	0	0	0	2	0	3	1	0	0	1	0	0	7	0,8	
<i>T. aurantii</i>	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	1	3	9	1,0	
<i>T. citricidus</i>	1	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	4	11	25	2,9	
<i>U. ambrosiae</i>	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,4	
<i>U. compositae</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,2	
Não identificadas	23	21	69	53	1	2	1	1		0	0	3	2	176	20,1	
Total	85	90	175	210	24	22	24	18	5	2	16	116	87	874	100,0	

Na armadilha do tipo Irwin, a maior quantidade de capturas foi de *Aulacorthum solani* (29,3%), seguido de *A. gossypii* (21,3%), de outras espécies do gênero *Aphis* (19,1%) e das espécies *B. brassicae* (3,7%) e *T. citricidus* (2,2%) (Tabela 2).

TABELA 2. Número de indivíduos capturados das espécies de afídeos em coletas mensais nas armadilhas verdes do tipo “Irwin” e sua frequência relativa, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Santa Rosa do Sul/SC.

Espécies	2018							2019							Total	(%)
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun			
<i>A. gossypii</i>	2	6	7	7	3	6	2	4	2	2	0	7	9	57	21,3	
<i>Aphis</i> sp.	5	0	3	8	5	4	3	9	3	2	1	0	8	51	19,1	
<i>A. solani</i>	0	0	49	24	4	1	0	1	0	0	0	0	1	80	29,3	
<i>B. brassicae</i>	1	0	3	3	0	2	0	0	0	1	0	0	0	10	3,7	
<i>G. psidii</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,7	
<i>M. antirrhinii</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	1,1	
<i>M. ascalonicus</i>	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,1	
<i>M. ornatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,4	
<i>M. persicae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0,7	
<i>Pemphigus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	0	0	0	6	2,2	
<i>P. nigronervosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	5	1,9	
<i>T. aurantii</i>	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	5	1,9	
<i>T. citricidus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	6	2,2	
<i>U. ambrosiae</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	1,1	
<i>U. compositae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Não identificadas	2	2	9	17	0	0	0	0	2	0	0	1	0	33	12,3	
Total	10	8	75	61	17	17	10	15	10	10	3	10	21	267	100,0	

Em Santa Rosa do Sul, somando-se os insetos *A. gossypii* com as outras espécies de *Aphis*, estes representaram 56,7% do total de capturas na armadilha amarela e 40,4% na verde e, durante todos os 13 meses de monitoramento, ocorreram capturas tanto de *A. gossypii* como de *Aphis* sp. em pelo menos uma das armadilhas. No total de capturas das duas armadilhas, a espécie *A. gossypii* foi a mais frequente em 10 dos 13 meses de monitoramento, com exceção dos meses de agosto e setembro de 2018, em que a espécie *Aulacorthum solani* foi a mais capturada e durante o mês de outubro de 2018 em que outras espécies do gênero *Aphis* foram as mais frequentes.

No município de Torres, durante o período de amostragem, na armadilha amarela, a espécie *A. gossypii* foi a capturada com maior frequência (35,2%), seguido de outras espécies do gênero *Aphis* (26,9%) e das espécies *T. aurantii* (9,7%), *Aulacorthum solani* (7,6%) e *T. citricidus* (6,5%) (Tabela 3).

TABELA 3. Número de indivíduos capturados das espécies de afídeos em coletas mensais nas armadilhas amarelas do tipo “Moericke” e sua frequência relativa, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Torres/RS.

Espécies	2018							2019							Total	%
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun			
<i>A. gossypii</i>	18	28	28	26	30	19	NC*	NC	27	5	0	8	11	200	35,2	
<i>Aphis</i> sp.	5	10	14	14	27	15	NC	NC	37	14	4	5	8	153	26,9	
<i>A. solani</i>	0	2	9	26	4	1	NC	NC	1	0	0	0	0	43	7,6	
<i>B. brassicae</i>	4	3	1	0	0	0	NC	NC	0	2	0	1	1	12	2,1	
<i>G. psidii</i>	0	0	0	0	2	2	NC	NC	0	0	0	0	0	4	0,7	
<i>M. antirrhinii</i>	0	0	0	0	0	0	NC	NC	0	0	0	0	0	0	0	
<i>M. ascalonicus</i>	0	0	0	0	0	0	NC	NC	0	0	0	0	0	0	0	
<i>M. ornatus</i>	0	1	1	0	0	0	NC	NC	0	0	0	0	0	2	0,3	
<i>M. persicae</i>	1	0	1	0	2	0	NC	NC	3	2	1	0	2	12	2,1	
<i>Pemphigus</i> sp.	0	0	0	0	1	1	NC	NC	5	2	2	1	1	13	2,3	
<i>P. nigronervosa</i>	0	0	0	0	1	1	NC	NC	2	1	0	0	1	6	1	
<i>T. aurantii</i>	0	2	0	16	17	2	NC	NC	0	0	0	0	18	55	9,7	
<i>T. citricidus</i>	0	0	0	22	7	1	NC	NC	0	0	0	1	6	37	6,5	
<i>U. ambrosiae</i>	0	0	1	0	0	0	NC	NC	0	0	0	0	0	1	0,2	
Não identificadas	3	7	12	1	0	1	NC	NC	3	1	0	1	0	29	5,1	
Total	31	53	67	105	91	43	0	0	78	27	7	17	48	567	100,0	

*NC= não capturado

TABELA 4. Número de indivíduos capturados das espécies de afídeos em coletas mensais nas armadilhas verdes do tipo “Irwin” e sua frequência relativa durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Torres/RS.

Espécies	2018							2019							Total	(%)
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun			
<i>A. gossypii</i>	2	2	2	11	14	10	NC*	NC	0	10	3	3	3	60	26,2	
<i>Aphis</i> sp.	3	0	0	5	5	21	NC	NC	0	17	11	1	2	65	28,4	
<i>A. solani</i>	0	0	3	13	5	0	NC	NC	0	0	0	0	0	21	9,2	
<i>B. brassicae</i>	2	0	0	0	1	0	NC	NC	1	1	0	0	0	5	2,2	
<i>G. psidii</i>	0	0	0	1	0	0	NC	NC	0	0	0	0	0	1	0,4	
<i>M. antirrhinii</i>	2	0	0	0	0	0	NC	NC	0	0	0	0	0	2	0,9	
<i>M. ascalonicus</i>	0	0	0	2	0	1	NC	NC	0	0	0	0	0	3	1,3	
<i>M. ornatus</i>	0	0	0	0	0	0	NC	NC	0	0	0	1	0	1	0,4	
<i>M. persicae</i>	0	0	0	1	0	0	NC	NC	3	11	2	0	0	17	7,4	
<i>Pemphigus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	NC	NC	1	5	0	0	0	7	3	
<i>P. nigronervosa</i>	0	0	0	0	0	2	NC	NC	0	1	0	0	0	3	1,3	
<i>T. aurantii</i>	0	0	0	6	5	1	NC	NC	0	1	1	1	4	19	8,3	
<i>T. citricidus</i>	0	0	0	2	1	0	NC	NC	0	0	0	1	1	5	2,2	
<i>U. ambrosiae</i>	0	0	0	0	0	0	NC	NC	0	0	0	0	0	0	0	
Não identificadas	4	0	3	1	1	1	NC	NC	5	3	0	1	1	20	8,7	
Total	13	2	8	42	32	37	0	0	10	49	17	8	11	229	100,0	

*NC= não capturado

Na armadilha verde, a maior quantidade de capturas foi de pulgões do gênero *Aphis* sp. (28,4%), seguido das espécies *A. gossypii* (26,2%), *A. solani* (9,2%), *T. aurantii* (8,3%) e *M. persicae* (7,4%) (Tabela 4).

Assim como em Santa Rosa do Sul/SC, também no município de Torres/RS, os insetos *A. gossypii* com as outras espécies de *Aphis*, representaram a ampla maioria de capturas, com 62,1% do total capturado na armadilha amarela e 54,6% na verde. Ao longo dos 11 meses de monitoramento houve capturas tanto de *A. gossypii* como de *Aphis* sp. em pelo menos uma das armadilhas. A espécie *A. gossypii* foi a mais frequente durante os meses de junho, julho, agosto e outubro de 2018, e maio e junho de 2019 em ambas as armadilhas. A presença do gênero *Aphis* foi mais frequente nos meses de novembro de 2018 e de fevereiro a abril de 2019, enquanto a espécie *Aulacorthum solani* foi a mais capturada somente no mês de setembro de 2018.

3.3.2 Influência climatológica na quantidade de afídeos capturados

O “r” de Pearson calculado entre temperatura média e o total de afídeos capturados foi -0,7195417 em Santa Rosa do Sul e -0,1348299 em Torres, enquanto que o “r” entre precipitação e total de afídeos foi 0,06624241 em Santa Rosa do Sul e -0,1872226 em Torres. De acordo com Hopkins (2002), “r” com valores entre 0,7 e 0,9, o que ocorreu entre temperatura e total de afídeos em Santa Rosa do Sul, são classificados como muito fortes, o que demonstra um alto grau de relação linear negativa entre estas duas variáveis. Já em relação aos outros “r” encontrados, as correlações que ocorreram são classificadas como fracas ou muito fracas.

No município de Santa Rosa do Sul, partir do mês de outubro/18, quando as médias de temperatura foram superiores a 20° C, começou a haver um decréscimo no número de capturas, mantendo-se em níveis baixos até chegar ao mês de maio/19, quando as temperaturas médias diminuíram para menos de 20°C novamente. Verificou-se também, a ocorrência de picos na densidade de afídeos durante o mês de setembro/18, quando a T média foi de 19°C e outro em agosto/18, quando a T média foi de 14,8°C (Fig. 7). Em relação a pluviosidade, ocorreram meses com alta pluviosidade e grande número de afídeos capturados, como por exemplo em maio/19, que foi o mês mais chuvoso (341 mm) e também em que houve a 3ª maior quantidade de afídeos coletados (126). Além disso, também houveram meses em que houve pouca pluviosidade (63 mm) e grande quantidade de afídeos capturados (250), como ocorreu em agosto/18, bem como

meses em que tivemos um volume expressivo de chuva (163 mm) e o maior número de afídeos capturado ao longo de monitoramento (271), em setembro/18.

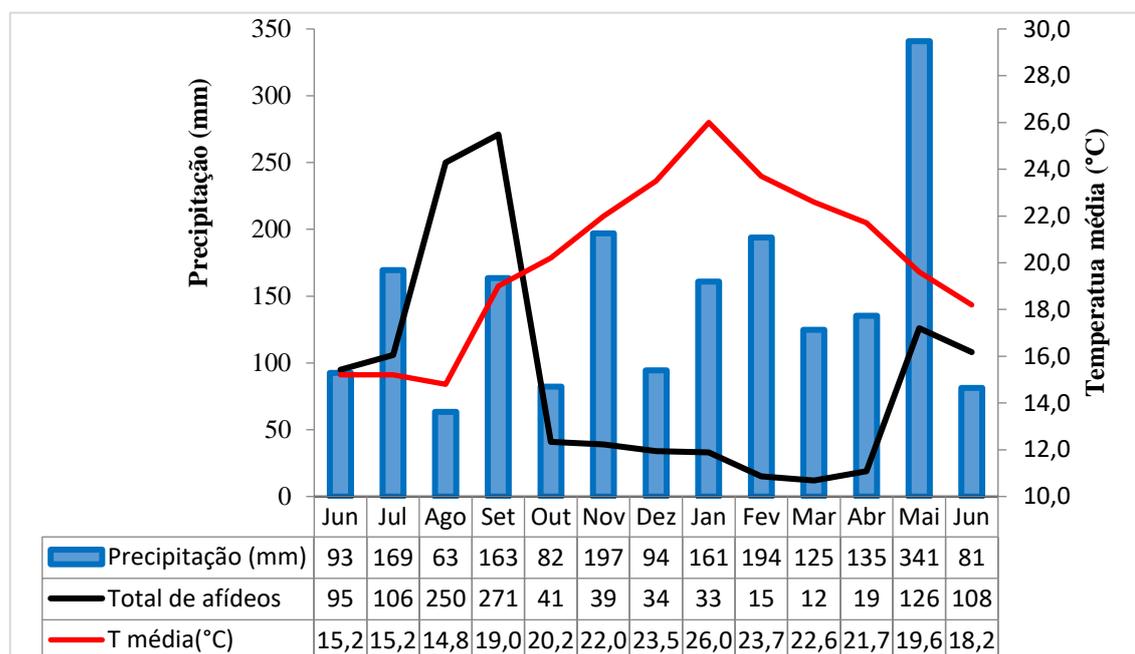


FIGURA 7. Influência da temperatura média e precipitação mensal na flutuação do total de afídeos capturados nas armadilhas, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Santa Rosa do Sul/SC.

No município de Torres ocorreram picos nas capturas de afídeos durante os meses de setembro e outubro/18, quando as temperaturas médias foram de 18,4° e 19,7°C respectivamente. A partir do mês de novembro/18, quando as médias de temperatura foram superiores a 21° C, começou a haver um decréscimo no número de capturas, porém não tão abrupta quando comparada com os dados de Santa Rosa do Sul. Os meses de abril e maio/19 foram os que houve o menor número de capturas (24 e 25), quando as temperaturas médias estavam com 21,9° e 19,7°C (Fig. 8). Relativo a pluviosidade, os meses de março a maio/19, além de julho/18, foram os meses em que ocorreram um volume de chuva maior que 200 mm, sendo abril e maio/19 os de menor número de afídeos capturados.

