



**DINÂMICA TEMPORAL E ESPACIAL DO
ENDURECIMENTO DOS FRUTOS DO
MARACUJAZEIRO CAUSADO PELO *Cowpea*
aphid borne mosaic virus (CABMV) NO
SUDOESTE DA BAHIA**

GISELE BRITO RODRIGUES NÓBREGA

2013

GISELE BRITO RODRIGUES NÓBREGA

**DINÂMICA TEMPORAL E ESPACIAL DO
ENDURECIMENTO DOS FRUTOS DO MARACUJAZEIRO
CAUSADO PELO *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV)
NO SUDOESTE DA BAHIA**

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

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

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
2013

N675d Nóbrega, Gisele Brito Rodrigues.
Dinâmica temporal e espacial do endurecimento dos frutos do maracujazeiro causado pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) no sudoeste da Bahia / Gisele Brito Rodrigues
Nóbrega,
2013.
57 f.; il.
Orientador (a): Quelmo Silva de Novaes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2013.
Referências: p. 50-57.

1. Maracujá – Doenças e pragas. 2. Passiflora edulis.
3. Fitopatologia. I. Novaes, Quelmo Silva de.
II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. T.

CDD: 634.4

Catálogo na fonte: Elinei Carvalho Santana – CRB 5/1026
UESB – Campus Vitória da Conquista -BA

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


Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “DINÂMICA TEMPORAL E ESPACIAL DO ENDURECIMENTO DOS FRUTOS DO MARACUJAZEIRO CAUSADO PELO *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) NO SUDOESTE DA BAHIA”


Autor: Gisele Brito Rodrigues Nóbrega

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



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

Presidente



Profa. Aldenise Alves Moreira, D.Sc., UESB



Prof. Waldir Cintra de Jesus Júnior, D.Sc., UFES

Data de realização: 22 de Fevereiro de 2013.

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

“Entrega teu caminho ao Senhor; confia Nele e Ele tudo fará.”

Salmo 37

Ao meu esposo Alexandro, aos meus pais, Geraldo e Veranice, ao meu irmão Érico e aos meus amigos, pelo amor, pelo carinho, por sempre acreditarem em minhas escolhas e me incentivarem em meu trabalho, com amor,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, agradeço por seu imenso amor, pela oportunidade de estar viva e saudável, pelos anjos que Ele colocou em minha vida, pela força que me faz seguir sempre em frente, superando todas as dificuldades;

Aos meus pais, Vera e Geraldo, e ao meu irmão Érico, agradeço por estarem sempre ao meu lado me incentivando, pelas demonstrações de carinho e amor que me fizeram seguir em frente, forte e determinada;

Ao meu esposo Alessandro, que lutou comigo lado a lado para derrubar todas as barreiras impostas pela vida, não permitindo que eu desanimasse nunca, e com seu amor me ofereceu colo nos momentos mais difíceis;

Ao orientador e amigo Quelmo, gostaria de dedicar e agradecer, pois a realização deste trabalho só foi possível graças ao seu apoio. Obrigada pelos ensinamentos, pela paciência, convivência, orientação, incentivo, confiança, profissionalismo, respeito e por ser um exemplo de ser humano e profissional que tanto admiro;

À amiga Luciana, agradeço o cuidado, a atenção, a amizade e o carinho que dedicou a mim em todos os momentos;

Ao professor Waldir Cintra, sou grata pela valiosa contribuição na análise dos dados;

Ao Alan e Fabrísio, exemplos de profissionais e seres humanos brilhantes, serei eternamente grata pelos cuidados dispensados a mim, que me fizeram recuperar tão rapidamente, pela dedicação, atenção e amizade;

Aos colegas do Laboratório de Fitopatologia, em especial, ao meu grande amigo Geraldo, obrigada pelo companheirismo, amizade, conhecimentos compartilhados e tanta boa vontade em me ajudar a desenvolver este trabalho. Sem você eu não teria conseguido;

A todos os professores do Mestrado e do Curso de Agronomia, em especial, à Aldê, Cida, Bide, Ramon, Hugo, sequer tenho palavras pra dizer o quanto os admiro e sou grata por todo apoio e carinho que recebi;

Aos amigos da Agronomia, em especial, à Jacquie, Maicon, Greice, Dani e Gilmar, obrigada pela amizade, carinho, apoio, pelos momentos de descontração e incentivo;

Ao produtor Jerry e seu sogro, pela receptividade em abrir sua propriedade para realização da pesquisa;

À UESB e CAPES, pela oportunidade e bolsa concedida;

À FAPESB, pelo apoio financeiro do Projeto e auxílio na dissertação concedidos;

Enfim, a todos os amigos gostaria de dedicar e agradecer por mais esta vitória!

RESUMO

RODRIGUES, G. B. N. **Dinâmica temporal e espacial do endurecimento dos frutos do maracujazeiro causado pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) no sudoeste da Bahia.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2013. 57p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).

Com este trabalho objetivou-se caracterizar o progresso temporal e a distribuição espacial da epidemia causada pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) em cultivos de maracujazeiros na região sudoeste da Bahia, além de monitorar a população de afídeos, insetos vetores deste vírus. Foi avaliada a incidência da doença em duas áreas experimentais, localizadas no município de Livramento de Nossa Senhora, BA. As avaliações foram realizadas quinzenalmente e consistiram na marcação de plantas sintomáticas em mapas. A confirmação da infecção das plantas sintomáticas, pelo CABMV, foi realizada utilizando o teste PTA-ELISA. A população de afídeos nas duas áreas experimentais foi monitorada por meio de armadilhas adesivas amarelas. Realizou-se a análise temporal testando os modelos matemáticos: Logístico, Monomolecular e de Gompertz, com a finalidade de obter o melhor ajuste da curva de progresso da doença. Análises espaciais foram realizadas e tiveram por base mapas de distribuição de plantas doentes onde foram utilizados *quadrats* 4x4 plantas para cálculo do Índice de Dispersão e aplicação da Lei de Taylor modificada. Ao final das avaliações, as áreas 1 e 2 apresentaram incidência de 100% aos 148 e 155 dias após plantio (DAP), respectivamente. Os afídeos foram os responsáveis pela disseminação primária da doença. O modelo logístico foi o que melhor descreveu o progresso do endurecimento dos frutos do maracujazeiro causado pelo CABMV para as duas áreas experimentais. Com a aplicação do Índice de Dispersão e da lei de Taylor modificada, concluiu-se que a distribuição espacial de plantas sintomáticas foi agregada em ambas as áreas estudadas.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, potyvirus, afídeos, modelos matemáticos.

