



**EPIDEMIOLOGIA COMPARATIVA DE  
VIROSES E EFEITO DE FOSFATO DE  
POTÁSSIO NO CRESCIMENTO DO *Fusarium*  
*solani* DO MARACUJAZEIRO**

**GERALDO GOMES ROCHA SOBRINHO**

**2015**

**GERALDO GOMES ROCHA SOBRINHO**

**EPIDEMIOLOGIA COMPARATIVA DE VIROSES E EFEITO  
DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO CRESCIMENTO DO  
*Fusarium solani* DO MARACUJAZEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de Mestre.

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

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
2015

S659e

Rocha Sobrinho, Geraldo Gomes.

Epidemiologia comparativa de viroses e efeito de fosfito de potássio no crescimento do *Fusarium solani* do maracujazeiro/  
Geraldo Gomes Rocha Sobrinho, 2015.

65f.: il.; algumas col.

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 Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2015.

Inclui referências. 58 a 65

1. Maracujá – Epidemiologia. 2. Inseto – População.
3. Semente – Transmissão. I. Novaes, Quelmo Silva de. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III.T.

CDD: 634.42

*Catálogo na fonte:* Juliana Teixeira de Assunção  
UESB – Campus de 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*

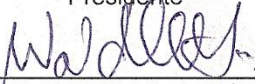
**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

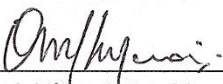
**Título:** “EPIDEMIOLOGIA COMPARATIVA DE VIROSES E EFEITO DE FOSFÍTO DE POTÁSSIO NO CRESCIMENTO DO *Fusarium solani* DO MARACUJAZEIRO”

**Autor:** Geraldo Gomes Rocha Sobrinho

Aprovado 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. Waldir Cintra de Jesus Júnior, D.Sc. UFSCar

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Otoniel Magalhães Moraes, D.Sc., UESB

Data de realização: 31 de julho de 2015.

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

*À minha filha Maísa; à minha esposa Mayara; e  
aos meus irmãos Alexandre, Cecília,  
João Paulo e Rachel.*

**OFEREÇO**

*À minha mãe Eunita e ao meu pai José (in  
memoriam), a quem agradeço pelo que  
sou, por todo apoio e amor.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela família que tenho, e por me conceder saúde, alegria e a esperança de dias sempre melhores;

À minha mãe Eunita, agradeço-lhe por ter sido uma referência exemplar em minha vida, pelo carinho, amor incondicional, dedicação e incentivo ao estudo;

À minha esposa Mayara, pela cumplicidade, amor, sabedoria, cuidados, por ter sempre acreditado em mim e por ter me proporcionado a alegria de ser pai;

À minha filha Maísa, pela felicidade diária, amor eterno e sentido da vida;

Ao meu irmão João Paulo, agradeço-lhe muito por nunca ter medido esforços para ajudar, pela parceria de sempre, pelo amor e conselhos valiosos;

À Niara, pela amizade, convivência, paciência e pelo cuidado e amor sincero para com a minha filha;

Ao Professor Dr. Quelmo Novaes, agradeço pela excelente orientação, pelo exemplo de profissional ético, humilde e paciente, pelo valiosíssimo conhecimento repassado e por ter sido mais que um orientador, um amigo;

Ao Professor Dr. Armínio Santos, pelos sábios conselhos, amizade, convivência agradável e por ter auxiliado quanto à classificação do *Fusarium solani*;

À Professora Dr. Luciana Castro, pelo auxílio na elaboração dos mapas epidemiológicos, pelos conselhos fundamentais e pela amizade.

À Gisele, pelo auxílio em todas as etapas desta dissertação, pela amizade sincera e confiança;

A José Álvaro Aguiar, por ter permitido com tamanha satisfação a instalação do experimento em sua propriedade e ao Sr. Heleno, Sr.<sup>a</sup> Carmosina e Juca, pela confiança, amizade e recepção em sua residência durante as visitas à Sussuarana;

Aos colegas do Laboratório de Fitopatologia e Virologia Vegetal da UESB e a todos os colegas, professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UESB;

Ao Professor Dr. Waldir Cintra, agradeço pela prontidão e colaboração no tratamento dos dados epidemiológicos, por ter aceitado o convite para fazer parte da banca examinadora e pelas enriquecedoras sugestões de correção;

Ao Professor Dr. Otoniel Morais, pelos conselhos, pela convivência agradável, por ter aceitado o convite para fazer parte da banca examinadora e pelas valiosas sugestões para a melhoria do trabalho;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo financiamento, em parte, deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao meu primo e tio José Gondim, por todo o apoio conferido desde a graduação, o qual foi imprescindível nessa jornada;

Aos meus amigos, primos, tios e todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

ROCHA SOBRINHO, G. G. **Epidemiologia comparativa de viroses e efeito de fosfito de potássio no crescimento do *Fusarium solani* do maracujazeiro**. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2015. 65 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).\*

Objetivou-se com este trabalho caracterizar e comparar, no tempo e no espaço, as epidemias causadas pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) e Passion fruit vein clearing virus (PVCV) em cultivos de maracujazeiros, e avaliar o efeito de fosfito de potássio sobre o crescimento micelial de *Fusarium solani*. As análises epidemiológicas do CABMV e PVCV foram realizadas em um pomar comercial, no município de Tanhaçu, BA, contendo 1.344 plantas. Mapas foram gerados com as posições de cada planta e utilizados para as avaliações quinzenais, que consistiram na visualização da presença ou não de sintomas típicos dos vírus em cada planta. Ao final de 6 avaliações, mapas da incidência no tempo e no espaço de cada vírus foram gerados, o Índice de Dispersão foi calculado e modelos epidemiológicos ajustados aos dados de progresso das doenças. A verificação do efeito de fosfito de potássio sobre *F. solani* consistiu na diluição de 0, 1, 10, 50, 100, 250, 500, 750 e 1000 ppm do produto em BDA e na avaliação do crescimento e da densidade micelial do fungo, após 10 dias de incubação. A influência do pH do meio BDA no crescimento de *F. solani* foi testada pela diluição de ácido clorídrico no meio até a obtenção dos valores de pH idênticos àqueles das placas contendo as diferentes concentrações de fosfito de potássio. Após dez dias de incubação, foi medido o seu crescimento. A mensuração da densidade micelial de *F. solani* nas concentrações supracitadas foi realizada por leitura de absorvância a 405 nm, em leitor de ELISA. O efeito fungicida ou fungistático de fosfito de potássio foi testado repicando-se o *F. solani* das concentrações que o inibiu para BDA puro e observando o seu posterior crescimento ou não. O modelo de Gompertz foi o que melhor descreveu o progresso temporal do CABMV e PVCV. Pelo teste qui-quadrado ( $P \leq 0,05$ ), os valores de Índice de Dispersão indicaram um padrão de distribuição agregado para o CABMV e aleatório para o PVCV. O fosfito de potássio inibiu o crescimento e a densidade micelial de *F. solani*. Não houve diferença significativa no crescimento de *F. solani* dentro da faixa de pH testada. O *F. solani* cresceu em BDA puro, após ser repicado das concentrações que o inibiu. O CABMV e o PVCV apresentam curvas de progresso semelhantes e padrões de distribuição distintos. O fosfito de potássio apresenta efeito fungistático sobre *F. solani*, inibindo seu crescimento e reduzindo sua densidade micelial.

**Palavras-chave:** CABMV, PVCV, endurecimento dos frutos do maracujazeiro, podridão do colo e raízes, densidade micelial.

---

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



## ABSTRACT

ROCHA SOBRINHO, G. G. **Comparative epidemiology of viruses and potassium phosphite effect in the growth of *Fusarium solani* in the passion flower.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2015. 65 p. (Dissertation – Master in Agronomy, Concentration area: Crop Sciences)\*

The objective of this work was to characterize and compare, in time and space, the epidemics caused by *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) and *Passion fruit vein clearing virus* (PVCV) in passion fruit crops, and evaluate the potassium phosphite effect on the mycelial growth of *Fusarium solani*. Epidemiological analyzes of CABMV and PVCV were carried out in a commercial orchard, containing 1,344 plants, in the municipality of Tanhaçu, BA. Maps were generated with the positions of each plant and used for fortnightly evaluations, which consisted in visualizing the presence or absence of typical symptoms of virus in each plant. At the end of six evaluations, maps of the incidence, considering time and space of each virus, were generated, the dispersion index was calculated and epidemiological models were adjusted to the progress data of the diseases. The verification of the potassium phosphite effect on *F. solani* consisted in the dilution of 0, 1, 10, 50, 100, 250, 500, 750 and 1000 ppm of the product in PDA media and the checking of the mycelial growth and density of the fungus, after 10 days of incubation. The influence of the pH of the PDA media in the growth of *F. solani* was tested by diluting the hydrochloric acid in the medium until reaching identical pH values to those of the plates containing the different concentrations of potassium phosphite. After ten days of incubation, its growth was measured. The mensuration of *F. solani* mycelial density in the above concentrations was done by reading absorbance at 405 nm through an ELISA reader. The fungicide or fungistatic effect of potassium phosphite was tested transferring the *F. solani*, from concentrations that inhibited it for pure PDA media and observing whether it has grown or not at a later time. The Gompertz model has been what best describes the temporal progress of the CABMV and PVCV. Through the chi-square test ( $P \leq 0,05$ ), the Dispersion Index values indicated an aggregated distribution pattern for CABMV and random for PVCV. The potassium phosphite inhibited the growth and the mycelial density of *F. solani*. There was any significant difference in the growth of *F. solani* in the tested pH range. The *F. solani* grew in pure PDA, after having been transferred from the concentrations that had inhibited it. The CABMV and PVCV have similar progress curves and distinct distribution patterns. The potassium phosphite has fungistatic effect on *F. solani*, inhibiting its growth and reducing its mycelial density.

Keywords: CABMV, PVCV, Passionfruit woodiness, roots and collar rot, mycelial density.

---

\*Advisor: Quelmo Silva de Novaes, D.Sc., UESB.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Sintomas de mosaico, bolhas e deformações foliares provocadas pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) em maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*).....20
- Figura 2.** Sintomas de espessamento do pericarpo e redução da cavidade da polpa, causados pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) em fruto de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) à esquerda e fruto sadio à direita. ....21
- Figura 3.** Sintomas de clareamento das nervuras induzido pelo Passion fruit vein clearing virus (PVCV) em folhas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). ....22
- Figura 4.** Sintomas de podridão do colo e raízes, causado por *Fusarium solani* em maracujazeiros. Sintoma de murcha à esquerda e podridão e anelamento necrótico do colo e raízes à direita.....25
- Figura 5.** Valores médios de absorbância de extratos de folhas de maracujazeiros, com sintomas *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), em teste de PTA-ELISA. As duas primeiras barras representam os valores de absorbância dos controles negativo e positivo, respectivamente. Amostras com valores de absorbância acima da linha contínua, que cruza as barras em 0,848 (três vezes o valor do controle negativo), foram consideradas positivas para o CABMV.....38
- Figura 6.** Incidência (%) do CABMV (■), PVCV (●) e de infecção mista (◆), e número médio de insetos, pulgões (□) e cigarrinhas (○), capturados por armadilhas adesivas amarelas em maracujazeiros entre 45 e 130 dias após o plantio das mudas.....42
- Figura 7.** Dados reais (◆) e a curva prevista de doença (—). *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) e os modelos logístico (A), monomolecular (B) e de Gompertz (C). Passion fruit vein clearing virus (PVCV) e os modelos logístico (D), monomolecular (E) e de Gompertz (F).....43
- Figura 8.** Resíduo versus variável independente (tempo). *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV): logístico (A), monomolecular (B) e de Gompertz (C). Passion fruit vein clearing virus (PVCV): logístico (D), monomolecular (E) e de Gompertz (F). ....45
- Figura 9.** Mapas da distribuição espacial de maracujazeiros infectados pelo CABMV e PVCV, ao longo de seis avaliações quinzenais. Plantas com e sem sintomas estão representadas por (■) e (□), respectivamente. ....48

<b>Figura 10.</b> Crescimento micelial de <i>Fusarium solani</i> em diferentes concentrações de fosfito de potássio no meio BDA. ....	51
<b>Figura 11.</b> Efeito de concentrações de fosfito de potássio no meio BDA (A: 500 ppm, B: 250 ppm e C: 0 ppm), no crescimento micelial de <i>Fusarium solani</i> .....	53
<b>Figura 12.</b> Diferença na densidade micelial de <i>Fusarium solani</i> cultivado em meio BDA com fosfito de potássio nas concentrações de 250 e 50 ppm, placas A e B, respectivamente. ....	55
<b>Figura 13.</b> Absorbância média de colônias de <i>Fusarium solani</i> , submetidas a diferentes concentrações de fosfito de potássio no meio BDA. Valores menores de absorbância indicam uma menor densidade micelial e, conseqüentemente, uma maior inibição do desenvolvimento de <i>F. solani</i> por fosfito de potássio. ....	56