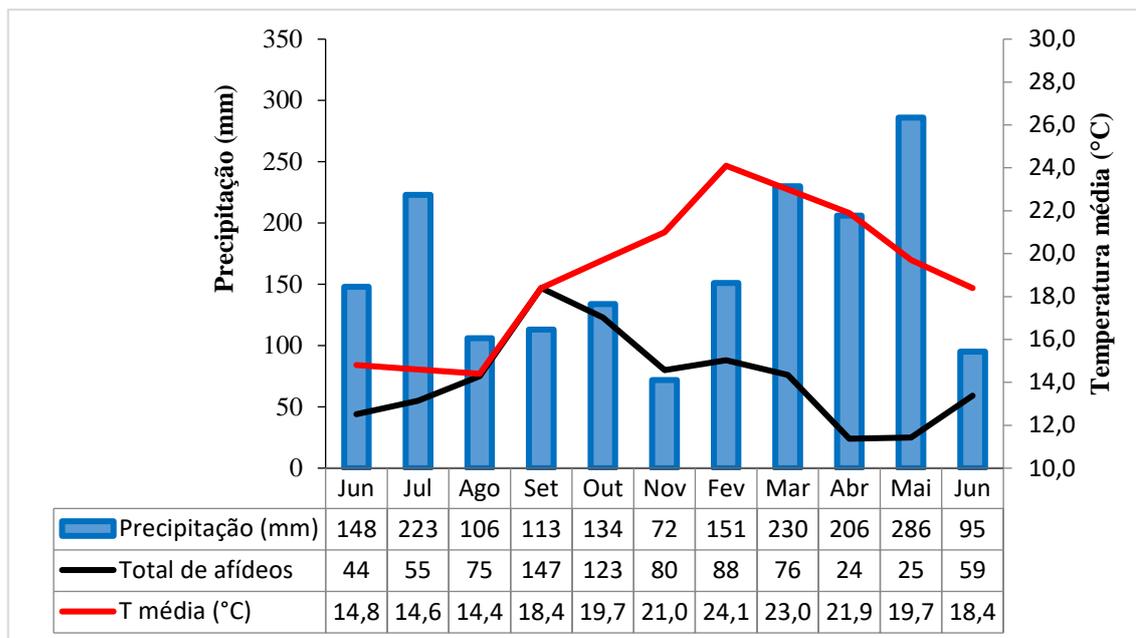


FIGURA 8. Influência da temperatura média e precipitação mensal na flutuação do total de afídeos capturados nas armadilhas, durante o período de junho de 2018 a junho de 2019, no município de Torres/RS.

3.3.3. Identificação das espécies de afídeos

Foram capturadas nas armadilhas do tipo Moericke (amarela) do tipo Irwin (verde) 13 espécies diferentes: *Aphis gossypii* Glover, *Toxoptera auranti* Boyer de Fonscolombe, *Toxoptera citricidus* Kilkardy, *Mysus persicae* Sulzer, *Mysus ascalonicus* Doncaster, *Mysus ornatos* Laing, *Mysus antirrhinii* Macchiati, *Aulacorthum solani* Kaltenbach, *Greenidia psidii* van der Gott, *Pentalonia nigronervosa* Coquerel, *Uroleucon ambrosiae* Thomas, *Uroleucon compositae* Theobald e *Brevicoryne brassicae* Linnaeus. Chegou-se somente em nível de gênero os insetos classificados como *Aphis* sp. (com exceção do *A. gossypii*) e *Pemphigus* sp., devido à dificuldade de identificação destes somente através de chaves morfológicas.

Entre as espécies capturadas, são conhecidos vetores de CABMV (Fig. 9) os afídeos *M. persicae*, *A. gossypii*, *T. citricidus*, *U. ambrosiae*, (Costa *et al.*, 1998; Garcêz *et al.*, 2015) e *B. brassicae* (Kilalo *et al.*, 2013).

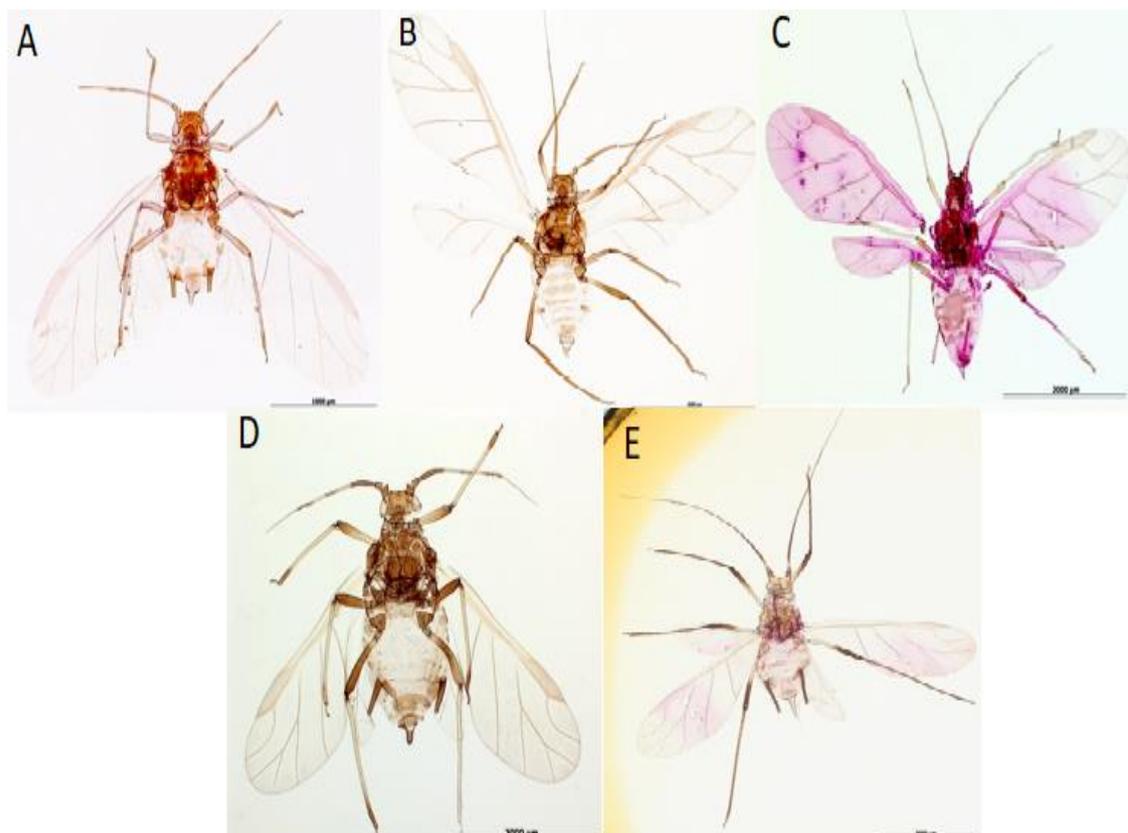


FIGURA 9. Espécies de pulgões conhecidamente transmissores do CABMV coletadas durante o período de monitoramento. *Aphis gossypii* (A), *Brevicoryne brassicae* (B), *Myzus persicae* (C), *Toxoptera citricidus* (D), *Uroleucon ambrosiae* (E). Fotos: Favret & Muller (2012).

3.3.4 Determinação de afídeos virulíferos para CABMV

Dentre os pulgões transmissores do CABMV analisados, em 2 espécimes da espécie *B. brassicae*, coletados no mês de maio/19, foi detectada a presença do vírus, o que correspondeu a 3,12% (2/64) do total de afídeos analisados e 13,33% (2/15) do total da espécie. Os valores de ciclos de amplificação (Ct) obtidos no “squash real time RT-PCR” foram 45,1 e 45,6 para os 2 pulgões virulíferos.

Em relação aos pulgões não descritos como sendo transmissores do CABMV analisados, em um exemplar de *P. nigronevosa*, coletado no mês de outubro/18, foi detectado a presença do vírus, o que correspondeu a 1,14% (1/88) do total de afídeos analisados e 14,28% (1/7) do total da espécie. O valor encontrado do Ct obtido para o “squash real time RT-PCR” foi de 44,3. Assim, esse trabalho é o primeiro a registrar a presença do CABMV na espécie *P. nigronevosa*.

3.4 Discussão

Em Santa Rosa do Sul, as capturas foram mais de três vezes maiores nas armadilhas amarelas, ocorrendo a captura das mesmas espécies, com exceção de 2 espécimes de *U. compositae* que foram capturados apenas na armadilha amarela. Em Torres, houve uma captura duas vezes e meia maiores nas armadilhas amarelas do que na verde. Neste município, as espécies capturadas foram as mesmas, com exceção de 1 espécime de *U. ambrosiae* que foi capturado apenas na armadilha amarela e as espécies *M. antirrhinii* e *M. ascalonicus* que foram capturados apenas na armadilha verde e não na amarela. Isso já era esperado, já que armadilhas de cor amarela permitem a captura de pulgões de forma não seletiva, enquanto as armadilhas verdes, que são mais seletivas, capturam as espécies que efetivamente pousam nas plantas de maracujá para efetuar picadas de prova. De acordo com Moericke (1955) *apud* Garcêz (2012), os afídeos quando estão em voo são atraídos por superfícies que refletem comprimentos de onda de luz na faixa do amarelo com 580 nm. A cor verde utilizada nas armadilhas de Irwin era muito semelhante com as das folhas de maracujazeiro, o que, de acordo com Garcêz (2012) reflete comprimentos de onda de luz de aproximadamente 534 nm, causando atração aos pulgões.

Houve diferença na quantidade de afídeos capturados entre as armadilhas, porém com similaridade entre as espécies capturadas. Diante deste fato, não se pode inferir que a armadilha verde tenha capturado somente espécies de afídeos que são transmissoras do CABMV. Isto difere do que foi encontrado por Garcêz *et al.* (2015), em que utilizando armadilha tipo Irwin foram capturadas 8 espécies de afídeos enquanto que com a armadilha tipo Moericke ocorreu a captura de 14 espécies, no mesmo pomar de maracujazeiro localizado no município de Pinhalzinho/SP. Estas diferenças podem ser decorrentes do fato de que aquele trabalho utilizou em sua metodologia 4 armadilhas amarelas na borda do pomar e somente 1 verde localizada no centro do pomar, além do fato de que a armadilha verde usada no monitoramento tinha dimensões bem menores do que a amarela, enquanto neste monitoramento, ambas as armadilhas possuíam as mesmas condições de captura.

Outro fator a ser destacado é a influência de correntes de ar constantes na região. As armadilhas foram instaladas na face sul do pomar, de forma que as capturas fossem provenientes de pulgões que estivessem vindo, principalmente, de sobrevoos de fora para dentro da área monitorada, muitas vezes com o auxílio de correntes de vento oriundas do sul, que é um dos ventos predominantes nos municípios monitorados. As regiões nordeste

do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina tem essa particularidade de terem uma constância e uma alta incidência de correntes de vento, o que pode facilitar a dispersão dos afídeos. Autores como Kring (1972) *apud* Salvadori & Tonet (2001) e Butignol (2004) afirmam que o transporte passivo através correntes de ar pode ampliar bastante a dispersão de afídeos, podendo atingir até centenas de quilômetros. O objetivo principal da localização destas armadilhas na borda do pomar foi identificar e quantificar as espécies aladas de pulgões responsáveis por realizarem a infecção primária (de fora para dentro do pomar).

Em relação ao número de espécies capturadas neste estudo (13), observa-se que é um número próximo ao registrado em outros trabalhos, como o de Kilalo *et al.* (2013) no Quênia, que em monitoramento realizado utilizando armadilhas tipo Moericke em maracujazeiro, identificou 12 espécies. No Brasil, utilizando também armadilhas amarelas, Garcêz *et al.* (2015) obtiveram a captura de 14 espécies no município de Pinhalzinho/SP, enquanto Rodrigues *et al.* (2016), na região do Vale do Ribeira, município de Pariqueira-Açu/SP, identificaram 16 espécies de afídeos. Estes trabalhos afirmam que a diversidade de espécies capturadas são um reflexo das culturas circundantes do pomar e de suas paisagens adjacentes. Dentro deste contexto, se verificou que no entorno do pomar de Santa Rosa do Sul/SC havia outros pomares de maracujá, bananais, pastagens, tabaco, hortas domésticas e plantio de milho, além de mata nativa e aveia nas entrelinhas do pomar. Já nas proximidades do pomar de Torres/RS havia cultivo de tabaco, pastagens, eucalipto, hortas domésticas, mandioca e outros cultivos anuais, como milho e feijão, além de aveia nas entrelinhas. Vale salientar que muitas destas espécies de plantas citadas são hospedeiras de diferentes espécies de afídeos que foram capturadas nas armadilhas durante o período monitorado. Segundo Hullé *et al.* (2019), é bastante comum a alternância de hospedeiros envolvendo muitas plantas herbáceas ou lenhosas pelos pulgões.