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

ABSTRACT

NÓBREGA, G. B. R. **Temporal and spatial dynamics of the passion fruit woodiness caused by *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) in southwestern of the Bahia, Brazil.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2013. 57p. (Dissertation - MSc in Agronomy, Crop Science Area of Concentration).

The objective was to characterize the temporal and spatial distribution of the epidemic caused by *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) in passion fruit crops in southwestern of the Bahia, and monitor aphids population, insects vectors of this virus. Evaluations of disease incidence were conducted at two experimental sites of Livramento de Nossa Senhora, BA every fifteen days through markings on maps symptomatic plants. Confirmation of infection of symptomatic plants by CABMV, testing was performed using the PTA-ELISA. Yellow sticky traps were used to monitor the population of aphids in the two areas studied. Temporal analysis was employed to test mathematical models: Logistic, Gompertz and Monomolecular, in order to obtain the best fit curve of disease progress. Were applied spatial analysis based on distribution maps of diseased plants using *quadrats* of 4x4 plants for calculating the Index Dispersion and application of modified Taylor Law. Areas 1 and 2 showed an incidence of 100% at 148 and 155 days after planting(DAP), respectively. The aphids were captured only in the first test, a ratio of 0.5 insects per trap, was not detected the presence of vector in the following collections. The logistic model was the best fit to the progress curve of hardening of the fruits of passion caused by CABMV for the two experimental areas. Concluded that the spatial distribution of symptomatic plants was aggregated in both areas studied by applying the Index Dispersion and Taylor's law modified.

key words: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, potyvirus, aphids, mathematical models.

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

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mosaico e deformações foliares provocados pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) em folha de maracujazeiro.....21
- Figura 2.** Fruto sadio (à esquerda) e infectado (à direita) pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), apresentando deformações (A) e, após corte transversal, apresentando espessamento do pericarpo e redução da cavidade da polpa (B).....21
- Figura 3.** Localização do município Livramento de Nossa Senhora, na região Sudoeste da Bahia.....25
- Figura 4.** Representação gráfica do total de amostras de plantas de maracujazeiros com sintomas do endurecimento dos frutos coletadas nas áreas 1 e 2, que foram submetidas ao teste PTA-ELISA para confirmação do *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV). Cada coluna representa uma amostra de planta de maracujazeiro. A Linha horizontal representa a linha de corte para considerar uma amostra positiva. Sinal (+) indica amostra positiva para o CABMV e sinal (-) indica amostra negativa para o CABMV.....31
- Figura 5.** Incidência (%) do endurecimento dos frutos do maracujazeiro provocado pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) ao longo do tempo nas áreas 1 (A) e 2 (B).....33
- Figura 6.** Incidência (proporção) do endurecimento dos frutos do maracujazeiro estimada (linhas contínuas) e proporção real (losangos preenchidos) para a Área 1. Modelo Logístico (A), Monomolecular (B) e Gompertz (C).....38
- Figura 7.** Incidência (proporção) do endurecimento dos frutos do maracujazeiro estimada (linhas contínuas) e proporção real (losangos preenchidos) para a Área 2. Modelo Logístico (A), Monomolecular (B) e Gompertz (C).....39
- Figura 8.** Resíduos versus dias após plantio para a área 1 (à esquerda) e para a área 2 (à direita) após teste dos modelos: A – Logístico; B – Monomolecular; C – Gompertz.....40
- Figura 9.** Mapa da distribuição espacial de plantas de maracujazeiro com sintomas de infecção por *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) na área 1 ao longo de nove avaliações com suas respectivas datas e dias após

plantio (DAP). Os quadrados cheios representam plantas sintomáticas e os quadrados vazios representam plantas sadias ou assintomáticas.....41

Figura 10. Mapa da distribuição espacial de plantas de maracujazeiro com sintomas de infecção por *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) na área 2 ao longo de dez avaliações com suas respectivas datas e dias após plantio (DAP). Os quadrados cheios representam plantas sintomáticas e os quadrados vazios representam plantas sadias ou assintomáticas.....42

Figura 11. Aplicação da Lei de Taylor Modificada. Relação do logaritmo da variância observada ($\log V_{obs}$) e do logaritmo da variância binomial ($\log V_{bin}$) para os dados acumulados de incidência do endurecimento dos frutos de maracujazeiro nas áreas 1 (A) e 2 (B). Cada ponto representa uma avaliação da doença, a linha sólida representa a equação $\log(V_{obs}) = \log(A) + b \log(V_{bin})$ ajustada aos dados e a linha pontilhada representa a linha binomial ($V_{obs} = V_{bin}$). *Quadrat 4x4*.....46

Figura 12. Aplicação da Lei de Taylor Modificada. Relação do logaritmo da variância observada ($\log V_{obs}$) e do logaritmo da variância binomial ($\log V_{bin}$) para os dados acumulados de incidência do endurecimento dos frutos do maracujazeiro. A linha contínua com círculos cheios representa a área 1 e a linha pontilhada com triângulos representa a área 2. *Quadrat 4x4* plantas.
.....47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. 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 da doença nas áreas experimentais (área 1 e área 2).....40

Tabela 2. Incidência (%) e Índice de Dispersão (ID) do endurecimento dos frutos de maracujazeiro causados pelo CABMV nas áreas 1 e 2. *Quadrat* 4x4 plantas.....44

Tabela 3. Parâmetros log (A) e b da Lei de Taylor modificada e coeficiente de determinação (R^2) para os dados acumulados da incidência da doença nas áreas 1 e 2. *Quadrat* 4x4 plantas.....45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Aspectos gerais do maracujazeiro.....	15
2.2 Víruses que afetam a cultura do maracujazeiro.....	16
2.3 Epidemiologia de Víruses.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Localização dos experimentos e descrição das áreas experimentais...	24
3.2 Avaliação e detecção dos vírus no maracujazeiro.....	25
3.3 Monitoramento populacional de afídeos.....	27
3.4 Análise epidemiológica da doença.....	27
3.4.1 Análise temporal.....	27
3.4.2 Análise espacial.....	29
3.4.2.1 Índice de Dispersão (ID).....	29
3.4.2.2 Aplicação da Lei de Taylor modificada (LTM).....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Identificação do vírus.....	31
4.2 Monitoramento populacional de afídeos.....	32
4.3 Epidemiologia do endurecimento dos frutos de maracujazeiro.....	32
4.3.1 Incidência da doença.....	32
4.3.2 Análise Temporal.....	35
4.3.3 Análise Espacial.....	41
4.3.3.1 Índice de Dispersão (ID).....	43
4.3.3.2 Aplicação da Lei de Taylor Modificada (LTM).....	44
5. CONCLUSÕES	49
6. REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais centros de origem das espécies do gênero *Passiflora* e se destaca como o maior produtor de maracujá do mundo, sendo o *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (maracujá-amarelo) a espécie mais cultivada e importante economicamente.