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Insetos capturados por nove armadilhas adesivas amarelas, fixadas a 1,5 m do solo, entre linhas de maracujazeiros, ao logo de cinco avaliações. ....40
- Tabela 2.** Incidência (%) do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), Passion fruit vein clearing virus (PVCV) e de infecção mista pelo CABMV e PVCV em maracujazeiros, ao longo de seis avaliações.....41
- Tabela 3.** Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^{*2}$ ) dos modelos Logístico, Monomolecular e de Gompertz, ajustados por meio de regressão não-linear aos dados de incidência do CABMV e PVCV. ....44
- Tabela 4.** Incidência (%) e Índice de Dispersão (ID) do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) e do Passion fruit vein clearing virus (PVCV) em cultivo de maracujazeiro no sudoeste da Bahia. Quadrat 4x4 plantas. ....49
- Tabela 5.** Percentagem de inibição de *Fusarium solani*, em meio BDA, contendo diferentes concentrações de fosfito de potássio. ....52
- Tabela 6.** Crescimento micelial de *F. solani* cultivado em BDA com diferentes pH's, ajustados por meio da adição de ácido clorídrico.....54

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1. Aspectos gerais do maracujá-amarelo .....	16
2.2. Principais viroses que afetam o maracujazeiro .....	17
2.2.1. Vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro ( <i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> - CABMV) .....	18
2.2.2. Vírus do clareamento das nervuras do maracujazeiro (Passion fruit vein clearing virus - PVCV) .....	21
2.3. Epidemiologia de viroses de plantas.....	23
2.4. Podridão do colo e raízes do maracujazeiro.....	24
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
3.1. Epidemiologia comparativa do <i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> e do Passion fruit vein clearing virus do maracujazeiro .....	28
3.1.1. Localização do experimento e descrição da área experimental ....	28
3.1.2. Avaliação e detecção dos vírus no maracujazeiro .....	28
3.1.3. Monitoramento populacional de insetos .....	30
3.1.4. Análise epidemiológica das doenças .....	30
3.1.4.1. Análise Temporal.....	30
3.1.4.2. Análise Espacial.....	31
3.1.4.3. Índice de Dispersão ( <i>ID</i> ).....	32
3.2. Efeito de fosfito de potássio no crescimento do <i>Fusarium solani</i> do maracujazeiro.....	33
3.2.1. Obtenção do isolado do <i>Fusarium solani</i> .....	33
3.2.2. Inibição do crescimento micelial do <i>Fusarium solani</i> submetido a diferentes concentrações de fosfito de potássio .....	33
3.2.3. Efeito do pH no crescimento micelial do <i>Fusarium solani</i> .....	35
3.2.4. Efeito do fosfito de potássio na densidade micelial do <i>Fusarium solani</i> .....	36
3.2.5. Avaliação <i>in vitro</i> do efeito fungicida e fungistático do fosfito de potássio sobre <i>Fusarium solani</i> . .....	36
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
4.1. Identificação dos vírus .....	38
4.2. Monitoramento populacional de insetos .....	39
4.3. Epidemiologia comparativa do <i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i> e do Passion fruit vein clearing vírus.....	40
4.3.1. Incidência das doenças.....	40
4.3.2. Análise temporal .....	42

4.3.3.	Análise Espacial.....	47
4.3.3.1.	Índice de Dispersão ( <i>ID</i> ).....	49
4.4.	Efeito de fosfito de potássio no crescimento do <i>Fusarium solani</i> do maracujazeiro.....	50
4.4.1.	Inibição do crescimento micelial do <i>Fusarium solani</i> submetido a diferentes concentrações de fosfito de potássio .....	50
4.4.2.	Efeito do pH no crescimento micelial do <i>Fusarium solani</i> .....	53
4.4.3.	Efeito do fosfito de potássio na densidade micelial do <i>Fusarium solani</i> .....	54
4.4.4.	Avaliação <i>in vitro</i> do efeito fungicida e fungistático do fosfito de potássio sobre <i>Fusarium solani</i> .....	56
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>57</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é economicamente a espécie mais importante do gênero *Passiflora*, em virtude de sua ampla aceitação pelos consumidores, capacidade produtiva e rendimento de suco (MELETTI, 2011).

Estima-se que o Brasil seja o maior produtor mundial de maracujá-amarelo (ITI TROPICALS, 2015). O estado da Bahia é atualmente o maior produtor brasileiro com aproximadamente 30.000 ha plantadas (IBGE, 2013).

No entanto, a produtividade média é consideravelmente baixa em relação ao seu potencial produtivo. Isso se deve a diversos fatores, sendo o de maior destaque a incidência de doenças. Essas depreciam os frutos, diminuem e oneram a produção e não possuem, para as principais doenças, um controle efetivo (FISCHER e REZENDE, 2008).

As mais importantes doenças que acometem a cultura do maracujazeiro na região sudoeste da Bahia são aquelas causadas pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), Passion fruit vein clearing virus (PVCV), Passionfruit severe leaf distortion virus (PSLDV) e pelo fungo *Fusarium solani*, agente causal da podridão do colo e raízes.

Tendo em vista que não há um controle efetivo para as doenças causadas por estes vírus que acometem o maracujazeiro, fazem necessários estudos epidemiológicos que caracterizem a distribuição no tempo e no espaço dessas moléstias, para que comparações possam ser realizadas por meio das ferramentas da epidemiologia e, por meio destas, entender melhor a dinâmica individual e conjunta das doenças em campo, bem como a interação com seus respectivos vetores.

Quanto à podridão do colo e raízes do maracujazeiro, seu controle pode ser considerado, até então, bastante inconsistente. As recomendações encontradas na literatura para manejar esta doença são baseadas em medidas

preventivas como o uso de porta-enxerto resistente, evitar o plantio em áreas com histórico da doença, manejar adequadamente a água, evitando déficits e excessos e o uso de microrganismos antagonistas, como fungos do gênero *Trichoderma*. Entretanto, Silva, A. e outros (2014) obtiveram uma inibição do crescimento micelial bastante efetiva do *F. solani* do maracujazeiro por um adubo foliar à base de fosfito de potássio, em condições de laboratório. Uma concentração ideal, bem como a influência do pH do fosfito de potássio no crescimento micelial do *F. solani* do maracujazeiro ainda não são conhecidos, necessitando, assim, de estudos complementares.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho caracterizar e comparar a dinâmica espaço-temporal das epidemias causadas pelo CABMV e PVCV em cultivos de maracujazeiros, e avaliar o efeito de fosfito de potássio *in vitro*, sobre o crescimento de *F. solani* isolado de maracujazeiro.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Aspectos gerais do maracujá-amarelo

O Maracujá-amarelo foi denominado, a princípio, como “granadilla” pelos exploradores espanhóis durante a conquista e exploração do Novo Mundo, devido à semelhança dos seus frutos com os da *Punica granatum* (Romã), posteriormente recebeu o nome de *Passiflora*, passionária ou flor da paixão (flor de la pasión) (CERVI, 1997).

Atualmente, a família Passifloraceae é constituída por 20 gêneros e cerca de 600 espécies, sendo *Passiflora* L. numericamente o principal gênero, com aproximadamente 520 espécies (MONDIN e outros, 2011). No Brasil, podem-se encontrar quatro gêneros de Passifloraceae: *Ancistrothyrsus* Harms, *Dilkea* Mast., *Mitostemma* Mast. e *Passiflora* L. e 150 espécies espalhadas pelas mais diversas regiões do país, sendo 87 endêmicas (BERNACCI e outros, 2015).

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é a espécie nativa mais cultivada no país, representando quase que a totalidade das áreas plantadas com passiflora, isso devido ao seu vigor, produtividade, rendimento de suco e, conseqüentemente, maior aceitação pelo consumidor (MELETTI, 2011).

Estima-se que o Brasil seja o maior produtor mundial de maracujá-amarelo, com 56% da produção mundial, seguido pelo Equador e Colômbia, com 31% e 4%, respectivamente (ITI TROPICALS, 2015). O estado da Bahia é o maior produtor brasileiro da fruta, seguido do Ceará. Em 2013, a Bahia produziu cerca de 355 mil toneladas de maracujá em quase 30.000 ha colhidas, isso corresponde a 57% do volume produzido pelo Nordeste, e 42,3% de toda produção nacional, que foi superior a 838 mil toneladas (IBGE, 2013). A região sudoeste da Bahia concentra grande parte da produção do

estado, onde somente as cidades de Livramento de Nossa Senhora e Dom Basílio responderam por 38,4% de toda a produção de maracujá-amarelo da Bahia em 2013 (IBGE, 2014).

As atividades frutícolas desempenham um importante papel, tanto econômico quanto social, para as famílias que moram nas áreas rurais. Essas atividades chegam a gerar entre duas e cinco oportunidades de trabalho por hectare cultivado, em toda sua cadeia produtiva (BUAINAIN e BATALHA, 2007). Assim, somente a cultura do maracujá gera de 3 a 4 empregos diretos por hectare ano<sup>-1</sup> e ocupa 7 a 8 pessoas nos mais diversos elos de sua produção (MELETTI, 2011).

No entanto, os problemas fitossanitários têm onerado excessivamente a atividade pela redução na produção, depreciação de frutos e inviabilização do seu cultivo em diversas regiões produtoras do país, encurtando o período produtivo do pomar de cinco para um ano. Dentre os problemas fitossanitários, os causados pelo vírus do endurecimento dos frutos e pelo *Fusarium solani*, fungo causador da podridão do colo e raízes do maracujazeiro, são considerados os mais importantes. Isso devido a sua agressividade, ampla incidência em todo país e ausência de medidas efetivas de controle (FISCHER e outros, 2005; FISCHER e outros, 2007; FISCHER e REZENDE, 2008; SILVA, A e outros, 2014).

## **2.2. Principais viroses que afetam o maracujazeiro**

Diversos vírus já foram relatados infectando *Passiflora* spp. pelo mundo. Em uma lista proposta por Liberato e Zerbini (2015), das espécies aceitas como definitivas pelo Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV), aparecem apenas três *Potyvirus*: *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), *Soybean mosaic virus* (SMV) e *Passionfruit woodiness virus* (PWV); um *Carlavirus*: *Passiflora latent virus* (PLV); um *Cucumovirus*: *Cucumber mosaic virus* (CMV); um *Tymovirus*: *Passion fruit yellow mosaic*

*virus* (PFYMV); um *Nepovirus*: *Tomato ringspot virus* (ToRSV) e um *Tobamovirus*: *Tobacco mosaic virus* (TMV) e nove vírus, até o momento, em fase de aceitação pelo ICTV, sendo eles: quatro candidatos a *Potyvirus*: *Passion fruit crinkle virus* (PCV), *Sri Lankan passion fruit mottle virus* (SLPMoV), *Passion fruit mottle virus* (PFMoV) e *Passiflora ringspot virus* (PFRSV); um candidato a *Begomovirus*: *Giant granadilla malformation virus* e outros três de gênero ainda não atribuído: *Passion fruit green spot virus* (PGSV), *Passion fruit vein clearing virus* (PVCV) e *Purple granadilla mosaic virus* (PGMV).

No Brasil, várias doenças com etiologia atribuída a vírus já foram relatadas na cultura do maracujazeiro, sendo eles o *Passionfruit woodiness virus* (PWV) (YAMASHIRO e CHAGAS, 1979; CHAGAS e outros, 1981), *Cucumber mosaic virus* (CMV) (COLARICCIO e outros, 1984), *Green spot Passiflora virus* (GSPV) (KITAJIMA e outros, 1997), *Passion fruit vein clearing virus* (PVCV) (BATISTA e outros, 1981; KITAJIMA e CRETANI, 1985), *Purple granadilla mosaic virus* (PGMV) (CHAGAS e outros, 1984), *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) (NASCIMENTO e outros, 2004), *Sida mottle virus* (SiMoV), *Sida micrantha mosaic virus* (SimMV) (ALVES, 2012), *Passion flower little leaf mosaic virus* (PLLMV) (NOVAES e outros, 2003) e *Passionfruit severe leaf distortion virus* (PSLDV) (FERREIRA e outros, 2010).

### **2.2.1. Vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV)**

O endurecimento dos frutos do maracujazeiro basicamente pode ser causado por duas espécies do gênero *Potyvirus*: o *Passionfruit woodiness virus* (PWV) e o *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). Os primeiros relatos do endurecimento dos frutos no Brasil foram feitos por Yamashiro e Chagas (1979) e Chagas e outros (1981) em pomares comerciais de maracujá-amarelo e *Passiflora alata* no estado da Bahia. Na época, sua etiologia foi

atribuída ao PWV, em razão da semelhança apresentada nos testes biológicos, serológicos e micrografias ao PWV, descrito anteriormente na Austrália por Taylor e Greber (1973).

Posteriormente, o PWV foi relatado nos estados de Pernambuco (LORETO e VITAL, 1983), de Sergipe, do Ceará (KITAJIMA e outros, 1986), de São Paulo (CHAGAS e outros, 1992), de Minas Gerais (SÃO JOSÉ e outros, 1994), no Distrito Federal (INOUE e outros, 1995) e no Pará (TRINDADE e outros, 1999).

No entanto, Santana e outros (1999) já alertavam para futuras alterações taxonômicas do PWV encontrado no Brasil, os quais apontavam uma maior similaridade do isolado brasileiro do PWV com o CABMV, do que com o próprio isolado do PWV da Austrália. Assim, Nascimento e outros (2004) e Nascimento e outros (2006), em um amplo estudo filogenético de isolados de *Potyvirus* causadores do endurecimento dos frutos nas principais regiões produtoras de maracujá do Brasil, constataram que estes isolados brasileiros apresentavam uma maior identidade com o CABMV do que com o PWV, evidenciando que, no Brasil, o principal causador do endurecimento dos frutos do maracujazeiro seria o CABMV e que a presença do PWV no país ainda precisaria ser confirmada. Desde então, os trabalhos realizados com o endurecimento dos frutos do maracujazeiro no Brasil vêm confirmando tais observações e relacionando ao CABMV a etiologia de tal moléstia (MELO, 2015).