Considerando que a abundância de *A. gossypii* e *Aphis* sp. foi alta tanto em Santa Rosa do Sul como em Torres é de se esperar que estas tenham grande importância na epidemiologia da doença. Isso porque, segundo Parizoto *et al.* (2013), a capacidade e a eficiência na transmissão do *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) por pulgões dependem da abundância das espécies, sua presença ao longo do ano e sua eficiência em testes de transmissão. Favret & Muller (2012), afirmam que *A. gossypii* é a espécie de pulgão que possui a maior quantidade de hospedeiros, com registros de ocorrência em espécies de mais de 135 famílias de plantas, entre elas cucurbitáceas, crucíferas, citros e ornamentais,

enquanto a espécie *A. fabae* é hospedeira de aproximadamente 120 famílias de plantas. Durante o monitoramento foram observadas colônias de *A. fabae* e *A. gossypii* em plantas espontâneas de maria-pretinha (*Solanum americanum*) presentes nas entrelinhas do pomar monitorado de Santa Rosa do Sul/SC. A espécie *A. fabae* é vetora do vírus e, portanto, deve ter participação também na disseminação da doença, apesar de ser muito difícil mensurar sua relevância na região.

A diversidade de hospedeiros que o gênero *Aphis* possui, em especial a predominância da espécie *A. gossypii* que pôde ser identificada durante o monitoramento, bem como muitas destas plantas hospedeiras existem na região, reforçam seu protagonismo na disseminação do CABMV. Além desse fato, quando submetemos a espécie *A. gossypii* a ensaio de transmissão do CABMV em maracujazeiro (Capítulo 2 desta dissertação) obtivemos uma taxa de transmissão de 80%, enquanto que Di Piero *et al.* (2006) obtiveram taxas de transmissão de 75% a 100%, o que demonstra que, além de ser de ocorrência frequente, esta espécie possui uma alta eficiência na transmissão do vírus, o que aumenta sua importância na epidemiologia desta doença. Garcêz *et al.* (2015) e Rodrigues *et al.* (2016) também destacam a importância do gênero *Aphis*, particularmente da espécie *A. gossypii*, na disseminação do CABMV em pomares de maracujazeiro em diferentes regiões do estado de São Paulo.

Outra espécie que foi capturada com alta frequência no monitoramento realizado em Santa Rosa do Sul foi *Aulacorthum solani*, que representou 17,7% das ocorrências na armadilha amarela e 29,3% na verde. Além disso, foram analisados 40 exemplares capturados da espécie por “*squash real time RT-PCR*” e não houve a detecção do CABMV. Não foram encontrados trabalhos onde tenham sido realizados ensaios de transmissão para esta espécie com o CABMV, porém, por possuir hábito alimentar polífago e de ser descrita como transmissora de pelo menos 45 vírus de plantas (Favret & Muller, 2012), aliada à sua alta frequência de capturas no campo, pode ser considerada uma importante ameaça se for demonstrada sua capacidade de transmitir o CABMV, em especial nos meses de agosto e setembro/18, quando se concentraram a maioria das capturas desta espécie.

Por outro lado, *M. persicae*, *T. citricidus*, *U. ambrosiae*, e *B. brassicae*, que são reconhecidamente vetores do CABMV, parecem ter uma importância secundária na transmissão do vírus nas regiões monitoradas devido a menor frequência de capturas destas espécies. A captura destas espécies foi baixa, correspondendo a menos de 3,0% nas armadilhas e nos municípios monitorados, com algumas exceções.

Dentre as espécies que não possuem sua eficiência de transmissão comprovada, *T. auranti* foi a única que teve uma frequência de capturas significativa no município de Torres (9,7 e 8,3% na armadilha amarela e verde, respectivamente). Esta espécie, apesar de ser hospedeira de pelo menos 70 famílias de plantas, é descrita como transmissora de somente 5 vírus de plantas (Favret & Muller, 2012). Confrontando a frequência de capturas e a característica da espécie não se pode afirmar se esta tem importância ou não na disseminação do vírus na região monitorada. Já *M. ascalonicus*, *M. ornatus*, *M. antirrhinii*, *G. psidii*, *U. compositae*, tiveram um índice de capturas sempre abaixo de 3,0% nas armadilhas e nos municípios monitorados, e por não serem vetores conhecidos do CABMV, reforçam sua baixa importância na disseminação do vírus nas áreas onde foi realizado o monitoramento.

A espécie *P. nigronervosa*, vulgarmente conhecida como pulgão da banana, tem sua ocorrência restrita a espécies de banana (Musaceae) e helicônias (Heliconiaceae), implicando na transmissão de 3 vírus diferentes de plantas (Favret & Muller, 2012), porém não é reconhecida como vetora do CABMV. Apesar deste fato, após análise por “squash real time RT-PCR” foi detectada a presença do vírus em 1 dos 7 espécimes capturados (14,28%), indicando pelo menos, que a espécie tem a capacidade de aquisição e que pode ser um potencial transmissor do CABMV. Como comentado anteriormente, este é o primeiro relato da aquisição do CABMV pela espécie *P. nigronervosa*, e será importante realizar ensaios de transmissão para confirmar ou descartar a capacidade de transmissão. No entanto, a espécie *P. nigronervosa* não correspondeu a mais de 2,0% das capturas em nenhuma das 4 armadilhas monitoradas apesar das regiões serem conhecidas produtoras de banana, e como o potencial de transmissão também está relacionado diretamente com a frequência de ocorrência da espécie, independentemente da capacidade de transmissão do vírus, sua importância na disseminação da doença pode ser considerada baixa.

Entre os pulgões transmissores do CABMV analisados, em dois espécimes de *B. brassicae*, coletados no mês de maio/19, foi detectada a presença do vírus através do método “squash real time RT-PCR”, o que correspondeu a 3,12% (2/64) do total de afídeos analisados e 13,33% (2/15) do total da espécie. Marroquin *et al.* (2004), afirmam que o procedimento de “squash” e subsequente RT-PCR mostrou resultados semelhantes usando pulgões frescos ou preservados, e que o armazenamento dos pulgões virulíferos em álcool por mais de 1 ano não interferiu na detecção do *Citrus tristeza virus* (CTV). Isto confirma os resultados obtidos, já que os pulgões submetidos a “squash real time RT-

PCR”, após quase 2 anos de armazenamento em álcool 70°, ainda foi possível a detecção do CABMV, comprovando a validade da técnica. Apesar disso, não se pode relacionar a detecção do vírus em *B. brassicae* com um potencial maior de transmissão na região por esta espécie, pois somente um percentual dos exemplares capturados foi analisado.

Os insetos possuem uma faixa de temperatura ótima de desenvolvimento e atividade, com limiares máximos e mínimos (Gallo *et al.*, 2002). Em Santa Rosa do Sul, pode ser considerada uma temperatura média limiar de 20°C, pois quando as T foram superiores a 20° C houve um baixo número de capturas, o que ocorreu durante o período de outubro/18 a abril/19, quando o número de afídeos capturados foi sempre inferior a 50 quando somados os dados das 2 armadilhas. Por outro lado, também neste município, T inferiores a 20°C representaram um alto número de capturas, o que foi verificado de junho a setembro/18 e também a partir de maio/19, sendo que nestes períodos o número de pulgões capturados foi sempre superior ou muito próximo de 100. Os picos foram registrados em agosto e setembro/18, sendo que a partir de agosto se inicia o plantio do maracujá no sul de Santa Catarina, o que é um fator a mais de preocupação para os produtores, pois se houverem plantas infectadas no campo, o risco de disseminação do CABMV por vetores é muito alto.

Em Torres, de junho a setembro/18, o número de afídeos capturados apresentou crescimento, porém os picos de capturas ocorreram durante os meses de setembro e outubro/18, que foram também os únicos meses com mais de 100 afídeos capturados nas 2 armadilhas. Durante os meses de junho a outubro/18 as T médias estiveram sempre abaixo de 20°C. O aumento das temperaturas para valores acima de 20°C também representou um decréscimo no número de afídeos capturados, porém a ascensão e a queda no número de capturas em nenhum momento foram tão abruptas quando comparadas com a ocorrida em Santa Rosa do Sul.

Leite *et al.* (2008) verificaram que as temperaturas mais adequadas para o desenvolvimento de *A. gossypii* são de 24°C e 27°C, pois propiciam uma redução do tempo de desenvolvimento e maior produção de ninfas, e que a temperatura de 30°C provoca efeito deletério sobre a espécie, causando acentuada mortalidade na fase ninfal. Apesar disso, no monitoramento realizado esta espécie foi capturada praticamente em todos os meses do ano, porém sua maior frequência se deu principalmente nos meses de outono e inverno, quando as temperaturas médias eram mais baixas.

Garcêz *et al.* (2015) em monitoramento realizado no município de Pinhalzinho/SP, com a utilização de armadilhas adesivas amarelas verificaram a

ocorrência do maior índice populacional de afídeos durante os meses de setembro e outubro, com picos quando as temperaturas oscilaram entre 22° a 24°C. Em Torres, os picos populacionais ocorreram também em setembro e outubro, porém em Santa Rosa do Sul os picos ocorreram nos meses de agosto e setembro. Em relação a temperatura, tanto em Santa Rosa do Sul quanto em Torres os picos populacionais ocorreram quando as temperaturas médias mensais foram inferiores a 20°C, o que difere um pouco do que foi encontrado pela autora.

Rodrigues *et al.* (2016) afirmam que temperaturas acima de 25°C inibem as atividades biológicas dos afídeos alados, interferindo diretamente em sua mobilidade. Neste sentido, observamos que aumentos de temperatura significaram redução do número de capturas, o que vem ao encontro dessa hipótese. Além disso, a presença de afídeos é mais frequente nas zonas temperadas do mundo (Hullé *et al.*, 2019), o que confirma que estes insetos se desenvolvem melhor em regiões mais frias do que quentes, como é o caso do sul do Brasil. Para Parizoto *et al.* (2013) a dinâmica populacional do *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) em trigo e aveia foi semelhante em pulgões e plantas, com picos na safra de inverno. Salvadori & Tonet (2001) afirmam que o desenvolvimento e a reprodução de afídeos são otimizados por temperaturas amenas, entre 18 a 25°C, sendo que temperaturas baixas prolongam seu período de desenvolvimento e retardam sua multiplicação, enquanto temperaturas mais elevadas aceleram estes processos biológicos, resguardados os limites térmicos inferior e superior de cada espécie. As informações destes autores confirmam o que foi observado com o fator temperatura e sua relação entre o número de afídeos capturados durante o monitoramento.

Embora vários trabalhos como os de Salvadori & Tonet (2001) e Primiano (2005) tenham referido que precipitações elevadas limitam a ocorrência de pulgões, afetando principalmente sua atividade de vôo, em nosso trabalho isso não foi percebido. Isto pode ser devido ao fato de que os dados utilizados foram de volume de chuvas ocorridas ao longo do mês e não diária, fazendo com que a influência da pluviosidade pode não ter se refletido de maneira tão expressiva como o fator temperatura. Dentro desse contexto, a região sul do Brasil tem se caracterizado pela ocorrência de temporais ou pela má distribuição das chuvas, com volume significativos em períodos muito curtos de tempo (poucas horas) e muitas vezes concentradas em poucos dias no mês. Também durante o monitoramento dos pomares de maracujá pode se observar que nas plantas de maria-pretinha presentes nas entrelinhas, normalmente se encontrava um expressivo número de colônias de pulgões em períodos de estiagem prolongada, porém em dias após a

ocorrência de chuvas mais intensas eram encontrados um número reduzido destas colônias.

Primiano (2005) afirma que períodos de ocorrência de afídeos colonizando plantas cítricas coincidiu com os períodos de brotações nos pomares, tanto em períodos de estiagem como em épocas de maior precipitação, além de que fatores climáticos são interligados, restringindo a interpretação do efeito de temperatura e pluviosidade de forma isolada. Rodrigues *et al.* (2016) afirmam que a vegetação de Mata Atlântica no entorno do pomar tem maior influência na abundância e diversidade de pulgões do que fatores como pluviosidade ou temperatura. Neste sentido, a análise de um fator climático isolado pode nem sempre representar um alto ou baixo número de capturas nas armadilhas monitoradas e, portanto, além destes aspectos, a paisagem do entorno dos pomares também é fator relevante, bem como o manejo empregado a cultura e o período de plantio.

Um dos objetivos deste trabalho foi verificar a influência da temperatura e precipitação na ocorrência do CABMV e na presença de seus vetores no campo. Neste sentido, quando as armadilhas foram instaladas, em junho/18, ainda haviam plantas de maracujazeiro em final de produção no campo e com alta incidência da doença, com o plantio de novas mudas nestes pomares monitorados realizado somente durante a segunda quinzena do mês de agosto/18, o que acabou coincidindo com os períodos de picos dos pulgões.