A cultura do maracujazeiro é afetada por uma série de doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides, fitoplasmas e vírus, que exigem medidas de controle imediatas para reduzir perdas e evitar sua disseminação (SANTOS FILHO e LARANJEIRA, 2004; LEÃO e outros, 2006).

As doenças de etiologia viral podem ser citadas como sendo o principal problema que limita a cultura do maracujá, pois prejudicam a produtividade ameaçando a expansão da cultura (JUNQUEIRA, 2005).

Dentre os diversos vírus que podem infectar o maracujazeiro, o *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), causador do endurecimento dos frutos, é o que predomina e o que causa os maiores prejuízos à cultura. Em virtude da alta incidência, a cultura, anteriormente perene e cultivada por pelo menos três anos consecutivos, vem tornando-se anual (YUKI e outros, 2006).

Estudos para elucidar aspectos epidemiológicos acerca do CABMV no maracujazeiro no estado da Bahia são importantes, uma vez que inexiste na literatura trabalhos que avaliem como a epidemia, causada por este potyvirus em maracujazeiro, se desenvolve ao longo do tempo, como ela se distribui ao longo da área, quais os aspectos que estão relacionados com a disseminação primária e secundária desse vírus. Então, conhecer a epidemiologia do endurecimento dos frutos de maracujazeiro irá permitir a identificação de agentes que possam interferir em seu processo de aparecimento e disseminação. Poderão ainda, ser identificadas etapas no manejo da cultura que, porventura, têm favorecido a disseminação da doença em campo e, portanto, necessitam ser reajustadas, a fim de se obter um

maior controle sobre a epidemia. Sendo assim, o conhecimento da epidemiologia do CABMV permitirá a adoção de medidas de controle capazes de minimizar os danos causados por esse vírus aos produtores da região sudoeste da Bahia.

Com este trabalho objetivou-se caracterizar o progresso temporal e a distribuição espacial da epidemia causada pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus*, além de estudar a disseminação deste vírus em cultivos de maracujazeiros na região sudoeste da Bahia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais do maracujazeiro

A família Passifloraceae contém cerca de 18 gêneros e 630 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com maior diversidade nas Américas (OCAMPO e outros, 2007). As passifloraceas americanas estão distribuídas em quatro gêneros (*Dilkea*, *Tetrastylus*, *Mitostemma* e *Passiflora*), sendo este último o mais importante economicamente, devido à sua diversidade: 23 subgêneros e 530 espécies descritas (FEUILLET e MACDOUGAL, 2007).

No Brasil são encontradas cerca de 131 espécies do gênero *Passiflora*, das quais 88 são endêmicas (CERVI e outros, 2010).

Apesar da ampla diversidade genética existente nesta família e das potencialidades de uso de suas espécies, o maracujá-amarelo ou azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é a mais cultivada, representando 97% da área plantada e do volume comercializado no Brasil, sendo 60% da produção destinada ao consumo *in natura* e 40% destinada às indústrias de processamento, tendo o suco como principal produto (FERRAZ e LOT, 2007).

A fruticultura tropical expandiu como um todo nos últimos 30 anos, sendo que a cultura do maracujá vem se destacando neste cenário (MELLETTI, 2011), tendo Equador, Colômbia e Peru como os maiores exportadores de suco concentrado e polpa de maracujá; e a Alemanha e Holanda como os maiores importadores (ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2009).

O maracujá amarelo vem sendo cultivado em larga escala no Brasil, que é o maior produtor mundial, com uma área estimada em 50.795 ha. Os principais estados produtores são a Bahia e Ceará, com 23.227 e 5.579 ha, respectivamente. As regiões Nordeste e Sudeste são as maiores produtoras,

com áreas estimadas em aproximadamente 39.367 e 6.217 ha, respectivamente. Todo o maracujá produzido no Brasil tem sido destinado à produção de suco e à comercialização de frutas frescas (ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2012).

Na cadeia produtiva do maracujá, o nível de empregabilidade é elevado, o que confere forte caráter social à cultura. Cada hectare de maracujá gera 3 a 4 empregos diretos e ocupa 7 a 8 pessoas, nos diversos elos da cadeia produtiva (MELETTI, 2011).

No estado da Bahia, a cultura do maracujá se destaca, sendo bem aceita pelos pequenos produtores rurais por ser uma atividade que gera renda em áreas relativamente pequenas, em comparação com as outras culturas, e pode oferecer um rápido retorno dos investimentos (LIMA, 2001).

Dados da EMBRAPA (2008) apontam que a cultura do maracujazeiro tem gerado para a Bahia cerca de R\$ 139 milhões de reais ao ano, com uma produção média estimada de 275.445 toneladas de frutos.

Mesmo tendo grande destaque econômico, a produção do maracujá ainda é limitada, devido à ocorrência de diversas doenças nos pomares. Os problemas fitossanitários presentes nesta cultura são responsáveis por perdas tanto na produtividade quanto na qualidade dos frutos, além de ameaçar a sua expansão, diminuindo a longevidade e aumentando o custo de produção (PERUCH e outros, 2009).

Fungos, bactérias, nematoides, fitoplasma e vírus são agentes causais de doenças no maracujazeiro que podem resultar em sérios problemas até mesmo inviabilizando economicamente a cultura em algumas áreas produtoras (SANTOS FILHO e JUNQUEIRA, 2003).

2.2 Viroses que afetam a cultura do maracujazeiro

No Brasil, até o momento, foram relatados cinco gêneros de vírus possuindo espécies causando doenças no maracujazeiro, são eles: o

Cucumovirus (COLARICCIO e outros, 1987); o *Rhabdovirus* (BATISTA e outros, 1981); o *Tymovirus* (CRESTANI e outros, 1984; CRESTANI e outros, 1986); o *Potyvirus* (YAMASHIRO e CHAGAS, 1979; CHAGAS e outros, 1981) e o *Begomovirus* (NOVAES e outros, 2002). Outros gêneros como *Carlavirus* (PARES e outros, 1997), *Nepovirus* (KOEING e FRIBOURG, 1986) e *Tobamovirus* (FRIBOURG e outros, 1987) também já foram relatados em outros países causando doenças em maracujazeiro.

Representante do gênero *Cucumovirus*, o *Cucumber mosaic virus* (CMV), causador do mosaico do pepino (COLARICCIO e outros, 1987), leva à formação de mosaico foliar em maracujazeiro e manchas amarelas que podem coalescer. Na Austrália, observou-se que o CMV pode levar a deformações e endurecimento dos frutos (TAYLOR e KIMBLE, 1964). É um patógeno de pouca importância no maracujazeiro devido a sua movimentação sistêmica limitada em plantas (GIORIA e outros, 2002).