O *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) pertence à família Potyviridae e ao gênero *Potyvirus*. De acordo com o último relatório do Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV), a família Potyviridae é composta por 190 espécies, distribuídas em oito gêneros bem definidos (*Potyvirus*, *Ipomovirus*, *Macluravirus*, *Rymovirus*, *Tritimovirus*, *Brambyvirus*, *Bymovirus*, *Poacevirus*.) e um gênero ainda não definido, contendo duas espécies. *Potyvirus* é o maior gênero da família Potyviridae com 158 espécies (ICTV, 2014).

As partículas virais do gênero *Potyvirus* são filamentosas e flexuosas, de simetria helicoidal, medindo de 680 a 900 nm de comprimento e de 11 a 13 nm de largura, possuem RNA de fita simples, sentido positivo, com RNA representando 5% de seu peso. Os principais vetores são afídeos do gênero *Aphis*, sendo a relação vírus-vetor do tipo não persistente e não circulativa, ou seja, tanto a aquisição como a inoculação do vírus pelo inseto são rápidas, ocorrem em questão de segundos durante as picadas de prova (KING e outros, 2012).

Os principais sintomas do endurecimento dos frutos em maracujazeiros são: mosaico, bolhas e deformações no limbo foliar (Figura 1), espessamento e endurecimento do pericarpo e, conseqüentemente, redução na cavidade do fruto (Figura 2) (NOVAES e outros, 2000; NARITA, 2007).



**Figura 1.** Sintomas de mosaico, bolhas e deformações foliares provocadas pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) em maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*).



**Figura 2.** Sintomas de espessamento do pericarpo e redução da cavidade da polpa, causados pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) em fruto de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) à esquerda e fruto sadio à direita.

### **2.2.2. Vírus do clareamento das nervuras do maracujazeiro (Passion fruit vein clearing virus - PVCV)**

O vírus do clareamento das nervuras do maracujazeiro (PVCV) foi descrito originalmente na região de Lagarto (SE) como enfezamento do maracujazeiro. Nesta época, a região de Lagarto (SE) era uma das principais regiões produtoras de maracujá do Brasil e este vírus representava uma séria ameaça (BATISTA e outros, 1981).

Os sintomas típicos provocados pelo PVCV são encurtamento dos internódios, nanismo, folhas pequenas de aspecto coriáceas, clareamento típico das nervuras (Figura 3), além de deformações nos frutos e drástica queda na produção (KITAJIMA e CRESTANI, 1985). Estas anomalias também já foram relatadas e associadas ao PVCV nos estados do Ceará, Bahia, Rio de Janeiro, Pernambuco, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo (KITAJIMA e outros, 1986).

Estudos de transmissão do PVCV foram realizados por Chagas e outros (1983), por meio de inoculação mecânica em 26 espécies e cultivares de plantas testes, utilizando extrato de plantas sintomáticas, enxertia, ferramentas de corte e por afídeos da espécie *Myzus persicae* em diferentes tempos de inoculação e transmissão. Neste estudo, a transmissão foi possível apenas por enxertia para o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), maracujá roxo (*Passiflora edulis*) e para *Passiflora maliformis*.

Kitajima e outros (1985) encontraram partículas virais típicas dos vírus da família Rhabdoviridae, constantemente associadas ao clareamento das nervuras do maracujazeiro, atribuindo a tal grupo de vírus a etiologia desta virose. Estes autores também sugeriram a presença de vetores bastante eficientes na disseminação do PVCV em campo. Isso devido à alta incidência observada em pomares da época. Os vetores naturais do PVCV ainda não são conhecidos.



**Figura 3.** Sintomas de clareamento das nervuras induzido pelo Passion fruit vein clearing virus (PVCV) em folhas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*).

### **2.3. Epidemiologia de viroses de plantas**

Kranz (1974) define a epidemiologia como “a ciência das populações de patógenos em populações de plantas hospedeiras, e as doenças daí resultantes sobre a influência do ambiente e das interferências humanas”.

Nos casos específicos de patógenos transmitidos por vetores, como vírus, Bergamin Filho e outros (2014) expandiram a definição de epidemiologia, proposta por Kranz, para “o estudo de populações de patógenos e de seus vetores em populações de hospedeiros primários e secundários e das doenças resultantes dessas interações, sob a influência do ambiente e a interferência humana”.

Já o termo epidemia, de maneira simples, diz respeito ao progresso da doença no tempo e no espaço (KRANZ, 1990). Embora diversos fatores complexos estejam envolvidos neste processo.

O progresso de uma doença no tempo pode ser representado pela curva de progresso da doença, que para Bergamin Filho e Amorim (1996), constitui-se a melhor representação de uma epidemia.

Diversas epidemias de doenças de plantas já foram relatadas causando destruição, fome e prejuízos para várias nações em todo o mundo (BERGAMIN FILHO e outros, 2011). Por mais que novas tecnologias tenham sido empregadas, as epidemias tendem a continuar causando danos e perdas, pois fazem parte da agricultura.

Assim, o conhecimento a respeito dos agentes causais, do ciclo das relações patógeno hospedeiro, das estratégias de manejo disponíveis, da viabilidade econômica de empregá-las, bem como o entendimento dos conceitos epidemiológicos são imprescindíveis para o manejo adequado e racional das doenças de plantas (SOUZA e outros, 2014).

Em suma, a epidemiologia individual de viroses é de extrema importância. Entretanto, há também a necessidade de estudar as doenças em conjunto, com suas possíveis interações sinérgicas ou antagônicas, uma vez



que plantas podem ser infectadas simultaneamente por mais de um patógeno (KRANZ, 2003).

Nesse sentido, a epidemiologia comparativa constitui-se uma importante ferramenta para o desenvolvimento de táticas e estratégias que possibilitem uma gestão mais eficiente, econômica e sustentável de uma doença (KRANZ, 2003).

A infecção mista de maracujazeiros por vírus já foi constatada por Novaes e outros (2002) com o PWV, aqui denominado CABMV, e um *Begomovirus*.

Estudos epidemiológicos do patossistema CABMV x maracujá-amarelo já foram realizados por Narita (2007), no estado de São Paulo, e Nobrega (2013), no estado da Bahia. Ambos caracterizaram a epidemia causada pelo CABMV. O progresso temporal e espacial das demais viroses que acometem o maracujazeiro ainda não foi estudado.

#### **2.4. Podridão do colo e raízes do maracujazeiro**

Presente em todos os estados brasileiros e principais regiões produtoras de maracujá do mundo, a podridão do colo e raízes, causada principalmente pelo fungo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., constitui-se uma das mais importantes doenças do sistema radicular do maracujazeiro (SILVA, A. e outros, 2014).

Os primeiros sintomas apresentados pelo maracujazeiro são: intumescimento e formação de lesões no colo da planta, podendo progredir para cima ou para as raízes (NOVAES, 2005). Posteriormente, iniciam-se os sintomas reflexos na parte aérea com a perda da turgescência dos ponteiros, alterações na coloração das folhas para verde pálido (Figura 4) e depois para amarelo, seguido de murcha drástica, seca generalizada, desfolha e morte. Na fase final, ocorre anelamento necrótico do colo da planta, configurando assim um *die-back* (FICHER e REZENDE, 2008; DIAS e outros, 2012).



**Figura 4.** Sintomas de podridão do colo e raízes, causado por *Fusarium solani* em maracujazeiros. Sintoma de murcha à esquerda e podridão e anelamento necrótico do colo e raízes à direita.

O teleomorfo de *Fusarium solani* é *Haematonectria haematococca*, encontrando-se também *Nectria haematococca* como sinonímia. Este fungo possui descrições diferentes que variam com o meio de cultura utilizado, seja Batata-Dextrose-Ágar (BDA) ou *Carnation-Leaf-Agar* (CLA). Em BDA, de acordo com Leslie e Summerell (2006) e Brown e Proctor (2013), a cultura é branca, podendo passar a creme, com micélio esparso, e esporodóquios que podem ser produzidos em abundância, de cores azul ou verde. Muitos isolados não produzem pigmentos em ágar, embora alguns deles com coloração violeta ou marrom possam ser observados. Esporodóquios cremes, azuis ou verdes são comuns em pedaços de folhas de cravo e de ágar e contêm numerosos macroconídios. Os esporodóquios cremes normalmente produzem mais macroconídios do que os esporodóquios azuis ou verdes. Quanto à morfologia

geral dos macroconídios, segue-se a seguinte descrição: relativamente largos, retos e robustos, contendo de 5 a 7 septos, geralmente abundantes em esporodóquios. Os microconídios são ovais, elipsoides e fusiformes, podendo ter 0 ou 1 septo ou ocasionalmente 2 septos. As células conidiogênicas são do tipo monofiálides, muitas vezes bastante longas com micélio aéreo abundante.

A descrição de *F. solani* em CLA, segundo Leslie e Summerell (2006) e Brown e Proctor (2013), é a seguinte: os macroconídios são relativamente amplos, contendo de 3 a 7 septos com extremidades arredondadas e ligeiramente curvadas. São abundantemente encontrados em esporodóquios cremes e menos abundante em esporodóquios de coloração verde ou azul. Os microconídios podem ser asseptados ou com apenas um septo, de formato oval, elipsoide ou reniforme, podendo ser formados em falsas cabeças redondas sobre monofiálides relativamente longas. Alguns isolados são homotáticos e podem produzir peritécios vermelhos ou alaranjados. Os clamidósporos formam-se abundantemente e rapidamente, entre 2 e 4 semanas, podem ser formados em hifas intercalares ou formados terminalmente de hifas laterais curtas, normalmente isolados ou em pares, mas ocasionalmente em cadeias curtas, podem ser globosos, de forma oval e lisa ou áspero murado.

Quanto ao manejo da podridão do colo e raízes, diversas recomendações podem ser encontradas na literatura. As principais são baseadas no manejo fitotécnico e controle cultural (DIAS e outros, 2012; FISCHER e outros, 2007), uso de porta-enxerto resistente e fungicidas erradicantes (FISCHER e outros, 2005; FISCHER e outros, 2010) e aplicação de produtos biológicos contendo microrganismos antagonistas como *Trichoderma* spp. (QUIROGA-ROJAS e outros, 2012; AMORIM e outros, 2012).

Entretanto, um recente estudo realizado por Silva, A. e outros (2014) demonstrou que o crescimento de *F. solani in vitro* pode ser inibido satisfatoriamente por fosfito de potássio. Neste trabalho, os autores verificaram também que este produto não inibe o crescimento de

*Trichoderma* spp., e que a associação de espécies de *Trichoderma*, antagonistas ao *F. solani*, com fosfito de potássio no manejo da podridão do colo e raízes pode ser uma alternativa viável.

O fosfito de potássio é um fertilizante foliar à base de fósforo e potássio. Nos últimos anos, o seu uso tem sido intensificado para o controle de diversas doenças, devido sua ação como indutor de resistência e efeito direto sobre patógenos (RIBEIRO JUNIOR, 2008; DIANESE e BLUM, 2010).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Epidemiologia comparativa do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e do Passion fruit vein clearing virus do maracujazeiro**

##### **3.1.1. Localização do experimento e descrição da área experimental**

O experimento foi conduzido em um pomar comercial de maracujazeiro, localizado no município de Tanhaçu, BA, coordenadas 14° 8' Sul / 41° 13' Oeste e altitude de 315 m.

A área experimental foi composta por 1.344 plantas, distribuídas em 24 fileiras simples, contendo 56 plantas em cada fileira. Cada planta foi mapeada em sua respectiva posição, que serviu como base para confecção dos mapas utilizados nas avaliações. A incidência dos dois vírus foi avaliada simultaneamente na mesma área. Para a escolha do local de implantação do experimento, levou-se em consideração a importância da cultura para aquela região e o histórico de ocorrência conjunta das duas viroses.

##### **3.1.2. Avaliação e detecção dos vírus no maracujazeiro**

As avaliações foram realizadas a cada 15 dias, anotando a presença ou ausência do CABMV e PVCV em cada planta em suas respectivas posições.

A princípio, a presença de cada vírus foi considerada com base nos sintomas foliares típicos, induzido por cada vírus.

Para confirmação da infecção pelo CABMV, ao final da última avaliação, folhas do ponteiro de 159 plantas com sintomas típicos do vírus do endurecimento dos frutos foram coletadas e acondicionadas individualmente

em sacos plásticos e, em seguida, levadas para o Laboratório de Virologia Vegetal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, onde permaneceram congeladas para posterior análise pelo teste de detecção de vírus PTA-ELISA.

Para realização do PTA-ELISA, pequenos fragmentos de cada folha, proveniente de cada amostra, foram agrupados e macerados em almofariz na presença de tampão carbonato (0,015 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0,035 M NaHCO<sub>3</sub>, pH 9,6), na proporção 1:20. Foram colocados 100 µL do extrato obtido de cada amostra, por poço, em uma placa de ELISA, sendo dois poços por amostra. Foram utilizadas amostras de plantas de maracujá infectadas com o CABMV, como controle positivo, e amostras de plantas saudias, como controle negativo. Em dois poços, colocou-se água destilada, que foi considerado o branco.

