



**REAÇÃO DE MARACUJAZEIRO-AMARELO À
INFECÇÃO SIMPLES E MISTA COM O *Cowpea*
aphid-borne mosaic vírus E *Passionfruit severe leaf*
*distortion virus***

ROSANE MENDONÇA DO NASCIMENTO

2017

ROSANE MENDONÇA DO NASCIMENTO

**REAÇÃO DE MARACUJAZEIRO-AMARELO À INFECÇÃO SIMPLES E
MISTA COM O *Cowpea aphid-borne mosaic virus* E *Passionfruit severe leaf
distortion virus***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Vitória da Conquista, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia.

Orientador:
Prof. D.Sc. Quelmo Silva de Novaes

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA – BRASIL
2017

N198r

Nascimento, Rosane Mendonça do.

Reação de maracujazeiro - amarelo à infecção simples e mista com o *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e *Passionfruit severe leaf distortion virus*. / Rosane Mendonça do Nascimento, 2017.

84f.

Orientador (a): D. Sc. Quelmo Silva de Novaes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2017.

Inclui referência F. 73 – 84.

1. Maracujazeiros - Viroses. 2. *Passiflora edulis Sims*. 3. Potyvirus. 4. Begomovirus. I. Novaes, Quelmo Silva. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. T.

CDD: 634.425

Catlogação na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

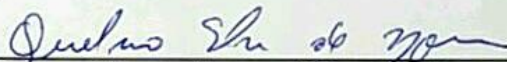
Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

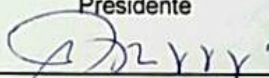
Título: "REAÇÃO DE MARACUJAZEIRO AMARELO À INFECÇÃO SIMPLES E MISTA COM O *Cowpea aphid borne mosaic virus* e *Passionfruit severe leaf distortion virus*".

Autor: Rosane Mendonça do Nascimento

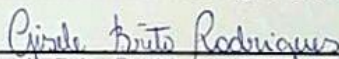
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



Prof. Quelmo Silva de Novaes, D.Sc., UESB
Presidente



Prof. Alcebiades Rebouças São José, D.Sc., UESB



Profa. Gisele Brito Rodrigues, D.Sc., IFBaiano Campus Valença

Data de realização: 30 de outubro de 2017.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383
– Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900
e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

A Deus, pela sua maravilhosa graça e por ter permitido essa bênção em minha vida, aos meus pais, Benevaldo e Rosilane, pela educação, pelo incentivo e apoio dado a mim a cada dia, à minha irmã e ao meu noivo, por estarem sempre ao meu lado, torcendo por mim e pelas palavras de motivação, com muito amor e carinho,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, pelo seu infinito amor e misericórdia, por ser o meu refúgio e fortaleza e por estar sempre comigo. A Ele seja dada toda honra, glória e louvor!

Ao meu amado pai, Benevaldo, pelo carinho, dedicação e por estar comigo em todos os momentos.

À minha preciosa mãe, Rosilane, pelas palavras de sabedoria, apoio, proteção e por ter me conduzido nos caminhos do Senhor.

À minha querida irmã, Débora, pelo incentivo, compreensão e força a todo instante.

Ao meu abençoado noivo, pelo companheirismo, cuidado e por torcer por mim.

Ao meu orientador, Dr. Quelmo Silva de Novaes, por estar sempre disposto a me atender, com boa vontade e educação, pela paciência, pelas orientações e por compartilhar seus conhecimentos.

A todos os professores do mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UESB pelos ensinamentos transmitidos.

À equipe do Laboratório de Fitopatologia e Virologia Vegetal da UESB, em especial a Geraldo, pela amizade, apoio e ajuda concedida durante a realização deste estudo; e a Gisele, Joyce e Taciana, pela amizade e por me auxiliar na irrigação das plantas.

Ao professor Dr. Jorge Alberto Marques Rezende, pela concessão do uso do Laboratório de Virologia Vegetal da ESALQ/USP.

À pós-doutoranda Tatiana Mituti, pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos no Laboratório de Virologia Vegetal da ESALQ/USP.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista, a qual, por meio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, propiciou-me a oportunidade de execução do curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da Banca Examinadora, pela disponibilidade e pelas contribuições dadas ao trabalho.

“O SENHOR é a minha força e o meu escudo; nele o meu coração confia, nele fui socorrido; por isso meu coração exulta, e com o meu cântico o louvarei.”

(Salmos 28:7)

RESUMO

NASCIMENTO, R. M. do. **Reação de maracujazeiro-amarelo à infecção simples e mista com o *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e *Passionfruit severe leaf distortion virus***. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2017. 80. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia) *.

Diversos são os vírus que afetam o cultivo do maracujazeiro, no entanto o *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) e o *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV) são os de maior ocorrência no Sudoeste da Bahia. Os danos causados por esses vírus às plantas de maracujazeiro, em fase inicial de crescimento, em infecção simples ou mista, ainda são pouco conhecidos. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos causados pelo CABMV e pelo PSLDV, em infecção simples ou mista, sobre as características morfológicas de plantas de maracujazeiro-amarelo, em estágio inicial de desenvolvimento. Foram realizados dois experimentos independentes, inoculando-se em cada experimento o CABMV e o PSLDV, separadamente ou em mistura, aos 30 ou 60 dias após a emergência (DAE) das plantas. Foram comparados os seguintes tratamentos: experimento 1 [T1 (testemunha); T2 (PSLDV aos 30 DAE), T3 (CABMV aos 30 DAE), T4 (PSLDV + CABMV aos 30 DAE)]; experimento 2 [T1 (testemunha); T2 (PSLDV aos 60 DAE), T3 (CABMV aos 60 DAE), T4 (PSLDV + CABMV aos 60 DAE)]. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições. Aos 100 dias após a emergência, avaliaram-se: a altura de plantas, o diâmetro do caule, número de folhas, índice de clorofila Falker, área foliar, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa fresca radicial, massa seca radicial, massa fresca total, massa seca total, relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial e relação massa seca da parte aérea/massa seca radicial. As plantas de maracujazeiro inoculadas apenas com o CABMV, aos 30 DAE, não diferiram estatisticamente da testemunha, para todas as variáveis analisadas. No entanto, aquelas inoculadas com o PSLDV, sozinho ou em mistura com o CABMV, apresentaram diferença estatística em relação à testemunha e ao tratamento com o CABMV em infecção simples, para a maioria das variáveis, com exceção do diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca radicial e relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial. Não houve diferença estatística entre os tratamentos inoculados aos 60 DAE, bem como a testemunha. As maiores reduções das variáveis observadas foram verificadas nas plantas infectadas com o PSLDV, o que sugere não ter havido efeito sinérgico entre os vírus estudados.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, potyvirus, begomovirus, sinergismo, parâmetros morfológicos..

***Orientador:** Quelmo Silva de Novaes, *D.Sc.*, UESB.

ABSTRACT

NASCIMENTO, R. M. do. **Reaction of yellow passion fruit to simple and mixed infection with *Cowpea aphid-borne mosaic virus* and *Passionfruit severe leaf distortion virus***. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2017. 80. (Dissertation – Master’s Degree in Agronomy, Phytotechny Concentration Area)*.

Several viruses are affecting the cultivation of passion fruit. However, *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) and *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV) are the most frequent occurrences in southwestern Bahia. The damage caused by these viruses to passion fruit plants, at an initial stage of growth, in simple or mixed infection, are still little known. The objective of this work was to evaluate the effects of these viruses, in single or mixed infection, on the morphological characteristics of yellow passion fruit plants, at an early stage of development. Two independent experiments were carried out, inoculating the CABMV and the PSLDV in each experiment, separately or in a mixture, at 30 or 60 days after emergence (DAE) of the plants. The following treatments were compared: experiment 1 [T1 (control); T2 (PSLDV at 30 DAE), T3 (CABMV at 30 DAE), T4 (PSLDV + CABMV at 30 DAE)]; experiment 2 [T1 (control); T2 (PSLDV at 60 DAE), T3 (CABMV at 60 DAE), T4 (PSLDV + CABMV at 60 DAE)]. The experimental design was completely randomized, with four treatments and ten replicates. Plant height, stem diameter, number of leaves, Falker chlorophyll index, leaf area, fresh shoot mass, shoot dry mass, fresh radicular mass, mass total fresh mass, total dry mass ratio, fresh shoot ratio/fresh radicular mass and dry shoot ratio/root dry mass ratio. The passion fruit plants inoculated only with the CABMV, at 30 DAE, did not differ statistically from the control, for all variables analyzed. However, those inoculated with PSLDV, alone or in combination with the CABMV, presented statistical difference in relation to the control and treatment with the CABMV in simple infection, for most of the variables, except the stem diameter, number of leaves, fresh radicular mass and fresh mass ratio of aerial part/fresh radicular mass. There was no statistical difference between treatments inoculated at 60 DAE, as well as the control. The highest reductions of the observed variables were verified in the plants infected with the PSLDV, what suggests that there was no synergic effect among the viruses studied.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, potyvirus, begomovirus, synergism, morphological parameters.

***Adviser:** Quelmo Silva de Novaes, *D.Sc.*, UESB.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Transmissão mecânica do CABMV: inóculo pronto (A); procedimento de inoculação do vírus (B)33
- Figura 2** – Transmissão do PSLDV: união do local da enxertia (A); enxertia de pecíolo da folha pronta (B) e (C)34
- Figura 3** – Placa de ELISA com amostras do tecido vegetal de plantas diluídas em tampão carbonato35
- Figura 4** – Representação gráfica de amostras de plantas de maracujazeiros que foram infectadas com *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), nas inoculações realizadas aos 30 e 60 DAE, as quais foram submetidas ao teste PTA-ELISA para confirmação do CABMV. Cada coluna representa uma amostra de planta de maracujazeiro. A linha tracejada indica o valor limítrofe para considerar uma amostra positiva40
- Figura 5** – Detecção de *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV) via PCR utilizando-se o par de primers 254F/1180R (Rojas et al., 1993). M: Marcador 1 Kb Plus DNA Ladder (Invitrogen); (1-4) Amostras de maracujazeiro-amarelo infectadas com o PSLDV; (5-6) Amostras de maracujazeiro-amarelo sadias; (7) Controle positivo – maracujazeiro-amarelo infectado com PSLDV; (8) Controle negativo42
- Figura 6** – Altura de plantas (ALT) de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE44
- Figura 7** – Plantas de maracujazeiro-amarelo infectadas com PSLDV + CABMV, PSLDV, CABMV e plantas sadias45
- Figura 8** – Índice de clorofila Falker (ICF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE47
- Figura 9** – Área foliar (AF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE48
- Figura 10** – Massa fresca da parte aérea (MFF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE50

Figura 11 – Massa seca da parte aérea (MSF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE	51
Figura 12 – Massa seca radicial (MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE	52
Figura 13 – Massa fresca total (MFT) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE	53
Figura 14 – Massa seca total (MST) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE	54
Figura 15 – Sintomas de mosaico, bolhosidade, encarquilhamento e distorção foliar provocados pelo <i>Passionfruit severe leaf distortion virus</i> (PSLDV) em folhas de maracujá-amarelo	55
Figura 16 – Relação massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSF/MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE	57
Figura 17 – Sintomas de mosaico e bolhosidade provocados pelo <i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> (CABMV) em folhas de maracujá-amarelo	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIA), número de folhas (NF), índice de clorofila Falker (ICF), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFF), massa seca da parte aérea (MSF), massa fresca radicial (MFR), massa seca radicial (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFF/MFR) e massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSF/MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE43

Tabela 2 – Médias da variável diâmetro do caule (DIA) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE46

Tabela 3 – Médias da variável número de folhas (NF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE46

Tabela 4 – Médias da variável massa fresca radicial (MFR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE52

Tabela 5 – Médias da variável relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFF/MFR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE56

Tabela 6 – Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIA), número de folhas (NF), índice de clorofila Falker (ICF), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFF), massa seca da parte aérea (MSF), massa fresca radicial (MFR), massa seca radicial (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFF/MFR) e massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSF/MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 60 DAE64

Tabela 7 – Médias das variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIA), número de folhas (NF), índice de clorofila Falker (ICF), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFF), massa seca da parte aérea (MSF), massa fresca radicial (MFR), massa seca radicial (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFF/MFR) e massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSF/MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 60 DAE66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Área foliar (cm ²)
ALT	Altura de plantas (m)
DIA	Diâmetro do caule (mm)
DAE	Dias após a emergência
GL	Grau de liberdade
ICF	Índice de clorofila Falker
MFF	Massa fresca da parte aérea
MFR	Massa fresca radicial
MFF/MFR	Relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial
MFT	Massa fresca total
MSF	Massa seca da parte aérea
MSR	Massa seca radicial
MSF/MSR	Relação massa seca da parte aérea/massa seca radicial
MST	Massa seca total
NF	Número de Folhas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1. Aspectos gerais do maracujazeiro.....	21
2.2. Principais viroses que afetam a cultura do maracujá.....	22
2.3. <i>Cowpea aphid-born e mosaic vírus</i> (CABMV).....	23
2.4. O gênero <i>begomovirus</i> e o vetor <i>Bemisia Tabaci</i>	26
2.5. Infecção mista de vírus em plantas	30
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1. Localização dos experimentos	31
3.2. Delineamento experimental.....	32
3.3. Inoculação mecânica do CABMV.....	32
3.4. Inoculação por enxertia de pecíolo do PSLDV.....	33
3.5. Detecção do CABMV por PTA-ELISA.....	34
3.6. Detecção do PSLDV por PCR.....	36
3.7. Características avaliadas	37
3.7.1.1. Massa fresca e seca da parte aérea e raiz.....	37
3.7.1.2. Área foliar.....	37
3.7.1.3. Altura de plantas.....	37
3.7.1.4. Diâmetro do caule.....	38
3.7.1.5. Número de folhas.....	38
3.7.1.6. Índice de clorofila Falker.....	38
3.8. Análise Estatística.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1. Confirmação da infecção viral do CABMV pelo teste sorológico (PTA-ELISA).....	39
4.2. Confirmação da infecção viral do PSLDV pelo teste molecular (PCR).....	40
4.3. Caracterização morfológica do maracujazeiro submetido à infecção simples e mista pelo CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.....	42

4.4. Caracterização morfológica do maracujazeiro submetido à infecção simples e mista pelo CABMV e PSLDV, inoculadas aos 60 DAE.....	63
5. CONCLUSÕES.....	72
6. REFERÊNCIAS.....	73

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims), originário da América tropical, é uma planta dicotiledônea, pertencente à família Passifloraceae, dentre a qual se destaca o gênero *Passiflora* (TESKE; TRENTINI, 1997, MELETTI; MAIA, 1999). As principais espécies de maracujazeiro utilizadas comercialmente são a *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener (maracujá-amarelo), *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* (maracujá-roxo) e a *Passiflora alata* Curtis (maracujazeiro-doce) (MARTINS e outros, 2006).

O maracujá-amarelo ou maracujá-azedo é o mais cultivado e comercializado no Brasil; seus frutos são utilizados, principalmente, para a produção de sucos (CARVALHO e outros, 2015). A polpa é, ainda, utilizada na preparação de sorvetes, vinhos, licores ou doces. Estudos buscam o aproveitamento dos resíduos da industrialização de suco (casca e sementes), que são normalmente descartados e utilizados como ração animal ou adubo orgânico (SEBRAE, 2016). A produção de frutos do maracujazeiro-azedo pode iniciar-se aos oito meses após o plantio da muda no local definitivo. A produtividade pode chegar até 70 t ha⁻¹ nos três anos de cultivo e, no segundo ano, atingir até 40 t ha⁻¹; essa é variável de acordo com o manejo realizado pelo produtor (RAMOS e outros, 2002).

No Brasil, a produção de maracujá, em 2016, foi de, aproximadamente, 703 mil toneladas, com produtividade média de 14,10 t ha⁻¹ e área plantada de, aproximadamente, 50 mil hectares (IBGE, 2017). Porém, essa produtividade está aquém do potencial produtivo da cultura (FALEIRO e outros, 2011). Tal fato está relacionado a vários fatores; e o principal deles são os problemas fitossanitários (BANDEIRA, 2012), dentre os quais podem-se destacar as doenças viróticas. A região Nordeste foi a que apresentou a maior produção dessa fruta, em 2015, com 450.783 mil toneladas, seguida das regiões Sudeste (105.309 mil toneladas), Norte (71.385 mil toneladas), Sul (45.890 mil toneladas) e Centro – Oeste (21.172 mil toneladas) (IBGE, 2017).

Os vírus relatados infectando a cultura do maracujazeiro são: o endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus*– CABMV), o PSLDV (*Passionfruit severe leaf distortion virus* – PSLDV), o mosaico do pepino (*Cucumber mosaic virus* – CMV), a pinta verde (*Passion fruit green spot virus*– PFGSV), o clareamento das nervuras (*Passion fruit vein clearing virus*– PVCV), o mosaico amarelo (*Passionfruit yellow mosaic virus* – PFYMV) e o mosaico do maracujá roxo (*Purple granadilla mosaic virus* – PGMV). Dentre esses, até o momento, o endurecimento dos frutos tem sido considerado a virose economicamente mais importante da cultura do maracujá (NOVAES e outros, 2000; NASCIMENTO e outros, 2006; PINTO e outros, 2008). Enquanto o PSLDV, descrito por Ferreira e outros (2010) infectando maracujazeiro, encontra-se distribuído em dez municípios (Barra da Estiva, Brumado, Contendas do Sincorá, Dom Basílio, Ituaçu, Jussiape, Livramento de Nossa Senhora, Manoel Vitorino, Rio de Contas e Tanhaçu) da região sudoeste da Bahia, o que ocasiona prejuízos aos produtores (RODRIGUES, 2017).