O gênero *Rhabdovirus* possui dois representantes causando doenças distintas em maracujazeiro, o *Passion fruit vein clearing virus* (PVCV), agente causal do clareamento das nervuras (BATISTA e outros, 1981) e o *Passion fruit green spot virus* (PGSV), causador da pinta verde (KITAJIMA e outros, 1997). Segundo Kitajima e outros (1997), o *Passion fruit green spot virus* (PGSV) é transmitido pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis*, tendo sido responsável por sérios prejuízos na região de Vera Cruz, SP, onde foi descrito pela primeira vez, e já se acha constatado em outros estados brasileiros como Distrito Federal, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Sergipe, Bahia e Rondônia (MORAES e outros, 2006). Estudos moleculares estão sendo realizados e, pela proximidade do seu genoma com o do *Citrus leprosis virus*, estes estão sendo tentativamente enquadrados no gênero *Cilevirus* (ANTONIOLI-LUIZON, 2009; LOCALI-FABRIS e outros, 2006). O PVCV, além de provocar o clareamento das nervuras, deixa as folhas coriáceas. Até o momento, não é conhecida a forma de transmissão deste vírus nos pomares, necessitando de maiores estudos para compreender a epidemiologia da doença (NOVAES e outros, 2000).

O *Passion fruit yellow mosaic virus* (PFYMV) é uma espécie do gênero *Tymovirus* que causa mosaico amarelo no maracujazeiro (CRESTANI e outros, 1984; CRESTANI e outros, 1986). Esse vírus reduz a produtividade das plantas atacadas; pode ser transmitido pelo besouro *Diabrotica speciosa* e mecanicamente por meio de instrumentos de corte. As folhas de plantas infectadas pelo PFYMV apresentam mosaico amarelo brilhante e leve encrespamento (NOVAES e outros, 2000).

Do gênero *Begomovirus*, o *Passion flower little leaf mosaic virus* (PLLMV), em infecção mista com o *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), foi relatado por Novaes e outros (2002), causando grandes prejuízos em plantios de maracujazeiro no estado da Bahia. O PLLMV provoca sintomas de mosaico amarelo, intensa redução e encarquilhamento foliar, reduzindo o desenvolvimento vegetativo. Esse vírus foi posteriormente constatado em plantas isoladas nos estados do Rio de Janeiro (MOREIRA e outros, 2006) e em Alagoas (LIMA e outros, 2005). Em outras regiões do País, esse begomovirus não parece constituir grave ameaça para a cultura do maracujazeiro, especialmente por esta espécie vegetal não ser preferida para alimentação de mosca-branca (*Bemisia tabaci*), inseto vetor de viroses do gênero *Begomovirus* (ALVES, 2008). Outras espécies de begomovirus também foram encontradas em maracujazeiros: o *Sida mottle virus* (SiMoV) e o *Sida micrantha mosaic virus* (SimMV) (ALVES e outros, 2011) e uma nova espécie tentativamente denominada *Passion fruit severe leaf distortion virus* (FERREIRA e outros (2010).

O endurecimento dos frutos causado pelo CABMV é a principal doença de etiologia virótica e que causa grandes prejuízos ao maracujazeiro no Brasil (YUKI e outros, 2006).

O primeiro relato do CABMV no Brasil, ainda descrito como isolado de PWV, foi na década de 1970, em Feira de Santana, no estado da Bahia (YAMASHIRO e outros, 1979), resultando em quedas de produção nos cultivos de maracujá destinados à indústria de suco devido à presença desse vírus (CHAGAS e outros, 1981; PIO-RIBEIRO e MARIANO, 1997).

Posteriormente, Nascimento e outros (2004), ao realizarem análise filogenética de *Potyvirus* causando endurecimento dos frutos de maracujazeiro, no Nordeste do Brasil, observaram identidade com isolados de *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) de 86% a 94%, e com isolados de *Passion fruit woodiness virus* (PWV) de 68% a 76%, constatando ser o CABMV o causador do endurecimento dos frutos do maracujazeiro no Brasil..

O CABMV é uma espécie do gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae*, que possui partículas alongadas flexuosas, medindo cerca de 670-750 nm de comprimento e de 12-15nm de diâmetro. Seu genoma é constituído por um RNA de fita simples, sentido positivo, com aproximadamente 10.000 nucleotídeos e produz no citoplasma das células infectadas inclusões lamelares típicas dos *Potyvirus*, na configuração de catavento (KING e outros, 2012; TAYLOR e GREBER, 1973).

Os sintomas do CABMV caracterizam-se pela presença de mosaico comum, acompanhados em alguns casos de enrugamento e distorção foliar (REZENDE, 2006) (Figura 1). Plantas infectadas têm redução na área foliar, o que compromete seu desenvolvimento e afeta diretamente a produção, reduzindo-a. Além disso, afeta a qualidade dos frutos, já que estes ficam menores, deformados e endurecidos (GIORIA e outros, 2000) (Figura 2). Retardar a infecção das plantas pelo vírus pode minimizar os danos qualitativos e quantitativos da produção.

A transmissão do CABMV em maracujazeiros pode ser por afídeos, enxertia e ferramentas de corte (BOCK e CONTI, 1974; TAYLOR; GREBER, 1973; GIORIA e REZENDE, 1996). As espécies de afídeos relatadas como vetoras do CABMV para o maracujazeiro são: *Myzus persicae* Sulz., *Aphis gossypii* Glover, *A. fabae* Scopoli, *A. craccivora* Bock., *Toxoptera citricida* Kilkaldy, *Uroleucon ambrosiae* Thomas, *U. sochi* L. e *Myzus nicotianae* Blackman (COSTA e outros, 1995; INOUE e outros, 1995), sendo as duas primeiras espécies as principais responsáveis pela transmissão natural do CABMV em campo (CHAGAS e outros, 1981).

Di Piero e outros (2006), ao avaliarem a transmissão de *Passion fruit woodiness virus* (PWV) por *Aphis gossypii* Glover, observaram sintomas característicos de mosaico foliar severo, com taxas de transmissão de 75% e 100%, quando depositados oito e doze afídeos virulíferos, respectivamente, por planta de maracujá. Além de transmitir, na falta do hospedeiro preferencial, o *Aphis gossypii* pode colonizar casualmente *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. e contribuir para a disseminação secundária do vírus dentro da cultura.