A placa foi incubada por 90 minutos a 37 °C e depois lavada três vezes consecutivas com PBS-Tween (0,0015 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,14 M NaCl, 0,004 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,003 M KCl, pH 7,4 + 0,5 mL Tween 20 L-1). A seguir, foram adicionados 100 µL de antissoro específico 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 90 minutos, a 37 °C, a placa foi novamente lavada por três vezes com PBS-Tween.

Posteriormente, 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 poço. A placa foi incubada por mais 90 minutos, 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 leitura da absorbância das amostras foi realizada pelo leitor de ELISA BIOCHROM, série Expert Plus, 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 controle negativo.

A constatação da infecção pelo PVCV foi realizada com base nos sintomas típicos de clareamento das nervuras em folhas de maracujazeiros

observados em campo. Foi realizada, ainda, amostragem de plantas com sintomas de clareamento das nervuras, as quais foram coletadas e enxertadas em cinco maracujazeiros sadios para a comprovação da presença do agente biológico nas plantas sintomáticas, bem como da reprodução dos sintomas de clareamento das nervuras.

### **3.1.3. Monitoramento populacional de insetos**

O monitoramento de insetos das famílias Aphididae e Cicadellidae, vetoras de vírus, foi realizado por meio da contagem dos insetos coletados por nove armadilhas adesivas amarelas, distribuídas pela área experimental. Cada armadilha de dimensões 09 x 14 cm continha duas faces amarelas, recobertas por uma cola, onde os insetos ficaram aderidos. Nove armadilhas adesivas foram distribuídas entre as linhas de maracujazeiros, fixadas a 1,5 m de altura do solo em estacas de madeira. A cada 15 dias, novas armadilhas substituíam as antigas, que foram levadas ao Laboratório de Virologia Vegetal da UESB, para identificação e contagem dos insetos.

### **3.1.4. Análise epidemiológica das doenças**

#### **3.1.4.1. Análise Temporal**

A incidência representada em porcentagem para cada virose, em cada avaliação, foi calculada dividindo-se o número acumulado de plantas doentes pelo número total de plantas da área experimental e multiplicando o valor resultante por 100.

Plantas com sintomas de ambos vírus (infecção mista) foram contabilizadas tanto para a incidência do CABMV quanto para a do PVCV.

A análise temporal constou, numa primeira etapa, da plotagem cumulativa e não-cumulativa da incidência do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) e do Passion fruit vein clearing virus (PVCV) em função do tempo. Em seguida, diferentes modelos epidemiológicos foram ajustados aos dados de progresso das doenças, como auxílio do programa “Microsoft Excel”, “versão 15.0 (Office 2013)”, conforme metodologia descrita por Jesus Junior e outros (2004). Sendo os modelos:

Logístico:

$$y(t) = 1/(1+((1-y_0)-1)*\exp(-r*t))$$

Monomolecular:

$$y(t) = 1-(1-y_0)*\exp(-r*t)$$

Gompertz:

$$y(t) = \exp(-(-\ln(y_0))*\exp(-r*t))$$

Em que:

$y(t)$  = proporção de plantas afetadas no tempo  $t$ ;

$t$  = tempo (dias);

$y_0$  = parâmetro relacionado ao inóculo inicial;

$r^*$  = taxa de progresso da doença.

Para escolha do modelo mais adequado, considerou-se aquele que apresentou, durante o ajuste, o maior valor de  $R^{*2}$  e ausência de padrão na distribuição dos valores dos resíduos.

### **3.1.4.2. Análise Espacial**

A análise espacial consistiu no mapeamento das epidemias a partir de dados binários (presença ou ausência de sintomas do CABMV e do PVCV em maracujazeiros), com base nos mapas originais da área experimental. A cada



levantamento, as novas plantas sintomáticas foram incorporadas aos mapas anteriores, obtendo-se, assim, o número acumulado de plantas afetadas e suas respectivas posições para cada data de avaliação.

Após análise preliminar dos dados, um quadrat de 4 x 4 plantas foi definido, de modo a conter um número fixo de plantas, quando sobreposto aos mapas. Para cada quadrat, foi determinada a proporção de plantas afetadas em cada avaliação e calculada a incidência de plantas doentes na parcela ( $p = D/T$ ), em que: T= número total de plantas e D= número total de plantas doentes no mapa. A Incidência ( $p$ ), assim calculada, foi a base para o cálculo do índice de dispersão (MADDEN e HUGHES, 1995).

### 3.1.4.3. Índice de Dispersão (*ID*)

O índice de dispersão (*ID*) é função da variância observada ( $V_{obs}$ ) e da variância binomial ( $V_{bin}$ ), esses índices podem indicar padrões espaciais regulares ( $ID < 1$ ), aleatórios ( $ID = 1$ ) e agregados ( $ID > 1$ ). Os valores de *ID* foram estimados para cada virose na parcela, a cada avaliação, por meio da equação:

$$ID = V_{obs} / V_{bin}$$

Em que:

$$V_{obs} = \sum (X_i - np)^2 / n^2 (N-1);$$

$$V_{bin} = p(1-p) / n.$$

Em que  $\sum X_i$  é o somatório do número de plantas sintomáticas em cada *quadrat*  $i$ ,  $N$  é o número de *quadrats* em cada área e  $p$  é a incidência na parcela  $n$ , o número de plantas por *quadrat*.

Adotou-se para os cálculos dos valores dos índices de dispersão, das duas epidemias, *quadrats* de tamanho 4x4 plantas.

De posse dos valores de *ID*, aplicou-se o teste qui-quadrado ao nível de significância de 5%, para verificar se o valor calculado foi maior, igual ou menor que 1,0.

### **3.2. Efeito de fosfito de potássio no crescimento do *Fusarium solani* do maracujazeiro**

#### **3.2.1. Obtenção do isolado do *Fusarium solani***

Para obtenção do isolado de *F. solani*, amostras de plantas de maracujazeiros com sintomas de apodrecimento do colo e raízes, provenientes de plantios comerciais localizados no município de Livramento de Nossa Senhora, BA, foram coletadas e encaminhadas ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB para a devida identificação e isolamento do fungo.

O isolamento consistiu na lavagem das raízes em água corrente e desinfestação em solução de hipoclorito de sódio 1% durante um minuto, álcool 70% por um minuto, e água destilada e autoclavada por mais um minuto. Este material foi mantido em câmara úmida até o surgimento de estruturas fúngicas que possibilitassem a identificação do mesmo.

A identificação de *F. solani* foi realizada com base nas características morfológicas dos macroconídios, microconídios, clamidósporos e conidióforos, descrita por Leslie e Summerell (2006).

Após a identificação, fragmentos de micélio foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), as quais foram mantidas em BOD, em temperatura de 25° C e fotoperíodo de 12 horas.

#### **3.2.2. Inibição do crescimento micelial do *Fusarium solani* submetido a diferentes concentrações de fosfito de potássio**

Para o teste de inibição, utilizou-se o produto comercial Phytogard Potássio, cujo nome técnico é fosfito de potássio, que contém em sua composição  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , nas concentrações de 596 e 298  $g.l^{-1}$  de ingrediente ativo, respectivamente.

O fosfito de potássio foi adicionado em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), fundente a 45-50°C, diluídos em série, de modo a se obter as respectivas concentrações do produto comercial: 0, 1, 10, 50, 100, 250, 500, 750 e 1000 ppm. Após o preparo, 20 mL de meio de cultura foi vertido em cada placa de Petri com nove centímetros de diâmetro. Placas contendo meio BDA sem adição de fosfito de potássio foram utilizadas como testemunha (0 ppm).

Discos de BDA de 7 mm de diâmetro, colonizados por *F. solani*, foram retirados dos bordos de colônias com sete dias e inoculados no centro de cada placa de Petri. Após as repicagens, as placas foram incubadas em BOD com fotoperíodo de 12 horas, a 25°C, por um período de dez dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 09 tratamentos (0, 1, 10, 50, 100, 250, 500, 750 e 1000 ppm), no qual cada tratamento foi constituído de 05 repetições, sendo cada placa considerada uma repetição.

A avaliação do crescimento micelial do *F. solani* foi realizada a cada dois dias até a testemunha alcançar a borda da placa, por meio da medição do diâmetro das colônias, com o auxílio de uma régua milimétrica, em dois sentidos perpendiculares entre si, tomando-se como valor de crescimento a média das duas medidas. Com a média dos diâmetros das colônias foi calculada a percentagem de inibição dos tratamentos em relação à testemunha, pela seguinte fórmula:

$$\%I = (C-T) / C \times 100$$

Em que:

%I= percentagem de inibição;

C= diâmetro médio do crescimento micelial da testemunha;

T= diâmetro médio do crescimento micelial do tratamento.

Os resultados foram submetidos às análises de variância e de regressão, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

### **3.2.3. Efeito do pH no crescimento micelial do *Fusarium solani***

Como o *Fusarium solani* não cresce em meio ácido e o fosfito de potássio apresenta pH entre 2,0 e 3,0, avaliou-se o efeito do pH de cada concentração do fosfito sobre o crescimento micelial do *F. solani*.

Com o auxílio de um pHmetro de bancada, mediu-se o pH de cada meio correspondente a cada concentração de fosfito de potássio utilizada no teste de inibição. Com os valores de pH's obtidos para cada concentração de fosfito de potássio, foram preparados meios de cultura BDA com os pH's correspondentes. O ajuste foi realizado utilizando-se soluções de 0,1M de HCl e 0,2M de NaOH, até a obtenção dos respectivos meios com pH's correspondentes para cada concentração de fosfito, sendo eles: pH 5,57 (0 e 1 ppm); pH 5,56 (10 ppm); pH 5,48 (50 ppm); pH 5,38 (100 ppm); pH 5,18 (250 ppm); pH 5,03 (500 ppm); pH 4,74 (750 ppm) e pH 4,51 (1000 ppm).

Verteu-se meio BDA com pH ajustado em cada placa de Petri e, após resfriamento e solidificação do meio, procedeu-se com a inoculação, colocando em cada placa, discos contendo o isolado de *F. solani* de 7 mm de diâmetro, crescido em BDA, retirados na zona de maior atividade de crescimento do *F. solani*. Posteriormente, as placas foram incubadas em fotoperíodo de 12 horas, a 25°C, por um período de dez dias.

O delineamento experimental foi o DIC, com 08 tratamentos (pH 5,57; 5,56; 5,48; 5,38; 5,18; 5,03; 4,74 e 4,51) e 05 repetições, sendo cada placa considerada uma repetição. As concentrações 0 e 1 ppm apresentaram

os mesmos valores de pH (5,57). A avaliação do crescimento micelial do *F. solani* foi realizada conforme o protocolo descrito no item anterior. Os resultados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

#### **3.2.4. Efeito do fosfito de potássio na densidade micelial do *Fusarium solani***

Após a avaliação do crescimento micelial do *F. solani*, submetido a diferentes concentrações de fosfito de potássio, discos de BDA contendo o fungo foram retirados a uma distância de 2 cm do centro de cada placa. Estes discos, de 7 mm de diâmetro, foram acondicionados individualmente em cada poço de uma placa de ELISA, as quais correspondem ao mesmo diâmetro. Os discos de BDA contendo o micélio do *F. solani* foram acondicionados em quatro poços da placa de ELISA, sendo cada um considerado uma repetição. A absorbância de cada um dos poços foi medida em leitor de ELISA, utilizando-se filtro de 405 nm.

Os resultados foram submetidos às análises de variância e de regressão, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

#### **3.2.5. Avaliação *in vitro* do efeito fungicida e fungistático do fosfito de potássio sobre *Fusarium solani*.**

Após a realização do teste de inibição do crescimento micelial de *F. solani*, foram selecionadas as concentrações que inibiram o crescimento do fitopatógeno e procedeu-se com o teste para avaliar se o fosfito de potássio apresenta característica fungicida ou fungistática na inibição do *F. solani*. Para isso, discos de 7 mm de diâmetro, colonizado pelo fungo, foram retirados e repicados para meio BDA puro, sendo dois discos para cada concentração.

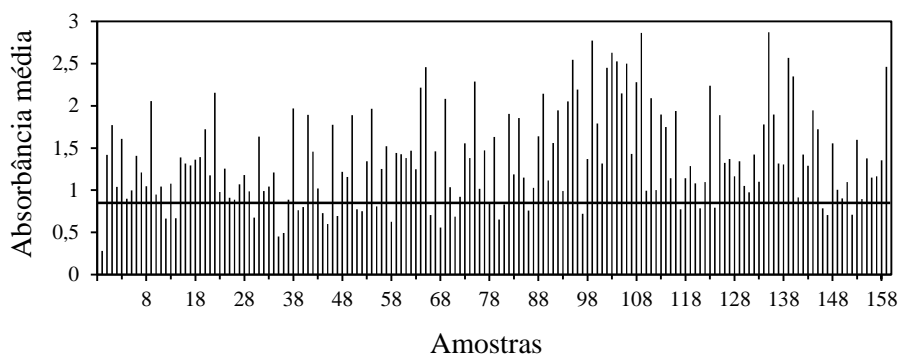
Em seguida, as placas de Petri foram colocadas em BOD a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas.