Trabalho realizado por Santos (2019) demonstrou que a implantação de um pomar de maracujazeiro utilizando mudas com uma infecção por CABMV em 6% destas, logo na sua implantação, resultou na infecção viral de 100 % das plantas do pomar em menos de 5 meses, o que muitas vezes coincide com o início da colheita dos primeiros frutos. Dentro do manejo do CABMV, sabe-se que quanto mais cedo ocorrer a infecção nas plantas de maracujá, mais severos serão os danos devido a frutos fora de padrão para comercialização e maior será a perda de produtividade. Diante deste cenário, como não se pode adiar muito o período de plantio de maracujá para outros meses, sob pena de colheita tardia e fora dos períodos de maior preço da fruta (janeiro a março), deve-se procurar medidas que mitiguem a realização de picadas de prova e a consequente transmissão do CABMV, especialmente do início do plantio até a floração do maracujá, quando a introdução da doença pode trazer consequências muito mais graves.

Tendo esta informação de que o período de plantio do maracujazeiro coincide com os picos de incidência de pulgões no campo em pomares do sul catarinense e nordeste gaúcho, deve-se adotar medidas que dificultem a disseminação do vírus por estes vetores.

Neste sentido, a adoção de um período de vazio sanitário é fundamental, diminuindo a fonte de inóculo inicial, pois mesmo que exista uma grande abundância destes insetos no campo neste período, se não houver plantas hospedeiras do CABMV, estes afídeos não terão a capacidade de realizar a transmissão do vírus. Além disto, outras medidas já bastante preconizadas são fundamentais, como a utilização de mudas de porte mais alto produzidas somente em viveiros com telas anti-afídeos, a utilização de quebra-ventos, a realização de “*rouging*” de plantas sintomáticas, a eliminação de plantas espontâneas hospedeiras de pulgões (como a maria-pretinha), entre outras.

3.5 Referências

- ANJOS, J. R. N.; JUNQUEIRA, N. T. V.; CHARCHAR, M. J. A. **Incidência e distribuição do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro no cerrado do Brasil central**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 16 p.
- BACK, Á. J. **Informações climáticas e hidrológicas dos municípios catarinenses**. Florianópolis: Epagri, 2020. 157 p.
- BERTOLINI, E.; FELIPE, R. T. A.; SAUER, A. V.; LOPES, S. A.; ARILLA, A.; VIDAL, A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; NUNES, W. M. C.; BOVÉ, J. M.; LOPEZ, M. M.; CAMBRA, M. Tissue-print and squash real-time PCR for direct detection of ‘*Candidatus Liberibacter*’ species in citrus plants and psyllid vectors. **Plant Pathology**, Oxford, v.63, p.1149–1158, 2014.
- BUTIGNOL, C. A. Implicações de artrópodes vetores nas estratégias de manejo fitossanitário. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. (ed.). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: UFSC, Centro de Ciências Agrárias, 2004. cap. 14, p. 245-266.
- CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; MOREIRA, C. N.; FIGUEIRA, A. R.; CORRÊA, R. X.; OLIVEIRA, A. C. Detection of a resistance gradient to *Passion fruit woodiness virus* and selection of 'yellow' passion fruit plants under field conditions. **Genetics Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 7, p. 1209-1216, 2008.
- CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; SOUZA, A. P.; CORRÊA, R. X. A history of passion fruit woodiness disease with emphasis on the current situation in Brazil and prospects for Brazilian passion fruit cultivation. **European Journal Plant Pathology**, Dordrecht, v. 139, n. 2, p. 261-270, 2014.
- CHAVES, A. L. R. **Guia de noções básicas para a identificação de afídeos vetores de vírus**. São Paulo: Instituto Biológico, 2017.
- COLARICCIO, A.; GARCÊZ, R. M.; RODRIGUES, L. K.; EIRAS, M.; PERUCH, L. A. M.; CHAVES, A. L. R. Doenças causadas por vírus na cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis*). In: PERUCH, L. A. M.; SCHOREDER, A. L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças**. Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 7, p.171-201.

COSTA, C. L.; EASTOP, V. F.; BLACKMAN, R. L. Brasileiro Aphidoidea: I. Key to families subfamilies and account of the Phylloxeridae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, p.197-215, 1993.

COSTA, C. L. Vetores de vírus de plantas - I. Insetos. *In: LUZ, W. C. (ed). Revisão Anual de Patologia de Plantas*, Passo Fundo, v.6, p.103-171, 1998.

DE ABREU, R. L. Lista de municípios do Rio Grande do Sul. *In: Wikipédia*. [2020]. Disponível em:https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_mesorregi%C3%B5es_e_microrregi%C3%B5es_do_Rio_Grande_do_Sul#/media/Ficheiro:RioGrandedoSul_MesoMicroMunicip.svg. Acesso em: 22 mai 2020.

DE ABREU, R. L. Lista de municípios de Santa Catarina. *In: Wikipédia*. [2020]. Disponível em:https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_munic%C3%ADpios_de_Santa_Catarina#/media/Ficheiro:SantaCatarina_MesoMicroMunicip.svg. Acesso em: 22 mai 2020.

DI PIERO, R. M.; REZENDE, J. A. M.; YUKI, V. A.; PASCHOLATI, S. F.; DELFINO, M. A. Transmissão do *Passion fruit woodiness virus* por *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) e colonização do maracujazeiro pelo vetor. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.35, p. 139-140, 2006.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Produções de Importância e de Destaque da Agropecuária de Santa Catarina**. Florianópolis (SC), Set./2018.

FALEIRO, F. G; JUNQUEIRA, N. T. V; **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 341 p.

FAVRET, C.; MILLER, G. L. **Identification Technology Program, CPHST, PPQ, APHIS, USDA**. Fort Collins, CO, AphID, 2012 Disponível em: <http://AphID.AphidNet.org/>. Acesso em: 26 mar. 2020.

FERERES, A.; RACCAH, B. **Plant Virus Transmission by Insects**. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2015.

FERERES, A.; MORENO, A.; LÓPES-MOYA, J. J. Mecanismos y procesos de transmisión y dispersion. *In: AYLLÓN, M. A.; CAMBRA, M.; LLAVE, C. (ed.). Enfermedades de plantas causadas por virus y viroides*. Madrid: Bubok, 2016. cap. 11, p.309-336.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCÊZ, R. M.; CHAVES, A. L. R.; EIRAS, M.; MELETTI, L.M.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; SILVA, L.A.; COLARICCIO, A. Survey of aphid population in a yellow passion fruit crop and its relationship on the spread *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in a subtropical region of Brazil. **SpringerPlus**, Switzerland, v. 4, n. 537, p. 1-12, 2015.

GARCÊZ, R. M. **Aspectos epidemiológicos do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* em maracujazeiros e sua associação com a afidofauna.** 2012. 82p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em curso/programa, Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, 2012.

GIORIA, R.; REZENDE, J. A. M. Reação de diferentes espécies, principalmente de leguminosas, a seis isolados de Vírus do Endurecimento dos frutos de Maracujazeiro. *In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO*, 1996, Piracicaba. São Paulo:USP. **Resumo** [...].1996. p.437.

GOOGLE MAPS. **Propriedades monitoradas:** Torres/RS, Santa Rosa do Sul/SC, 2020. (Imagem de satélite). Disponível em: www.googleearth.com.br. Acesso em: 22 mai 2020.

HOPKINS, W. G. **A scale of magnitudes for effect statistics:** A new view of statistics. 2002. Disponível em: www.sportsci.org/resource/stats/effectmag.html. Acesso em: 10 ago 2020.

HULLÉ, M.; CHAUBET, B.; TURPEAU, E.; SIMON, J. C. **Encyclop'Aphid:** a website on aphids and their natural enemies: Entomologia generalis. [2020]. DOI: 10.1127/entomologia/2019/0867. Disponível em: https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons_eng. Acesso em: 15 fev. 2020.

INMET. **Dados Meteorológicos.** Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, [2020]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2020

KILALO, D. C.; OLUBAYO, F. M.; ATEKA, E. M.; HUTCHINSON, J.C.; KIMENJU, J.W. Monitoring of Aphid Fauna in Passionfruit Orchards in Kenya. **International Journal of Horticultural & Crop Science Research**, [Nairobi], v. 3, n. 1, p. 1-18, 2013.

KILALO, D. C.; OLUBAYO, F. M.; ATEKA, E. M.; HUTCHINSON, M. J.; KIMENJU, J. W. Utilization of Cultural Methods for Controlling Aphid Vectors of Passion fruit viruses. **East African Agricultural & Forestry Journal**, [Nairobi],v. 78, n.1, p.47-54. 2012.

LEITE, M. V.; SANTOS, T. M.; SOUZA, B.; CALIXTO, A. M.; CARVALHO, C. F. Biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em abobrinha cultivar caserta (*Cucurbita pepo* L.) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1394-1401, 2008.

MARROQUÍN, C.; OLMOS, A.; TERESA GORRIS, M.; BERTOLINI, E.; CARMEN MARTÍNEZ, M.; CARBONELL, E. A.; HERMOSO DE MENDOZA, A.; CAMBRA, M. Estimation of the number of aphids carrying *Citrus tristeza virus* that visit adult citrus trees. **Virus Research**, Amsterdam, v.100, p.101-108, 2004.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 83-91, n. especial 1, 2011.

NG, A. J. C. K.; PERRY, K. L. Transmission of plant viruses by aphid vectors. **Molecular Plant Pathology**, Oxford, v. 5, n. 5, p. 505-511, 2004.

NÓBREGA, G. B. R. **Dinâmica temporal e espacial do endurecimento dos frutos do maracujazeiro causado pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) no sudoeste da Bahia.** 2013. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2013.

OLMOS, A.; BERTOLINI, E.; GIL, M.; CAMBRA, M. Real-time assay for quantitative detection of non-persistently transmitted *Plum pox virus* RNA targets in single aphids. **Journal of Virological Methods**, Amsterdam, v.128, p.151-155, 2005.

PAM/IBGE – **Produção agrícola municipal – 2018.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [2020]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613> Acesso em: 18 abr. 2020.

PARIZOTO, G; REBONATTO, A.; SCHONS, J.; LAU, D. *Barley yellow dwarf virus-PAV* in Brazil: seasonal fluctuation and biological characteristics. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 11-19, 2013.

PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L.; COLARICCIO, A.; GUIMARÃES, L.; CHAGAS, C. M. **Doenças do maracujazeiro amarelo.** Florianópolis: Epagri, 2009, 99 p. (Boletim técnico, 145).

PETRY, H. B.; GOULART JR., R.; DE ALMEIDA, G. V. B.; MARCHESI, D. R. A importância da cultura do maracujazeiro: aspectos econômicos da produção e mercado. *In:* PERUCH, L.A.M.; SCHROEDER, A.L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças.** Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 1, p.13-23.

PIRES, M. M.; GOMES, A. DA S.; MIDLEJ, M. M. B. C.; SÃO JOSÉ, A.B.; ROSADO, P. L.; PASSOS, H. D. B. Caracterização do mercado de maracujá. *In:* PIRES, M. M.; REBOUÇAS, A. S. J.; CONCEIÇÃO, A. O (org.). **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade.** Ilhéus: Editus, 2011. p. 21-68.

PIRONE, T. P.; BLANC, S. Helper-dependent vector transmission of plant viruses. **Annual review of phytopathology**, Bethesda, v. 34, p. 227-247, 1996.

PRIMIANO, E. L. V. **Dinâmica populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) em árvores cítricas no município de Nova Granada-SP.** 2005. 73 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

RACCAH, B.; HUET, H.; BLANC, S. Virus-Insect-Plant Interactions. *In:* HARRIS, K. F.; SMITH, O. P.; DUFFUS, J. E. (ed.). **Potyviruses.** New York: Academic Press, 2001. p.181–206.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 fev. 2020.

RODRIGUES, L. K.; CHAVES, A. L. R.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Epidemiological aspects of the transmission and management of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in a passion fruit orchard. **Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 98, n. 3, p. 531-539, 2016.

SALVADORI, J. R.; TONET, G. E. L. **Manejo integrado dos pulgões de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 52 p. (Documentos, 34)

SANTOS, N. S. **Deteção, caracterização e epidemiologia do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV)**. 2019. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

SARAIVA, E.B.; NARDI, G.B. Situação atual e impacto da virose na cultura do maracujá em Torres e nos municípios vizinhos. *In*: REUNIÃO SOBRE O VAZIO SANITÁRIO DO MARACUJÁ, 2019, Torres. **Palestra**. EMATER: Torres, 2019.

WHITFIELD, A. E.; FALK, B. W.; ROTENBERG, D. Insect vector-mediated transmission of plant viruses. **Virology**, New York, v. 479-480, p. 278-89, 2015.

ZANINI, F.; BERTOLINI, E.; SANTOS, N. S.; PERUCH, L.A.M.; PETRY, H. B.; BOHN, L.; PINTO, J. R.; CORDIOLI, E. Desenvolvimento de protocolo de RT-PCR em tempo real para deteção do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) em maracujazeiro. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/ SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO, 2017, Arroio do Silva, SC. **Anais [...]** Urussanga, Epagri, 2017. p.63.