A relação vírus-vetor é do tipo não persistente (TAYLOR e GREBER, 1973). Na transmissão não-persistente, tanto a aquisição quanto a inoculação do vírus estão restritas ao canal alimentar, que, no caso dos insetos fitófagos sugadores como os afídeos, moscas-brancas e cigarrinhas, correspondem ao estilete (PIRONE e BLANC, 1996). Neste caso, o inseto vetor é capaz de inocular o vírus em uma planta sadia logo após a aquisição em uma planta infectada, sendo esta transmissão intermediada por fatores biológicos (temperatura ambiente, atividade de alimentação do vetor, antes, durante e após a aquisição do vírus) que auxiliam a interação do vírus com o vetor (COSTA, 1998).

Narita e outros (2011), avaliando a transmissibilidade do CABMV do maracujazeiro por sementes, utilizaram 13056 sementes no teste, destas 10592 germinaram e não se observou nenhuma planta sintomática. Nos teste sorológico (ELISA) e de inoculação em plantas indicadoras, os resultados foram negativos. Estes resultados são semelhantes aos citados por Taylor e outros (1973) e obtidos por Inoue e outros (1995).



Figura 1. Mosaico e deformações foliares provocados pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) em folha de maracujazeiro.

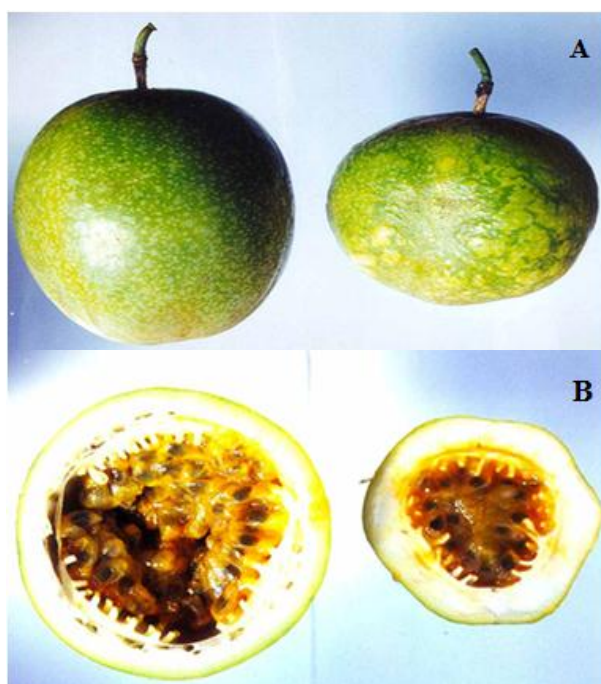


Figura 2. Fruto sadio (à esquerda) e infectado (à direita) pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), apresentando deformações (A) e, após corte transversal, apresentando espessamento do pericarpo e redução da cavidade da polpa (B).

2.3 Epidemiologia de Vírus

Segundo definição de Kranz (1974) e levando em consideração as fitoviroses transmitidas por vetores, epidemiologia é o estudo das relações entre populações de hospedeiros primários e secundários e de seus vetores, e das doenças resultantes dessas interações, sob a influência do ambiente e a interferência humana. É tido como hospedeiro primário a espécie de interesse econômico, e secundário a(s) espécie(s) que serve(m) de reservatório(s) para os vírus. Portanto, para a epidemiologia de vírus de plantas, são importantes as populações de hospedeiros primário e secundário, do patógeno e do vetor. A interação entre populações leva ao surgimento de população de lesões (fitoviroses que causam lesões locais) e de plantas doentes (fitoviroses que causam sintomas sistêmicos). O ambiente interfere nestas populações, e estas podem causar alterações no ambiente. Além disso, o homem também é agente modificador do ambiente e, na maioria das vezes, sofre as consequências do aumento da população das lesões e das plantas doentes.

A análise temporal permite o entendimento da evolução da interação entre os componentes do patossistema, estabelecida por dados acumulados de incidência e severidade, e retratada pela curva de progresso da doença (VANDERPLANK, 1963; KRANZ, 1974).

O padrão espacial de uma doença dependerá da forma de dispersão do patógeno, da arquitetura das plantas hospedeiras e de seu arranjo no campo (GILLIGAN, 1982). A dispersão do patógeno pode ocorrer pelo vento, água, material vegetal contaminado ou pelo homem com suas ferramentas contaminadas (CAMPBELL e MADDEN, 1990).

A distribuição espacial de uma doença pode seguir três padrões: aleatório, agregado e regular, sendo este último muito raro de ocorrer (CAMPBELL e MADDEN, 1990). A distribuição aleatória de uma doença indica que não há correlação entre a localização de indivíduos sintomáticos

dentro de uma área, enquanto a distribuição agregada indica que há alta probabilidade de que indivíduos sintomáticos estejam próximos uns dos outros (MADDEN, 1989).

Na virologia vegetal, a epidemiologia ainda não tem sua importância reconhecida, resultando em sérios danos causados por vírus de plantas a diversas culturas de importância econômica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento e descrição das áreas experimentais

O experimento, visando o estudo epidemiológico do *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) em maracujazeiro, foi conduzido em plantio comercial na Fazenda Santa Rita, localizada no município de Livramento de Nossa Senhora, BA, nas coordenadas 13° 45' 13,7" Latitude Sul e 41° 45' 29,6" Longitude Oeste, com altitude média de 471m e clima tropical com estação seca, conforme classificação de Köppen-Geiger.

A propriedade fica a uma distância de aproximadamente 200 Km do município de Vitória da Conquista, BA (Figura 3). As áreas em estudo correspondem a duas áreas implantadas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), em fileiras duplas, com espaçamento de 3,0 m entre fileiras duplas, 2,0 m entre fileiras simples e 1,0 m entre plantas. Utilizou-se para o estudo todas as plantas das duas áreas, tendo a área 01 um total de 1960 plantas, implantada no dia 20 de janeiro de 2012; e a área 02, um total de 1568 plantas, implantada no dia 28 de janeiro de 2012. As duas áreas foram irrigadas por micro aspersão e adubadas conforme recomendações para o maracujazeiro, durante o ciclo da cultura. Em todas as plantas foram feitas as desbrotas, até chegarem ao arame, quando iniciaram as podas de formação. A área 1 era delimitada pela sua direita pela área 2 e os demais lados por capoeira nativa. A área 2 era delimitada pela sua esquerda pela área 1 e os demais lados por capoeira nativa.



Figura3. Localização do município de Livramento de Nossa Senhora, na região sudoeste da Bahia.

3.2 Avaliação e detecção do CABMV no maracujazeiro

A cada 15 dias, aproximadamente, avaliou-se a incidência do CABMV nas áreas experimentais no município de Livramento de Nossa Senhora-BA. As avaliações iniciaram em 17 de fevereiro de 2012, em ambas as áreas, sendo encerradas primeiramente na área 01, na nona avaliação, dia 15 de junho de 2012; e posteriormente na área 02, na décima avaliação, no dia 30 de junho de 2012.