As doenças, especialmente as causadas por vírus, são consideradas fatores limitantes na produção do maracujazeiro nas diferentes regiões produtoras da cultura no Brasil. Essas promovem sua morte precoce, desfolhamento, retardamento na maturação do fruto, ocorrência de frutos com baixo rendimento de polpa e, conseqüentemente, queda na qualidade e produtividade, a qual causa uma série de prejuízos de ordem financeira e social.

Dessa forma, é necessária a realização de pesquisas sobre a ocorrência, etiologia e danos dessas doenças na cultura do maracujazeiro, com o intuito de garantir a melhoria na qualidade dos frutos e o aumento na produtividade da cultura, a fim de atender à demanda do mercado e reduzir os custos de produção.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar a reação de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) à infecção simples e

mista com o *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e o *Passionfruit severe leaf distortion virus*.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do maracujazeiro

O gênero *Passiflora*, pertencente à família Passifloraceae, possui cerca de 525 espécies, distribuídas principalmente em regiões tropicais e subtropicais, das quais de 150 a 200 são originárias do Brasil (CUNHA e outros, 2002; CERVI, 2005). O maracujá-amarelo ou maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener), originário da América tropical, é o mais cultivado e comercializado no Brasil; seus frutos são utilizados, principalmente, para a produção de suco (CARVALHO e outros, 2015).

O maracujazeiro é uma planta semilhenosa, perene, trepadeira, de crescimento e frutificação precoce. Seus ramos podem atingir de cinco a dez metros de comprimento (RUGGIERO e outros 1998). Pode ser propagado pelas formas sexuada, por sementes, e assexuada, por enxertia, estaquia ou cultura de tecidos *in vitro* (NEGREIROS e outros, 2006).

A cultura do maracujazeiro apresenta melhor desenvolvimento com precipitações em torno de 800 a 1700mm, bem distribuídas ao longo do ano (BRUCKNER; PICANÇO, 2001), em regiões com altitudes entre 100 e 1.000 metros, com temperatura média anual entre 20 e 32°C; a temperatura ideal para frutificação é de 26°C (SEAGRI, 2007).

O maracujá-amarelo floresce sob influência de dias longos, necessita, no mínimo, de onze horas de luz por dia. Sua flor abre-se no início da tarde, fecha-se na noite do mesmo dia e não abre novamente. A polinização dessa planta é feita principalmente pelas mamangavas (*Xylocopa* spp.); na ausência ou baixa população dessas, deve-se recorrer à polinização manual, que é realizada mediante a transferência do pólen, que está presente nas cinco anteras, para a parte superior dos três estigmas da flor, utilizando-se os dedos (CARVALHO e outros, 2015).

O fruto é do tipo baga, de forma oval ou subglobosa, com grande variação quanto ao tamanho e à coloração da polpa. Tem em média 7cm de comprimento por 6cm de largura e peso entre 44 e 160 g, com 200 a 300 sementes em cada fruto (SEBRAE, 2016).

O maracujazeiro está entre as fruteiras tropicais mais plantadas no Brasil e é de grande importância social e econômica, por ser cultivado predominantemente por pequenos produtores e apresentar boa rentabilidade econômica (BASTOS, 2014). Essa cultura desenvolve-se, de modo geral, em áreas de um a cinco hectares e é cultivada por mão-de-obra familiar (BRASIL, 2009); especialistas apontam que cada hectare de maracujá gera três a quatro empregos diretos e ocupa sete a oito pessoas, nos diversos elos da cadeia produtiva; com isso, geram-se cerca de 500 mil empregos no Brasil (FALEIRO e outros, 2016). Em 2016, os principais estados produtores foram a Bahia (342.780 toneladas), Ceará (98.122 toneladas) e Minas Gerais (39.237 toneladas), com produtividade média de, respectivamente, 12,56t ha⁻¹, 17,79 t ha⁻¹ e 19,14 t ha⁻¹ (IBGE, 2017).

Segundo BEZERRA e outros (2016), os produtos finais, resultantes da atividade da agroindústria com frutos de maracujá, são principalmente sucos e polpa congelada. O néctar e os licores são bastante utilizados para confecção de sorvetes, recheios de chocolates e barras de cereais; as folhas e a farinha da casca dessa fruta são destinadas à indústria farmacêutica, e o óleo das sementes, à indústria de cosméticos. Esses autores destacam ainda que, além dos frutos para a agroindústria, a produção de maracujá-amarelo atende a um mercado *in natura* de restaurantes, pequenos mercados, centrais de abastecimento e, mais atualmente, à merenda escolar.

2.2 Principais viroses que afetam a cultura do maracujá

Muitos podem ser os fatores que contribuem para a redução da longevidade e produtividade das plantas de maracujazeiro, entre eles estão os problemas fitossanitários, principalmente as doenças de etiologia viral. Entre

os vírus relatados no Brasil e que podem afetar a cultura do maracujazeiro, podem-se mencionar o do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus*– CABMV), o do mosaico do pepino (*Cucumber mosaic virus* – CMV), transmitidos por afídeos de maneira não persistente, o vírus causador da pinta verde (Rhabdovirus), que tem como vetor o ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis*, o do clareamento das nervuras (Rhabdovirus), sem vetor conhecido, o do mosaico amarelo (Passion fruit yellow mosaic virus – PFYMV), o do mosaico do maracujá-roxo (Purple granadilla mosaic virus – PGMV), transmitidos experimentalmente por besouro (NOVAES e outros, 2000) e o *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV), transmitido pela mosca branca (FERREIRA e outros, 2010; RODRIGUES, 2017).

O endurecimento dos frutos, doença causada pelos *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), é a doença virótica que predomina reduzindo drasticamente a produtividade da lavoura, o que causa perdas de até 80% (GIORIA e outros, 2000). Quanto mais cedo as plantas são infectadas, maiores são os danos observados, tais como redução do número, peso e valor comercial dos frutos (YUKI e outros, 2006).

A descrição de um novo begomovírus em maracujazeiro, o *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV) (FERREIRA e outros, 2010) bem como a sua ocorrência em cultivos comerciais no estado da Bahia (RODRIGUES, 2017) têm causado preocupação entre os produtores dessa fruta. Até o momento, esse vírus está restrito a esse estado, e a sua disseminação para outras regiões produtoras pode tornar-se uma grave ameaça para a cultura do maracujazeiro.

2.3 *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV)

Atualmente, um dos principais problemas fitossanitários da cultura do maracujá é a virose que provoca o endurecimento dos frutos, causada pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV); essa doença chega a ser um

fator limitante ao cultivo dessa espécie em algumas regiões produtoras (DAMATTO JUNIOR e outros, 2014).

O primeiro relato da virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro foi feito na Austrália há mais de 110 anos, por COBB, em 1901, o qual descreveu o *Passionfruit woodiness virus* (PWV) como agente causador dessa doença (SHUKLA; WARD, 1988).

No Brasil, esse vírus foi descrito pela primeira vez em 1978 no município de Feira de Santana, BA (YAMASHIRO; CHAGAS, 1979); depois, alastrou-se para outras regiões, como Pernambuco e, posteriormente, em 1992, o Planalto de São Paulo; em 1993, para o Norte de Minas Gerais; em 1996, outras localidades da Bahia, causando graves danos (SÃO JOSÉ e outros, 2004).

Provavelmente, essa virose foi introduzida no Sudoeste do estado da Bahia por meio de mudas contaminadas de viveiros da vizinha região do Norte de Minas Gerais, principalmente da zona produtora de Taiobeiras, importante área de produção até a primeira metade da década de 1990, e se espalhou para outras áreas de produção do Estado (SÃO JOSÉ e outros, 2004).

Com base em testes biológicos, de transmissão pelo afídeo *Myzus persicae* (Sulz.), características físicas e de microscopia eletrônica, bem como por sorologia, esse vírus foi caracterizado como pertencente ao complexo do *Passionfruit woodiness virus* do maracujá. No entanto, estudos realizados por Braz e outros (1998) e Nascimento e outros (2004 e 2006), baseados na análise da sequência de aminoácidos da proteína capsidial de isolados de potyvírus induzindo endurecimento dos frutos em maracujazeiro, demonstraram que esse vírus não seria o PWV, mas uma estirpe do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) (NARITA e outros, 2012).

Nascimento e outros (2004), em seu estudo sobre a análise filogenética de potyvírus causando endurecimento dos frutos do maracujazeiro no Nordeste do Brasil, verificaram por meio da comparação entre a sequência de aminoácidos da proteína capsidial de seis isolados virais e as de outros potyvírus uma identidade máxima com isolados de CABMV

(86 a 94%); a identidade com isolados de *Passionfruit woodiness virus* foi de 68 a 76%. De acordo com os autores, a análise filogenética realizada a partir das sequências de aminoácidos agrupou os isolados estudados junto a isolados de CABMV, distante de isolados de PWV. Dessa forma, os resultados indicaram que os isolados de maracujá analisados constituem, na verdade, uma estirpe do CABMV.

O CABMV pertence ao gênero *Potyvirus*, da família Potyviridae. Os potyvirus possuem partículas alongadas e flexuosas, com 690-760 nm de comprimento por 11-16 nm de largura. O genoma é constituído por um RNA de fita simples, sentido positivo, com, aproximadamente, 10.000 nucleotídeos (VAN REGENMORTEL e outros, 2000).

Sua transmissão dá-se por afídeos vetores nos quais a relação vírus-vetor é do tipo não-persistente, ou seja, tanto a aquisição como a inoculação do vírus pelo inseto são rápidas, em questão de segundos, durante as picadas de prova (DAMATTOJUNIOR e outros, 2014). No Brasil, as espécies: *Aphis gossypii* Glover, *Aphis fabae* Scopoli, *Aphis fabae solanella* Theobald, *Aphis Nerii* Boyer de Fonscolombe, *Myzus nicotianae* Blackman, *Myzus persicae* Sulz; *Toxoptera citricidus* Kirk, *Uroleucon ambrosiae* Thomas e o *U. sonchi* L. foram descritas como vetoras do vírus (COSTA e outros 1995; NARITA e outros, 2012).

O CABMV também é facilmente transmitido por inoculação mecânica e por enxertia. Muitas vezes, os próprios tratamentos culturais, como a poda de condução e a desbrota, se não tomados os cuidados necessários, podem também transmitir a virose (COSTA; VENTURA, 2005). Silva e outros (2012), visando à identificação de novos potenciais reservatórios do CABMV no campo, verificaram que *Mucuna aterrina* (mucuna-preta), *M. cinerea* (mucuna-cinza), *Neonotonia wightii* (soja-perene), *Pisum sativum* (ervilha 'Triofin') podem ser potenciais reservatórios do CABMV no campo, uma vez que *M. aterrina*, *M. cinerea* e *N. wightii* são amplamente difundidas no Brasil, por serem empregadas em adubação verde.

Uma vez instalada na cultura, o CABMV dissemina-se com muita rapidez e pode em apenas quatro meses infectar todas as plantas (NARITA e outros, 2012). Rodrigues (2013), avaliando a incidência do CABMV em duas áreas experimentais, localizadas no município de Livramento de Nossa Senhora – BA, observaram as primeiras plantas sintomáticas aos 57 dias após o plantio (DAP) e aos 49 DAP, sendo que, aos 148 e 155 DAP, foi verificada 100% de incidência da virose. O sintoma inicial da doença é um mosaico nas folhas novas, e pode ainda ocorrer encarquilhamento, bolhosidade, enrolamento e clareamento das nervuras; as plantas apresentam um retardamento no crescimento, e os entrenós mostram-se mais curtos. Os frutos apresentam redução de tamanho, espessamento e endurecimento do pericarpo, com redução do espaço interno e conseqüente diminuição da quantidade de polpa (SANTANA e outros, 2008; NASCIMENTO e outros, 2006). As perdas na produtividade podem atingir até 80%. Quanto mais cedo as mudas forem infectadas, maiores serão os danos causados a elas (GIORIA e outros, 2000).

Ultimamente, tem-se procurado conviver com essa virose, já que ela encontra-se disseminada em quase todas as regiões do Brasil, e, para o seu transmissor, o pulgão, não é viável o controle químico. Dessa forma, alguns métodos de manejo dessa doença seriam: não formar mudas de maracujazeiro próximas a pomares em produção; jamais plantar um pomar novo perto de outro mais velho; adquirir mudas junto a viveiristas idôneos e registrados no Ministério da Agricultura (SÃO JOSÉ, 2015); vistoriar as plantas dentro do pomar semanalmente para identificar aquelas com visíveis sinais da virose, as quais devem ser erradicadas (SÃO JOSÉ e outros, 2011), e a eliminação de hospedeiras alternativas, uma vez que elas podem servir de fonte de inóculo na natureza (ANJOS e outros, 2001).

2.4 O gênero *Begomovirus* e o vetor *Bemisia tabaci*

A família *Geminiviridae* é constituída por nove gêneros, quais sejam: *Begomovirus*, *Curtovirus*, *Mastrevirus*, *Topocuvirus*, *Becurtovirus*,

Eragrovirus, *Turncurtovirus*, *Capulavirus* e *Grablovirus*. Dentre esses, o *Begomovirus* é o maior gênero, com 322 espécies (ICTV, 2017). A diferença entre esses gêneros dá-se por meio da organização genômica, do tipo de vetor, do ciclo de hospedeiros e devido às similaridades nas sequências genômicas (STANLEY e outros, 2005).

Os begomovírus podem possuir genoma monopartido (DNA-A) ou bipartido (DNA-A e DNA-B), sendo que o genoma da maioria dos begomovírus é constituído de dois componentes (DNA-A e DNA-B), cada um com 2,5-3,0 kb de comprimento. O DNA-A codifica as proteínas necessárias para a replicação e encapsidação do genoma viral, enquanto o DNA-B contém os genes relacionados com o movimento do vírus na planta (ROJAS e outros, 2005).

Os begomovírus são transmitidos pelo inseto-vetor *Bemisia tabaci* (mosca branca), pertencente à família Aleyrodidae (COSTA, 1998), e a transmissão é do tipo persistente-circulativa (MORIN e outros, 1999). Segundo Rabello e outros (2008), a mosca branca apresenta alta variabilidade biológica intra-específica e genética e pode ser considerada um complexo de espécies; existem 41 biótipos. No entanto, de acordo com estudos mais recentes realizados por De Barros e outros (2011), a mosca branca deve ser considerada como um complexo de 11 grupos, de alto nível, bem definidos, com, ao menos, 24 espécies que são indistinguíveis morfologicamente e não são composta por biótipos.

No Brasil, pelo menos quatro espécies de *B. tabaci* estão presentes: *Middle East Asia Minor 1* – MEAM1 (biótipo B), *New World* – NW e *New World 2* – NW2 (biótipo A) (QUINTELA, 2015) e a espécie *Mediterranean* – MED (biótipo Q) (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994; BROWN, 1995; BARBOSA e outros, 2014).

Recentemente, tem-se constatado um aumento da incidência das viroses ocasionadas por begomovírus. Estudos têm relacionado esse fato ao surgimento e à disseminação da espécie *Middle East Asia Minor 1* – MEAM1 (biótipo B) da mosca branca. A espécie MEAM1 transmite os vírus mais

eficientemente e apresenta uma gama de hospedeiros mais ampla que o biótipo A. Além disso, populações da espécie MEAM1 resistentes a inseticidas são mais rapidamente selecionadas que no biótipo A (ASSUNÇÃO e outros, 2006). Destaca-se também a espécie MED, a qual transmite espécies de vírus que ainda não foram identificadas no Brasil, tais como o TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*), pertencente ao gênero begomovírus. Esse novo biótipo coletado no Brasil pode mudar o atual cenário das espécies de vírus predominantes no país (QUINTELA, 2015).

No Brasil, os begomovírus tem sido um grande problema fitossanitário nas culturas do tomateiro e feijoeiro, e relatos recentes confirmam sua presença no maracujazeiro (NOVAES e outros, 2002; 2003, FERREIRA e outros, 2010, RODRIGUES, 2017). Outras culturas também podem ser infectadas por begomovírus no Brasil, como, por exemplo, batata, batata-doce, pimenta, pimentão, quiabo e soja (INOUE-NAGATA e outros, 2016). Novaes e outros (2002) relataram a ocorrência de um begomovírus causando infecção mista com o CABMV em maracujazeiros no município de Livramento de Nossa Senhora, Bahia. As plantas apresentavam sintomas de mosaico amarelo, intensa redução e encarquilhamento do limbo foliar e redução no desenvolvimento vegetativo. Posteriormente, esse vírus foi denominado de *Passion flower little leaf mosaic virus* (PLLMV) (NOVAES e outros, 2003).

Silva e outros (2006) relataram a infecção de plantas de maracujazeiro também por begomovírus, no município de Anadia, Alagoas. As plantas infectadas apresentavam sintomas de mosaico amarelo, redução drástica de crescimento e da área foliar.