A avaliação consistiu na verificação do crescimento ou não da colônia de *F. solani*, sendo considerado efeito fungistático, quando verificado o crescimento; e fungicida, quando não verificado o crescimento.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Identificação dos vírus

Das 159 plantas amostradas, 132 (83%) foram consideradas positivas para o CABMV, pelo teste PTA-ELISA (Figura 5).



**Figura 5.** Valores médios de absorvância de extratos de folhas de maracujazeiros, com sintomas *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), em teste de PTA-ELISA. As duas primeiras barras representam os valores de absorvância dos controles negativo e positivo, respectivamente. Amostras com valores de absorvância acima da linha contínua, que cruza as barras em 0,848 (três vezes o valor do controle negativo), foram consideradas positivas para o CABMV.

A irregularidade dos valores médios de absorvância apresentada pelas amostras de maracujazeiros testadas neste trabalho pode ser explicada pela distribuição irregular do CABMV na planta. Esta irregularidade pode ocorrer entre as folhas do maracujazeiro e até mesmo dentro de uma mesma folha, conforme constatado por Novaes e Rezende (2003).

Quanto à confirmação da infecção do PVCV por enxertia, os sintomas de clareamento das nervuras foram reproduzidos em todas as plantas testadas.

#### 4.2. Monitoramento populacional de insetos

Ao longo de todo período, dos 45 aos 130 dias após o plantio das mudas (DAP), nenhum pulgão foi capturado pelas armadilhas adesivas amarelas espalhadas pela área.

Os resultados obtidos com o presente trabalho, quanto ao levantamento populacional de pulgões em maracujazeiros, corroboram o estudo similar realizado por Nobrega (2013). A autora capturou apenas nove pulgões, durante cinco meses de avaliações, utilizando armadilhas idênticas às do presente trabalho. Estes resultados divergem daqueles apresentados em levantamento populacional de afídeos, realizado por Narita (2007), o qual verificou uma altíssima flutuação populacional de pulgões em áreas de maracujazeiro em regiões produtoras do estado de São Paulo, utilizando o método tipo “Moericke” para captura. Esse método consiste em colocar sobre o solo bandejas amarelas contendo água.

Uma quantidade considerável de cigarrinhas (*Empoasca* sp.) foi coletada no decorrer das avaliações. Sua flutuação populacional pode ser visualizada na Tabela 1.

A presença de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), próximo à área do experimento, pode ter contribuído para o aumento desses insetos, os quais são considerados praga daquela cultura (SILVA, V. e outros, 2014).

Trabalhos realizados por Lamprecht e outros (2010) e Chen e outros (2012) têm relatado cigarrinhas da família Cicadellidae como transmissoras de vírus da família Rhabdoviridae, cabendo, assim, futuras investigações para a transmissão do vírus do clareamento das nervuras do maracujazeiro (PVCV) por tais insetos.



**Tabela 1.** Insetos capturados por nove armadilhas adesivas amarelas, fixadas a 1,5 m do solo, entre linhas de maracujazeiros, ao logo de cinco avaliações.

DAP <sup>(1)</sup>	Insetos	Insetos por armadilha									Média
60	Cigarrinha	12	12	9	4	33	11	8	8	11	12
	Pulgão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	Cigarrinha	67	14	2	22	19	11	16	60	16	25
	Pulgão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	Cigarrinha	31	55	45	32	-	-	-	-	-	41
	Pulgão	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0
109	Cigarrinha	17	10	17	18	17	36	-	-	-	19
	Pulgão	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0
130	Cigarrinha	27	9	10	38	23	18	-	-	-	21
	Pulgão	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0

<sup>(1)</sup> Dias após o plantio das mudas, (-) armadilha danificada, não contabilizada.

### 4.3. Epidemiologia comparativa do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e do *Passion fruit vein clearing virus*

#### 4.3.1. Incidência das doenças

As avaliações tiveram início e fim aos 45 e 130 dias após o plantio das mudas (DAP), respectivamente, totalizando seis avaliações durante os meses de junho a setembro de 2012. O fim das avaliações foi condicionado ao entrelaçamento das plantas, impossibilitando a individualização das mesmas.

As primeiras plantas com sintomas induzidos pelo CABMV e pelo PVCV foram observadas aos 60 e 77 DAP, respectivamente.

A incidência máxima acumulada, observada durante a última avaliação, foi de 11,8% para o CABMV e 18,5% para o PVCV. Apenas 2,8% das plantas apresentaram sintomas de infecção mista ao final das avaliações.

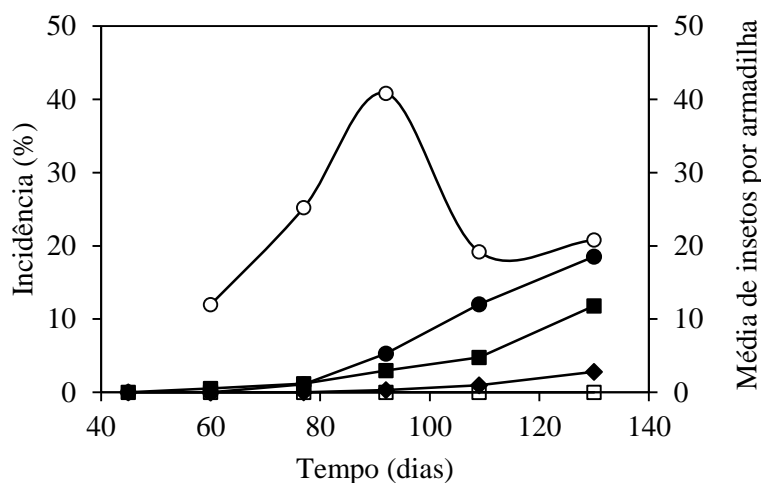
A evolução temporal das duas epidemias pode ser visualizada na Tabela 2 e Figura 6.

**Tabela 2.** Incidência (%) do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), Passion fruit vein clearing virus (PVCV) e de infecção mista pelo CABMV e PVCV em maracujazeiros, ao longo de seis avaliações.

Avaliações	DAP <sup>(1)</sup>	Incidência (%)		
		CABMV	PVCV	Infecção Mista
1 <sup>a</sup>	45	0	0	0
2 <sup>a</sup>	60	0,52	0	0
3 <sup>a</sup>	77	1,19	1,12	0
4 <sup>a</sup>	92	2,98	5,28	0,3
5 <sup>a</sup>	109	4,76	12,05	0,96
6 <sup>a</sup>	130	11,83	18,53	2,83

<sup>(1)</sup> Dias após o plantio das mudas.

Por se tratar de um vírus transmitido basicamente por insetos vetores (pulgões), o fato de não ter coletado pulgões por armadilhas adesivas amarelas na área experimental explica, em parte, a baixa incidência de plantas infectadas pelo CABMV neste trabalho. Uma vez que a intensidade de podas, durante a fase de formação do maracujazeiro, também pode contribuir para a disseminação do CABMV em campo (NOBREGA, 2013).

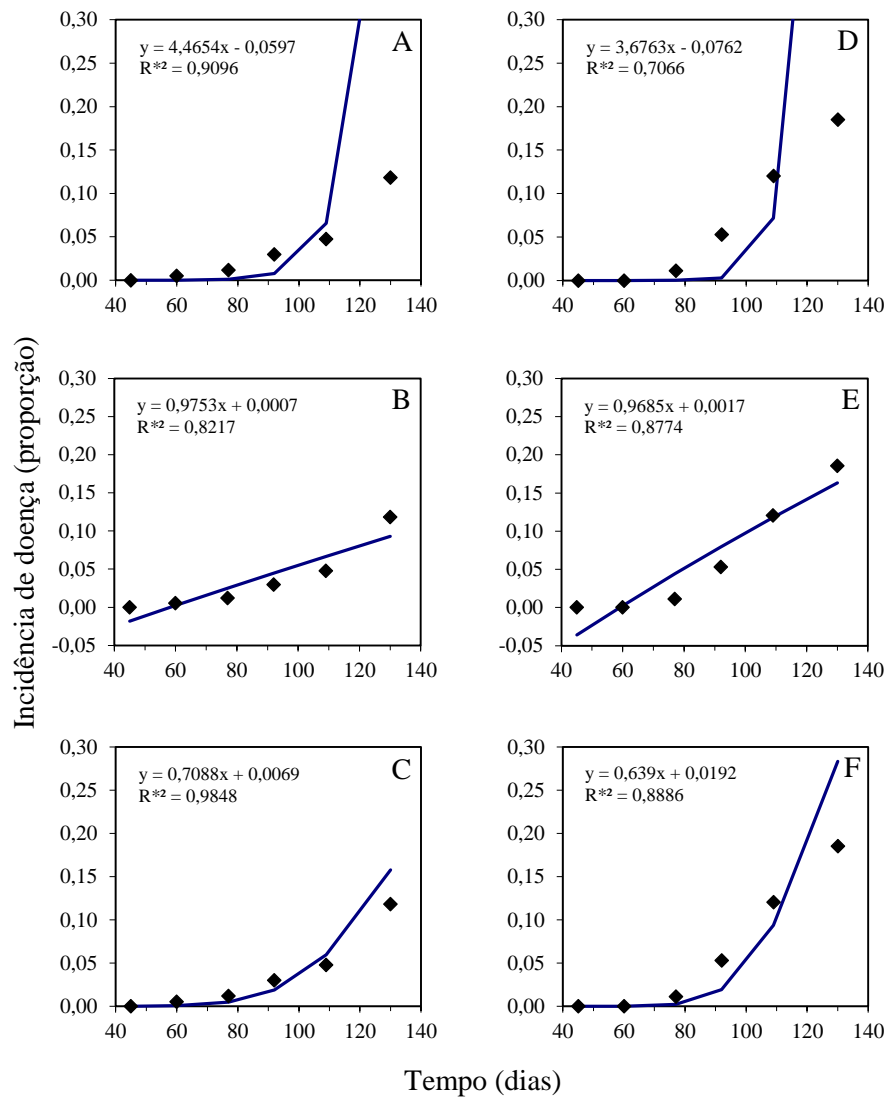


**Figura 6.** Incidência (%) do CABMV (■), PVCV (●) e de infecção mista (◆), e número médio de insetos, pulgões (□) e cigarrinhas (○), capturados por armadilhas adesivas amarelas em maracujazeiros entre 45 e 130 dias após o plantio das mudas.

Ao analisar a Figura 6, pode-se verificar uma tendência de elevar a incidência do PVCV com o aumento do número de cigarrinhas na área. Embora não se possa tirar conclusões mais precisas, devido à descontinuidade das avaliações epidemiológicas e monitoramento populacional dos insetos.

#### 4.3.2. Análise temporal

Aos dados de incidência do CABMV e PVCV foram ajustados os modelos logístico, monomolecular e de Gompertz. Assim, obtiveram-se as curvas de progresso das doenças com valores reais e previstos para cada epidemia, apresentadas graficamente na Figura 7; os resíduos para cada modelo testado, conforme ilustrado na Figura 8; e os parâmetros  $y_0$ ,  $r^*$  e  $R^{*2}$  que correspondem, respectivamente, ao inoculo inicial; a taxa de progresso da doença e ao coeficiente de determinação obtido da regressão linear entre valores observados e previstos de  $y$  (sem transformação) (Tabela 3).

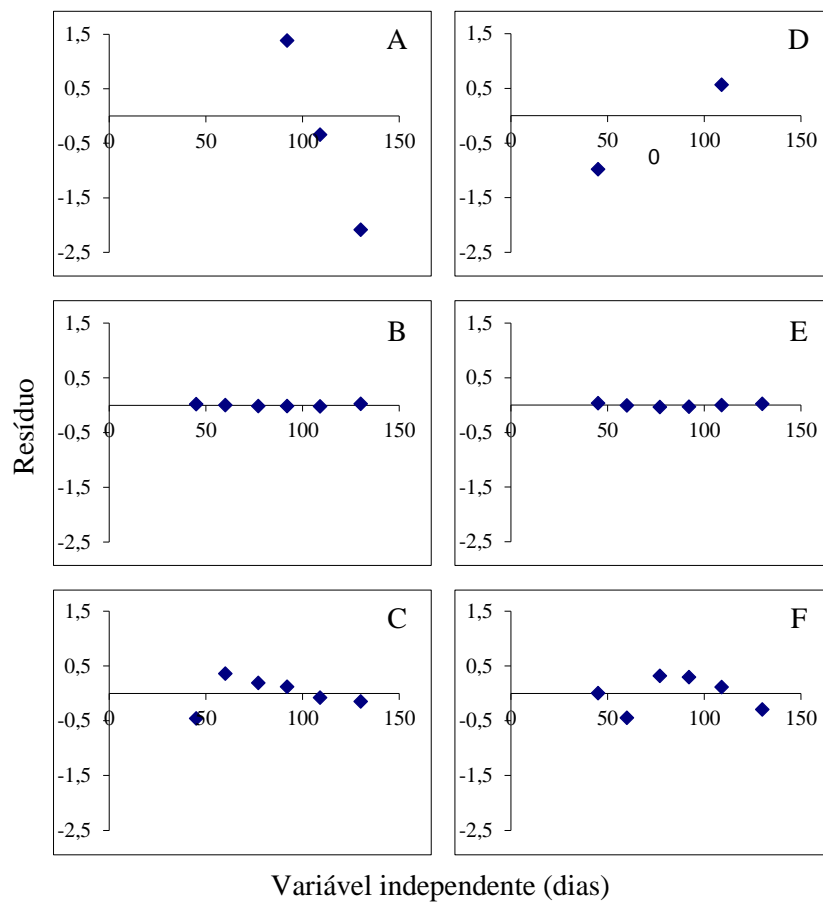


**Figura 7.** Dados reais (♦) e a curva prevista de doença (—). *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) e os modelos logístico (A), monomolecular (B) e de Gompertz (C). *Passion fruit vein clearing virus* (PVCV) e os modelos logístico (D), monomolecular (E) e de Gompertz (F).