Cada avaliação consistiu em marcar em mapas as plantas que apresentavam sintomas típicos da virose. Como as avaliações foram realizadas por meio da sintomatologia apresentada pelo CABMV nas folhas do maracujazeiro, para evitar equívocos e atestar que os sintomas que foram considerados nas avaliações realmente foram causados pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus*, realizou-se o teste sorológico PTA-ELISA. Amostras de plantas com sintomas típicos da virose foram coletadas aleatoriamente em ambas as áreas, um total de 37 amostras para as duas áreas foram levadas ao

Laboratório de Virologia Vegetal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) para serem submetidas ao teste.

Para realização do PTA-ELISA, amostras individuais de tecido vegetal foram maceradas em almofariz e diluídas em tampão carbonato (0,015 M Na₂CO₃, 0,035 M NaHCO₃, pH 9,6), na proporção 1:20. Foram colocados 100 µL de cada amostra por pocinho, em uma placa de Elisa, sendo dois pocinhos por amostra. Utilizou-se amostras de plantas de maracujá infectadas com o CABMV como controle positivo e amostras de plantas saudias como controle negativo. Em dois pocinhos, colocou-se água destilada, que foi considerado o branco.

A placa foi incubada por 1,5 h a 37 °C e depois lavada três vezes consecutivas com PBS-Tween (0,0015 M KH₂PO₄, 0,14 M NaCl, 0,004 M Na₂HPO₄, 0,003 M KCl, pH 7,4 + 0,5 mL Tween 20 L⁻¹). 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 1,5 h, 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 pocinho. A placa foi incubada por mais 1,5 h, a 37 °C. Depois de lavada como anteriormente, foram colocados 100 µL de p-fosfato de nitrofenil (SIGMA N-9389), diluído em tampão dietanolamina pH 9,8 (0,6 mg mL⁻¹) e a placa foi incubada à temperatura ambiente, no escuro, onde ocorreu a reação enzimática (60 a 120 minutos).

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

3.3 Monitoramento populacional de afídeos

O monitoramento dos insetos da família Aphididae, a qual pertence os pulgões, vetores de potyvirus, foi realizado através da contagem de afídeos coletados por armadilhas adesivas amarelas. Para amostragem, foram instaladas, em cada área experimental, dez armadilhas adesivas de dimensões 10x14cm, a 1,5 m de altura do solo, distribuídas de forma aleatória nas linhas de plantio.

A cada avaliação novas armadilhas substituíam as armadilhas anteriores, que seguiam para o Laboratório de Virologia Vegetal da UESB, onde eram contados os insetos com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

3.4 Análise epidemiológica da doença

3.4.1 Análise temporal

Os modelos matemáticos testados com o intuito verificar o modelo que melhor ajusta os dados de progresso da doença ao longo do tempo foram:

Modelo Logístico:

$$x(t) = 1 / (1 + ((1/b_1) - 1) \exp(-b_2 t)) \quad (1)$$

Modelo Monomolecular:

$$x(t) = 1 - (1 - b_1) \exp(-b_2 t) \quad (2)$$

Modelo de Gompertz:

$$x(t) = \exp(-(-\ln(b_1)) \exp(-b_2 t)) \quad (3)$$

Considera-se nas equações:

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

t = tempo (dias)

b_1 = parâmetro relacionado ao inóculo inicial

b_2 = parâmetro da taxa de progresso da doença

Calculou-se a proporção da doença a partir dos dados de incidência e, posteriormente, sua derivada (dx/dt). Para obtenção da taxa de progresso da doença padronizada ao longo da curva, linearizou-se as equações dos modelos Monomolecular, Logístico e de Gompertz, tendo o tempo (dias após a primeira avaliação) como variável independente.

Com o valor de *Interseção* da regressão, calculou-se o inóculo inicial (b_1) para cada modelo (b_1 logito, b_1 monito, b_1 gompito). Após, calculou-se a intensidade de doença estimada por meio dos modelos em função do tempo. Para o cálculo da doença estimada, foi empregado o logito, monito e gompito por cada modelo (logito de x previsto, monito de x previsto, gompito de x previsto) e, posteriormente, calculou-se o resíduo entre os dados transformados de doença real e prevista e plotou-se o gráfico de resíduos *versus* tempo. Efetuou-se regressão linear para obtenção do coeficiente de determinação ajustado da análise de regressão (R^{*2}). Por fim, plotou-se os gráficos entre proporção de doença *versus* tempo com os dados reais e previstos para cada modelo.

O grau de ajuste de cada modelo aos dados foi avaliado em função dos valores do coeficiente de determinação ajustado da análise de regressão (R^{*2}), forma da curva x real *versus* tempo, forma da curva de dx/dt , distribuição dos resíduos, valores do desvio padrão da taxa e desvio padrão de b_1 (JESUS JR. e outros, 2004).

3.4.2 Análise espacial

A análise espacial das parcelas constou, numa primeira etapa, do mapeamento da área a partir de dados binários (presença ou ausência de sintomas do CABMV), provenientes dos mapas originais. 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, foram definidos *quadrats* de tamanho 4x4 plantas. Para cada *quadrat*, foi determinada a proporção de plantas afetadas em cada avaliação e calculada a incidência pela fórmula: $p = D/T$, em que: T = número total de plantas e D = número total de plantas doentes no mapa. Incidência (p), assim calculada, é a base para o cálculo do índice de dispersão e para a aplicação da lei de Taylor modificada (MADDEN e HUGHES, 1995).

3.4.2.1 Índice de Dispersão (ID)

Em estudos epidemiológicos, utiliza-se o índice de dispersão (ID) para indicar os tipos de padrão espacial de doenças.

O índice de dispersão (ID) é função da variância observada (V_{obs}) e da variância binomial (V_{bin}). O valor de ID foi estimado para cada área e cada avaliação por meio da equação:

$$ID = V_{obs}/V_{bin}, \quad (4)$$

Em que:

$$V_{obs} = S((x_i - np)^2 / n^2(N-1)) \quad (5)$$

sendo x_i = número de plantas doentes n° *quadrat* e N= número total de *quadrats*;

$$V_{bin} = p(1-p)/n \quad (6)$$

sendo n = número de plantas n° *quadrat*

Aos valores de ID, foi aplicado o teste do Qui-Quadrado (χ^2) para verificar se o valor calculado foi maior ou igual a 1 ao nível de significância de 5%. Valores de ID=1 significam padrão aleatório de distribuição e valores de ID significativamente maiores que 1 indicam padrão de distribuição agregado, e menores que 1 indicam padrão regular.