Ferreira e outros (2010) descreveram um begomovírus infectando maracujazeiros no estado da Bahia, denominado de *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV). Segundo os autores, esse vírus tem o potencial para acarretar grandes perdas econômicas devido à severidade dos sintomas induzidos. Além disso, de acordo com os autores, a importância do PSLDV deve ser considerada não somente pelo seu potencial em causar perdas na

cultura do maracujá-amarelo, mas também por esse vírus infectar solanáceas economicamente importantes e plantas daninhas como *Datura stramonium*, que podem servir como reservatório natural de vírus.

Nozaki e outros (2010) verificaram a presença de begomovírus em pimentão no estado de São Paulo, sendo que foram detectadas duas espécies (*Tomato severe rugose virus* –ToSRV e *Tomato yellow vein streak virus* – ToYVSV) que, até então, haviam sido relatadas no Brasil em tomateiro.

Aranha e outros (2011) relataram pela primeira vez o begomovírus *Sida micrantha mosaic virus* (SimMV) infetando quiabo, no estado de Goiás. Posteriormente, Albuquerque e outros (2013) relataram outra espécie de begomovírus (*Okra mottle virus* - OMoV) nessa cultura, no mesmo estado.

Alves e outros (2011) constataram a presença de begomovirose infectando maracujazeiro em pomares nos municípios de São Fidelis (RJ), Paragominas (PA) e Araguari (MG). As sequências de nucleotídeos dos isolados de São Fidelis (RJ) e Paragominas (PA) apresentaram 90% de similaridade ao *Sida mottle virus* (SiMoV), enquanto as sequências de nucleotídeos dos isolados de Araguaia apresentaram 96% de similaridade às do *Sida micrantha mosaic virus* (SimMV) (ALVES, 2012).

Vaca-Vaca e outros (2016a) relataram pela primeira vez a presença de um Begomovírus infectando o maracujá-amarelo, nos municípios de La Unión e Palmira, Valle del Cauca, Colômbia. A sequência de nucleotídeos dos isolados mostraram maior identidade (87,23%) com o *Bean dwarf mosaic virus* (BDMV) e apenas 77,4% de identidade com o *Passion fruit severe leaf distortion virus* (Vaca-Vaca e outros, 2016b).

Rocha (2017) verificou duas espécies diferentes de begomovírus (*Sida micrantha mosaic virus* - SimMV e *Tomato severe rugose virus* - ToSRV) em plantas de soja, o primeiro relato de ToSRV nessa cultura.

O surgimento da maioria das espécies de begomovírus ocorreu nos últimos 20 anos e acompanhou a disseminação global de *B. tabaci* (GILBERTSON e outros, 2015).

2.5. Infecção mista de vírus em plantas

As infecções mistas, entre dois ou mais vírus, apresentam implicações, epidemiológicas e econômicas, pois podem ocorrer relações sinérgicas ou antagônicas, as quais levam a alterações nos sintomas da doença, na movimentação sistêmica dos vírus e causam, assim, aumento ou decréscimo na concentração dos vírus na planta (TAIWO e outros, 2007). Normalmente, plantas com infecção mista exibem sintomas mais severos do que aqueles observados em infecções isoladas (LIMA e outros, 2005).

As interações sinérgicas de agentes patogênicos das plantas que conduzem a complexos de doenças podem revelar-se mais comuns do que o esperado, e a compreensão dos mecanismos subjacentes pode ter implicações importantes na epidemiologia e no manejo das doenças das plantas (LAMICHHANE; VENTURI, 2015).

2. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista, região Sudoeste do estado, localizado a 14°51' de Latitude Sul e 40°50' de Longitude Oeste, em altitude média de 941m. O clima, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwa (tropical de altitude), com precipitação média anual de 717mm, concentrada nos meses de novembro a março. A temperatura média anual é de 19,6°C, com a média máxima e mínima variando entre 23,5°C e 15,1°C, respectivamente (SEPLANTEC/CEI, 1994).

Foram utilizadas sementes certificadas de maracujá amarelo da cultivar FB 200. A cultivar FB-200 – “YELLOW MASTER” destina-se ao consumo ‘in natura’ e/ou industrializado; seus frutos pesam em média 240 gramas, são uniformes em tamanho, formato e cor; possui casca grossa, rendimento de suco em torno de 36% e de 14° Brix (VIVEIROS, Flora Brasil, 2016).

As sementes foram semeadas em sacos plásticos pretos de polietileno próprios para mudas, com furos na parte lateral inferior, nas dimensões de 18 x 33 cm. Foram semeadas duas sementes em cada saco plástico. Quando as plantas apresentaram aproximadamente 5 centímetros de altura ou duas folhas definitivas, foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por saco plástico. As mudas permaneceram em estufa com cobertura plástica durante todo o experimento, e foram realizadas irrigações de acordo com a necessidade da cultura.

3.2 Delineamento experimental

As plantas foram divididas em dois grupos iguais de 30 plantas, inoculadas aos 30 e 60 dias após a emergência (DAE), respectivamente, em dois experimentos independentes, e 10 plantas sadias (testemunha). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições. Cada parcela experimental foi composta por 1 planta, totalizando 40 plantas. Foram comparados os seguintes tratamentos: experimento 1 [T1 (testemunha); T2 (PSLDV aos 30 DAE), T3 (CABMV aos 30 DAE), T4 (PSLDV + CABMV aos 30 DAE)]; experimento 2 [T1 (testemunha); T2 (PSLDV aos 60 DAE), T3 (CABMV aos 60 DAE), T4 (PSLDV + CABMV aos 60 DAE)].

3.3 Inoculação mecânica do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV)

As mudas foram inoculadas mecanicamente aos 30 ou 60 dias após germinação, utilizando-se extrato preparado a partir de amostras foliares coletadas de plantas infectadas com o CABMV, isolado de Vitória da Conquista, BA. O inóculo para a transmissão mecânica foi preparado em almofariz, por meio de maceração do material foliar infectado na proporção de 1 g de tecido (folha infectada) para 10 ml de solução tampão fosfato de sódio 0,1 M, pH 7,0 (Figura 1-A). Em seguida, a folha a ser inoculada foi previamente polvilhada com o abrasivo carbureto de silício (carborundum), e o vírus foi inoculado friccionando-se as partes superiores dessa folha com o dedo umedecido com o extrato, por duas vezes consecutivas, para padronizar a pressão de inóculo (Figura 1-B). Foi inoculada uma folha por planta; foram escolhidas preferencialmente as mais novas. Aproximadamente 10 minutos após a inoculação, as plantas foram levemente lavadas, a fim de que o abrasivo não queimasse as folhas inoculadas.

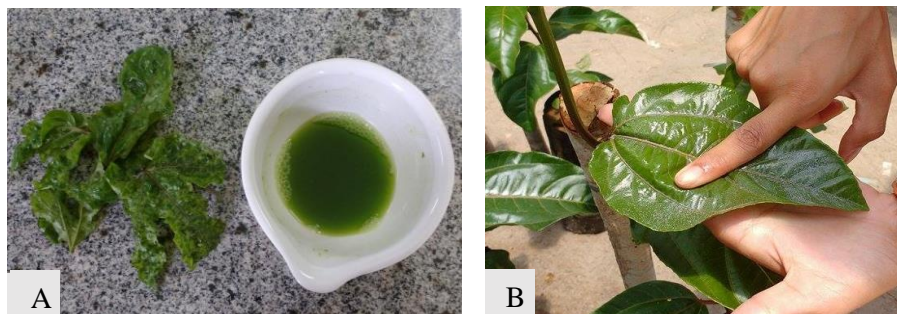


Figura 1–Transmissão mecânica do CABMV: inóculo preparado (A); procedimento de inoculação do vírus (B).

3.4 Inoculação do *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV)

A inoculação do PSLDV foi feita por meio da enxertia de pecíolo de folha de planta sabidamente infectada, em pecíolo de folha de planta sadia. Os isolados virais utilizados para a inoculação foram obtidos em pomares de maracujá localizados no município de Ituaçu-BA e foram levados para o Laboratório de Virologia Vegetal da ESALQ/USP para realização dos testes moleculares, a partir dos quais se atestou tratar-se do PSLDV. Foi retirada uma folha da planta sadia, mantendo-se o seu pecíolo, no qual foi feito um corte longitudinal em sua região central, com auxílio de um estilete. Posteriormente, foi retirada uma folha da planta infectada com o vírus, e seu pecíolo foi cortado em bisel, formando-se uma cunha, e inserido na região do corte do pecíolo da folha sadia. Feito isso, a região da enxertia foi unida com o auxílio de um filme plástico (Parafilm®) (Figura 2 A-C), e as plantas enxertadas foram recobertas por sacos plásticos, durante uma semana, com o intuito de evitar a perda de água.

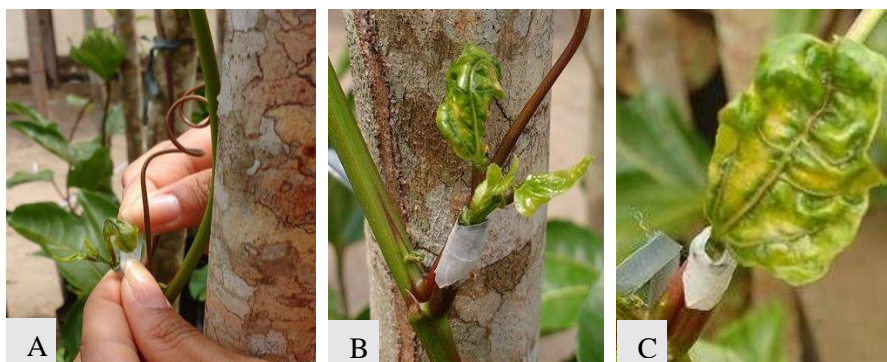


Figura 2 –Transmissão do PSLDV: união do local da enxertia (A); enxertia de pecíolo da folha pronta (B) e (C).

3.5 Detecção do CABMV por PTA-ELISA

A presença ou ausência do CABMV foi confirmada por meio do teste sorológico ELISA (“*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*”), do tipo PTA (“*Plate Trapped Antigen*”), conforme protocolo desenvolvido por Mowat e Dawson (1987), com algumas modificações.

Amostras individuais de tecido vegetal foram coletadas e levadas para o Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; essas foram maceradas em almofariz e diluídas em tampão carbonato (0,015 M Na₂CO₃, 0,035 M NaHCO₃, pH 9,6), na proporção 1:20. Foram colocados 100 µL de cada amostra por pocinho, em uma placa de Elisa, sendo dois pocinhos por amostra (Figura 3). Foram utilizadas amostras de plantas de maracujá infectadas com o CABMV como controle positivo e amostras de plantas saudáveis como controle negativo.

A placa foi incubada por 1,5 h a 37 °C e, depois, lavada três vezes consecutivas com PBS-Tween (0,0015 M KH₂PO₄, 0,14 M NaCl, 0,004 M Na₂HPO₄, 0,003 M KCl, pH 7,4 + 0,5 mL Tween 20 L-1). Posteriormente, foram adicionados 100 µL de antissoro específico contra os vírus em análise diluído 1:1.000 em tampão Tris-HCl (0,2 M Tris-HCl, 0,15 M NaCl, pH 7,2).

Depois de um período de incubação de 1,5 h, a 37 °C, a placa foi novamente lavada por três vezes com PBS-Tween.

Em seguida, foram colocados 100 µL de imunoglobulina G (IgG), conjugada com fosfatase alcalina diluída 1: 32.000 em tampão Tris-HCl, pH 7,2 em cada pocinho. A placa foi incubada por mais 1,5 h, a 37 °C. Depois de lavada como anteriormente, foram colocados 100 µL de p-fosfato de nitrofenil (SIGMA N-9389), diluído em tampão dietanolamina pH 9,8 (0,6 mg mL⁻¹), e a placa foi incubada à temperatura ambiente, no escuro, onde ocorreu a reação enzimática (60 a 120 minutos).

A absorbância de cada um dos pocinhos foi medida no leitor de ELISA, utilizando-se filtro de 405 nm. A reação foi considerada positiva, quando o valor médio da absorbância excedeu em três vezes o valor médio da absorbância do extrato da planta sadia.



Figura 3 – Placa de ELISA com amostras do tecido vegetal de plantas diluídas em tampão carbonato.

3.6 Detecção do PSLDV por PCR

A confirmação da infecção viral do PSLDV, nas plantas que foram inoculadas com o vírus por enxertia de pecíolo, foi realizada por meio de PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

As amostras foliares foram coletadas e acondicionadas individualmente em sacos plásticos, identificados conforme o tratamento e a parcela. Essas foram refrigeradas e levadas para o Laboratório de Virologia Vegetal da ESALQ/USP para realização do teste molecular PCR.

O DNA genômico total das amostras foi extraído de acordo com o protocolo descrito por Dellaporta e outros (1983). O DNA total de todas as amostras coletadas foi amplificado por círculo rolante (RCA): segundo o método proposto por Inoue-Nagata e outros (2004), por meio do kit Templi Phi (Amersham Biosciences), seguindo-se as instruções do fabricante. O DNA total extraído de cada amostra foi submetido à reação de PCR utilizando-se os oligonucleotídeos específicos PSLDV-254F (5' TAA TGG CGG GGA CCT CAA AGG 3') (*primer* desenhado para este trabalho) /PSLDV-1180R (5' CCAGATATCTGACAGCTTCTGG 3') (RODRIGUES et al., dados não publicados), os quais amplificam um fragmento de 926 bp do DNA-A, que compreende a região parcial do gene ORF (Open Reading Frame) AV1 (CP) e a região parcial do gene AC3 (REn).

O regime no termociclador para essa reação foi de 2 min 94°C, 35 ciclos de 94°C por 1 min, 60°C por 1 min e 72° por 1' 20"; e extensão final de 10 min a 72°.

Foram escolhidos aleatoriamente 4 amplicons para sequenciamento de nucleotídeos com o intuito de confirmar a identidade do vírus. Esses foram purificados com o kit Wizard SV Gel and PCR Clean-up System (Promega), de acordo com as instruções do fabricante. Após a purificação, os amplicons foram enviados para a empresa Macrogen Inc., Seoul, Coreia do Sul, para o

sequenciamento dos nucleotídeos. As amostras resultantes do sequenciamento foram comparadas com outras sequências depositadas no GenBank.

3.7 Características avaliadas

Com 100 dias após a emergência, foram realizadas avaliações das características morfológicas de todas as plantas, de cada tratamento, em relação à inoculação dos vírus em dois períodos diferentes (30 ou 60 dias DAE). As variáveis avaliadas foram as seguintes:

3.7.1 Massa fresca e seca da parte aérea e raiz

Para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), foram coletadas todas as plantas de cada parcela. Estas foram acondicionadas individualmente em sacos de papel, os quais foram identificados conforme a parcela e o tratamento. A seguir, foram encaminhadas ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, onde as raízes foram lavadas para eliminar o solo aderido e mantidas sob jornais por 24 horas para o escoamento da água superficial; cada planta foi dividida em parte aérea e sistema radicular. Esses órgãos foram pesados em balança analítica para a determinação do peso da massa fresca. As determinações dos pesos de massa seca foram efetuadas após as amostras passarem por estufa de circulação de ar forçada a 65° C, por 48 horas, até o peso constante.

3.7.2 Área foliar

Logo após a obtenção do peso da massa fresca, foi mensurada a área foliar total, em cm², utilizando-se o medidor de área foliar LI-3100 Área Meter, LI-COR, USA.

3.7.3 Altura de plantas

As medidas de altura da parte aérea foram determinadas, tomando-se como referência a distância do colo ao ápice do caule da planta, utilizando-se régua milimetrada (m).

3.7.4 Diâmetro do caule

O diâmetro do caule foi medido na altura do colo da planta, com o auxílio de um paquímetro (mm).

3.7.5 Número de folhas

O número de folhas foi determinado pela contagem direta na planta.

3.7.6 Índice de clorofila Falker

As avaliações indiretas de clorofila foram realizadas em cada planta; as mensurações foram feitas em 3 folhas totalmente expandidas, localizadas entre o ápice e a base da planta, com o auxílio de um clorofilômetro da marca comercial ClorofiLOG® modelo CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola, o qual expressa os resultados em um índice próprio denominado ICF: Índice de Clorofila Falker (FALKER, 2008).

3.8 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e à aplicação do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAEG, versão 9.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Confirmação da infecção viral do CABMV pelo teste sorológico (PTA-ELISA)

Com base nos resultados das análises do teste PTA-ELISA, foi possível a confirmação do CABMV em 36 amostras, das 40 amostras foliares das plantas que foram inoculadas mecanicamente com esse vírus. Os valores de absorvância variaram de 0,35 a 1,09 nm; foi considerada positiva a amostra que apresentou valores de absorvância maiores que 0,33 (Figura 4). Para efeito de análise estatística, as quatro plantas negativas foram consideradas como parcela perdida.