**Tabela 3.** Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^{*2}$ ) dos modelos Logístico, Monomolecular e de Gompertz, ajustados por meio de regressão não-linear aos dados de incidência do CABMV e PVCV.

Modelos	Parâmetros	Vírus	
		CABMV	PVCV
Logístico	$y_0$	0,0	0,0
	$r^*$	0,1300	0,1966
	$R^{*2}$	0,9096	0,7066
Monomolecular	$y_0$	-0,0824	-0,1597
	$r^*$	0,0014	0,0025
	$R^{*2}$	0,8217	0,8774
Gompertz	$y_0$	0,0	0,0
	$r^*$	0,0202	0,0301
	$R^{*2}$	0,9848	0,8886

Os parâmetros  $y_0$ ,  $r^*$  e  $R^{*2}$  correspondem, respectivamente, ao inóculo inicial, à taxa de progresso da doença e ao coeficiente de determinação.



**Figura 8.** Resíduo *versus* variável independente (tempo). *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV): logístico (A), monomolecular (B) e de Gompertz (C). *Passion fruit vein clearing virus* (PVCV): logístico (D), monomolecular (E) e de Gompertz (F).

Levando-se em consideração o maior valor apresentado pelo coeficiente de determinação  $R^{*2}$ , para os dados de progresso do CABMV, o modelo de Gompertz foi o que permitiu o melhor ajuste ( $R^{*2}= 0,98$ ), contudo, os modelos monomolecular e logístico também apresentaram altos valores de  $R^{*2}$ , os quais foram 0,91 e 0,82, respectivamente. A distribuição ao acaso, ao redor do eixo zero dos valores de resíduos para o modelo de Gompertz, também confirma a escolha deste modelo como o mais adequado (Figura 8).

Para os dados de progresso do PVCV, considerando os valores do  $R^{*2}$ , o modelo de Gompertz também foi o que possibilitou o ajuste mais adequado, embora tenha apresentado apenas uma leve vantagem sobre o monomolecular, com valores de 0,89 e 0,88, respectivamente. Mas quando se compara o modelo de Gompertz ao monomolecular, quanto à ausência de tendência pelos valores de resíduos, o de Gompertz claramente é o mais adequado para descrever esta epidemia.

Ao estudar o progresso temporal do CABMV, em duas áreas de maracujazeiros, Nobrega (2013) concluiu ser o logístico o modelo que proporcionou o melhor ajuste aos dados gerados com sua pesquisa. Nesse trabalho, a autora associou as infecções iniciais aos insetos vetores e posteriormente à prática de podas, a qual teria sido responsável pela grande disseminação secundária.

No presente estudo, não foi observada a presença de insetos vetores durante as avaliações, contudo, Narita (2007) evidenciou que pulgões do gênero *Aphis* são os principais vetores desta virose em campo.

A transmissão por ferramentas de poda também pode ter sido, em parte, responsável pela disseminação secundária do CABMV na área em questão. O fato da incidência final ter sido baixa pode ser explicado pela reduzida presença de insetos vetores na área.

Com relação ao PVCV, levando-se em consideração a possibilidade de expansão da epidemia, prevista por modelos (Figura 7), pode-se considerar bastante expressiva a incidência observada neste experimento, uma vez que

esta virose pode alcançar altos níveis de incidência, conforme relatado por Kitajima e Crestani (1985).

A curva de progresso do PVCV, embora parecida com a do CABMV, pode ter origem distinta, uma vez que o PVCV não é transmitido por pulgões, ferramentas de corte e mecanicamente (CHAGAS e outros, 1983). Entretanto, o progresso da epidemia causada pelo PVCV pode estar associado à transmissão por um outro inseto vetor, como, por exemplo, a cigarrinha.

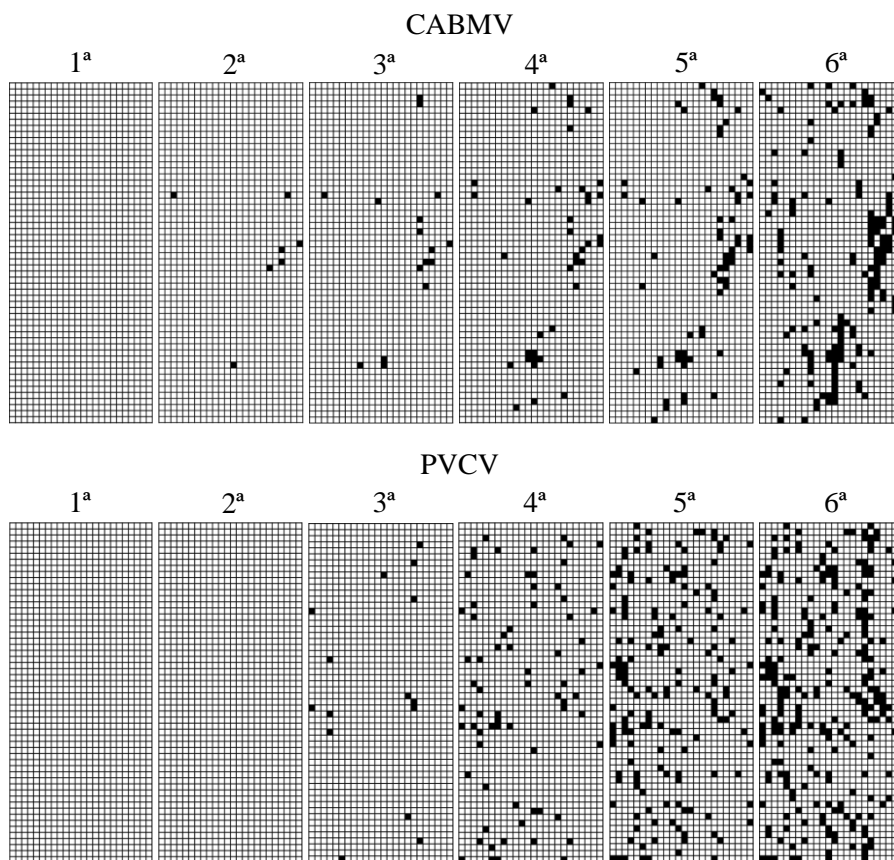
É possível que a presença de leguminosas (*Vigna unguiculata*), constatada próximo à área de maracujazeiro estudada, tenha influenciado a população de cigarrinhas, as quais merecem ser estudadas com possíveis vetores do vírus do clareamento das nervuras do maracujazeiro (PVCV).

Tendo em vista que modelos epidemiológicos podem ser usados para a previsão de níveis futuros de doenças e que essa informação pode respaldar o controle economicamente correto (ZAMBOLIM e outros, 2004), a semelhança entre o progresso do CABMV e PVCV em campo, evidenciada pelo ajuste de seus dados ao modelo de Gompertz, constitui-se uma importante informação para um possível manejo conjunto dessas doenças em campo, principalmente, se ambas as doenças forem transmitidas por insetos vetores.

#### **4.3.3. Análise Espacial**

No intuito de facilitar a visualização e comparação das epidemias causadas pelo CABMV e PVCV, mapas da distribuição espacial, ao longo de seis avaliações, foram dispostos na Figura 9.





**Figura 9.** Mapas da distribuição espacial de maracujazeiros infectados pelo CABMV e PVCV, ao longo de seis avaliações quinzenais. Plantas com e sem sintomas estão representadas por (■) e (□), respectivamente.

#### 4.3.3.1. Índice de Dispersão (ID)

O índice de dispersão (ID) foi calculado a partir da segunda e terceira avaliação para o CABMV e PVCV, respectivamente. Isso devido à incidência de ambas as viroses terem sido constatadas somente a partir dessas avaliações.

O padrão de distribuição espacial inicial do CABMV, observado durante a 2ª e 3ª avaliação, cujos valores de ID foram 1,22 e 1,34, respectivamente, foi considerado aleatório pelo teste de  $\chi^2$  a 5% de probabilidade. A partir da 4ª avaliação, os valores do ID foram significativamente maiores que 1 e a distribuição espacial do CABMV passou a ser agregada até a última avaliação (Tabela 4).

O padrão de distribuição espacial do PVCV foi considerado aleatório durante todo o período avaliado. Seus valores de ID não foram significativamente maiores que 1 pelo teste de  $\chi^2$  a 5% de probabilidade, conforme observado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Incidência (%) e Índice de Dispersão (ID) do *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) e do Passion fruit vein clearing virus (PVCV) em cultivo de maracujazeiro no sudoeste da Bahia. Quadrat 4x4 plantas.

Avaliações	CABMV		PVCV	
	Incidência (%)	ID	Incidência (%)	ID
1ª	0	-	0	-
2ª	0,52	1,22	0	-
3ª	1,19	1,34	1,12	1,39
4ª	2,97	2,16*	5,28	1,13
5ª	4,76	2,48*	12,05	1,32
6ª	11,83	2,86*	18,53	1,49

\*Valores significativamente maiores que 1,0 pelo teste de  $\chi^2$  a 5% de probabilidade.

A distribuição aleatória inicial do CABMV, com posterior agregação, também foi observada por Nobrega (2013) em uma de duas áreas com maracujazeiros, durante a realização de um estudo similar. Os resultados obtidos com o presente trabalho corroboram os obtidos com o trabalho supracitado e reforça a hipótese levantada pela autora, de serem os insetos vetores os responsáveis pela disseminação inicial, e as podas de formação e condução, bem como o manejo adotado pelo produtor os responsáveis pela disseminação secundária e agregação do CABMV em plantios comerciais de maracujazeiros com baixa incidência de insetos vetores.

Os padrões de distribuição espacial do CABMV e PVCV foram distintos, indicando a participação de vetores também distintos na disseminação de cada vírus.

Para Bergamin Filho e outros (2014), o padrão espacial de uma fitovirose depende das características intrínsecas ao vetor (ou vetores) e de suas relações com o meio ambiente, podendo uma mesma virose apresentar padrões de distribuição espacial diferentes, a depender da predominância de vetores de uma ou outra espécie, em uma determinada região.

Devido ao PVCV não ser transmitido por ferramentas de corte e mecanicamente (CHAGAS e outros, 1983), e pela incidência observada, bem como seu padrão aleatório de distribuição encontrado neste trabalho, pode-se inferir que este vírus necessita de um vetor para a sua dispersão em campo.

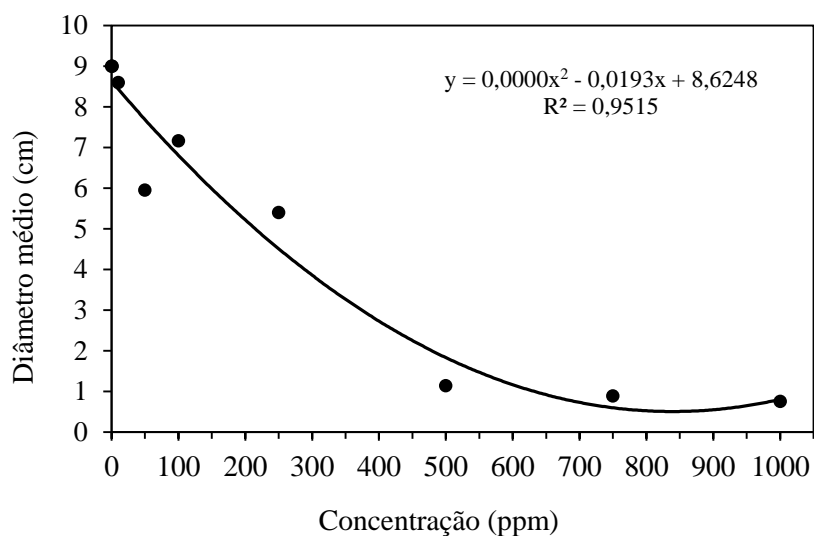
#### **4.4. Efeito de fosfito de potássio no crescimento do *Fusarium solani* do maracujazeiro**

##### **4.4.1. Inibição do crescimento micelial do *Fusarium solani* submetido a diferentes concentrações de fosfito de potássio**

O fosfito de potássio apresentou efeito inibitório sobre o crescimento micelial de *Fusarium solani* isolado de raízes de maracujazeiro, a partir da concentração de 10 ppm, intensificando a inibição com o aumento das

concentrações do produto no meio BDA até a concentração máxima testada de 1000 ppm (Figura 10) .

O modelo de regressão quadrática foi o que melhor ajustou-se aos valores de diâmetro médio das colônias de *F. solani*, crescidas em diferentes concentrações de fosfito de potássio no meio BDA, conforme Figura 10.



**Figura 10.** Crescimento micelial de *Fusarium solani* em diferentes concentrações de fosfito de potássio no meio BDA.

As concentrações de 1000 e 750 ppm foram as que promoveram as maiores percentagens de inibição do *F. solani*, sendo 91,5% e 90,1%, respectivamente. Contudo, a concentração de 500 ppm também inibiu satisfatoriamente o crescimento micelial de *F. solani*, com 84,3% de inibição (Tabela 5).