3.4.2.2 Aplicação da Lei de Taylor modificada (LTM)

A lei de Taylor é uma ferramenta epidemiológica que representa o grau de agregação de uma determinada espécie.

A lei de Taylor modificada relaciona, por meio de polinômio de primeiro grau, a variância observada (V_{obs}) e a variância binomial esperada (V_{bin}) para uma distribuição aleatória ou ao acaso. Quando os dados são expressos em incidência, a distribuição binomial é a que propicia o melhor ajuste para condições de aleatoriedade (MADDEN e HUGHES, 1995).

A lei de Taylor modificada é calculada pela fórmula a seguir:

$$\log(V_{obs}) = \log(A) + b \log(V_{bin}) \quad (6)$$

A regressão linear foi aplicada a todos os dados, por meio do método dos quadrados mínimos, tendo a variância binomial como variável independente e a variância observada como variável dependente. Pelo teste F a 5% de probabilidade, foi determinada a significância da regressão entre o $\log(V_{obs})$ e o $\log(V_{bin})$ e a adequação do ajuste dos modelos aos dados foi avaliada por meio do coeficiente de determinação (R^2) e pela análise da distribuição dos resíduos. Considerou-se distribuição espacial ao acaso quando $A = 0$ e $b = 1$; e distribuição agregada quando $A > 0$ e $b > 1$, com base no teste t a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação do vírus

Com base nos resultados das análises do teste PTA-ELISA, foi possível a confirmação do CABMV, nas 37 amostras de plantas coletadas nas áreas em estudo. Os valores de absorvância variaram de 1,04 a 2,86 nm, sendo considerada positiva a amostra que apresentou valores de absorvância maiores que 0,99(Figura 4).

Portanto, a confirmação do CABMV, em todas as amostras coletadas, demonstrou que, mesmo realizando avaliações por meio da sintomatologia do vírus, os dados apresentados são confiáveis e não houve nenhum equívoco nas avaliações realizadas ao considerar as plantas de maracujazeiro sintomáticas para o CABMV.

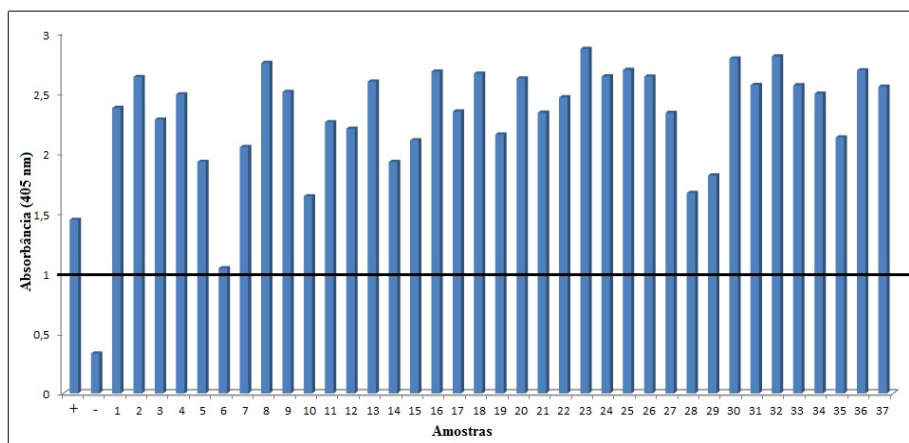


Figura 4. Representação gráfica do total de amostras de plantas de maracujazeiros com sintomas do endurecimento dos frutos, coletadas nas áreas 1 e 2, que foram submetidas ao teste PTA-ELISA para confirmação do *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV). Cada coluna representa uma amostra de planta de maracujazeiro. A Linha horizontal representa a linha de corte para considerar uma amostra positiva. Sinal (+) indica amostra positiva para o CABMV e sinal (-) indica amostra negativa para o CABMV.

4.2 Monitoramento populacional de afídeos

Quanto ao monitoramento dos insetos vetores, na área 1 foi constatada a presença de 5 pulgões na primeira avaliação e nenhum inseto foi constatado nas demais avaliações.

Para a área 2, verificou-se somente 4 insetos na primeira avaliação e em nenhuma outra foi verificada a presença dos mesmos. Enquanto neste trabalho o monitoramento de afídeos, por meio de armadilhas adesivas amarelas, realizado durante cinco meses, apresentou números baixíssimos de ocorrência de afídeos e a presença destes insetos foi constatada somente na primeira avaliação em ambas as áreas. Narita (2007), ao avaliar a dinâmica populacional dos afídeos na região da Alta Paulista-SP, durante 24 meses, por meio da utilização de armadilhas amarelas de água do tipo Moericke, em um único mês coletou 719 indivíduos alados do gênero *Aphis*.

Quando observada a área experimental de Narita (2007), este conduziu seu experimento em áreas próximas a plantios comerciais de maracujazeiro e outras culturas, fato que pode ter contribuído para o aumento do número de afídeos capturados.

Diferentemente das áreas avaliadas neste experimento, que eram localizadas em regiões isoladas, protegidas por uma serra com baixa incidência de ventos.

4.3 Epidemiologia do endurecimento dos frutos do maracujazeiro

4.3.1 Incidência da doença

Foram realizadas 9 e 10 avaliações nas área 1 e 2, respectivamente. As primeiras plantas sintomáticas foram observadas aos 57 dias após o plantio (DAP) na área 1 e aos 49 DAP na área 2. Altas incidências da doença foram observadas em ambas as áreas em estudo, tendo a área 1, aos 148

DAP, 100% de plantas afetadas (Figura 5A). Enquanto a área 2 apresentou 100% das plantas sintomáticas aos 155 dias após sua implantação (Figura 5B).