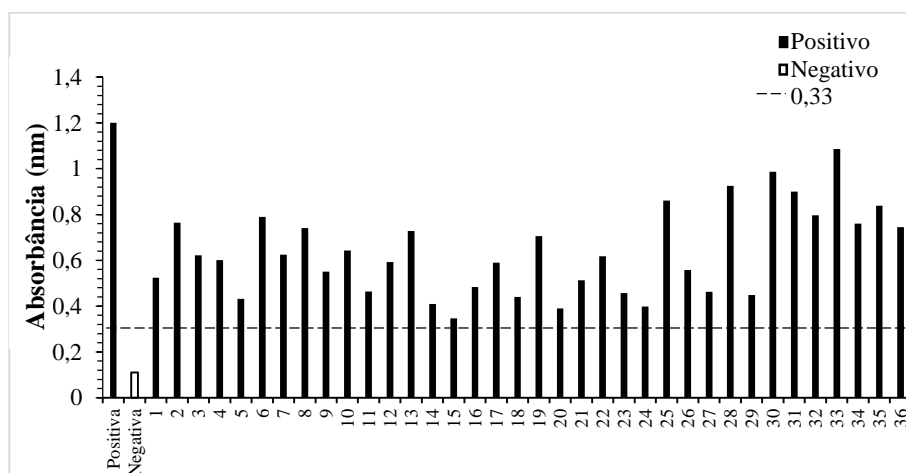


Figura4 – Representação gráfica de amostras de plantas de maracujazeiros que foram infectadas com *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), nas inoculações realizadas aos 30 ou 60 dias após a emergência, as quais foram submetidas ao teste PTA-ELISA para confirmação do CABMV. Cada coluna representa uma amostra de planta de maracujazeiro. A linha tracejada indica o valor limítrofe para considerar uma amostra positiva.

As plantas não inoculadas, bem como aquelas inoculadas com o

PSLDV, mostraram-se negativas quanto à presença do CABMV.

4.2 Confirmação da infecção viral do PSLDV pelo teste molecular (PCR)

Foi possível a confirmação do PSLDV em 37 amostras, das 40 plantas que foram inoculadas com esse vírus. A não infecção de três amostras deve-se ao fato do não pegamento da enxertia. Para efeito de análise estatística, as três plantas negativas foram consideradas como parcela perdida. As plantas não inoculadas, bem como aquelas inoculadas com o CABMV, mostraram-se negativas quanto à presença do PSLDV.

A porcentagem de identidade de nucleotídeos dos isolados sequenciados variou de 97% a 99%, quando comparada com o isolado de PSLDV (FJ972767) (FERREIRA e outros 2010), depositado no GenBank.

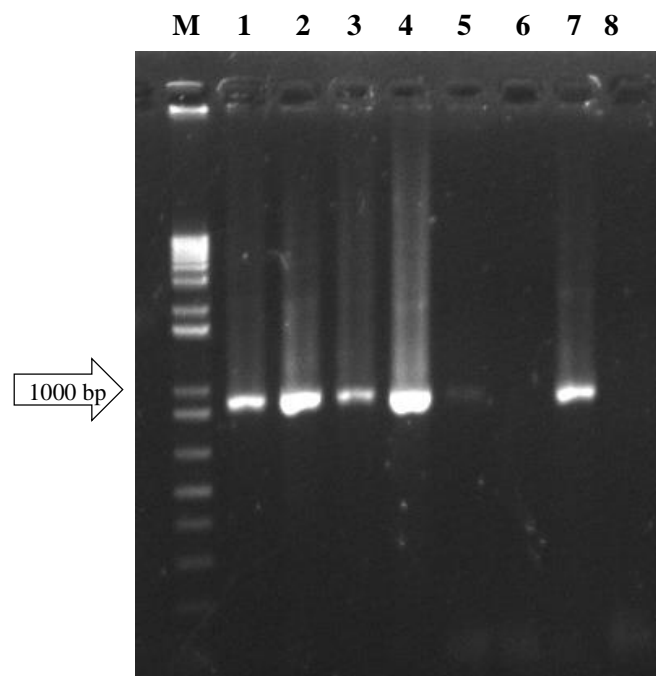


Figura 5 – Eletroforese em gel de agarose a 1% corado com brometo de etídeo de fragmento do genoma do *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV) amplificados com o par de primers 254F/1180R. M: Marcador 1 Kb Plus DNA Ladder (Invitrogen); (1-4) Amostras de maracujazeiro-amarelo infectadas com o PSLDV; (5-6) Amostras de maracujazeiro-amarelo sadias; (7) Controle positivo – maracujazeiro-amarelo infectado com PSLDV; (8) Controle negativo.

4.3 Características morfológicas de maracujazeiros-amarelo submetidos à infecção simples e mista pelo CABMV e PSLDV, inoculados aos 30 DAE

O resumo da análise de variância dos componentes agrônômicos qualitativos avaliados, das plantas inoculadas aos 30 DAE, e seus respectivos coeficientes de variação estão apresentados na Tabela 1, quais sejam: altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, índice de clorofila Falker, área foliar, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da raiz, massa fresca total, massa seca total, relação

massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial e relação massa seca da parte aérea/massa seca radicial.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIA), número de folhas (NF), índice de clorofila Falker (ICF), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca radicial (MFR), massa seca radicial (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFPA/MFR) e massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSPA/MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

	Fonte de variação	GL	Quadrados Médios											
			ALT	DIA	NF	ICF	AF	MFPA	MSPA	MFR	MSR	MFT	MST	$\frac{MFPA}{MFR}$
Tratamento	3	0,58*	0,67	11,53	356,8*	1144140,2*	3731,30*	599,02*	60,69	17,32*	4610,85*	818,01*	7,05	3,96*
Resíduo	36	0,10	0,51	6,75	82,62	58172,57	312,58	41,55	28,09	4,80	347,43	43,64	5,06	1,51
CV (%)		21,26	10,74	14,12	16,92	22,20	23,48	29,67	34,99	29,40	20,61	22,64	40,98	40,30

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste Scott – Knott; GL: grau de liberdade

Na Tabela 1, verifica-se que, para as variáveis altura de plantas, índice de clorofila Falker, área foliar, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca da parte radicial, massa fresca total, massa seca total e relação massa fresca da parte aérea/massa seca radicial, houve efeito significativo entre os tratamentos avaliados, quando as inoculações foram realizadas aos 30 DAE. Não foi observada diferença significativa para as variáveis diâmetro do caule e número de folhas.

As plantas infectadas com o PSLDV e as que foram inoculadas com os dois vírus simultaneamente apresentaram altura de plantas estatisticamente igual, porém essas variáveis foram inferiores em comparação às plantas inoculadas apenas com o CABMV e à testemunha (Figura 6).

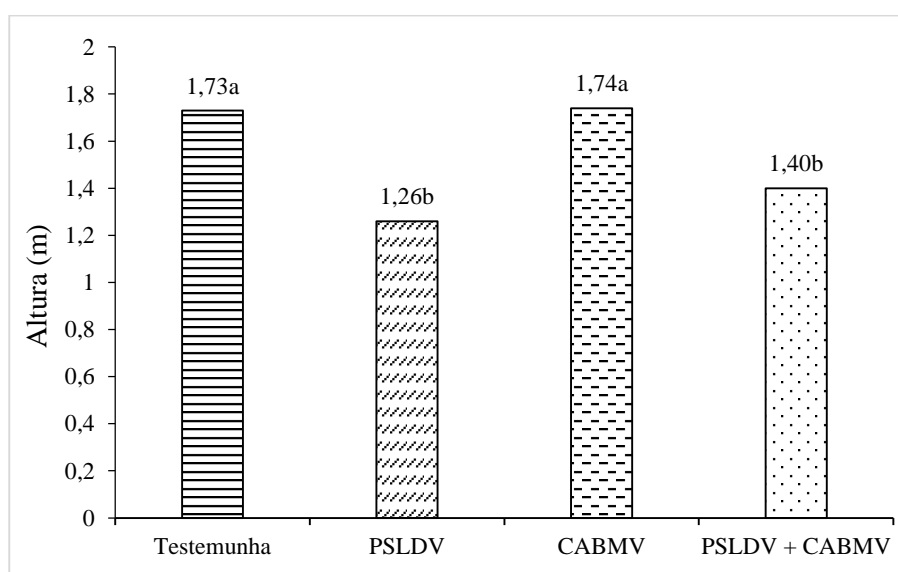


Figura 6 – Altura de plantas (ALT) de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

As maiores alturas foram verificadas nas plantas infectadas com o CABMV e na testemunha; enquanto as menores alturas foram observadas nas

plantas infectadas pelo PSLDV e com infecção mista, com redução de 28,00% e 19,08%, respectivamente, dessa variável em relação à testemunha (Figura 6).

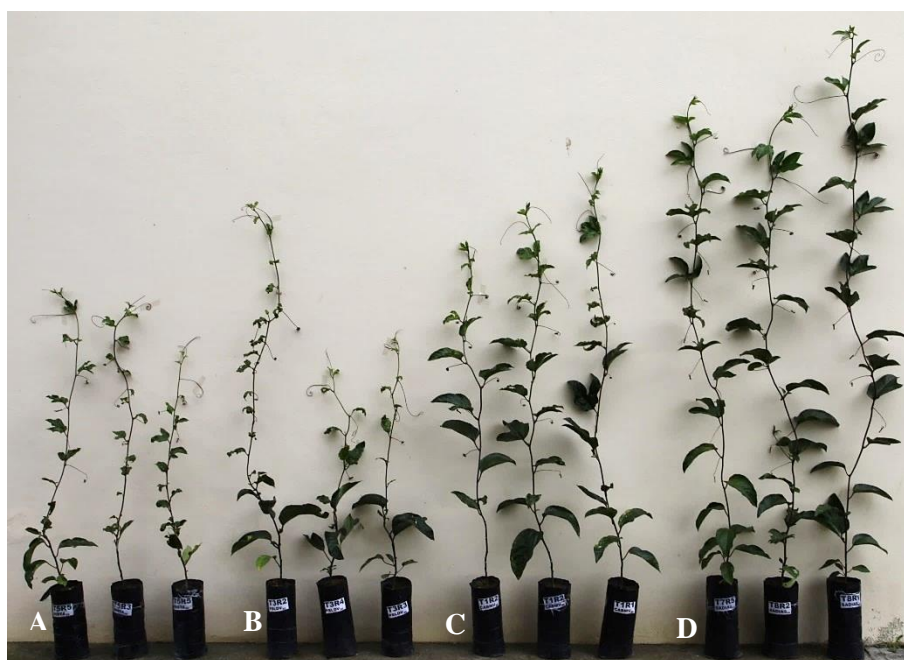


Figura 7 – Plantas de maracujazeiro-amarelo infectadas com PSLDV (A), PSLDV + CABMV (B), CABMV (C) e plantas sadias (D).

Apesar de não ter sido verificada diferença estatística entre os tratamentos avaliados para a variável diâmetro do caule, foi possível observar que a infecção com PSLDV + CABMV foi a que mais afetou o diâmetro do caule das plantas (8,46%). As infecções simples com PSLDV e CABMV ocasionaram menores reduções, de 4,30% e 6,30%, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 2).

A altura de plantas e o diâmetro do caule são características morfológicas de fácil medição e apresentam importância fundamental, pois essas variáveis estão relacionadas com o acúmulo de reservas; assegura-se, dessa forma, maior resistência a condições climáticas adversas e se evita possível tombamento das plantas no campo (CARNEIRO, 1995).

Tabela 2 – Médias da variável diâmetro do caule (DIA) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

Tratamentos	DIA (mm)
Testemunha	6,97 ^{ns}
PSLDV	6,76
CABMV	6,53
PSLDV + CABMV	6,38

^{ns}Não significativo pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

No trabalho realizado, foi possível observar que as plantas com infecção mista apresentaram um menor número de folhas (13,20%), seguidas pelas plantas infectadas pelo CABMV (7,61%) e pelo PSLDV (5,58%), em relação à testemunha, mesmo não havendo diferença significativa (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias da variável número de folhas (NF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

Tratamentos	NF (mm)
Testemunha	19,7 ^{ns}
PSLDV	18,6
CABMV	18,2
PSLDV + CABMV	17,1

^{ns}Não significativo pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

As folhas são os principais órgãos das plantas responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese (BENICASA, 1988). Dessa forma, o aumento no número de folhas associado ao seu tamanho favorece o acréscimo da área foliar, interferindo positivamente na interceptação da energia solar incidente e promovendo, por conseguinte, maior assimilação de carbono, o qual pode contribuir significativamente para aumentar o acúmulo de massa seca pelas plantas (CRUZ e outros 2007; PIETRO-SOUZA e outros 2013).

As plantas infectadas com CABMV e as sadias apresentaram índice de clorofila Falker superior ao das plantas com PSLDV e daquelas com

infecção dupla. Em relação à área foliar, ocorreu diferença significativa entre os tratamentos; a maior redução dessa variável foi observada nas plantas inoculadas com PSLDV (Figuras 8 e 9).

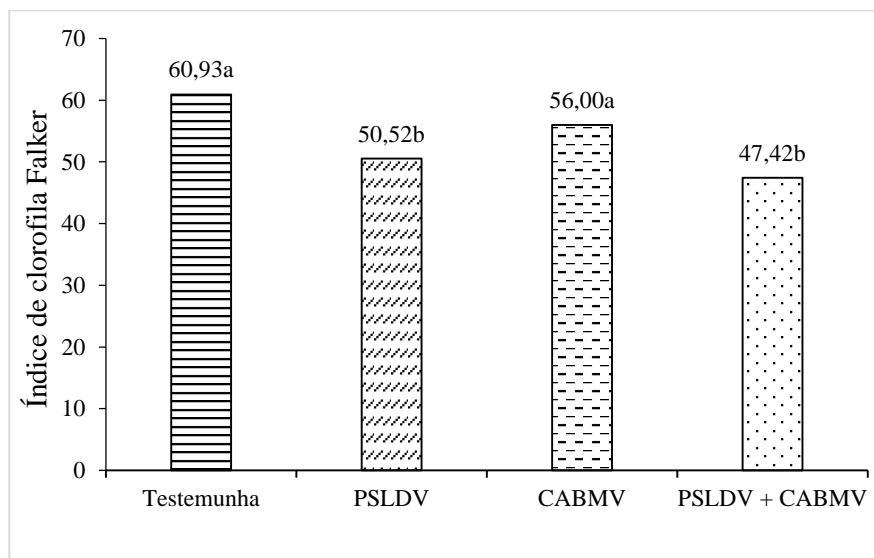


Figura 8 – Índice de clorofila Falker (ICF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

O índice de clorofila Falker foi menor nas plantas inoculadas com PSLDV e PSLDV + CABMV. Houve redução desse parâmetro de 17,09% e 22,17%, respectivamente, em relação à testemunha, e de 9,79% e 15,32%, respectivamente, ao se comparar com as plantas infectadas com CABMV (Figura 8).

A clorofila é o pigmento que confere a cor verde às plantas e é responsável pela captura da luz usada na fotossíntese. Dessa forma, esses pigmentos estão relacionados com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente, com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes (JESUS; MARENCO, 2008).

No trabalho realizado, foi possível observar que as plantas infectadas pelo PSLDV apresentaram maior redução da área foliar (54,39%), seguidas

pelas plantas com infecção dupla (28,89%) e CABMV (10,45%), em relação à testemunha (Figura 9).

Esses resultados indicam que a diminuição da área foliar ocorreu devido ao menor crescimento das folhas formadas, pois houve maior redução da área foliar do que do número de folhas. Assim, provavelmente, a ocorrência desses vírus vai interferir diretamente na eficiência fotossintética da planta de maracujazeiro, pois o aumento da área foliar propicia um aumento na capacidade da planta de aproveitar a energia solar para a realização da fotossíntese (LUCCHESI, 1987).

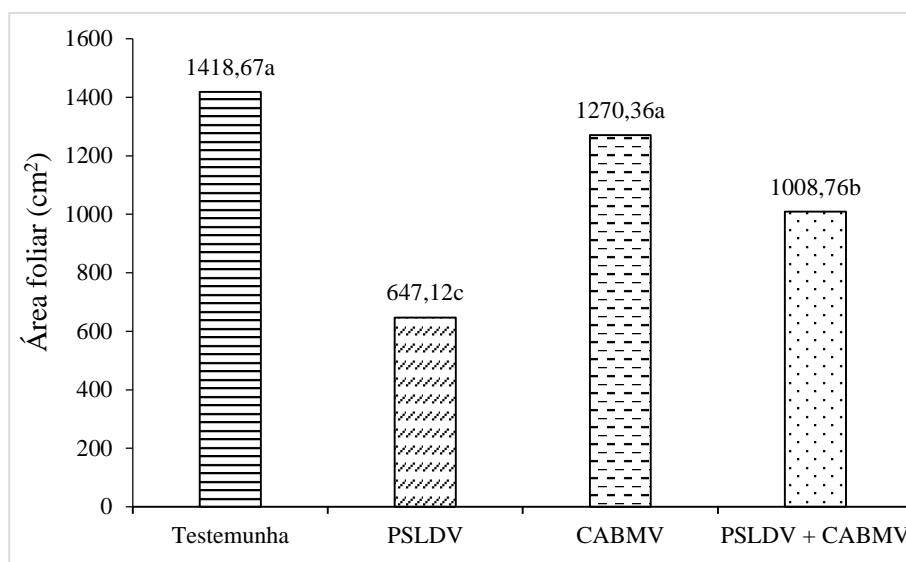


Figura 9 – Área foliar (AF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

A área foliar de uma planta depende do número e do tamanho das folhas, bem como do seu tempo de permanência nessa. Tal variável apresenta grande importância, pois é um parâmetro indicativo de produtividade, haja vista que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química. Além disso, a área foliar

permite averiguar os efeitos causados por determinada doença ou praga foliar (MONTEIRO e outros, 2005; FAVARIN e outros, 2002).