4 CAPÍTULO 2

**Efeito do óleo vegetal na eficiência de aquisição e transmissão
do CABMV por *Aphis gossypii* Glover em maracujazeiro**

4.1 Introdução

O gênero *Passiflora* L., do qual faz parte o maracujazeiro, possui diversas espécies que produzem frutos comestíveis, flores com beleza exuberante e grande potencial ornamental, além de fitoconstituintes para fins medicinais (Junghans & Jesus, 2017). A espécie que mais se destaca no Brasil e no mundo é o maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) (Pires *et al.*, 2011), sendo que pelo menos 60% da produção se destina ao consumo *in natura* e, o restante, é comercializado principalmente na forma de polpa concentrada, utilizada para a produção de sucos (Meletti, 2011). O maior produtor mundial de maracujá é o Brasil (Faleiro & Junqueira, 2016), com uma área colhida de aproximadamente 42.731 hectares, totalizando uma produção de cerca de 602.651 toneladas por ano e um rendimento médio de 14,10 toneladas por hectare (PAM/IBGE, 2018).

De todas as doenças da cultura, as de origem virótica são consideradas as de maior importância quando comparadas com outras doenças devido às dificuldades de controle, comprometendo a produtividade e limitando a expansão dos cultivos (Junqueira *et al.*, 2005). O endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM) é causado no Brasil pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), gênero *Potyvirus*, sendo considerada a principal virose do maracujazeiro no país, estando amplamente disseminada por todas as regiões produtoras (Cerqueira-Silva *et al.*, 2008; Colariccio, 2017). Com sua introdução, o ciclo produtivo do maracujazeiro tem sido drasticamente alterado de três a quatro anos de cultivo, para cultivos anuais (Colariccio *et al.*, 2018). Os principais sintomas do EFM nas folhas são mosaico severo, pontuações cloróticas, rugosidade, formação de bolhas e distorção das folhas e, nos frutos, ocasiona principalmente o endurecimento e deformação, irregularidade na espessura do pericarpo, redução na cavidade da polpa e redução do número de sementes (Peruch *et al.*, 2009).

A principal via de transmissão do CABMV é a inoculação por afídeos vetores através de picadas de prova (Colariccio *et al.*, 2018). Esta transmissão por afídeos é classificada como não-circulativa, em que a aquisição e inoculação do vírus estão restritas ao canal alimentar, mais precisamente no estilete e esôfago (NG & Perry, 2004; Whitfield *et al.*, 2015) e não-persistente, de modo que o afídeo adquire as partículas virais em poucos segundos, através de picadas de prova em plantas de maracujá infectadas e realiza a transmissão em poucos minutos para plantas sadias (Colariccio *et al.*, 2018). Os vírus

pertencentes ao gênero *Potyvirus* são naturalmente transmitidos por várias espécies de pulgões (Fisher & Rezende, 2008).

Não existe um método de controle específico desta doença, por este motivo recorre-se a uma série de medidas baseadas no manejo integrado de vírus (MIV), como cuidados nas operações de poda e desbaste (Oliveira *et al.*, 2018), utilização de quebra-ventos adequados (Narita, 2017; Peruch *et al.*, 2018), uso de mudas sadias com 80 cm de altura produzidas em ambiente protegido sob telado anti-afídeo, (Rodrigues *et al.*, 2016), o “*rouguing*” sistemático de plantas com sintomas (Spadotti *et al.*, 2019), a realização do plantio em períodos de menor incidência de afídeos no campo (Narita, 2017) e a adoção de vazio sanitário (Colariccio *et al.*, 2018).

Como o controle químico dos afídeos tem demonstrado ser ineficiente para vírus transmitidos de maneira não-persistente, o uso de óleos vem sendo testado em alguns cultivos como opção. Trabalhos de Wang & Pirone (1996), Vidal *et al.* (2010 e 2013), Boquel *et al.* (2013 e 2015) e Samara *et al.* (2016) demonstraram que a aplicação de óleo mineral pode reduzir a disseminação de vírus do gênero *Potyvirus* por pulgões. Sabe-se que a aquisição e/ou inoculação do vírus durante o processo de penetração na célula pelo estilete dos afídeos é prejudicada pela presença de óleo, pois este acaba formando um filme na cutícula da planta, o que dificulta a aquisição e a retenção do vírus em seu estilete (Wang & Pirone, 1996; Samara *et al.*, 2016). Apesar do modo de ação do óleo vegetal ser similar ao do óleo mineral, existem poucas informações a respeito da utilização de óleos vegetais com a finalidade de reduzir a taxa de aquisição e de transmissão de vírus do gênero *Potyvirus* por pulgões.

Além de não causarem fitotoxidez nas doses recomendadas, a utilização de óleos tem um efeito menos prejudicial aos artrópodes benéficos, que atuam como inimigos naturais, do que o uso de inseticidas convencionais (Urbaneja *et al.*, 2008). Além disso, os óleos apresentam uma baixa toxicidade para humanos e animais, bem como não causam resistência em insetos devido a seu modo de ação se dar principalmente na formação de uma barreira física (Vidal *et al.*, 2010).

O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência do óleo vegetal na aquisição e transmissão do CABMV por *Aphis gossypii* em maracujazeiro, com possibilidade de se tornar mais uma alternativa no manejo integrado do EFM, além de verificar doses de óleo vegetal e mineral que não causem fitotoxidez em maracujazeiro.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Avaliação do efeito fitotóxico da aplicação de óleos sobre plantas de maracujazeiro.

Para avaliar o efeito fitotóxico da aplicação de óleos minerais e vegetais sobre plantas de maracujazeiro, foi conduzido um ensaio preliminar em casa de vegetação, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), durante os meses de novembro e dezembro de 2017. As plantas de maracujazeiro utilizadas foram produzidas a partir de sementes do cultivar SCS437 Catarina. A germinação ocorreu em câmara de crescimento sob temperatura de 25°C, 12h de luz e 12h de escuro. Após o crescimento inicial, as plantas foram aclimatadas.

O experimento em casa de vegetação foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com 8 tratamentos (doses de 0,5%, 1,0%, 2,0%, e 3,0% de óleo mineral Assist e vegetal Veget'Oil) com 3 repetições, sendo cada planta uma repetição. A casa de vegetação foi mantida em condições de temperatura e umidade ambiente. As aplicações foram realizadas com pulverizador manual de maneira a recobrir uniformemente toda a superfície foliar das plantas (abaxial e adaxial) com os óleos, em intervalos de 15 dias, totalizando 4 aplicações. Ao final, foi realizada a análise visual dos sintomas de fitotoxidade.

4.2.2 Efeito do óleo vegetal na aquisição do CABMV por *A. gossypii* em folhas de maracujazeiro.

O ensaio de aquisição foi conduzido durante o mês de novembro de 2019, no Laboratório de Virologia Vegetal da UFRGS, sob condições de temperatura e umidade ambiente, utilizando pulgões da espécie *A. gossypii* e folhas de maracujazeiro, cultivar SCS 437 Catarina. As folhas de maracujazeiro apresentando sintomas típicos de EFM e positivas por RT-PCR em tempo real frente ao CABMV foram coletadas em pomar de 2° ano localizado no município de Sombrio/SC. Os pulgões ápteros foram coletados de colônias em plantas de *Solanum americanum*, nas entrelinhas de pomar de 1° ano localizado no município de Santa Rosa do Sul/SC sem presença da doença (Figura 1).

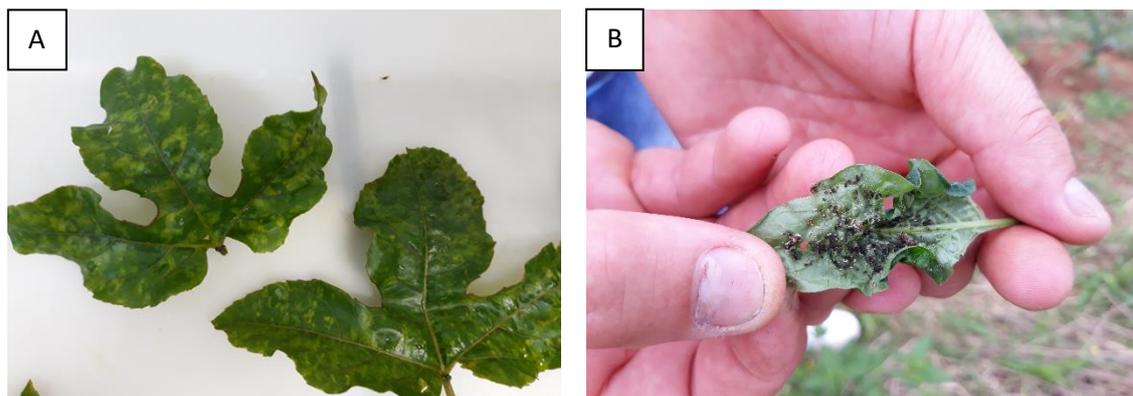


FIGURA 1. Materiais utilizados no ensaio de aquisição. Folhas de maracujazeiro apresentando sintomas de EFM e positivas frente ao CABMV (A), colônias de *A. gossypii* ápteros coletados em plantas de *S. americanum* (B).

Testaram-se dois tratamentos, sendo um com a utilização das folhas tratadas com 1,0% de óleo vegetal (Veget'Oil) e o outro sem aplicação de óleo (controle), num total de 15 repetições (folhas) por tratamento. O óleo utilizado é composto de ésteres de ácidos graxos de origem vegetal, com 930 ml/l de óleo vegetal e 70 ml/l de outros ingredientes. A aplicação da calda formada pelo óleo e água foi realizada com pulverizador manual em ambos os lados das folhas. No laboratório, os pulgões adultos foram separados em placas de Petri e submetidos a jejum de 1 hora. Após o jejum, estes pulgões foram colocados em grupos de 5 em cada uma das folhas (repetições) por 15 minutos para a aquisição do vírus (Figura 2). Ao final deste tempo, todos os pulgões que foram submetidos ao ensaio de aquisição foram individualizados, esmagados em membrana de nylon carregadas positivamente e conservados em tubos Eppendorf a temperatura ambiente.

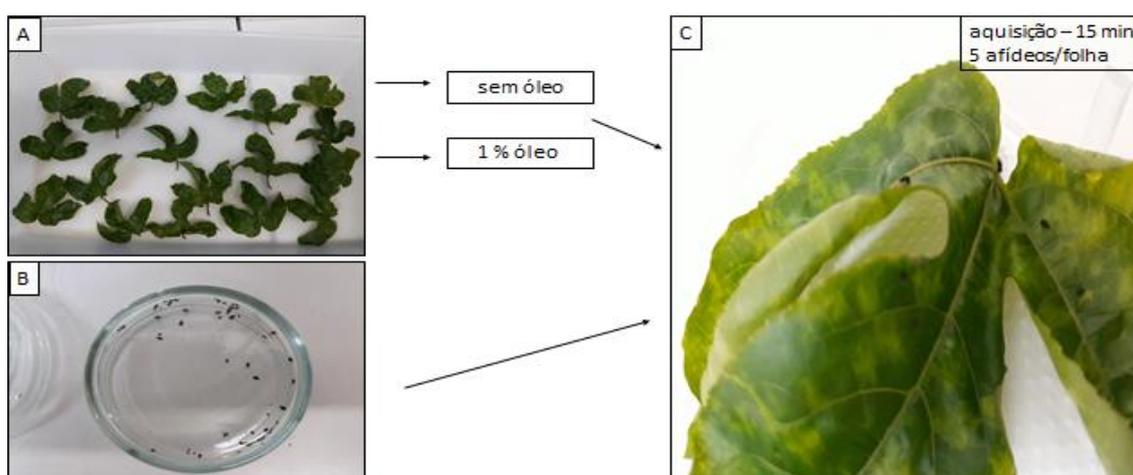


FIGURA 2. Etapas do ensaio de aquisição. Folhas de maracujazeiro com CABMV tratadas com 1,0% de óleo vegetal e controle (A), pulgões adultos de *A. gossypii* separados em placas de Petri e submetidos a jejum de 1 hora (B), pulgões colocados em grupos de 5 por 15 minutos em cada uma das folhas com a finalidade de aquisição do vírus (C).

Para a detecção do CABMV, os insetos foram analisados por RT-PCR em tempo real utilizando a metodologia de “*squash real time RT-PCR*”, conforme protocolo estabelecido por Olmos *et al.* (2005) e Bertolini *et al.* (2014). Em cada tubo Eppendorf contendo a membrana com o pulgão esmagado foi adicionado 100 µl de água destilada estéril e aquecido durante 10 min a 100°C em termo bloque. Depois deste procedimento os tubos foram agitados em vórtex e esfriados a temperatura ambiente. Após, 2 µl foram utilizados diretamente na reação de RT-PCR em tempo real como amostra, seguindo o protocolo descrito por Santos (2019). Estas análises foram realizadas no Agrônômica - Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário e Consultoria de Porto Alegre/RS.

4.2.3 Efeito do óleo vegetal na transmissão do CABMV por *A. gossypii* em mudas de maracujazeiro.

O ensaio de transmissão foi conduzido durante os meses de novembro e dezembro de 2019, no Laboratório de Virologia Vegetal e na Casa de Vegetação, sob condições de temperatura e umidade ambiente, localizados no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), utilizando pulgões da espécie *A. gossypii* e plantas de maracujazeiro, cultivar SCS 437 Catarina. Para a aquisição do CABMV, folhas de maracujazeiro com sintomas de EFM foram coletadas em pomar de 2º ano com alta incidência da doença localizado no município de Sombrio/SC. Para a transmissão do CABMV, foram utilizadas mudas sadias com 6 meses de idade procedentes de viveiro telado da Estação Experimental da Epagri de Urussanga/SC. Os pulgões ápteros da espécie foram coletados de colônias em plantas de *S. americanum*, nas entrelinhas de pomar de maracujazeiro de 1º ano localizado no município de Santa Rosa do Sul/SC, onde não foi verificado sintomas da doença.