Em um estudo similar a este, Silva e outros (2014) obtiveram 83% de inibição do crescimento micelial de *F. solani* com 500 ppm de fosfito de potássio diluído no BDA. Este valor é muito próximo dos 84,3% obtidos com o presente trabalho, ao utilizar a mesma concentração de fosfito de potássio no meio.

**Tabela 5.** Percentagem de inibição de *Fusarium solani*, em meio BDA, contendo diferentes concentrações de fosfito de potássio.

Concentração de fosfito de potássio	Diâmetro médio (cm)	% de inibição
0 ppm	9,00	0,0
1 ppm	9,00	0,0
10 ppm	8,60	4,4
50 ppm	5,95	33,9
100 ppm	7,16	20,4
250 ppm	5,40	40,0
500 ppm	1,14	84,3
750 ppm	0,89	90,1
1000 ppm	0,76	91,5

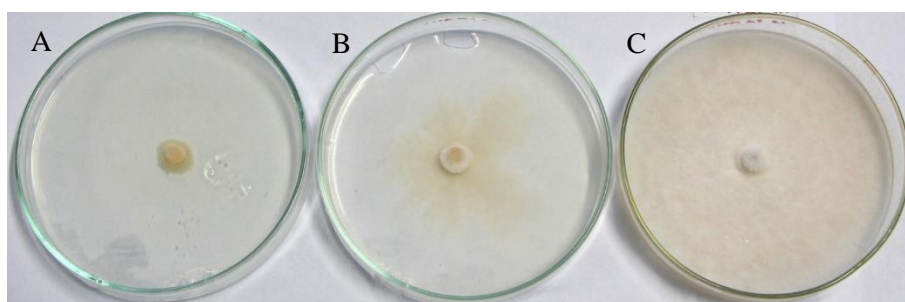
O efeito direto de fosfito de potássio sobre outros fungos também já foi observado por outros autores, como na redução do crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* e esporulação de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, patógenos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), relatado por Caixeta e outros (2012), utilizando concentrações de 125, 250 e 500 ppm. Araújo e outros (2010) relataram 94% de inibição, *in vitro*, do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado de macieira (*Malus domestica*), com a concentração de 1500 ppm de fosfito de potássio no BDA.

O efeito fungitóxico de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum* spp., isoladas de outras culturas, também foi relatado por Alexandre e outros (2014), ao estudar o efeito deste produto sobre *C. tamarilloi* isolado de Jiló (*Solanum gilo*), e por Ogoshi e outros (2013) com *C. gloeosporioides* em cafeeiro (*Coffea arabica*).

O fosfito de potássio isolado ou em associações com fungicidas também exerce controle sobre oomicetos, como *Phytophthora infestans*, agente causal da requeima, uma das principais doenças do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (TÖFOLI e outros, 2012).

Além da associação aos fungicidas, há também a possibilidade, segundo Silva e outros (2014), de associar fosfito de potássio a produtos biológicos à base de *Trichoderma* spp., uma vez que estes fungos não são afetados pelo fosfito de potássio.

O crescimento micelial e o aspecto geral de colônias de *F. solani*, após 10 dias de inoculação em meio BDA contendo diferentes concentrações de fosfito de potássio, podem ser visualizados na Figura 11.



**Figura 11.** Efeito de concentrações de fosfito de potássio no meio BDA (A: 500 ppm, B: 250 ppm e C: 0 ppm), no crescimento micelial de *Fusarium solani*.

#### 4.4.2. Efeito do pH no crescimento micelial do *Fusarium solani*

O crescimento micelial do *Fusarium solani* não foi significativamente afetado pela variação do pH do meio BDA, dentro da faixa testada (4,51 a 5,57), confirmando, assim, o efeito isolado do fosfito de potássio na inibição do crescimento micelial deste fungo (TABELA 6).

**Tabela 6.** Crescimento micelial de *F. solani* cultivado em BDA com diferentes pH's, ajustados por meio da adição de ácido clorídrico.

pH do meio*	Diâmetro médio (cm) aos 10 dias de incubação
4,51	9,0
4,74	9,0
5,03	9,0
5,18	9,0
5,38	9,0
5,48	9,0
5,56	9,0
5,57	9,0

\*Os pH's 4,51, 4,74, 5,03, 5,18, 5,38, 5,48 e 5,56 correspondem aos pH's das concentrações de fosfito de potássio 1000, 750, 500, 250, 100, 50 e 10 ppm, respectivamente. As concentrações 0 e 1 ppm apresentaram o mesmo valor de pH (5,57).

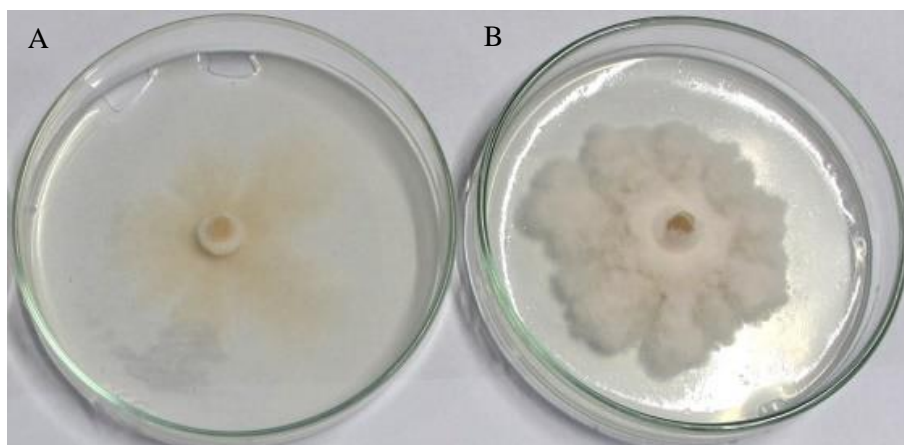
Ao avaliar o crescimento micelial de *Verticillium lecanii* em meios de cultivo com pH variando entre 4,0 e 9,0, Monteiro e outros (2004) também observaram que não houve grande influência do pH inicial sobre o fungo, que foi capaz de superar possíveis restrições impostas pelos diferentes pH do meio, exceto no pH mais ácido 4,0, no qual seu crescimento foi reduzido.

Não foi estudado neste experimento o crescimento de *F. solani* em meio com pH abaixo de 4,51.

#### **4.4.3. Efeito do fosfito de potássio na densidade micelial do *Fusarium solani***

Durante as avaliações da inibição micelial do *F. solani* pelo fosfito de potássio, foi observado um crescimento do fungo, muito próximo entre as concentrações de 50 e 250 ppm. No entanto, mesmo com os diâmetros das colônias parecidos, apresentava uma diferença marcante na altura da colônia.

Nas maiores concentrações de fosfito de potássio, o micélio era menos espesso (Figura 12), fazendo-se necessária a quantificação da densidade micelial do *F. solani*.



**Figura 12.** Diferença na densidade micelial de *Fusarium solani* cultivado em meio BDA com fosfito de potássio nas concentrações de 250 e 50 ppm, placas A e B, respectivamente.

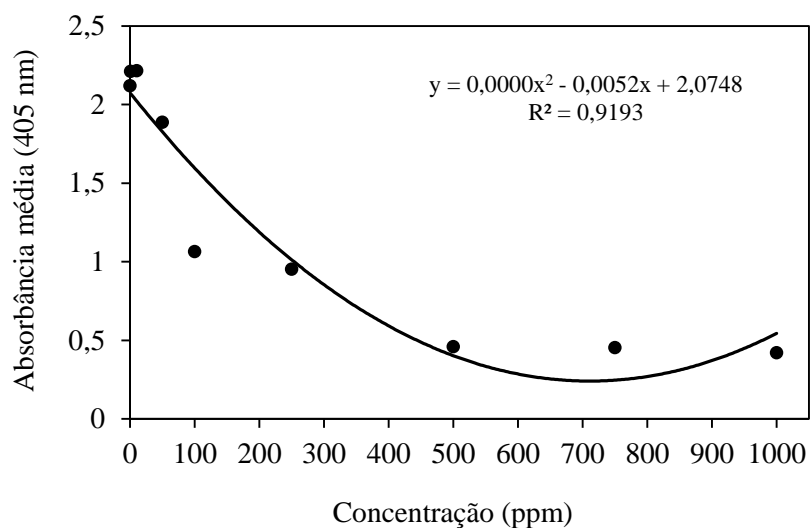
O modelo de regressão quadrática foi o que teve o melhor ajuste aos valores de absorvância média das culturas de *F. solani*, expostas a diferentes concentrações de fosfito de potássio no meio BDA (Figura 13).

Pela absorvância média das colônias de *F. solani*, as concentrações de 1000, 750 e 500 ppm de fosfito de potássio apresentaram um comportamento semelhante quanto à inibição do desenvolvimento micelial do fungo, promovendo uma maior inibição em relação às demais concentrações.

A densidade micelial de *F. solani* foi reduzida em aproximadamente 50% em torno da concentração de 250 ppm de fosfito de potássio no meio BDA.

As menores concentrações de fosfito de potássio no meio BDA (1, 10 e 50 ppm) não foram capazes de reduzir expressivamente a densidade micelial de *F. solani*, apresentando basicamente o mesmo comportamento.





**Figura 13.** Absorvância média de colônias de *Fusarium solani*, submetidas a diferentes concentrações de fosfito de potássio no meio BDA. Valores menores de absorvância indicam uma menor densidade micelial e, conseqüentemente, uma maior inibição do desenvolvimento de *F. solani* por fosfito de potássio.

A avaliação da densidade micelial por leitura de absorvância refletiu com maior fidelidade o efeito de fosfito de potássio sobre *F. solani*, podendo esta ser uma nova importante ferramenta para explicar situações semelhantes às encontradas no presente estudo.

#### 4.4.4. Avaliação *in vitro* do efeito fungicida e fungistático do fosfito de potássio sobre *Fusarium solani*

Discos de 7 mm de diâmetro foram retirados das colônias de *F. solani*, após 14 dias de incubação em meio DBA, com 50, 100, 250, 500, 750 e 1000 ppm de fosfito de potássio, e repicados para meio BDA puro.

O *Fusarium solani*, advindo de todas as concentrações de fosfito de potássio testadas, foi capaz de retomar seu crescimento.

Assim, fica claro o efeito fungistático de fosfito de potássio sobre *F. solani*.

## 5. CONCLUSÕES

O modelo Gompertz é o que melhor descreve o progresso temporal das epidemias causadas pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) e Passion fruit vein clearing virus (PVCV), dentro da incidência e condições observadas.

O padrão de distribuição espacial do CABMV é agregado e o do PVCV, aleatório.

As epidemias causadas pelo CABMV e PVCV, em cultivos de maracujazeiros, apresentam curvas de progresso temporal semelhantes e padrões de distribuição espacial distintos.

Fosfito de potássio inibe o crescimento e reduz a densidade micelial de *F. solani*.

O pH do meio BDA, em decorrência da adição de fosfito de potássio, não afeta o crescimento de *F. solani*.

O fosfito de potássio apresenta efeito fungistático sobre *F. solani*.

## 6. REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, E. R.; HERCULANO, L. M.; SILVA, J. M.; OLIVEIRA, S. M. A. Fosfitos no manejo da antracnose do jiló. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 930-938, dez. 2014.

ALVES, A. C. C. N. **Identificação de isolados do *Sida mottle virus* e *Sida micrantha mosaic virus* não transmissíveis por *Bemisia tabaci* biótipo B que infectam maracujazeiros (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*)**. 2012., 77 f. Tese (Doutorado em agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

AMORIM, J. S.; ROCHA SOBRINHO, G. G.; SANTOS, R. S.; NOVAES, Q. S. Avaliação *in vivo* do antagonismo de espécies de *Trichoderma* ao *Fusarium solani*, agente causal da podridão do colo e raízes do maracujazeiro. In: seminário de iniciação científica e tecnológica da UESB. 16., 2012, Vitória da Conquista. **Resumo...** Vit. da Con. UESB, 2012, p. 298-303.

ARAÚJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides* *in vitro* e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical plant pathology**, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.

BATISTA, F. A. S.; GOMES, R. C.; RAMOS, V. F. Ocorrência de uma anormalidade de possível causa virótica ou semelhante a vírus, provocando o “enfazamento” do maracujazeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, 1981, Recife. **Anais...** Recife: Soc. Bra. de Fruti., 1981. p. 1408-1413.

BERGAMIN FILHO, A. Curva de progresso da doença. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4.ed. Piracicaba, SP. Agronômica CERES, 2011, vol. 1, p. 647-666.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Ceres, 1996. 291 p.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; BERNHARD, H. Análise temporal e espacial de epidemias. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C.; RODRIGUES, F. A. **O essencial da fitopatologia: epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa, MG. UFV, DFP. 2014, p. 99-165.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M. Importância das doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4.ed. Piracicaba, SP. Agronômica CERES, 2011, vol. 1, p. 19-36.

BERNACCI, L. C.; CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; NUNES, T. S.; IMIG, D. C.; MEZZONATO, A. C. *Passifloraceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>. Acesso em: 10 de Maio. 2015.

BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. D. S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 566-576, 2008.

BERNHARD, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia: análise espacial. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4.ed. Piracicaba, SP. Agronômica CERES, 2011, vol. 1, p. 667-692.