Jadão e outros (2004), estudando os efeitos na fotossíntese e na área foliar de cultivares de alface inoculadas mecanicamente com patótipos do *Lettuce mosaic virus* (LMV) e *Lettuce mottle virus* (LeMoV), observaram que houve redução do teor de clorofila e da área foliar em infecção simples pelo LMV-IV na cultivar White Boston. Esses autores verificaram também que as plantas com infecção mista envolvendo LMV-IV e LeMoV foram menos afetadas do que as plantas com infecção simples com o LMV-IV, o que sugere um efeito atenuante do LeMoV (provável *Sequivirus*) sobre esse patótipo do LMV (*Potyvirus*).

Pruss e outros (1997) relataram que a sequência potyviral denominada PI/HC-Pro do *Potato virus X* (PVX, *Potyvirus*) aumentou a patogenicidade e a acumulação dos vírus *Cucumber mosaic virus* (CMV, *Cucumovirus*) e do *Tobacco mosaic virus* (TMV, *Tobamovirus*). Segundo esses mesmos autores *apud* Jadão e outros (2004), nas interações entre potyvírus e vírus pertencentes a outros gêneros, os sintomas da infecção mista são mais acentuados do que os sintomas de cada vírus separadamente devido ao maior acúmulo do não-potyvírus. Houve maior redução na área foliar (Figura 9) e na massa fresca total (Figura 13) nas plantas infectadas com PSLDV (*Begomovirus*) quando comparadas com aquelas infectadas pelo CABMV (*Potyvirus*) + PSLDV. Sendo assim, esses resultados podem ter ocorrido devido ao CABMV ter provocado uma redução na replicação viral do PSLDV.

A massa fresca da parte aérea da testemunha e das plantas com CABMV foram estatisticamente iguais. Porém, houve diferença significativa entre essas e as plantas inoculadas com PSLDV e com ambos os vírus (Figura 10).

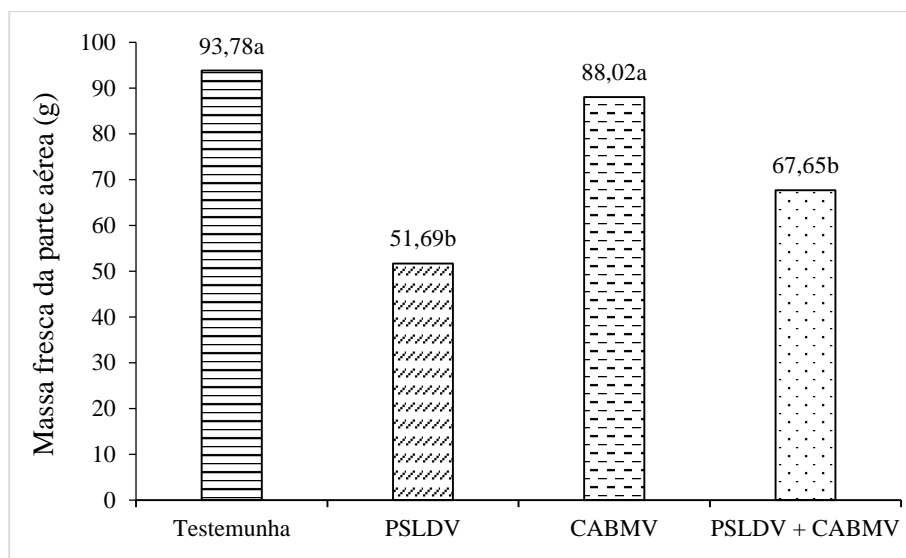


Figura 10 – Massa fresca da parte aérea (MFF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

As plantas infectadas com PSLDV, PSLDV + CABMV e CABMV apresentaram redução da massa fresca da parte aérea de, respectivamente, 44,88%, 27,86% e 6,14%, em comparação com as plantas sadias (Figura 10). Em relação à massa seca da parte aérea, a redução dessa variável nas plantas infectadas por esses respectivos vírus foi de 55,32%, 39,04% e 4,64%, em relação à testemunha (Figura 11).

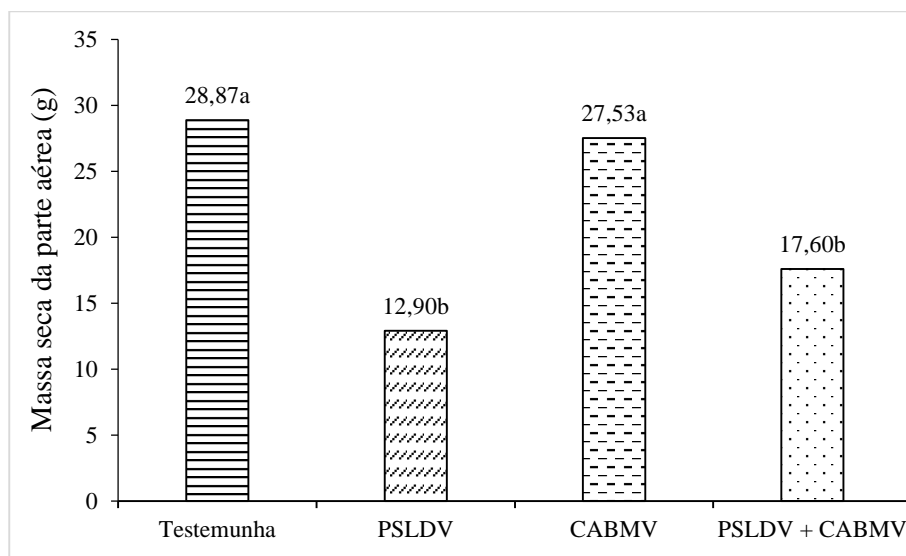


Figura 11 – Massa seca da parte aérea (MSF) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

A menor produção de massa seca da parte aérea (Figuras 11) observada em plantas que foram inoculadas com o PSLDV e PSLDV + CABMV está associada à menor altura das plantas (Figura 6), ao número de folhas (Tabela 4) e, principalmente, à redução no tamanho médio das folhas, como pode ser observado através dos valores obtidos da área foliar (Figura 9).

Não foi observada diferença significativa para a variável massa fresca de raiz entre os tratamentos (Tabela 4). Houve efeito significativo para massa seca de raiz, sendo que as plantas infectadas pelo PSLDV e PSLDV + CABMV apresentaram resultados inferiores aos das plantas sadias e com CABMV (Figura 12).

Tabela 4 – Médias da variável massa fresca radicial (MFR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

Tratamentos	MFR
Testemunha	16,12 ^{ns}
PSLDV	11,54
CABMV	17,10
PSLDV + CABMV	15,82

^{ns}Não significativo pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

As plantas inoculadas com o PSLDV e com ambos os vírus apresentaram redução da massa seca radicial de 31,79% e 24,42%, respectivamente, em relação à testemunha (Figura 12).

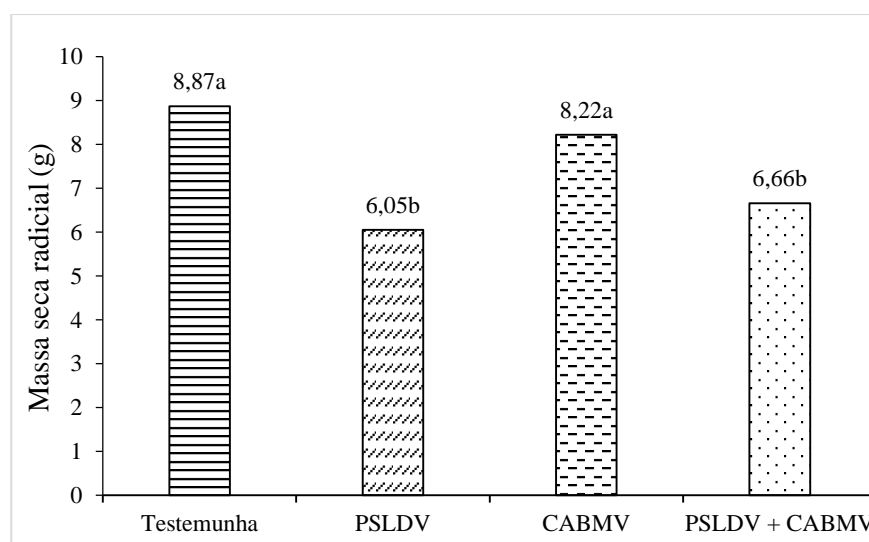


Figura 12 – Massa seca radicial (MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

Silva e outros (2016), estudando os efeitos da infecção simples e mista de *Squash mosaic virus* (SqMV) com *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV), *Watermelon mosaic virus* (WMV) e *Papaya ringspot virus*, tipo Watermelon (PRSV-W) em meloeiro, verificaram que não houve diferença significativa no

que se refere ao tamanho e ao número de folhas das plantas com infecções simples e mistas (SqMV, ZYMV, WMV, PRSV-W, SqMV + ZYMV, SqMV + WMV e SqMV + PRSV-W) em relação às plantas sadias. Os autores só observaram diferença significativa em infecção dupla, quando as plantas foram inoculadas com SqMV + PRSV-W, para as características massa fresca da folha, massa fresca da raiz, massa seca da folha e massa seca da raiz, quando comparadas com as plantas não inoculadas usadas como testemunha. Nesta pesquisa, também não foi observada diferença significativa para a variável número de folhas entre os tratamentos avaliados. Porém, houve efeito significativo para os outros parâmetros citados acima.

As plantas infectadas pelo PSLDV apresentaram massa fresca total inferior às plantas com infecção dupla e com CABMV, com redução dessa variável, de respectivamente, 42,47%, 24,06% e 4,36%, em relação à testemunha (Figura 13).

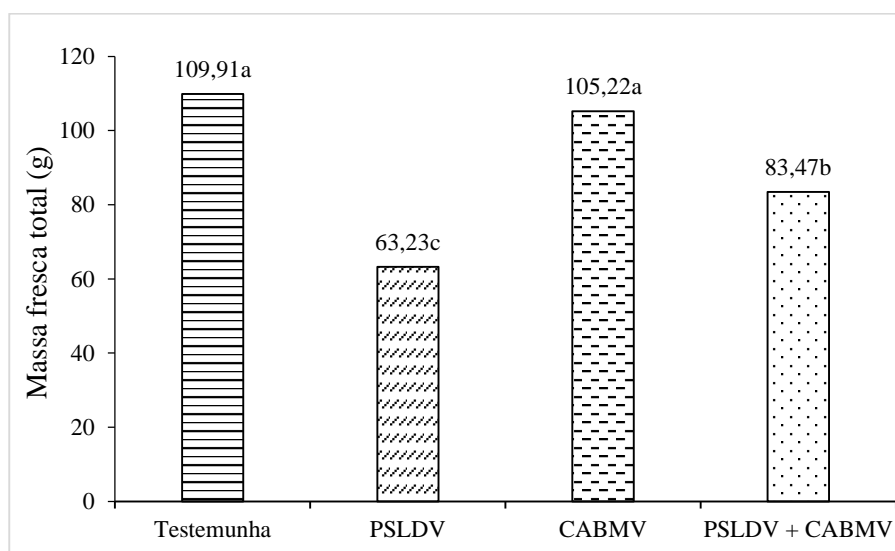


Figura 13 – Massa fresca total (MFT) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

A maior redução da massa fresca total observada nas plantas infectadas com o PSLDV ocorreu devido à maior agressividade ocasionada por essa virose. Pois as plantas inoculadas com esse vírus apresentaram maiores reduções para a maioria dos parâmetros de desenvolvimento avaliados que as plantas infectadas pelo CABMV, pela mistura dos vírus e sadias.

As plantas inoculadas com PSLDV e PSLDV + CABMV apresentaram massa seca total inferior à das plantas infectadas com CABMV e à da testemunha (Figura 14).

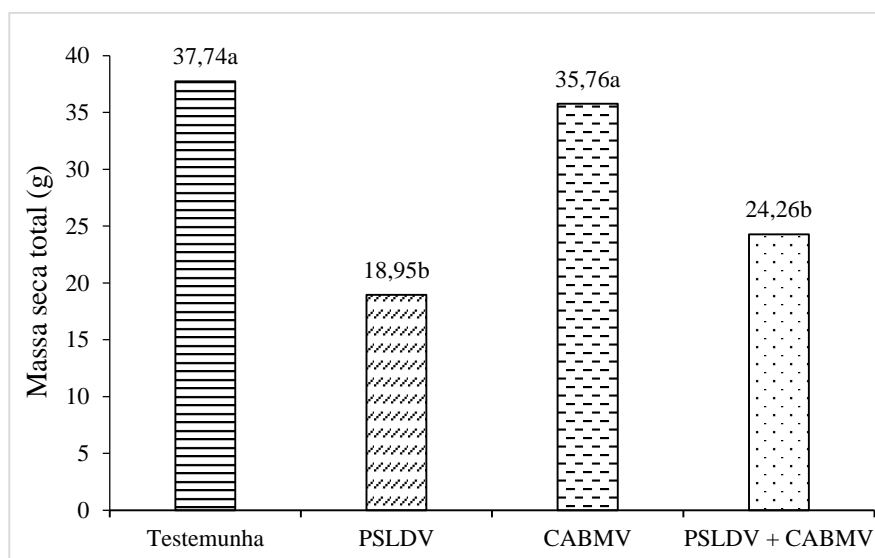


Figura 14 – Massa seca total (MST) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

Pereira e outros (2007) verificaram que plantas de abobrinha de moita inoculadas com PRSV-W + ZYMV tiveram redução da área foliar, massa fresca e seca semelhantes àquela das plantas inoculadas apenas com o ZYMV, além de outras características avaliadas. Os autores sugeriram que não ocorreu efeito sinérgico desses vírus.

A área foliar das plantas com PSLDV foi menor, indicação de que esse vírus reduz drasticamente a área foliar fotossintetizante das plantas doentes. Sendo assim, os resultados mostraram que as plantas inoculadas com esse vírus apresentaram maiores reduções da porcentagem de massa fresca e seca da parte aérea e radicial e, conseqüentemente, massa fresca total inferior à dos outros tratamentos avaliados (Figura 13). Dessa forma, foi possível observar que não houve efeito sinérgico entre o CABMV e o PSLDV.

Ferreira e outros (2010) observaram que o PSLDV no maracujazeiro-amarelo ocasionou sintomas severos, como: bolhosidade, lesões cloróticas locais, nanismo, distorção foliar e mosaico. Os autores verificaram que o período de latência da doença foi de 12 dias. Neste estudo, foi possível observar como esse vírus interferiu no crescimento das plantas devido à agressividade dos sintomas ocasionados (Figura 15).



Figura 15 – Sintomas de mosaico, bolhosidade, encarquilhamento e distorção foliar provocados pelo *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV) em folhas de maracujá-amarelo.

Os vírus dependem inteiramente dos mecanismos da célula das plantas hospedeiras para se replicarem; dessa forma, esses vão interferir no metabolismo normal da célula e, por conseguinte, do organismo. Em uma célula vegetal, pode haver redução de fotossíntese e respiração, desbalanço

hormonal e alterações no fluxo das seivas. É importante ressaltar que as viroses raramente causam morte imediata da planta, no entanto essas produzem infecções crônicas que debilitam a planta e fazem com que a produção (frutos, folhas, flores, tubérculos) seja reduzida e de menor valor comercial (KITAJIMA;REZENDE, 2004).

Os parâmetros utilizados para a determinação da análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento, onde ocorrem o crescimento e a diferenciação dos órgãos (FONTES e outros, 2005).

Não foi observada diferença significativa para a variável relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial entre os tratamentos estudados (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias da variável relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFF/MFR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

Tratamentos	MFF/MFR
Testemunha	6,44 ^{ns}
PSLDV	4,84
CABMV	5,96
PSLDV + CABMV	4,73

^{ns}Não significativo pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

As plantas infectadas com PSLDV e com infecção dupla apresentaram relação massa seca da parte aérea/massa seca radicial inferior à das plantas infectadas com CABMV (Figura 16).

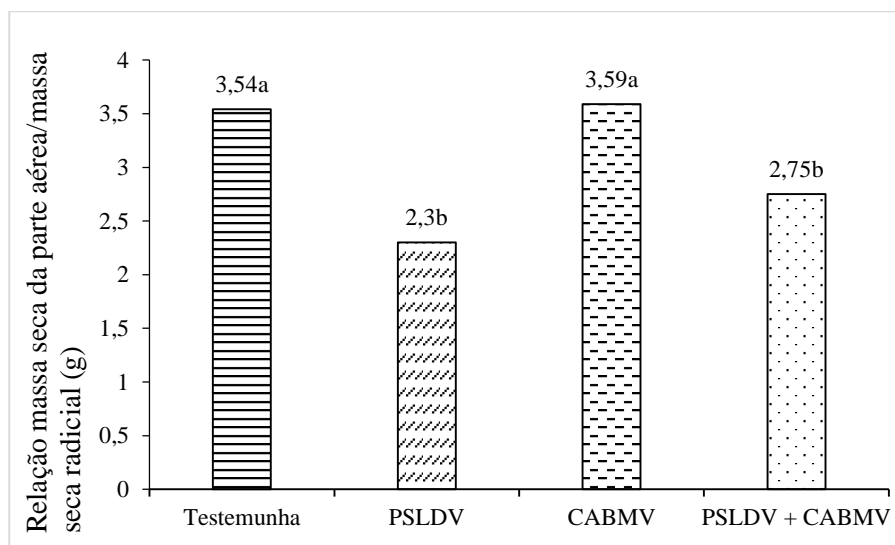


Figura 16 – Relação massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSF/MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 30 DAE.

*Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

As menores proporções de massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial e massa seca da parte aérea/massa seca radicial foram observadas nas plantas inoculadas com PSLDV (Tabela 5 e Figura 16), por conta do menor desenvolvimento da parte aérea e radicial das plantas que foram inoculadas com esse vírus.

O endurecimento dos frutos, causado pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus*, é considerado a virose mais importante da cultura do maracujá. Em virtude da alta incidência dessa moléstia, o cultivo vem tornando-se anual, pois, antes da propagação dessa doença, essa cultura era perene e cultivada por, pelo menos, três anos consecutivos (SAMPAIO e outros, 2008; YUKI e outros 2002).

Cavichioli e outros (2011), avaliando a incidência e a severidade do vírus do endurecimento dos frutos em maracujazeiro-amarelo enxertado e em pé-franco, verificaram que as primeiras plantas com sintomas de virose

ocorreram aos 90 dias do plantio das mudas no campo; aos 180 dias, já havia 100% de plantas com virose em *Passiflora alata* e *Passiflora gibertii* e 97,5% em *Passiflora edulis* e pé-franco. Rodrigues (2013), avaliando a dinâmica temporal e espacial do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, verificaram incidência da doença em 100% aos 148 dias após plantio (DAP) e aos 155 DAP, em duas áreas diferentes. Através desses estudos, é possível perceber como é rápida a disseminação dessa virose quando instalada na cultura do maracujazeiro.

Os sintomas dessa doença aparecem principalmente nas folhas (Figura 17) e nos frutos, mas as plantas infectadas pelo vírus também apresentam o crescimento reduzido (SANTANA e outros, 2008).

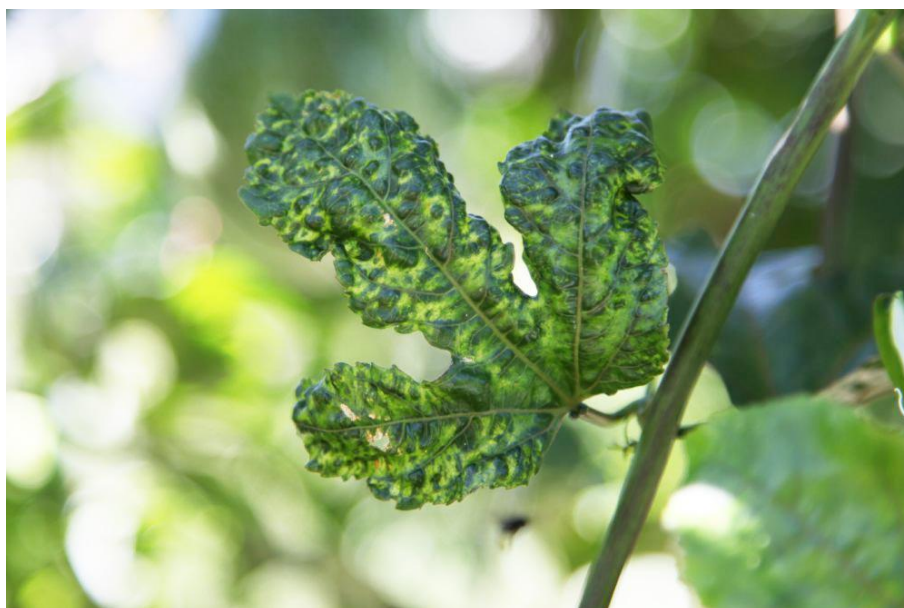


Figura 17– Sintomas de mosaico e bolhosidade provocados pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) em folha de maracujá-amarelo.

São escassos trabalhos de avaliação dos danos e das perdas causadas pelo CABMV à cultura do maracujá-amarelo. Em relação à interferência desse vírus sobre características morfológicas do maracujazeiro, ainda não há

trabalhos publicados. Além disso, este é o primeiro estudo realizado sobre os efeitos que os vírus PSLDV e CABMV, em infecções isoladas e mistas, ocasionam sobre o crescimento vegetativo dessa cultura.

Neste estudo, foi possível observar que o CABMV afetou em menor grau as variáveis morfológicas das plantas avaliadas do que o PSLDV e o PSLDV + CABMV. No entanto, o CABMV pode causar perdas entre 50-80% da produção (GIORIA e outros, 2000); dessa forma, é essencial considerar a importância dessa virose na cultura do maracujazeiro.

Visualmente, foi verificado que os sintomas nas plantas inoculadas com PSLDV somente e PSLDV + CABMV foram mais severos do que os das plantas inoculadas com CABMV.

Pereira e outros (2007), estudando sobre os danos causados pelo *Papaya ringspot virus – type W* (PRSV-W), *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) e sua infecção mista na produção da abobrinha de moita, observaram que, no ensaio em campo, o ZYMV afetou mais o desenvolvimento das plantas do que o PRSV-W, ao contrário do verificado em condições de casa de vegetação.

Ribeiro (2007), observando o efeito do *Potato virus S* (PVS) na produção de batata em infecções simples e mistas, verificou que a presença do PVS nas interações provocou sintomas mais intensos que aqueles provocados por cada vírus separadamente, sendo que as interações com PVS + PLRV (*Potato leafroll virus*) + PVY (*Potato virus Y*) foram as que induziram sintomas mais severos em casa de vegetação. Nos experimentos de campo, nas parcelas com 50% de incidência inicial de vírus, a menor redução na produção foi de 15,01%, causada por infecção simples com o PVX (*Potato virus X*), e a maior foi de 37,03%, causada pela infecção com o PVS + PVX + PVY.

As médias de todas as características avaliadas das plantas sadias foram maiores do que a média das plantas infectadas com o PSLDV e com o PSLDV + CABMV. As plantas com CABMV apresentaram as variáveis altura de plantas (0,58%), massa fresca radicial (6,08) e relação massa seca da parte

aérea/massa seca radicial (1,41) um pouco superior às das plantas sadias, demonstrando de que esse vírus não interferiu nessas características. Porém, as plantas sadias apresentaram médias maiores para todos os outros parâmetros avaliados.

Assim, verifica-se que as infecções duplas ou isoladas desses vírus podem ser consideradas um fator limitante para o desenvolvimento do maracujazeiro, o que pode ocasionar sérios prejuízos de ordem econômica.

Balogun e outros (2002), estudando o efeito de infecções simples e dupla com *Potato virus X* (PVX) e *Tobacco mosaic virus* (TMV) sobre o crescimento de plantas de tomate, verificaram que as plantas sadias tiveram as características altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea e das raízes significativamente maiores do que as plantas infectadas isoladamente e em mistura, exceto as plantas que foram infectadas somente com o TMV-L.

As interações entre vírus de plantas em infecções mistas são geralmente classificadas como sinérgicas ou antagônicas. As interações mistas, provavelmente, ocorrem nas plantas, e se criam, assim, consequências biológicas e epidemiológicas geralmente imprevisíveis. Os mecanismos de algumas dessas interações ainda são desconhecidos (SYLLER, 2012). A interação sinérgica tem efeito facilitador em ambos os parceiros virais ou, pelo menos, em um deles; essa é manifestada devido ao aumento da replicação viral na planta hospedeira. Ao contrário, na interação antagônica, é provável que um dos vírus seja o beneficiário, e sua presença ocasiona completa ausência ou diminuição da atividade do segundo vírus (SYLLER, 2012; ZHANG e outros, 2001).

Soares e outros (2016), verificando a ocorrência de patógenos causadores de doenças em abóbora e melancia cultivadas em municípios produtores situados no sertão da Paraíba, detectaram infecções virais simples e mistas nas duas culturas. Em abóbora, houve prevalência dos vírus *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) e *Papaya ringspot virus – type W* (PRSV-W) e,

em melancia, das espécies PRSV-W, *Watermelon mosaic virus* (WMV) e ZYMV, em infecções simples e mistas.

Sanches e outros (2007), avaliando a frequência de *Lettuce big-vein associated virus* (LBVaV) e *Mirafiori lettuce big-vein virus* (MLBVV) em plantas de alface no estado de São Paulo, detectaram que, de 366 plantas sintomáticas coletadas, 76,2% apresentavam infecção mista do LBVaV e MLBVV, 11,5%, somente o MLBVV, e 6,6%, somente o LBVaV.

Braz e outros (2005) verificaram que, de 80 amostras de folhas de maracujá avaliadas, 6 (7,5%) reagiram com o antissoro específico para CMV, sendo que as amostras que tinham CMV também estavam infectadas pelo PWV (*Passion fruit woodness virus*) ou CABMV, ou seja, foi detectada infecção mista. Novaes e outros (2002, 2003) constataram a infecção mista do CABMV com o PLLMV no estado da Bahia.

Freitas e outros (2010), em seu estudo sobre a incidência de viroses nas regiões produtoras de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado no estado da Paraíba, constataram alta incidência de infecções mistas entre o CABMV e o CPSMV, sendo que, do total de 83 amostras analisadas, foram verificadas infecções mistas em 23 amostras (27,71%) no sistema de cultivo de sequeiro e 44 amostras (32,84%) no cultivo irrigado.

No presente estudo, as plantas inoculadas com PSLDV apresentaram resultados dos componentes quantitativos agrônômicos avaliados semelhantes aos das plantas inoculadas com PSLDV + CABMV, exceto as variáveis área foliar e massa fresca total. As plantas inoculadas com CABMV apresentaram melhor desenvolvimento quando comparadas com aquelas infectadas com PSLDV + CABMV e também com aquelas infectadas com PSLDV.

Ramos e outros (2003), estudando os efeitos na sintomatologia de infecções mistas e simples de *Papaya ringspot virus* (PRSV), *Watermelon mosaic virus* (WMV) e *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) em meloeiro, melancia e em abobrinha, verificaram a existência de interação sinérgica nas infecções duplas entre PRSV, WMV e ZYMV, envolvendo o ZYMV, nas três

culturas avaliadas. No entanto, quando plantas de melancia foram inoculadas com PRSV + WMV, não houve efeito sinérgico entre os vírus.

Silva e outros (2016) verificaram que as infecções mistas de SqMV (*Squash mosaic virus*) com espécies do gênero Potyvirus em meloeiro provocaram alterações na sintomatologia e redução no desenvolvimento da planta, o que ocasionou, de acordo com os autores, um efeito sinérgico entre os vírus.

Barbosa e outros (2016), avaliando os efeitos da infecção mista de isolados de PRSV-W, WMV e ZYMV com CMV (*Cucumber mosaic virus*) em abobrinha, verificaram que plantas infectadas com três ou quatro vírus apresentaram a doença mais grave em comparação com aquelas infectadas com apenas um vírus. Tais resultados, segundo os autores, indicaram interações sinérgicas em algumas das combinações virais avaliadas.

Tavares e outros (2014), avaliando a reação fenotípica de plantas de abóbora e melão à infecção por isolados simples de ZYMV e misto de ZYMV+SQMV, constataram que os sintomas induzidos pela infecção mista de ZYMV+SqMV em abobrinha apresentaram-se de forma mais intensa, com um número maior de sintomas se comparados aos verificados na infecção simples.

Aguiar e outros (2013) verificaram que plantas de melancia inoculadas com *Cucumber mosaic virus* (CMV), aos 12 DAE, apresentaram redução drástica no peso dos frutos em 100%, comparadas à planta controle. Castillo-Urquiza e outros (2006) observaram que não houve diferença estatística quanto ao número e ao peso médio de vagens produzidas por plantas de feijão da cultivar ‘Ouro Negro’ em plantas inoculadas isoladamente com o *Bean rugose mosaic virus* (BRMV) e com o *Bean common mosaic virus* (BCMV), em relação à testemunha; porém, a inoculação simultânea desses vírus provocou a queima do ápice e morte das plantas, as quais não atingiram a fase reprodutiva.

Oliveira e outros (2012), avaliando a reação de genótipos de feijão-caupi quanto à resistência à infecção simples pelo CMV e mista nas combinações CMV+CABMV, CMV+CPSMV-I (*Cowpea severe mosaic*

vrus) e CMV+CABMV+CPSMV-I, verificaram que as coinfeções reduziram a altura da planta e a massa seca. Esses autores relataram, ainda, que, nas infecções envolvendo os três vírus, ocorreu a morte prematura de alguns genótipos.

4.4 Características morfológicas de maracujazeiros-amarelo submetidos à infecção simples e mista pelo CABMV e PSLDV, inoculados aos 60 DAE

O resumo da análise de variância dos componentes agronômicos qualitativos avaliados, das plantas inoculadas aos 60 DAE, e seus respectivos coeficientes de variação estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIA), número de folhas (NF), índice de clorofila Falker (ICF), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca radicial (MFR), massa seca radicial (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFPA/MFR) e massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSPA/MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 60 DAE.

	Fonte de variação	GL	Quadrados Médios											
			ALT	DIA	NF	ICF	AF	MFPA	MSPA	MFR	MSR	MFT	MST	$\frac{MFPA}{MFR}$
Tratamento	3	0,05	0,79	9,61	41,82	27450,98	372,04	56,22	49,94	16,88	310,57	100,17	6,78	1,91
Resíduo	28	0,13	0,55	7,45	38,32	103859,65	421,68	68,34	31,25	8,71	466,71	97,11	3,84	1,15
CV (%)		22,50	10,92	14,46	10,67	23,51	24,13	31,60	31,99	32,45	21,06	27,95	36,63	35,12

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste Scott – Knott; GL: grau de liberdade

A análise de variância dos dados, apresentados na Tabela 7, indica que não houve efeito significativo dos tratamentos para nenhuma das variáveis analisadas, nas inoculações realizadas aos 60 DAE.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para nenhum dos parâmetros avaliados, quando as inoculações foram realizadas aos 60 DAE; isso mostra que a inoculação tardia dos vírus não interferiu no crescimento das plantas (Tabela 7). Tais resultados foram diferentes dos observados quando as inoculações simples e mistas foram realizadas aos 30 DAE. É importante destacar que as plantas inoculadas aos 60 DAE tiveram um tempo menor para expressão dos sintomas da doença, haja vista que as avaliações morfológicas de ambas as inoculações foram realizadas aos 100 DAE das plantas.

Tabela 7 – Médias das variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIA), número de folhas (NF), índice de clorofila Falker (ICF), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFF), massa seca da parte aérea (MSF), massa fresca radicial (MFR), massa seca radicial (MSR), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFF/MFR) e massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSF/MSR) de plantas de maracujá submetidas à infecção simples e mista pelos vírus CABMV e PSLDV, inoculadas aos 60 DAE.

Tratamentos	ALT (m)	DIA (mm)	NF	ICF	AF (cm ²)	MFF (g)	MSF (g)	MFR (g)	MSR (g)	MFT (g)	MST (g)	MFF/MFR (g)	MSF/MSR (g)
Testemunha	1,73 a	6,97 a	19,7 a	60,93 a	1418,67 a	93,78 a	28,87 a	16,12 a	8,87 a	109,91 a	37,74 a	6,44 a	3,54 a
PSLDV	1,66 a	7,13 a	17,16 a	56,65 a	1287,45 a	81,63 a	25,70 a	21,84 a	8,72 a	103,47 a	34,42 a	4,24 a	3,16 a
CABMV	1,55 a	6,44 a	19,40 a	56,37 a	1346,88 a	80,13 a	23,18 a	17,17 a	8,03 a	97,31 a	31,21 a	5,03 a	2,96 a
PSLDV + CABMV	1,64 a	6,99 a	18,33 a	57,40 a	1415,58 a	82,44 a	27,08 a	15,83 a	11,61 a	98,27 a	38,69 a	5,18 a	2,32 a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott – Knott a 5% de probabilidade.

Foi possível observar que a menor média de altura (1,55 m), massa fresca da parte aérea (80,13 g) e massa fresca total (97,31 g) foi verificada nas plantas inoculadas somente com o CABMV (Tabela 7), com reduções de, respectivamente, 10,40%, 14,55% e 11,46% dessas variáveis quando comparadas com as plantas saudáveis.

As plantas infectadas com PSLDV apresentaram menor número de folhas e área foliar, com reduções de 12,89% e 9,28%, respectivamente, em relação à testemunha. Esses resultados indicam que a menor área foliar obtida nesse tratamento ocorreu devido à menor quantidade de folhas, haja vista que houve maior redução do número de folhas do que da área foliar; diferentemente do observado na inoculação realizada aos 30 DAE.

Taiwo e outros (2007), estudando sobre o efeito de infecções simples e mista no feijão caupi pelo CABMV, SBMV (*Bean southern mosaic virus*) e CMeV (*Cowpea mottle virus*), verificaram que as plantas inoculadas aos 10 dias após o plantio (DAP) tinham uma concentração de vírus significativamente maior do que as inoculadas aos 30 DAP, independentemente dos vírus que foram inoculados.