No laboratório, os pulgões adultos foram separados em placas de Petri e submetidos a jejum de 1 hora. Após este período, com a finalidade de aquisição do CABMV, 240 pulgões foram colocados em caixas Gerbox para se alimentar em folhas infectadas pelo CABMV durante 15 minutos. Finalizada esta etapa, 8 pulgões foram colocados para se alimentar nas mudas sadias tratadas com 1,0% de óleo vegetal (Veget'Oil), sendo o mesmo procedimento adotado com as mudas sem aplicação de óleo (controle). A aplicação da calda foi realizada com pulverizador manual de maneira a recobrir uniformemente toda a superfície foliar das plantas (abaxial e adaxial). Aguardou-

se um período de 1 hora para alimentação e possível transmissão do vírus (Figura 3). Ao final, todos os pulgões foram mortos. No total, realizaram-se 15 repetições (plantas) por tratamento.



FIGURA 3. Etapas do ensaio de transmissão. Pulgões da espécie *A. gossypii* (240) em folhas de maracujazeiro para alimentação e aquisição do CABMV, por 15 minutos (A), pulgões sendo colocados nas mudas tratadas com 1,0% de óleo vegetal e controle, num total de 8 pulgões/muda, por 1 hora, para verificar o efeito do óleo vegetal na transmissão do vírus (B).

As mudas foram colocadas em casa de vegetação, mantidas com regas periódicas conforme necessidade, e analisadas visualmente após 30 dias para verificação dos sintomas do CABMV. Nesta mesma data foram coletadas 3 folhas de cada planta para detectar a presença do CABMV por RT-PCR em tempo real. Com estas folhas, foi feito um extrato utilizando para isso bolsas individuais com a presença de tampão PBS, na relação 1 peso 10 volumes e analisadas após diluição 1/100 em PBS seguindo o protocolo descrito por Santos (2019). Estas análises foram realizadas no Agrônômica - Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário e Consultoria de Porto Alegre/RS.

4.2.4 Análise estatística

Para verificar se houve diferença significativa entre a presença do óleo vegetal e o controle, tanto nos ensaios de aquisição como nos de transmissão, os resultados foram comparados por teste de Qui-quadrado, com nível de significância de 5%. Para isso foi utilizado o software estatístico R v. 3.4.4 (R Core Team, 2018).

4.3. Resultados

4.3.1 Avaliação do efeito fitotóxico da aplicação de óleos sobre plantas de maracujazeiro

Nas doses de 0,5% e 1,0% não foi observado sintomas de fitotoxicidade em nenhuma planta com os óleos testados e nas doses de 2% e 3% todas as plantas apresentaram sintomas de fitotoxicidade com ambos óleos (Tabela 1). Na dose de 2,0% o óleo vegetal causou fitotoxicidade, porém com sintomas menos severos que a mesma dose de óleo mineral, apresentada na forma de manchas cloróticas no limbo foliar (Figura 4A e 4B). Já na dose 3,0% de óleo mineral ocorreram os sintomas mais severos, com coalescência das manchas e leve encarquilhamento foliar (Figura 4C).

TABELA 1. Número de plantas de maracujazeiro com sintomas de fitotoxicidade tratadas com diferentes doses de óleos mineral e vegetal, em casa de vegetação, durante os meses de novembro e dezembro de 2017.

Tipo óleo/dose	0,5%	1,0%	2,0%	3,0%
Óleo mineral	0/3*	0/3	3/3	3/3
Óleo vegetal	0/3	0/3	3/3	3/3

* Plantas com sintomas de fitotoxicidade / plantas tratadas

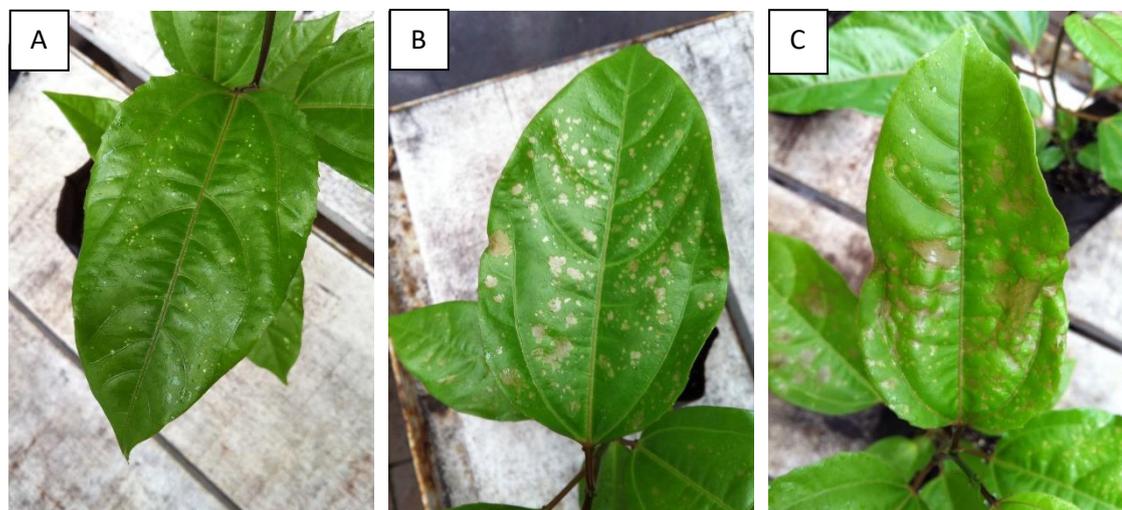


FIGURA 4. Folhas de maracujazeiro com sintomas de fitotoxicidade por óleos vegetal e mineral. Óleo vegetal 2,0% (A), óleo mineral 2,0% (B) e óleo mineral 3,0% (C).

Atualmente existem alguns trabalhos que já demonstraram a eficiência do óleo mineral na redução da aquisição e da transmissão de vírus do gênero *Potyvirus* por pulgões. Por outro lado, pouco se sabe sobre a utilização de óleos vegetais com a mesma

finalidade, apesar do modo de ação ser similar. Devido a este fator, e com o intuito de verificar se o óleo vegetal pode ser uma nova opção, para realização dos ensaios de aquisição e transmissão nos experimentos subsequentes foi escolhido o óleo vegetal com 1,0%, por esta ter sido a maior dose que não apresentou fitotoxidez nas mudas de maracujazeiro.

4.3.2 Efeito do óleo vegetal na aquisição do CABMV por *A. gossypii* em folhas de maracujazeiro.

A porcentagem de afídeos que adquiriram o CABMV após se alimentarem de folhas tratadas com óleo vegetal foi significativamente menor que a porcentagem dos que se alimentaram de folhas não tratadas (Tabela 2).

TABELA 2. Número de afídeos da espécie *A. gossypii* que adquiriram o CABMV após se alimentarem de folhas de maracujazeiro contaminadas, tratadas com óleo vegetal (1,0%) e não tratadas (controle), verificados através do método de detecção “*squash real time RT-PCR*”.

Tratamentos*	Positivo CABMV	Negativo CABMV	Total
Óleo vegetal	1 (1,33%) a	74 (98,67%)	75
Controle	12 (16,0%) b	63 (84,0%)	75
Total	13	137	150

*valor $p = 0.003707$ ($p \leq 0,05$ tratamentos são significativamente diferentes pelo teste de qui-quadrado).

Após 15 minutos de alimentação em folhas com CABMV tratadas com óleo vegetal, dos 75 pulgões apenas 1 testou positivo para o vírus (1,33%) enquanto que 74 testaram negativo (98,67%). Já do total de 75 afídeos que se alimentaram em folhas com CABMV não tratadas, 12 testaram positivo (16,0%) e 63 testaram negativo (84,0%). Os valores de ciclos de amplificação (Ct) obtidos na detecção do CABMV nos pulgões através do “*squash real time RT-PCR*” variaram entre 40,36 e 45,00.

4.3.3 Efeito do óleo vegetal na transmissão do CABMV por *A. gossypii* em mudas de maracujazeiro.

No prazo de 30 dias após a realização do ensaio de transmissão com *A. gossypii*, em casa de vegetação, quando avaliados visualmente os sintomas de CABMV das 15 plantas de maracujazeiro tratadas com óleo vegetal, duas apresentaram sintomas

característicos de CABMV (13,3%) enquanto 13 não apresentaram nenhum tipo de sintoma (86,7%). Já nas 15 plantas não tratadas (controle), 9 apresentaram sintomas característicos de CABMV (60,0%) e 6 não apresentaram sintomas (40,0%) (Tabela 3).

TABELA 3. Número de plantas com e sem sintomas, tratadas com óleo vegetal e sem tratamento (controle), 30 dias após realização do ensaio de transmissão com a espécie *A. gossypii* em casa de vegetação.

Tratamentos*	Com sintomas	Sem sintomas	Total
Óleo vegetal	2 (13,3%) a	13 (86,7%)	15
Controle	9 (60,0%) b	6 (40,0%)	15
Total	11	19	30

*valor $p = 0.02301$ ($p \leq 0,05$ tratamentos são significativamente diferentes pelo teste de qui-quadrado)

Dentre os sintomas característicos de CABMV que puderam ser observados nas folhas das plantas de maracujazeiro estão a clorose, o mosaico e o início da formação de bolhosidades (Figura 5).

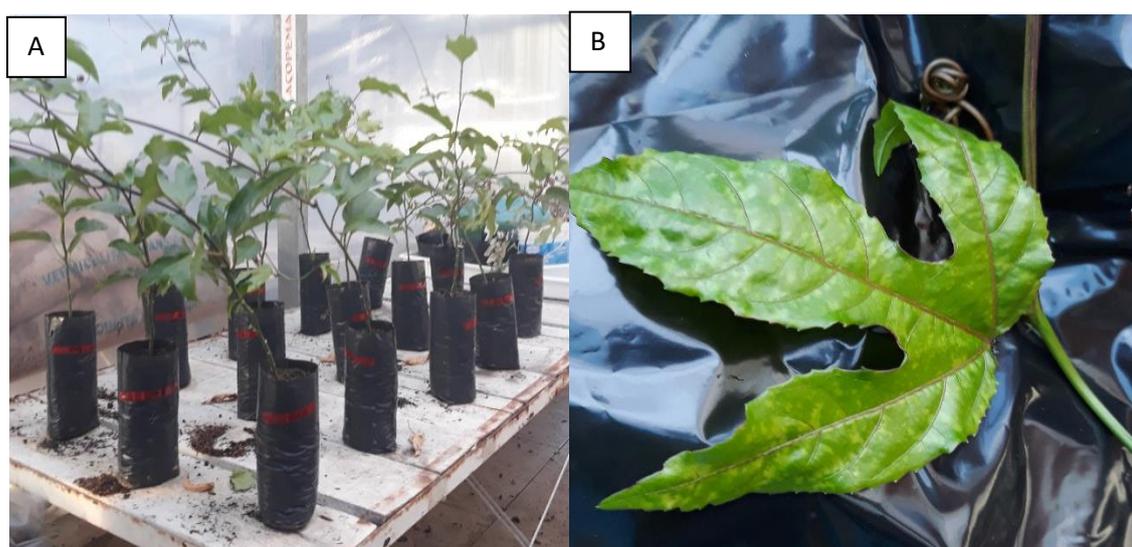


FIGURA 5. Sintomas causados pelo CABMV nas plantas de maracujazeiro, tratadas com óleo vegetal e controle, 30 dias após o ensaio de transmissão com *A. gossypii*, em casa de vegetação. Plantas não tratadas com óleo mineral (A), folha de plantas não tratada com clorose, mosaico e bolhosidade (B).

O resultado do RT-PCR em tempo real mostrou que das 15 plantas de maracujazeiro tratadas com óleo vegetal, apenas 3 testaram positivas para CABMV (20,0%) enquanto 12 testaram negativas (80,0%). Já nas 15 plantas não tratadas (controle), 12 foram positivas frente ao CABMV (80,0%) enquanto 3 apresentaram resultado negativo (20,0%) (Tabela 4).

TABELA 4. Plantas positivas e negativas para CABMV após serem analisadas por RT-PCR em tempo real, tratadas com óleo vegetal e sem tratamento (controle), 30 dias após realização do ensaio de transmissão com a espécie *A. gossypii* em casa de vegetação.

Tratamentos*	Positivo CABMV	Negativo CABMV	Total
Óleo vegetal	3 (20,0%) a	12 (80,0%)	15
Controle	12 (80,0%) b	3 (20,0%)	15
Total	15	15	30

*valor $p = 0.003487$ ($p \leq 0,05$ tratamentos são significativamente diferentes pelo teste de qui-quadrado)

Os valores de ciclos de amplificação (Ct) obtidos na detecção do CABMV nas plantas de maracujazeiro positivas após serem analisadas por RT-PCR em tempo real variaram entre 28,74 e 40,00.