BROWN, D. W.; PROCTOR, R. H. **Fusarium: genomics, molecular and cellular biology**. Caister Academic Press. Norfolk, UK. 2013.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: IICA/MAPA/SPA, 2007. v.7, 102 p. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/x\\_files/Documentos/Cadeia\\_Produtiva\\_de\\_Frutas\\_S%C3%A9rie\\_Agroneg%C3%B3cios\\_MAPA.pdf](http://www.ibraf.org.br/x_files/Documentos/Cadeia_Produtiva_de_Frutas_S%C3%A9rie_Agroneg%C3%B3cios_MAPA.pdf)> Acesso em: 20. Abr. 2015.

CAIXETA, A. O.; VIEIRA, B. S.; CANEDO, E. J. Efeito do fosfito de potássio sobre fungos fitopatogênicos do feijoeiro. **CERRADO AGROCIÊNCIAS**. v. 3, p. 35-43, 2012.

CERVI, A. C. **Passifloraceae do Brasil: estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora***. Cyanus, Madrid, jul. 1997.

CHAGAS, C. M.; COLARICCIO, A.; KITAJIMA, E. W. Estudos de transmissibilidade do enfezamento do maracujazeiro. In: Congresso da sociedade brasileira de fitopatologia. 16., 1983, Belém. **Resumos...** Brasília, Fitopatologia Brasileira, v.8, n.3, 1983. p. 620.

CHAGAS, C. M.; COLARICCIO, A.; KUDAMATSU, M.; LIN, M. T.; BRIOSO, P. S. T.; KITAJIMA, E. W. Estripe incomum do vírus do mosaico do pepino (CMV) isolado de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Fitopatologia Brasileira**, v.9, p.402, 1984.

CHAGAS, C. M.; KITAJIMA, E. W.; LIN, M. T.; GAMA, M. I. C. S.; YAMASHIRO, T. Grave moléstia em maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) no Estado da Bahia, causado por um isolado do vírus do "woodiness" do maracujá. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, n.2, p.259-268, 1981.

CHAGAS, C. M.; REZENDE, J. A. M.; COLARICCIO, A.; PIZA JÚNIOR.; C. T.; LOPES, L. C.; GALLETTI, S. R.; FERRARI, J. T.; BELLUZI, B. M. Ocorrência do endurecimento do fruto do maracujazeiro (VEFM) no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.14, p.187-190, 1992.

CHEN, Y.; CASSONE, B. J.; BAI, X.; REDINBAUGH, M. G.; MICHEL, A. P. Transcriptome of the Plant Virus Vector *Graminella nigrifrons*, and the Molecular Interactions of *Maize fine streak rhabdovirus* Transmission. **PLoS ONE**. v.7, 7 (Ed.), 2012.

COLARICCIO, A.; KUDAMATSU, M.; CHAGAS, C. M.; VEJA, J.; CEREDA, E. Possível ocorrência do vírus do mosaico do pepino (CMV) em maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) no Estado de São Paulo. **Resumo...Summa Phytopathol.** 10:118. 1984.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B. O uso de fosfitos no manejo de doenças fúngicas em fruteiras e soja. **Documentos-Embrapa Cerrados**, n. 288, 29 p., 2010.

DIAS, M. S. C.; JESUS, A. M.; RODRUGUES, M. G. V.; SOUZA, L. T. Doenças do maracujazeiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.269, p. 83-89, jul./ago. 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.

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

FISCHER, I. H.; ALMEIDA, A. M.; FILETI, M. S.; BERTANI, R. M. A.; ARRUDA, M. C.; BUENO, C. J. Avaliação de passifloráceas, fungicidas e *Trichoderma* para o manejo da podridão-do-colo do maracujazeiro, causada por *Nectria haematococca*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 709-717, 2010.

FISCHER, I. H.; BUENO, C. J.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M. Principais doenças do maracujazeiro na região centro-oeste paulista e medidas de manejo preconizadas. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 4, n.1 Jan-Jun. 2007.

FISCHER, I. H.; LOURENÇO, S. A.; MARTINS, M.C.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 250-258, 2005.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of passion flower (*Passiflora* spp.). **Pest Technol.** v. 2, p. 1-19, 2008.

IBGE, PAM. Rio de Janeiro, Brasil. v. 40, p.80, 2013. Disponível em: <<http://loja.ibge.gov.br/producao-agricola-municipal-2013.html>>. Acesso em: 10. Março. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE Cidades@**. 2014. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=29&search=bahia>>. Acesso em: 10. Maio. 2015.

ICTV. International Committee on Taxonomy of Viruses. Virus Taxonomy: 2014 **Release**, EC 46, Montreal, Canada, July 2014. Disponível em: <<http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp>>. Acesso em: 12 Maio 2015.

INOUE, A. K.; MELLO, R. N.; NAGATA, T.; KITAJIMA, E. W. Characterization of *Passionfruit woodiness virus* isolates from Brasília and surrounding region, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, n.3, p.479-487, 1995.

ITI TROPICALS. Disponível em: <<http://www.passionfruitjuice.com>>. Acesso em: 15 de Maio de 2015.

JESUS JUNIOR, W. C.; POZZA, A. E.; VALE, F. X. R. do.; MORA-AGUIRELA, G. Análise temporal de epidemias. In: VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C. & ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil Editora, 2004, p. 159-166.

KING, A. M. Q.; ADAMS, M. J.; LEFKOWITZ, E. J. (Ed.). Virus taxonomy: classification and nomenclature of viroses: **ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses**. Elsevier Academic Press, San Diego, 2012.

KITAJIMA, E. W.; CHAGAS, C. M.; CRESTANI, O. A. Enfermidades de etiologia viral e associadas a organismos do tipo micoplasma em maracujazeiros no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, p. 409-432. 1986.

KITAJIMA, E. W.; REZENDE, J. A. M.; RODRIGUES, J. C. V.; CHIAVEGATO, L. G.; PIZA JR, C. T.; MOROZINI, W. Green spot of passion fruit, a possible viral disease associated with infestation by the mite *Brevipalpus phoenicis*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 555-559, 1997.

KITAJIMA, E. W.; CRESTANI, O. A. Association of a Rhabdovirus with Passionfruit vein clearing in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**. 10: 681-688. 1985.

KRANZ, J. (Ed.) **Epidemics of Plant Diseases: Mathematical Analysis and Modeling**. 2 ed. Berlin, Springer-Verlag, 1990.

KRANZ, J. **Comparative epidemiology of plant diseases**. Berlin, Springer-Verlag, v.3, 206 p. 2003.

KRANZ, J. Comparison of epidemics. **Annual Review of Phytopathology**, v.12, p.355-374, 1974.

LAMPRECHT, R. L.; KASDORF, G. G. F.; STILLER, M.; STAPLES, S. M.; NEL, L. H.; PIETERSEN, G. Soybean blotchy mosaic virus, a new *Cytorhabdovirus* found in South Africa. **Plant Disease**. v.94, n.11, p.1348-1354, 2010.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* laboratory manual**. Blackwell Publishing-Wiley, Hoboken, NJ. 388p. 2006.

LIBERATO, J. R.; ZERBINI, F. M. **Diseases of Passionfruit** (*Passiflora* spp.). The American Phytopathological Society (2015). Disponível em: <<http://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Passionfruit.aspx>> . Acesso em: 10. Maio. 2015.

LORETO, T. J. G.; VITAL, A. Viroses e micoplasmoses do maracujá em Pernambuco. Recife: **Informe SERDV**, 1983. 23p.

MADDEN, L.V.; HUGHES, G. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity, and temporal analysis. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.33, p. 529-564, 1995.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 083-091, Out. 2011.

MELO, J. F.; FIGUEIRA, A. R.; MOREIRA, C. N.; OLIVEIRA, A. C. Recent characterization of *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) in Bahia State, Brazil, suggests potential regional isolation. **African Journal of Biotechnology**, v.14, n. 9, p. 735-744, 2015.

MONDIN, Claudio Augusto; CERVI, Armando Carlos; MOREIRA, Gilson Rudinei Pires. Sinopse das espécies de *Passiflora* L.(Passifloraceae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Brazilian Journal of Biosciences**, v. 9, n. s1, p. 3-27, 2011.

MONTEIRO, A. C.; BARBOSA, C. C.; CORREIA, A. D. C. B.; PEREIRA, G. T. Crescimento e esporulação de isolados de *Verticillium lecanii* sob diferentes fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 561-565, 2004.

NARITA, N. **Epidemiologia do “*Cowpea aphid borne mosaic virus*” (CABMV) do maracujazeiro na região produtora da Alta Paulista, SP.** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.

NASCIMENTO, A. V. S.; SANTANA, E. N.; BRAZ, A. S. K.; ALFENAS, P. F.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G. P.; CARVALHO, M. G.; ZERBINI, F. M. *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) is widespread in passionfruit in Brazil and causes passionfruit woodiness disease. **Archives of virology**, v. 151, n. 9, 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**, v.29, p. 378-383, 2004.

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

NOVAES, Q. S. Recomendações Técnicas para o Cultivo de Maracujá Amarelo nos Municípios de Livramento de Nossa Senhora e Dom Basílio. **Boletim Técnico**, SEBRAE. Brasil. 27p. 2005.

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**, v. 52, n. 5, 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 *Passion fruit woodiness vírus* e um Begomovirus no estado da Bahia. **Fitopatol. Bras.** 27(6), p. 648. Nov-dez. 2002.



NOVAES, Q. S.; REZENDE, J. A. M. Selected mild strains of *Passion fruit woodiness virus* (PWV) fail to protect pre-immunized vines in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 699-708, 2003.

NOVAES, Q. S.; REZENDE, J. A. M.; KITAJIMA, E. W. Doenças causadas por vírus e fitoplasma em maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 39-40, 49-51 set./out. 2000.

OGOSHI, C.; DE ABREU, M. S.; DA SILVA, B. M.; SANTOS NETO, H.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M., RESENDE, M. L. V. Potassium phosphite: a promising product in the management of diseases caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in coffee plants. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1558-1565, 2013.

PEREIRA, F. A.; CARNEIRO, M. R.; ANDRADE, L. M. (Ed.). **A cultura do maracujá**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 3. ed. 2006. 124p.

QUIROGA-ROJAS, L. F.; QUINONES, N. R.; MOTTA, G. M.; TOVAR, M. D. L. Rhizosphere microorganisms potential antagonists *Fusarium* sp. causing root rot of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Acta Agronômica**, v. 61, n.3, p. 265-272, 2012.

RIBEIRO JUNIOR, P. M. **Fosfitos na proteção e na indução de resistência do cafeeiro contra *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola***. 2008. 105 f. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SAMPAIO, A. C.; SCUDELLER, N.; FUMIS, T. F.; ALMEIDA, A. M.; PINOTTI, R. N.; GARCIA, M. J. M.; 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. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 343-347, 2008.

SANTANA, E. N.; BRAZ, A. S. K.; TORRES, L. B.; ZAMBOLIM, E. M.; ZERBINI, F. M. Molecular characterization of Potyvirus isolates causing passionfruit woodiness in Brazil. *Virus Reviews and Research*, **Resumos...**São Paulo, v.4, p. 153, 1999.

SÃO JOSÉ, A. R.; REZENDE, J. A. M.; COSTA, F. Ocorrência do vírus do endurecimento do fruto do maracujazeiro no norte do estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., Salvador, 1994. **Anais...** Salvador: SBF, 1994. p. 797.

SILVA, A. N.; AZEVEDO, G. B.; ROCHA SOBRINHO, G. G.; NOVAES, Q. S. Efeito de produtos químicos e de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium solani* do maracujazeiro. **Interciencia**, v. 39, n. 6, p. 398-403, 2014.

SILVA, V.; G. V. SILVA, J. F.; BLEICHER, E. Distribuição espacial da cigarrinha *Empoasca kraemeri* Ross & Moore (Hemiptera: Cicadellidae) no feijão-de-corda e cálculo do número de amostras. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.4, p. 335-341, 2014.

SOUZA, A. F.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. Epidemiologia de doenças de plantas: conceitos gerais. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C.; RODRIGUES, F. A. **O essencial da fitopatologia: epidemiologia de doenças de plantas**. Viçosa, MG. UFV, DFP. 2014, p. 3-31.

TAYLOR, R. H.; GREBER, R.S. *Passion fruit woodiness virus*. Commonwealth Mycological Institute /AAB, **Description of Plant Viruses**, n.122, 1973.

TÖFOLI, J. G.; MELLO, S. C.; DOMINGUES, R. J.; GARCIA JUNIOR, O. Efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 9, p. 201-208, 2012.

TRINDADE, D. R.; POLTRONIERI, L. S.; ALBUQUERQUE, F. C.; REZENDE, J. A. M.; NOVAES, Q. S.; KITAJIMA, E.W. Ocorrência do Passion fruit Woodiness virus (PWV) em maracujazais no Estado do Pará. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, n.1, p. 76-79, 1999.

VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIDAL, J. C. Principais Doenças do Maracujazeiro na Região Nordeste e seu Controle. **Comunicado Técnico EMBRAPA**, Fortaleza, CE, Outubro-2003. Disponível em:<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/425906>>. Acesso em: 10. Março. 2015.

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. Pelotas, 1979. **Anais**. Pelotas:SBF, 1979. p. 915-917.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H.; JULIATTI, F. C. Manejo integrado – Medidas de controle. In: VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C. & ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil Editora, 2004, p. 465-526.