Giordano e outros (2005), estudando sobre o efeito da infecção precoce por *Begomovirus* com genoma bipartido em características de frutos de tomate industrial, observaram que as mudas submetidas à inoculação precoce tiveram produção total de 48,2 t/ha, enquanto que, nas plantas-controle, a produção total foi de 109,0 t/ha; esses autores verificaram que houve redução de, aproximadamente, 60% na produtividade.

Balamuralikrishnan e outros (2003), estudando sobre a suscetibilidade à infecção pelo *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) e a influência da idade da cana-de-açúcar para que isso ocorra, verificaram que todas as plantas que foram inoculadas com o vírus com 1 e 2 meses de idade estavam infectadas, na avaliação realizada aos 30 dias após a inoculação. Enquanto que as plantas que foram inoculadas com o SCMV aos 5 e 6 meses de idade registraram apenas 22% e 1% de infecção, respectivamente, mesmo quando a infecção por esse vírus foi avaliada aos 60 dias após a inoculação. Os autores verificaram

que as plantas que foram inoculadas com 1 e 2 meses foram altamente suscetíveis à infecção, e o progresso da infecção foi muito rápido, enquanto que as plantas inoculadas com 5 e 6 meses de idade tiveram o progresso de infecção demorado. De acordo com os autores, com o aumento da idade da planta, ocorrem modificações nessa, tais como o espessamento das paredes celulares e a formação de lignina, que pode influenciar no estabelecimento do vírus dentro da planta.

Os tecidos lignificados resistem ao ataque por microrganismos, impedindo a penetração de enzimas destruidoras da parede celular (PHILIPP, 1988). No presente estudo, quando os vírus foram inoculados aos 60 DAE, os tecidos vegetais da planta estavam mais desenvolvidos, apresentando paredes celulares mais espessas e maior lignificação dos tecidos celulares. Após a inoculação, a infecção sistêmica pelo vírus será extremamente dependente da sua eficiência em se multiplicar e da translocação da sua progênie para outros tecidos da planta hospedeira (MELO, 2010). Dessa forma, os vírus inoculados nas plantas, nesse período, podem ter encontrado dificuldade em sua translocação para os diferentes pontos da planta, o que contribuiu para a redução dos danos morfológicos ocasionados quando a planta é infectada tardiamente.

Pereira e outros (2007), estudando os danos causados pelo PRSV-W, ZYMV e sua infecção mista na produção de abobrinha-de-moita infectada em diferentes estádios de desenvolvimento, verificaram que não houve diferença significativa na área foliar, massa fresca e massa seca entre os tratamentos para as plantas inoculadas aos 22 DAE; enquanto que foi observada diferença significativa quando as plantas foram inoculadas aos 12 DAE, sendo que as maiores reduções dessas variáveis foram obtidas na infecção mista. No presente estudo, não foi observado efeito significativo na inoculação realizada aos 60 DAE, entre os tratamentos, para as variáveis avaliadas. Já na inoculação realizada aos 30 DAE, houve diferença significativa entre os tratamentos; verificou-se que as plantas infectadas com PSLDV obtiveram maiores reduções nas variáveis avaliadas.

Taiwo e outros (2007) verificaram que o CABMV induziu sintomas mais graves, especialmente em infecções mistas com CMeV ou SBMV, na inoculação aos 10 dias após o plantio. De acordo com os autores, quando as plantas foram inoculadas aos 20 e 30 dias após o plantio, elas apresentaram apenas sintomas leves, exceto aquelas que foram inoculadas com uma combinação dos três vírus.

Aguiar e outros (2013), avaliando os danos e a sintomatologia causados pelos vírus PRSV-W, CMV, ZYMV e WMV em períodos de inoculação de 5, 12 e 19 DAE em melancia, constataram que o peso dos frutos foi influenciado pelos períodos de inoculações dos vírus avaliados. É mais significativa nas plantas inoculadas com o PRSV-W, ZYMV e WMV aos 5 DAE e nas inoculadas com CMV aos 12 DAE. Segundo os autores, esses resultados estão relacionados com o comprometimento no desenvolvimento morfofisiológico das folhas, devido à severidade dos sintomas.

No estudo realizado, os resultados mostraram que as plantas de maracujazeiro inoculadas aos 30 DAE com os dois vírus simultaneamente apresentaram altura das plantas, índice de clorofila Falker, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca radicial, massa seca total e relação massa seca da parte aérea/massa seca radicial semelhante àquelas das plantas inoculadas somente com o PSLDV. As plantas inoculadas com CABMV apresentaram resultados superiores para todos os parâmetros morfológicos citados acima, em comparação com as plantas inoculadas com PSLDV + CABMV e PSLDV apenas; isso demonstra que esse vírus afetou em menor grau o desenvolvimento das plantas, em condição de casa de vegetação. A área foliar e a massa fresca total das plantas inoculadas com PSLDV foram inferiores às das plantas infectadas com CABMV e com ambos os vírus, na inoculação realizada aos 30 DAE. Quando os vírus foram inoculados aos 60 DAE, não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis avaliadas.

Dessa forma, é possível afirmar que a intensidade dos danos morfológicos ocasionados pelo PSLDV, CABMV e pela infecção dupla

desses vírus vão variar de acordo com a idade em que a planta for infectada, haja vista que infecções precoces, no início do ciclo da cultura, vão interferir de forma mais severa no crescimento vegetativo da planta. Então, a adoção de estratégias de manejo mais intensas que previnam a entrada desses vírus nos períodos iniciais do ciclo da cultura, provavelmente, resultará no melhor desenvolvimento das plantas e possibilitará, conseqüentemente, maiores ganhos ao agricultores.

Em muitos casos, uma infecção simples por microrganismos pode não resultar em sintomas de doença grave, enquanto a coinfeção com outra espécie microbiana pode levar a uma intensificação da severidade dos sintomas da doença devido a interações sinérgicas (LAMICHHANE; VENTURI, 2015). Ressalta-se que, em nível molecular, o sinergismo pode ocorrer pela infecção de uma célula por vírus distintos, e pode haver uma influência de forma sinérgica, antagônica ou, ainda, sem efeito algum (CÂNDIDA, 2017).

No geral, as plantas infectadas pelo PSLDV apresentaram maiores reduções das características morfológicas avaliadas; houve, dessa forma, maior intensificação da severidade dos sintomas, observados através dos parâmetros de crescimento da planta, quando comparadas com as plantas infectadas com CABMV e PSLDV + CABMV; com isso, sugere-se que não houve efeito sinérgico entres esses vírus.

Porém, outros estudos sobre as infecções simples e mista com PSLDV e CABMV na cultura do maracujazeiro devem ser realizados também em condição de campo, pois as condições ambientais podem interferir nos danos morfológicos provocados por esses vírus. É importante que sejam realizados estudos sobre os danos que esses vírus podem ocasionar na produtividade e na qualidade dos frutos do maracujazeiro. A realização de trabalhos acerca do efeito desses vírus sobre os parâmetros morfológicos e produtivos do maracujazeiro em outros períodos de inoculação também é essencial, pois contribuirá para o estabelecimento de um período ideal, no qual a introdução dessas viroses na cultura poderá causar menores prejuízos ao produtor rural,

para que este adote práticas de manejos mais intensas contra essas viroses.

É importante ressaltar que a utilização de inseticidas para o controle de viroses de transmissão não-persistente não é eficaz, devido à rápida transmissão do vírus pelo vetor. Porém, quando os vírus são transmitidos de forma persistente, esses produtos podem ter o efeito de reduzir a incidência da doença. Como foi relatado neste estudo, o CABMV é transmitido por afídeos de maneira não-persistente, portanto o controle químico não impede a disseminação desse vírus, enquanto que o PSLDV é transmitido através da mosca-branca, na qual a relação vírus-vetor é do tipo persistente-circulativa.

Dessa forma, os métodos de manejo dessas viroses não devem considerar os vírus isoladamente, pois estes podem estar ocorrendo de forma simultânea e, além disso, são transmitidos por insetos diferentes de maneiras distintas e ocasionam ou não maiores prejuízos quando afetam uma planta ao mesmo tempo; informação semelhante foi relatada por Tavares e outros (2014).

4. CONCLUSÕES

O PSLDV em infecção simples ou mista com o CABMV influenciou significativamente na redução do crescimento vegetativo do maracujazeiro, quando as estirpes virais foram inoculadas aos 30 DAE.

A inoculação dos vírus aos 60 DAE não resultou em danos significativos no crescimento vegetativo do maracujazeiro, independentemente dos vírus que foram inoculados.

A área foliar e a massa fresca total das plantas inoculadas com PSLDV foram inferiores às das plantas infectadas com o CABMV e PSLDV + CABMV.

As plantas inoculadas apenas com o CABMV foram as que menos interferiram no crescimento vegetativo das plantas.

As maiores reduções das variáveis foram verificadas nas plantas infectadas pelo PSLDV.

Não houve efeito sinérgico entre o PSLDV e o CABMV.

5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, W. S.; EVANGELISTA, M. P.; RAMOS, A. C. C.; PASCOAL, P. V.; BARROS, H. B.; SANTOS, M. M. Danos e sintomatologia de vírus associado à cultura da melancia no estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.1, p.1632-1639, 2013.

ALBUQUERQUE, L. C.; ARANHA, S. A.; FERNANDES, F. R.; INOUE-NAGATA, A. K. Further evidence reveals that *Okra mottle virus* arose from a double recombination event. **Archives of Virology**, v. 158, p. 181-186, 2013.

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*). Piracicaba, 2012. Tese (Doutorado em Fitopatologia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.

ALVES, A. C. C. N.; INOUE-NAGATA, A. K.; MOREIRA, A. G.; BARBOSA, A. L., REZENDE, J. A. M. Strains of *Sida mottle virus* and *Sida micrantha mosaic virus* infecting passionflower in different regions of Brazil. **Virus Reviews & Research**, v. 16, p. 214, 2011.

ANJOS, J. R. N.; JUNQUEIRA, N. T. V; CHARCHAR, M. J. A. **Incidência e distribuição do vírus 76 do endurecimento dos frutos do maracujazeiro no cerrado do Brasil Central**. Documento nº 77 30, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2001.

ARANHA, S. A.; ALBUQUERQUE, L. C.; BOITEUX, L.; INOUE-NAGATA, A. K. Detection and complete genome characterization of a begomovirus infecting okra (*Abelmoschus esculentus*) in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 1, p. 014-020, 2011.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da e BORTOLINI, C. G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 715-722, 2001.

ARNAUD, L. S. E. P., SANTOS, C. D. G., LIMA, J. A. A. & FEITOSA, F. A. A. Predominância de begomovírus em tomateiros na região produtora da Ibiapaba, Ceará, e sua detecção natural em plantas daninhas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 241-246, 2007.

ASSUNÇÃO, I. P.; LISTIK, A. F.; BARROS, M. C. S.; AMORIM, E. P. R.; SILVA, S. J. C.; IZABEL, O. S.; RAMALHO-NETO, C. E.; LIMA, G. S. A.

Diversidade genética de Begomovirus que infectam plantas invasoras na região Nordeste. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 239-244, 2006.

BALAMURALIKRISHNAN, M.; DORAISAMY, S.; GANAPATHY, T.; VISWANATHAN, R. *Sugarcane mosaic virus* infection progress in relation to age of sugarcane. **Sugar Tech**, v. 5, n. 1-2, p. 21-24, 2003.

BALOGUN, O. S., XU, L., TERAOKA, T., & HOSOKAWA, D. Effects of single and double infections with *Potato virus X* and *Tobacco mosaic virus* on disease development, plant growth and virus accumulation in tomato. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 241-248, 2002.

BANDEIRA, A. L. Qualidade e produtividade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 269, p. 3, 2012.

BARBOSA, G. S.; ARAÚJO LIMA, J. A. de; QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C. S.; LIMA, C. S. Identification and effects of mixed infection of *Potyvirus* isolates with *Cucumber mosaic virus* in cucurbits. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 1028-1035, 2016.

BARBOSA, L. DA F.; YUKI, V. A.; MARUBAYASHI, J. M.; De MARCHI, B. R.; PERINI, F. L.; PAVAN, M. A.; BARROS, D. R. de; GHANIM, M.; MORIONES, E.; NAVAS-CASTILLOF, J.; KRAUSE-SAKATEA, R. First report of *Bemisia tabaci* Mediterranean (Q biotype) species in Brazil. **Pest Management Science**, v. 71, n. 4, p. 501-504, 2014.

BASTOS, A. **Biscoitos e cosméticos dos resíduos do maracujá**. EMBRAPA. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2071280/biscoitos-e-cosmeticos-dos-residuos-do-maracuja>>. Acesso em: 13 de agosto de 2016.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1988. 41p.

BEZERRA, L. M. C.; FREDO, C. E; MELETTI, L. M. M. CULTIVO DE MARACUJÁ-AMARELO NO ESTADO DE SÃO PAULO: principais características a partir do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária, ano-safra 2007/2008. **Informações Econômicas**, SP, v. 46, n. 2, p. 1-12, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 1008 p. (CD-ROM), 2009.

BRAZ, P. C.; GONÇALVES, L. O.; BOARI, A. J.; OLIVEIRA, A. S.; FILHO, E. F.; SILVA-MANN, R.; BLANK, A. F. Detecção de *Cucumber mosaic virus*- CMV em maracujazeiro no estado de Sergipe. In: 45 Congresso Brasileiro de Olericultura/15 Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais/ 2 Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos de Plantas, 2005, Fortaleza. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 1-4, 2005.

BRAZ, A. S. K.; SANTANA, E. N.; ZAMBOLIM, E. M.; COSTA, A. F.; OTONI, W. C.; ZERBINI, F. M. Molecular characterization of two isolates of South African Passiflora vírus infecting passionfruit in Brazil. **Virus Reviews and Research**, v. 3, p. 146, 1998.

BROWN, J. K.; FROHLICH, D. R.; ROSELL, R. C. The sweet potato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 40, p. 511-534, 1995.

BRUCKNER, C. H.; SILVA, M. M. da. **Florescimento e Frutificação**. In: BRUCKNER, C. H. e PIKANÇO, M. C. (Eds.). Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre, p. 51-68. 2001.

CÂNDIDA, D. V. **Caracterização de um isolado de *Bean rugose mosaic virus* e busca por fontes de resistência em *Phaseolus vulgaris***. Goiânia, 2017. 77 p. Tese (Mestrado em agronomia: fitossanidade). Escola de agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2017.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 451 p. 1995.

CARVALHO, S. L. C. de; STENZEL, N. M. C.; AULER, P. A. M. Maracujá-amarelo, recomendações técnicas para cultivo no Paraná. **Boletim técnico IAPAR**, Londrina, n. 83, p. 54, 2015.

CASTILLO-URQUIZA, G. P., MAIA, F. G. M., CARVALHO, M. G., PINTO, C. M. F. & ZERBINI, F. M. Caracterização de um isolado do *Bean rugose mosaic virus* (BRMV) de Minas Gerais e estimativa de perdas em feijoeiro em infecção simples ou em conjunto com o BCMV. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 5, p. 455-461, 2006.

CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. de S.; NARITA, N.; KASAI, F. S. Incidência e severidade do vírus do endurecimento dos frutos em maracujazeiros enxertados em pé-franco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. E., p. 411-414, 2011.

CERVI, A. C. Espécies de *Passiflora* L. (Passifloriaceae) publicadas e descritas nos últimos 55 anos (1950-2005) na América do Sul e principais publicações brasileiras. **Estudos de Biologia**, v. 27, p. 19-24, 2005.

COSTA, A. F.; BRÁS, A. S. K.; CARVALHO, M. G. Transmissão do vírus do endurecimento do fruto do maracujazeiro (VEFM) por afídeos (Hemiptera-Aphididae). **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, p. 376, 1995.

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

COSTA, H.; VENTURA, J. A. Diagnóstico e manejo das doenças do maracujazeiro. In: COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. (Org.). **Tecnologias para produção de maracujá**. Vitória: INCAPER, p. 123-151, 2005.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; CARVALHO, J. E. B. de; SOUZA FILHO, L. F. da S.; QUEIROZ, D. C. Níveis de nitrogênio e a taxa fotossintética do mamoeiro "Golden". **Ciência Rural**, v. 37, p. 64-71, 2007.

CUNHA, M. A. P.; BARBOSA, L. V.; JUNQUEIRA, N. T. V. Espécies de maracujazeiro. In: LIMA, A. A. (Ed.). **Maracujá produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 104 p. Embrapa Informação Tecnológica. Frutas do Brasil, n. 15.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; NOMURA, E. S. Produção de maracujá com uso de mudas avançadas no vale do ribeira. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2014.

DE BARRO, P. J.; LIU, S. S.; BOYKIN, L. M.; DINSDALE, A. B. *Bemisia tabaci*: A Statement of Species Status. **Annual Review of Entomology**, v. 56, n. 1, p. 1-19, 2011.

DELLAPORTA, S. L.; WOODS, J.; HICKS, J. B. A plant minipreparations, version II. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 1, n. 4, p. 19-21, 1983.

FALEIRO, F. G., F., JUNQUEIRA N. T. V., BRAGA, M. F., OLIVEIRA, E. J. e, PEIXOTO, J. R., COSTA, A. M. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: histórico e perspectivas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011b. 36 p. (ISSN 1517-5111; ISSN Online 2176-5081; 307).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. **Importância socioeconômica e cultura do maracujá**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 15-22. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. **Manual do medidor eletrônico de clorofila ClorofiLOG CFL 1030**, Porto Alegre, 2008. 4p.

FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D. Y.; GARCÍA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, 769-773, 2002.

FERREIRA, S. S.; BARROS, D. R.; 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**, London, v. 59, n. 2, p. 221- 230, 2010.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

FREITAS, A. S.; HERCULANO, R. N.; CEZAR, M. A.; AMBROSIO, M. M. Q.; LIMA, J. A. A. Estudo da ocorrência e grau de incidência de viroses no feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. walp.) na região de Pombal - PB. In: Congresso de iniciação científica da UFCG, 2010, Campina Grande-PB. VII Congresso de iniciação científica da UFCG, 2010.

GILBERTSON, R. L.; BATUMAN, O.; WEBSTER C. G.; ADKINS S. Role of the Insect Supervectors *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in the Emergence and Global Spread of Plant Viruses. **Annual Review of Virology**, v. 2, n. 1, p. 67-93, 2015.

GIORDANO, L. B.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, J. B. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; BOITEUX, L. S. Efeito da infecção precoce por Begomovirus com genoma bipartido em características de frutos de tomate industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 815-818, 2005.

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**, v. 25, p. 182-189, 2000.

ICTV. **International Committee on Taxonomy of Viruses**. 2015. Disponível em: <<http://www.ictvonline.org/virustaxonomy.asp>>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

INOUE-NAGATA, A. K., ALBUQUERQUE, L. C., ROCHA, W. B., NAGATA, T. A simple method for cloning the complete begomovirus genome using the bacteriophage phi29 DNA polymerase. **Journal of Virological Methods**, v. 116, p. 209-211, 2004.

INOUE-NAGATA, A. K.; LIMA, M. F.; GILBERTSON R. L. A review of geminivirus (begomovirus) diseases in vegetables and other crops in Brazil: current status and approaches for management. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 008-018, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE (2014). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 10 de abril de 2017.

JADÃO, A. S., PAVAN, M. A., KRAUSE-SAKATE, R. & ZERBINI, F. M. Efeitos na fotossíntese e área foliar de cultivares de alface inoculadas mecanicamente com patótipos do *Lettuce mosaic virus* e *Lettuce mottle virus*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 11-15, 2004.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 815-818, 2008.

KITAJIMA, E. W.; REZENDE, J. A. M. Os vírus, esses terríveis inimigos. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, v. 23, p. 18-24, 2004.

LAMICHHANE, J. R.; VENTURI, V. Synergisms between microbial pathogens in plant disease complexes: a growing trend. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. 385, 2015.

LIMA, J. A. A.; NASCIMENTO, A. K. Q.; SILVA, G. S.; CAMARÇO, R. F. E. A.; GONÇALVES, M. F. B. *Crotalaria paulinea*, novo hospedeiro natural do vírus do mosaico do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 429-433, 2005.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 53, n. 1, p. 53-59, 1994.

LUCCHESI, A. A. **Fatores da produção vegetal**. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, p. 1-11, 1987.

MARTINS, M. R.; REIS, M. C.; NETO, J. A. M.; GUSMÃO, L. L.; GOMES, J. J. A. Influência de diferentes métodos de remoção do arilo na germinação de sementes de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa* Deg.). **Revista da FZVA**, v. 13, n. 02, p. 28-38, 2006.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: Produção e comercialização**. Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas, Boletim técnico 181, abr. 1999.

MELO, J. R. F. de. *Patossistema Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV)/maracujazeiro-amarelo: infectividade e invasão sistêmica de isolados e caracterização molecular*. Lavras, 2010. 105 p. Dissertação (Mestrado em biotecnologia vegetal), Universidade Federal de Lavras, 2010.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, v. 64, n. 6, p. 15-24, 2005.

MORIN, S.; GHANIM, M.; ZEIDAN, H.; CZOSNEK, H.; VERBEEK, M.; HEUVELT, J. F. J. M. 1999. A GroEl homologue from endosymbiotic bacteria of the whitefly *Bemisia tabaci* is implicated in the circulative transmission of *Tomato yellow leaf curl virus*. **Virology**, v. 256, n. 1, p. 75-84.

MOWAT, W. P.; DAWSON, S. Detection of plant viruses by ELISA using crude sap extracts unfractionated antisera. **Journal of Virological Methods**, Amsterdam, v. 15, p. 233-247, 1987.

NARITA, N.; YUKI, V. A.; NARITA, H. H.; HIRATA, A. C. S. Maracujá amarelo: tecnologia visando a convivência com o vírus do endurecimento dos frutos. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2012.

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

NASCIMENTO, A. V. S.; SOUZA, A. R. R., ALFENAS, P. F.; ANDRADE, G. P.; CARVALHO, M. G.; PIO-RIBEIRO, G.; ZERBINI, F. M. Análise filogenética de potyvírus causando endurecimento dos frutos do maracujazeiro no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 378-383, 2004.

NEGREIROS, J. R. S.; JUNIOR, A. W.; ALVARES, V. S.; SILVA, J. O. C.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 21-24, 2006.

NOVAES, Q. S.; FREITAS-ASTUA, J.; YUKI, V. A.; KITAJIMA, E. W.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. Partial characterization of a bipartite begomovirus infecting yellow passion flower in Brazil. **Plant Pathology**, Berlin, v. 52, p. 648-654, 2003.

NOVAES, Q. S.; FREITAS-ASTUA, J.; SÃO JOSÉ, A. R.; YUKI, V. A.; KITAJIMA, E. W.; REZENDE, J. A. M. Infecção mista de maracujazeiro com o *Passion fruit woodiness virus* e um begomovírus no Estado da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 648, 2002.

NOVAES, Q. S.; REZENDE, J. A. M.; KITAJIMA, E. W. Doenças causadas por vírus e fitoplasma em maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, p. 39-40, 49-51, 2000.

NOZAKI, D. N.; KRAUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M. A. Begomovírus infectando a cultura de pimentão no estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 2, p. 244-247, 2010.

OLIVEIRA, C. R. R. de; FREIRE FILHO, F. R.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; BARROS, G. B.; EIRAS, M.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. de A. Reação de genótipos de feijão-caupi revela resistência às coinfeções pelo *Cucumber mosaic virus*, *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e *Cowpea severe mosaic virus*. **Bragantia**, v. 71, p. 59-66, 2012.

OLIVEIRA, C. R. R. de. **Reação de genótipos de feijão-caupi às coinfeções pelo *Cucumber mosaic virus* e à infecção mista com *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e *Cowpea severe mosaic virus***. Teresina, 2011. 91 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal do Piauí, 2011.

PEREIRA, M. J. Z.; SUSSEL, A. A. B.; SILVA, R. F.; KUHN, O. J.; DOMINGUES, F.; REZENDE, J. A. M. Danos na produção da abobrinha de moita causados pelo *Papaya ringspot virus – type W* e *Zucchini yellow mosaic virus*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 192-194, 2007.

PHILIPP, P.; D'ALMEIDA, M. L. O. **Celulose e Papel. Volume I. Tecnologia de Fabricação da Pasta Celulósica**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – Centro Técnico em celulose e papel. São Paulo, Segunda edição. 1988.

PIETRO-SOUZA, W.; BONFIM-SILVA, E. M.; SCHLICHTING, A. F.; SILVA, M. de C. Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 575-580, 2013.

PINTO, P. H. D.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RESENDE, R. de O.; MATTOS, J. K. de A.; MELO, B. de. Reação de genótipos de maracujazeiro-azedo ao vírus do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid-borne mosaic virus – CABMV*). **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 19-26, 2008.

PRUSS, G.; GE, X.; SHI, X. M.; CARRINGTON, J. C.; VANCE, V. Plant viral synergism: The potyviral genome encodes a broad-range pathogenicity enhancer that transactivates replication of heterologous viruses. **Plant Cell**, v. 9, p. 859-868, 1997.

QUINTELA, E. D. **Nova mosca branca – ainda mais resistente**. 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/nova-mosca-branca-ainda-mais-resistente/>>. Acessado em: 12 de maio de 2017.

RABELLO, A. R.; QUEIROZ, P. R.; SIMÕES, K. C. C.; HIRAGI, C. O.; LIMA, L. H. C.; M. R. V.; MEHTA, A. Diversity analysis of *Bemisia tabaci* biotypes: RAPD, PCR-RFLP and sequencing of the ITS1 rDNA region. **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, p. 585-590, 2008.

RAMOS, N. F., LIMA, J. A. A. & GONÇALVES, M. F. B. Efeitos da interação de potyvirus em híbridos de meloeiro, variedades de melancia e abobrinha. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 199-203, 2003.

RAMOS, J. D.; PIO. R. 8a LOPES. P. S. N. **Recomendações básicas para a cultura do maracujazeiro-azedo**. Lavras. UFLA, 2002. 36 p. (Boletim Técnico. 101).

RIBEIRO, S. R. R. de P. **Caracterização de isolados de *Potato virus S (PVS)* no Brasil e seu efeito na produção de batata**. Lavras, 2007. 108 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras.

ROCHA, G. A. **Begomovírus em áreas de cerrado: de herbáceas cultivadas a hárboreas selvagens**. Goiânia, 2017. 71 p. Dissertação (Mestrado em agronomia: fitossanidade). Escola de agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2017.

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

RODRIGUES, G. B. Etiologia, ocorrência e epidemiologia de uma begomovirose do maracujazeiro na região Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, 2017. Tese (Doutorado em Agronomia Fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2017.

ROJAS, M. R.; HAGEN, C.; LUCAS, W. J.; GILBERTSON, R. L. Exploiting chinks in the plant's armor: evolution and emergence of geminiviruses. **Annual Review of Phytopathology**, 43, p. 361-394, 2005.

RUGGIERO, C.; DURII, J. F.; GOES, A. de; et al. In: RUGGIERO, C. (Ed). **Maracujá – do plantio a colheita**. Jaboticabal: FCAV: SBF. 1998. 388 p.

SAMPAIO, A. C.; SCUDELLER, N.; FUMIS, T. DE F.; ALMEIDA, A. M. DE; PINOTTI, R. N.; MARCHI GARCIA, M. J. DE; PALLAMIN, M. L. Manejo cultural do maracujazeiro-amarelo em ciclo anual visando à convivência com o vírus do endurecimento dos frutos: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 343-347, 2008.

SANCHES, M. M., KRAUSE-SAKATE, R., ZERBINI, F. M., ROSALES M., LE GALL O., PAVAN, M. A. Frequência de *Lettuce big-vein associated virus* e *Mirafiori lettuce big-vein virus* em Plantas de alface no Estado de São Paulo e transmissão através de extrato vegetal e solo. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 378-382, 2007.

SANTANA, E. N. de; MARTINS, M. V. V.; COSTA, H.; VENTURA, J. A.; COSTA, A. de F. S. da; LIMA, I. de M. **Vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro no estado do Espírito Santo: um problema emergente nas regiões produtoras de maracujá no Espírito Santo**. Vitória, ES: INCAPER, 2008.

SÃO JOSÉ, A. R. **Controle fitossanitário do maracujá**. 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/control-fitossanitario-do-maracuja/>>. Acesso em: 19 de maio de 2017.

SÃO JOSÉ, A. R.; BOMFIM, M. P.; HOJO, R. H.; ANGEL, D. N.; PIRES, M. de M. **Doenças do maracujazeiro**. In: PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A. R.; CONCEIÇÃO, A. O. Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade Ilhéus: Editus, 2011. p. 115-146.

SEAGRI. **A cultura do maracujá**. Notícias Online. 2007. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br>> Acesso em: 12 de abril de 2017.

SEBRAE. O cultivo e o mercado do maracujá. 2016 Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-maracuja,108da5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em 10 de abril de 2017.

SHUKLA, D. D. & WARD, C. W. Amino acid sequence homology of coat protein as a basis for identification and classification of the potyvirus group. **Journal of General Virology** v. 69, p. 2703-2710, 1988.

SILVA, F. R. da; LIMA, J. A. de A; NASCIMENTO, A. K. Q. do; BARBOSA, G. S. Caracterização biológica e sorológica de um isolado de Squash mosaic virus e efeitos da infecção mista com vírus do gênero Potyvirus (22). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 1, p. 195-202, 2016.

SILVA, L. A. DA; GARCÊZ, R. M.; CHAVES, A. L. R.; COLARICCIO1, A.; EIRAS, M. Transmissão experimental revela novos potenciais reservatórios do *Cowpea aphidborne mosaic vírus*. **Summa Phytopathology**, Botucatu, v. 38, n. 2, p. 168-169, 2012.

SILVA, S. C. da; ASSUNÇÃO, I. P.; CARNAÚBA, J. P.; LIMA, J. S.; AMORIM, E. P. da R.; LIMA, G. de A. Detecção de begomovirus em maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims) no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 512-513, 2006.

SOARES, M. G. de O.; SOARES, J. de A.; CEZAR, M. A.; CARDOSO, T. A. de L.; LIMA, J. A. de A. Ocorrência de patógenos em cultivos de melancia e abóbora no sertão da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 07-13, 2016.

SYLLER, J. Facilitative and antagonistic interactions between plant viruses in mixed infections. **Molecular Plant Pathology**, v. 13, n. 2, p. 204–216, 2012.

STANLEY, J.; BISARO, D. M.; BRIDDON, R. W.; BROWN, J. K.; FAUQUET, C. M.; HARRISON, B. D.; RYBICKI E. P.; STENGER, D. C. **Family Geminiviridae**. In *Virus Taxonomy: VIIIth Report the 84 International Comitee on Taxonomy of Viruses*, Fauquet CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselberger U, Ball LA (eds), p. 301-326. London: Elsevirer/Academic Press, 2005.

TAIWO, M. A.; KAREEM, K. T.; NSA, I. Y.; HUGHES, J. D'A. Cowpea viruses: Effect of single and mixed infections on symptomatology and virus concentration. **Virology Journal**, v. 4, n. 95, p. 1-5, 2007.

TAVARES, A. T.; CHAVES, P. P. N.; AGUIAR, R. W. de S.; SANTOS, M. F.; SARMENTO, R. de A.; NASCIMENTO, I. R. do. Reação fenotípica de plantas de abóbora e melão à infecção por isolados simples de ZYMV e misto de ZYMV+SQMV. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 5, n. 1, p. 79-87, 2014.

TAVARES, A. T.; NUNES CHAVES, P. P.; SOUZA AGUIAR, R. W.; SANTOS, M. F.; SARMENTO, R. de A.; do NASCIMENTO, I. R. Reação fenotípica de plantas de abóbora e melão à infecção por isolados simples de ZYMV e misto de ZYMV+SQMV. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 5, n. 1, p. 79-87, 2014.

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. M. **Herbarium – Compêndio de Fitoterapia**. 3ª ed. Curitiba: Ingra, 1997.

VAN REGENMORTEL, M. H. V., FAUQUET, C. M., BISHOP, D. H. L., CARSTENS, E., ESTES, M. K., LEMON, S., MANILOFF, J., MAYO, J. A., McGEACH, D. J., PRINGLE, C. R. & WICKNER, R. (Eds.) **Virus taxonomy**. Classification and nomenclature of viruses. Seventh report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses. New York: Academic Press. 2000.

VACA-VACA, J. C.; CARRASCO-LOZAN, E. C.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, M.; BETANCUR-PEREZ, J. F.; LÓPEZ-LÓPEZ, K. Primer reporte de un begomovirus presente en maracuyá amarillo [*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Degener)] en Valle del Cauca, Colombia. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 18, n. 2, p. 56-65, 2016a.

VACA-VACA, J. C.; CARRASCO-LOZAN, E. C.; LÓPEZ-LÓPEZ, K. Molecular identification of a new begomovirus infecting yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) in Colombia. **Archives of Virology**, v. 162, n. 2, p. 573-576, 2016b.

VIVEIROS, flora Brasil: FB 200. Araguari-MG: 2016. Disponível em: <<http://www.viveirolorabrazil.com.br/site/produtos-2/>>. Acesso em: 24 de maio de 2017.

YAMASHIRO, T.; CHAGAS, C. M. Ocorrência de grave virose em maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), no Estado da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 5. **Anais...** Pelotas, 1979. p. 915-917.

YUKI, V. A.; MIZOTE, F. A.; NARITA, N.; HOJO, H.; HOJO, H.; DELFINO, M. A.; OLIVEIRA, D. A. Epidemiologia do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro na região produtora da Alta Paulista, SP. **SummaPhytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 301, p. 19, 2006.

YUKI, V. A.; MIZOTE, F. A.; NARITA, N.; HOJO, H.; DELFINO, M. A.; OLIVEIRA, D. A. Epidemiologia do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro na região produtora da Alta Paulista, SP. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 17, Belém, 2002. Anais..., Belém, p. 620.

WYATT, S. D.; BROWN, J. K. Detection of subgroup II geminivirus isolates in leaf extracts by degenerate primers and polymerase chain reaction. **Phytopathology**, Lancaster, v. 86, p. 1288-1293, 1996.

ZHANG, X. S.; HOLT, J.; COLVIN, J. Synergism between plant viruses: a mathematical analysis of the epidemiological implications. **Plant Pathology**, v. 50, n. 6, p. 732-746, 2001.