4.4 Discussão

Neste trabalho, as doses de 0,5% e 1,0%, de óleo mineral e vegetal não causaram sintomas de fitotoxidez nas mudas de maracujazeiro, mesma situação descrita no trabalho de Vidal *et al.* (2013) que relatam que em mudas de *Prunus* tratadas com óleo mineral 1,0% não foram observados sintomas de fitotoxicidade. Os experimentos realizados com óleo mineral normalmente utilizam a dose de 1,0% (Vidal *et al.*, 2010; Samara *et al.*, 2016), o que demonstra que esta é a dose mais indicada para diminuir a eficiência de transmissão de vírus não-persistentes sem causar fitotoxicidade.

Santos *et al.* (2017) verificaram que o uso de óleos minerais e vegetais podem causar lesão nos tecidos em plantas de café, relacionando diretamente a ocorrência de fitotoxicidade com às condições ambientais no momento da aplicação. Os autores relatam que a maior intensidade de fitotoxicidade dos dois óleos ocorre às 12h, quando a incidência de radiação e as temperaturas foram maiores. Johnson *et al.* (2002) observaram que a utilização de óleos minerais com temperaturas superiores a 35°C, especialmente com ventos secos ou com umidade superior a 90%, além de situações de estresse hídrico, podem provocar queda de folhas em citros. O experimento que realizamos com as mudas de maracujazeiro foi realizado sob condições de temperatura e umidade ambiente. Neste contexto, a temperatura chegou a alcançar valores elevados na casa de vegetação e as mudas usadas tinham apenas dois meses de idade, o que pode ter colaborado com a ocorrência de fitotoxicidade nas doses de óleo maiores que 1,0%. Portanto, nas aplicações de óleo realizadas tanto em casa de vegetação quanto em situações de campo, além da

dosagem a ser utilizada, a observância das condições ambientais é fundamental, para evitar a ocorrência de fitotoxidez.

As taxas de aquisição da espécie *A. gossypii* após se alimentaram de folhas de maracujazeiro não tratadas foi de 16%. Devido a este fato, com a finalidade de aumentar a pressão de inoculação e assim verificar a efetividade do tratamento com óleo, foram utilizados 8 pulgões por planta de maracujazeiro no ensaio de transmissão, garantindo assim que ao menos 1 dos 8 pulgões utilizados fosse virulífero e efetivamente tivesse condições de transmitir o vírus. Moreno *et al.* (2009) quando utilizaram apenas 1 pulgão da espécie *M. persicae* obtiveram uma taxa de transmissão de 20% de *Plum pox virus* (PPV) em pessegueiro. De acordo com Olmos *et al.* (2005), nem todos os pulgões alimentados com folhas infectadas realizam picadas em células contendo partículas virais, pois pode haver distribuição irregular do vírus nas folhas infectadas, o que pode ser confirmado pela baixa taxa de aquisição observada no experimento. Além disso, a eficiência na transmissão de vírus em situações experimentais pode variar conforme a espécie de pulgão e a quantidade de insetos utilizados, o vírus e o seu modo de transmissão, bem como entre diferentes espécies de plantas.

A taxa de aquisição de 16% obtida pela espécie *A. gossypii* também é similar a de outros ensaios de aquisição realizados com diferentes vírus, plantas e espécies vetores. Em experimento realizado com o *Citrus tristeza virus* (CTV), do gênero *Closterovirus*, a detecção de RNA viral em afídeos vetores individuais foi de 27% para *A. gossypii* e de 20% para *Toxoptera aurantii* utilizando a técnica “*nested RT-PCR*” (Marroquin *et al.*, 2004). Já em trabalho realizado por Moreno *et al.* (2009) com PPV, gênero *Potyvirus*, a espécie *M. persicae* após se alimentar de mudas de pêsego com PPV, a taxa de aquisição dos afídeos foi de 13,6% após serem analisados por “*squash real time RT-PCR*”. Estes resultados confirmam a sensibilidade e a confiabilidade da técnica de detecção de afídeos virulíferos por RT-PCR, independentemente do modo de transmissão do vírus.

O CTV é um vírus transmitido de maneira semi-persistente, enquanto o PPV e o CABMV são transmitidos de maneira não-persistente. Dentro das características destes tipos de transmissão, o esperado é que a detecção de vírus normalmente seja maior em afídeos que realizem transmissão do tipo semi-persistente do que naqueles que possuam uma relação vírus/vetor do tipo não-persistente, como é o caso do gênero *Potyvirus*, do qual faz parte o CABMV.

Na RT-PCR, são amplificados e quantificados segmentos do genoma viral através de múltiplos ciclos da PCR (Cambra *et al.*, 2016). Os valores dos ciclos de amplificação (Ct) obtidos na detecção do CABMV através da RT-PCR em tempo real nos pulgões variaram entre 40,36 a 45,00, enquanto os valores de Ct nas folhas de maracujá coletadas foram de 28,74 a 40,00. Estes resultados vêm ao encontro com as conclusões de Moreno *et al.* (2009) de que o número de ciclos de amplificação necessários para a detecção de vírus em pulgões é normalmente mais alto do que em amostras de plantas. Os autores deste trabalho justificam que para vírus não-persistentes, como é o caso do CABMV, estes não se replicam no corpo dos pulgões e portanto o número de cópias virais detectadas é baixo, levando a um valor de Ct mais alto. Por outro lado, as partículas virais inoculadas em uma planta suscetível podem se replicar, ocasionando quantidades virais mais altas e, conseqüentemente, resultando em valores de Ct menores.

Quando comparamos ensaios de transmissão realizados com CABMV em maracujazeiro, verificamos diferentes taxas de transmissão. A taxa de transmissão observada neste experimento foi semelhante ao de Di Piero *et al.* (2006), em que as taxas de transmissão foram de 75% e 100%, utilizando 8 e 12 pulgões virulíferos da mesma espécie por planta, respectivamente. Já em ensaio realizado por Garcêz *et al.* (2015) com a espécie *Aphis fabae/solanella*, a eficiência na transmissão experimental do CABMV foi menor (40%) usando 10 afídeos, enquanto Kilalo *et al.* (2013) obtiveram uma taxa de transmissão de 25,5% para a espécie *Brevicoryne brassicae* também utilizando 10 afídeos. O resultado de 80% encontrado, quando comparado com trabalhos de outros autores, confirma que pode haver grande variação na eficiência de transmissão do CABMV em maracujazeiro entre as diferentes espécies de pulgões vetores, vindo de encontro com as conclusões de Fisher & Rezende (2008).

Comparando a transmissão do CABMV nas mudas de maracujazeiro tratadas com óleo vegetal 1,0% e o controle, a taxa de transmissão foi 60% menor nas plantas onde o óleo foi aplicado, demonstrando sua eficiência nas condições do experimento. Vidal *et al.* (2010) observaram que houve redução da incidência do vírus PPV com o uso de óleo mineral em porta-enxerto de *Prunus* Mariana GF8-1 sob alta pressão de inóculo, durante o período da primavera, quando a presença dos vetores no ambiente é elevada. Em avaliação do uso do óleo mineral a 1,0% sobre a capacidade de *M. persicae* para transmitir PPV em mudas de pêsego em estufa, Samara *et al.* (2016) verificaram redução na taxa de infecção de 58% no 4º dia após o tratamento quando comparado ao controle. Neste

mesmo trabalho, é relatado que o efeito residual não foi efetivo após uma semana da aplicação do óleo principalmente devido as condições do ambiente, como temperatura e luz solar, que podem acelerar a degradação do óleo e, especialmente, a ocorrência de precipitação que pode remover a película protetora que o óleo forma na cutícula das folhas. Além disso, devem ser considerados ainda outros fatores relacionados a tecnologia de aplicação, de modo que a pulverização do produto garanta a cobertura completa das plantas de maracujazeiro, sendo que falhas na formação da película que vai recobrir a cutícula das folhas podem facilitar a transmissão do vírus, pois o óleo não possui ação sistêmica.

Simon & Zitter (1980) relatam que sob condições ecológicas presentes na Flórida (EUA), o óleo mineral é ineficaz contra vírus não-persistentes, em cultivos hortícolas, quando o nível de infecção está entre 10% e 20%. Também em estudo com PPV em viveiros a céu aberto de *Prunus* sob alta pressão de inóculo, Vidal *et al.* (2013) obtiveram decréscimos na sua incidência entre 10% a 20%, em diferentes locais, comparando plantas tratadas com óleo mineral 1,0% e controle, porém os autores observaram também que em situações de alta prevalência da doença o uso do óleo mineral não impediu completamente a infecção por PPV. Neste sentido, para que o uso de óleos seja eficiente, é fundamental considerar o momento de sua aplicação, pois em situações em que as plantas de maracujazeiro estejam próximas a locais com alta incidência do CABMV, o método tende a ser menos efetivo do que em situações de baixa prevalência do vírus.

Rodrigues *et al.* (2016) verificaram que mudas jovens e mais velhas de maracujazeiro foram igualmente suscetíveis ao CABMV, porém as mais velhas expressaram sintomas de infecção mais tardiamente. Melletti *et al.* (2010) observaram que mudas de maracujá de porte mais alto apresentam um maior acúmulo de camadas de cera nas folhas, de forma a atuar como uma barreira física que minimize a eficiência da picada de prova realizada pelos afídeos e, conseqüentemente, conferindo uma maior tolerância à infecção pelo CABMV. Dentro deste contexto, a utilização do óleo vegetal formando uma camada de proteção tende a ser muito mais efetivo quando utilizado em mudas ao serem transplantadas para o campo, plantas em estágios iniciais de desenvolvimento ou até em aplicação dirigida aos tecidos mais jovens, pois estas normalmente são mais atraentes para os afídeos, enquanto que folhas ou plantas mais velhas já possuem uma proteção natural formada pela camada de cera e sua cor verde mais escura se torna menos atraente. Neste sentido, o óleo vegetal poderia ser uma alternativa também a ser empregada na produção de mudas de maracujazeiro, onde não é obrigatório a utilização

de estufas com telas anti-afídeos.

Perring *et al.* (1999) afirmam que os óleos agem nos insetos interferindo fisicamente no processo de respiração, causando sua morte, porém, como os pulgões tem por hábito realizar apenas picadas de prova em plantas de maracujá, não formando colônias, este efeito dificilmente vai ser observado em condições de campo. Samara *et al.* (2016) observaram também, através de gráfico de penetração elétrica (EPG), que o comportamento alimentar de *M. persicae* atrasou significativamente as primeiras provas de alimentação e punções intracelulares do tecido foliar em mudas de pessegueiro após aplicação de óleo mineral, isso sem alterar o comportamento de penetração do estilete, o que sugere que o óleo pode alterar também a percepção sensorial dos afídeos.

A principal hipótese aceita para a eficiência do uso dos óleos é a de que a aquisição e/ou inoculação do vírus durante o processo de penetração na célula pelo estilete dos afídeos é prejudicada pela presença de óleo, pois este forma um filme na cutícula da planta e evita assim que os pulgões retenham o vírus no seu estilete (Wang & Pirone, 1996). Complementarmente, Boquel *et al.* (2013) sugerem que ocorre a inibição da ligação da proteína HC-Pro do vírus ao estilete do afídeo devido ao contato com óleo mineral ocorrer antes do afídeo entrar em contato com o vírus. A HC-Pro (*Helper Component-Proteinase*) é uma proteína codificada pelo próprio vírus que se liga as peças bucais dos pulgões, garantindo a retenção do vírus até a liberação para o próximo hospedeiro (Whitfield *et al.*, 2015; Fereres *et al.*, 2016). Tan *et al.* (2005) verificaram a ocorrência de penetração do óleo mineral através de estômatos e cutículas foliares, e que seu movimento nas plantas ocorre de maneira apoplástica via espaços intercelulares e simplásticos através das plasmodesmatas. É conhecido que o estilete do pulgão, ao realizar as picadas de prova em plantas de maracujá, penetra somente espaços intercelulares, o que sugere que o óleo pode impedir a aquisição e/ou inoculação do vírus tanto pela camada de filme formada na superfície foliar ou mesmo pela sua presença em espaços intercelulares das folhas, causando o mesmo efeito.

Boquel *et al.* (2013) afirmam que atualmente é comum na produção de batata semente a pulverização semanal com óleo mineral para impedir a transmissão do *Potato virus Y* (PVY), do gênero *Potyvirus*, um dos vírus não persistentes mais prevalentes e importantes que afetam a produção de batata, o que demonstra que sua utilização já é uma realidade em determinadas culturas.

Em nosso estudo, o ensaio de transmissão utilizando o óleo vegetal 1,0% causou grande redução na transmissão do vírus, porém vale ressaltar que as plantas foram submetidas a alimentação de afídeos virulíferos uma única vez e também permaneceram protegidas dentro de casa de vegetação. Em condições de campo, com as plantas expostas a variações climáticas, bem como sujeitas a diferentes pressões de inóculo e muitas picadas de afídeos virulíferos, dificilmente a eficiência seria a mesma. Além disso, o efeito residual do óleo é limitado, e como sua atuação se dá principalmente pela formação de uma barreira física, pode haver necessidade de sucessivas aplicações do produto.

Conhecendo os períodos do ano em que ocorre uma maior prevalência de pulgões sobrevoando os pomares, a utilização do óleo vegetal pode ser mais efetiva nestas épocas, diminuindo assim a transmissão do CABMV por estes insetos. Além disso, em muitas regiões do Brasil é comum a renovação anual do pomar e, desta forma, a utilização do óleo vegetal nas primeiras semanas após o plantio pode ser mais eficiente, quando as plantas mais jovens possuem uma menor camada de cera e são mais atraentes aos pulgões vetores da doença. A utilização do óleo vegetal dificilmente vai impedir completamente a infecção das plantas de maracujazeiro com o vírus, mas pode ajudar a retardar sua entrada, fazendo com que o produtor possa colher boa parte de seus frutos ainda sem a presença de sintomas do EFM, reduzindo assim os danos comerciais causados por esta doença. No futuro, sua utilização pode servir como mais uma ferramenta que auxilie o manejo integrado desta virose.

Complementarmente a este trabalho, e para que sua utilização possa ser recomendada aos produtores de maracujá, ainda são necessários outros experimentos para verificar a eficiência do óleo vegetal sob condições de campo, levando em conta fatores como a influência das condições climáticas, o período residual do óleo e a necessidade de reaplicações periódicas.

4.5 Referências

BERTOLINI, E.; FELIPE, R. T. A.; SAUER, A. V.; LOPES, S. A.; ARILLA, A.; VIDAL, A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; NUNES, W. M. C.; BOVÉ, J. M.; LOPEZ, M. M.; CAMBRA, M. Tissue-print and squash real-time PCR for direct detection of '*Candidatus Liberibacter*' species in citrus plants and psyllid vectors. **Plant Pathology**, Oxford, v.63, p.1149–1158, 2014.

BOQUEL, S.; GIGUÈRE, M. A.; CLARK, C.; NANAYAKKARA, U.; ZHANG, J.; PELLETIER, Y. Effect of mineral oil on *Potato virus Y* acquisition by *Rhopalosiphum padi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 148, n. 1, p. 48-55, 2013.

BOQUEL, S.; ZHANG, J.; GOYER, C.; GIGUÈRE, M. A.; CLARK, C.; PELLETIER, Y. Effect of insecticide-treated potato plants on aphid behavior and *Potato virus Y* acquisition. **Pest Management Science**, Sussex, v. 71, n.8, p.1106–1112, 2015.

CAMBRA, M.; PALLÁS, V.; BERTOLINI, E Diagnóstico y detección. In: AYLLÓN, M.A.; CAMBRA, M.; LLAVE, C. (ed.). **Enfermedades de plantas causadas por virus y viroides**. Madrid: Sociedade Española de Fitopatología, 2016. cap.3, p. 93-125.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M., MOREIRA, C. N., FIGUEIRA, A. R., CORRÊA, R. X., & OLIVEIRA, A. C. Detection of a resistance gradient to *Passion fruit woodiness virus* and selection of 'yellow' passion fruit plants under field conditions. **Genetics Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 7, p. 1209-1216, 2008.

COLARICCIO, A. Prevalência do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* no cultivo do maracujazeiro nas principais regiões produtoras do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/ SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO, 2017, Arroio do Silva, SC. **Anais [...]**. Urussanga, Epagri, 2017. p.32-33.

COLARICCIO, A.; GARCÊZ, R. M.; RODRIGUES, L. K.; EIRAS, M.; PERUCH, L. A. M.; CHAVES, A. L. R. Doenças causadas por vírus na cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis*). In: PERUCH, L.A.M.; SCHOREDER, A.L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças**. Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 7, p.171-201.

DI PIERO, R. M.; REZENDE, J. A. M.; YUKI, V. A.; PASCHOLATI, S. F.; DELFINO, M. A. Transmissão do *Passion fruit woodiness virus* por *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) e colonização do maracujazeiro pelo vetor. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.35, p. 139-140, 2006.

FALEIRO, F. G; JUNQUEIRA, N. T. V; **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 341 p.

FERERES, A.; MORENO, A.; LÓPES-MOYA, J. J. Mecanismos y procesos de transmisión y dispersion. In: AYLLÓN, M. A.; CAMBRA, M.; LLAVE, C. (ed.). **Enfermedades de plantas causadas por virus y viroides**. Madrid: Bubok, 2016. cap. 11, p.309-336.

FISHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of passionflower (*Passiflora* spp.). **Pest Technology**, Isleworth, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

GARCÊZ, R. M.; CHAVES, A. L. R.; EIRAS, M.; MELETTI, L.M.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; SILVA, L.A.; COLARICCIO, A. Survey of aphid population in a yellow passion fruit crop and its relationship on the spread *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in a subtropical region of Brazil. **SpringerPlus**, Switzerland, v. 4, n. 537, p. 1-12, 2015.

JOHNSON, D.; HODGKINSON, M. C.; JOYCE, D. Potential effects of petroleum-derived spray oils on abscission, senescence and stress physiology of citrus. *In*: BEATTIE, G. A. C.; WATSON, D. M.; STEVENS, M. L.; RAE, D. J.; SPOONER-HART, R. N. (ed.). **Spray oils beyond 2000**. New South Wales, Australia: University of Western Sydney, 2002. p. 185-192.

JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. DE. **Maracujá**: do cultivo a comercialização. Brasília: Embrapa, 2017. 341 p.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. *In*: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-110.

KILALO, D. C., OLUBAYO, F. M., ATEKA, E.M., HUTCHINSON, J.C., KIMENJU, J.W. Monitoring of Aphid Fauna in Passionfruit Orchards in Kenya. **International Journal of Horticultural & Crop Science Research**, [Nairobi], v. 3, n. 1, p. 1-18, 2013.

MARROQUÍN, C.; OLMOS, A.; GORRIS, M. T.; BERTOLINI, E.; MARTINEZ, C.; CARBONELL, E. A.; HERMOSO DE MENDOZA, A.; CAMBRA, M. Estimation of the number of aphids carrying *Citrus tristeza virus* that visit adult citrus trees. **Virus Research**, Amsterdam, v.100, p.101-108, 2004.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 83-91, n. especial 1, 2011.

MELETTI, L. M. M.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. **Maracujá**. Jaboticabal, SP: Funep, 2010. 55 p. (Série Frutas Nativas 6).

MORENO A, FERERES A, CAMBRA M. Quantitative estimation of *plum pox virus* targets acquired and transmitted by a single *Myzus persicae*. **Archives of Virology**, Verlag, v. 154, n. 9, p. 1391-1399, 2009.

NARITA, N. Manejo da virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (VEFM) com uso de mudas altas. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/ SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO, 2017, Arroio do Silva, SC. **Anais [...]**. Urussanga: Epagri, 2017. p.33-34.

NG, J. C. K.; FALK, B. W. Virus-vector interactions mediating nonpersistent and semipersistent transmission of plant viruses. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.44, p.183-212, 2006.

NG, A. J. C. K.; PERRY, K. L. Transmission of plant viruses by aphid vectors. **Molecular Plant Pathology**, Oxford, v. 5, n. 5, p. 505-511, 2004.

OLIVEIRA, J. DA S.; FALEIRO, F. G, JUNQUEIRA, N.T.V, CRISTINA DE FÁTIMA MACHADO, C. de F.; ROSA, R.C.C. Manejo Integrado de Pragas e Doenças do Maracujazeiro. *In*: MORERA, M. P.; COSTA, A. M.; FALEIRO, F. G.; CARLOSAMA,

A. R.; CARRANZA, C. (org.). **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico**. Brasília: ProImpress, 2018. cap. 11, p. 153-164.

OLMOS, A.; BERTOLINI, E.; GIL, M.; CAMBRA, M. Real-time assay for quantitative detection of non-persistently transmitted *Plum pox virus* RNA targets in single aphids. **Journal of Virological Methods**, Amsterdam, v.128, p.151-155, 2005.

PAM/IBGE. **Produção agrícola municipal – 2018**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [2020]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613> Acesso em: 18 abr. 2020.

PERRING, T. M.; GRUENHAGEN, T. M.; FARRAR, C. A. Management of plant viral diseases through chemical control of insect. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.44, p. 457-481, 1999.

PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L.; COLARICCIO, A.; GUIMARÃES, L.; CHAGAS, C. M. **Doenças do maracujazeiro amarelo**. Florianópolis: Epagri, 2009. 99 p. (Boletim técnico, 145).

PERUCH, L. A. M.; SCHROEDER, A. L.; RHEINLANDER, P. A. Mancha oleosa e pinta bacteriana do maracujazeiro: principais doenças bacterianas do maracujazeiro e seu controle. In: PERUCH, L.A.M.; SCHROEDER, A.L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças**. Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 6, p.143-170.

PIRES, M. M.; GOMES, A. DA S.; MIDDLEJ, M. M. B. C.; SÃO JOSÉ, A.B.; ROSADO, P. L.; PASSOS, H. D. B. Caracterização do mercado de maracujá. In: PIRES, M. M.; REBOUÇAS, A. S. J.; CONCEIÇÃO, A. O (org.). **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus: Editus, 2011. p. 21-68.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 fev. 2020

RODRIGUES, L. K.; CHAVES, A. L. R.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Epidemiological aspects of the transmission and management of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* in a passion fruit orchard. **Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 98, n. 3, p. 531-539, 2016.

SAMARA, R.; LOWERY, D. T.; STOBBS, L. W.; VICKERS, P. M.; BITTNER, L. A. Horticultural mineral oil influences *Plum pox virus* transmission by *Myzus persicae*. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.140, p. 688-696, 2016.

SANTOS, L. A.; POZZA, E. A.; SOUZA, P. E. Phytotoxicity of mineral, vegetable oils and foliar fertilizers in coffee seedlings. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 108-113, 2017.

SANTOS, N. S. **Detecção, caracterização e epidemiologia do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV)**. 2019. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

SIMONS, J. N.; ZITTER, T. A. Use of oils to control aphid-borne viruses. **Plant Disease**, Dordrecht, v. 64, p. 542-546, 1980.

SPADOTTI, D. M. A.; FAVARA; NOVAES, Q. S.; MELLO, A. P. O. A.; FREITAS, D. M. S.; MOLINA, J. P. E.; REZENDE, J. A. M. Long-lasting systematic roguing for effective management of CABMV in passion flower orchards through maintenance of separated plants. **Plant Pathology**, Oxford, v. 68, p.1259–1267, 2019.

TAN, B. L.; SARAFIS, V.; BEATTIE, G. A.; WHITE, R. G.; DARLEY, E.; SPOONER-HART, R. Localization and movement of mineral oil in plants by fluorescence and confocal microscopy. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.56, p. 2755-2763, 2005.

URBANEJA, A.; PASCUAL-RUIZ, S.; PINA, T.; ABAD-MOYANO, R.; VANACLOCHA, P.; MONTÓN, H.; DEMBILIO, O.; CASTAÑERA, P.; JACAS, J. A. Efficacy of five selected acaricides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and their side effects on relevant natural enemies occurring in citrus orchards. **Pest Management Science**, Sussex, v.64, p.834-842, 2008.

VIDAL, E.; ZAGRAI, L.; MILUSHEVA, S.; BOZHKOVA, V.; TASHEVA-TERZIEVA, E.; KAMENOVA, I.; ZAGRAI, I.; CAMBRA, M. Horticultural mineral oil treatments in nurseries during aphid flights reduce *Plum pox virus* incidence under different ecological conditions. **Annals of Applied Biology**, Warwickshire, v. 162, n. 3, p. 299-308, 2013.

VIDAL, E.; MORENO, A.; BERTOLINI, E.; PÉREZ-PANADÉS, J.; CARBONELL, E. A.; CAMBRA, M. Susceptibility of *Prunus* rootstocks to natural infection of *Plum pox virus* and effect of mineral oil treatments. **Annals of Applied Biology**, Warwickshire, v. 157, n. 3, p. 447-457, 2010.

WANG R.Y., PIRONE T.P. Mineral oil interferes with retention of Tobacco etch *potyvirus* in the stylets of *Myzus persicae*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, p. 820–823, 1996.

WHITFIELD, A. E.; FALK, B. W.; ROTENBERG, D. Insect vector-mediated transmission of plant viruses. **Virology**, New York, v. 479-480, p. 278-289, 2015.

5 CONCLUSÕES

- As armadilhas de Moericke e Irwin são eficientes para monitorar a presença de afídeos em pomares de maracujazeiro;
- O gênero *Aphis* e a espécie *A. gossypii* são os afídeos predominantes em pomares de maracujazeiro na região sul de Santa Catarina e nordeste do Rio Grande do Sul;
- Temperaturas médias mensais abaixo de 20°C foram favoráveis a maior dispersão de pulgões alados na região monitorada;
- Os picos nas densidades de afídeos alados ocorreram no final de inverno e início da primavera (agosto a outubro);
- Foi constatada pela primeira vez a presença do CABMV na espécie *P. nigronervosa*;
- Doses de até 1,0%, de óleo vegetal e mineral não causaram sintomas de fitotoxidez em mudas de maracujazeiro em casa de vegetação;
- A espécie *A. gossypii* mostrou ser altamente eficiente na transmissão do CABMV em maracujazeiro em ensaio experimental;
- A utilização do óleo vegetal causou redução na aquisição e na transmissão do CABMV por *A. gossypii* em mudas de maracujazeiro em casa de vegetação.