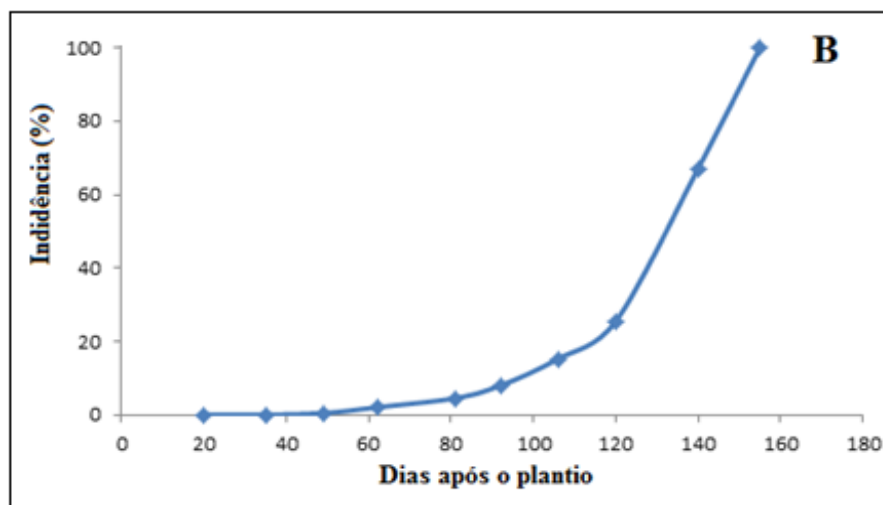
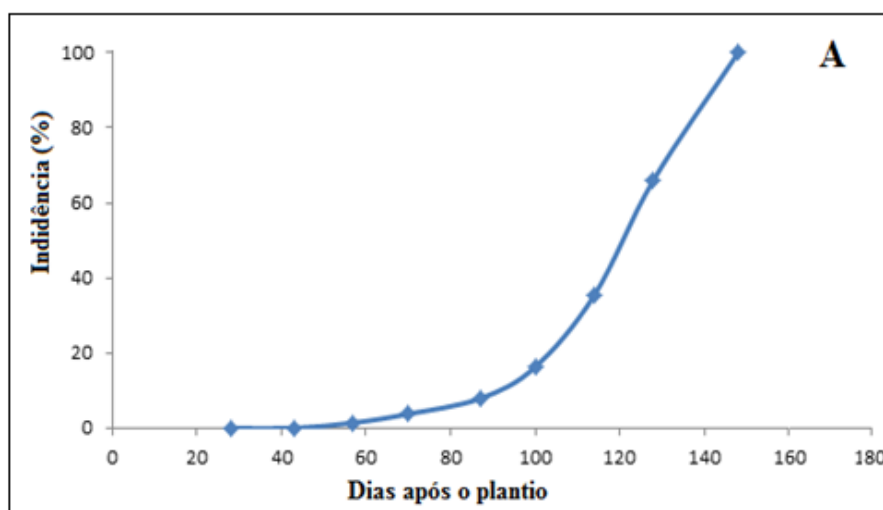


Figura 5. Incidência (%) do endurecimento dos frutos em plantas de maracujazeiro provocado pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) ao longo do tempo nas áreas experimentais 1 (A) e 2 (B).

Quando observado o aumento da incidência da doença em campo, pode-se verificar que, a cada avaliação, o número de plantas doentes, na maioria das vezes, foi praticamente o dobro em relação à avaliação anterior, em ambas as áreas. Esta doença faz parte do grupo denominado por Vanderplank (1963) de doenças de juro compostos, em que plantas infectadas durante o ciclo da cultura servem de fonte de inóculo para novas infecções durante o mesmo ciclo.

A elevada incidência do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, em pouco tempo, também foi observada por Narita (2007), quando em 3 meses a incidência de vírus atingiu 100% das plantas. Esse autor verificou que as infecções iniciais ocorreram justamente na divisa das áreas em que se encontrava uma cultura abandonada e totalmente infectada pelo vírus que disseminou rapidamente para o lado oposto.

Como esse vírus é transmitido por muitas espécies de afídeos, e a ocorrência de revoadas terem sido constantes durante todo período de avaliações nas áreas experimentais, houve facilidade na disseminação do vírus, embora não se observou uma correlação consistente, apenas uma tendência de a incidência do vírus ser maior em períodos de maiores revoadas. Portanto, áreas comerciais do ciclo anterior serviram de fonte de inóculo para os plantios novos e a disseminação secundária do CABMV nas áreas ocorreu por meio de insetos vetores.

No entanto, diferente do observado por Narita (2007), as áreas avaliadas neste estudo são áreas novas de maracujazeiro, onde anteriormente nunca havia sido cultivada esta cultura, portanto, o inóculo inicial não foi advindo de restos culturais de anos anteriores. A introdução do CABMV nas áreas ocorreu por insetos vetores, devido à constatação da presença de afídeos em ambas as áreas na primeira avaliação, mas estes insetos vetores não foram os responsáveis pela disseminação dentro de cada área, ou seja, a disseminação secundária, uma vez que, nas demais avaliações, em nenhuma das áreas foi constatada sua presença.

Provavelmente, a disseminação secundária se deu durante o manejo da cultura, na realização das podas de formação das plantas de maracujazeiro por meio da utilização de ferramentas de corte contaminadas, pois o aumento considerável de plantas sintomáticas foi observado a partir dos 70 dias, aproximadamente, após o plantio, período que coincide com a intensificação das podas. Nesta fase, o maracujazeiro está atingindo o arame e necessita de podas de condução e formação, que seguem até o estabelecimento da “cortina” de produção. Então, no momento da realização das podas, pode ter ocorrido, por meio de transmissão mecânica, a disseminação do CABMV no cultivo.

Mais estudos sobre transmissão por instrumentos de corte contaminados, dentro de cultivos de maracujazeiros, devem ser realizados para uma melhor elucidação deste fato.

4.3.2 Análise Temporal

Os modelos temporais Logístico, Monomolecular e Gompertz foram testados para o endurecimento dos frutos do maracujazeiro com o intuito de averiguar qual curva melhor descreve o progresso desta doença (Figuras 6 e 7). Para escolha do modelo que permita melhor ajuste aos dados, consideraram-se os valores de coeficiente de determinação (R^2), inóculo inicial da doença (Tabela 1) e os padrões de resíduos existentes entre valores previstos e observados *versus* tempo (Figura 8).

Dos modelos matemáticos testados, o Logístico permitiu melhor ajuste aos dados nas duas áreas experimentais, pois obteve coeficientes de determinação mais elevados ($R^2 = 0,9094$ na área 1 e $0,8772$ na área 2), bem acima dos modelos Monomolecular ($R^2 = 0,3516$ na área 1 e $0,3090$ na área 2) e de Gompertz ($R^2 = 0,786$ na área 1 e $0,7424$ na área 2) (Tabela 1). Além disso, a ausência de padrão de resíduos no modelo logístico contribuiu para sua escolha (Figura 8).

Como a epidemia se ajustou ao modelo logístico, indica que o aumento da incidência foi devagar no início e alcançou a incidência máxima da enfermidade tardiamente, mostrando pouca importância do vetor no aumento inicial da incidência. Caso inicialmente tivesse sido constatada maior população de vetores, poderia ter ocorrido um crescimento mais rápido da epidemia no início e os dados poderiam ter se ajustado ao modelo de Gompertz. Assim, a retirada das plantas sintomáticas no início poderia ter retardado o aumento da incidência.

Ainda são desconhecidos métodos de controle eficientes que, pelo menos, minimizem os danos causados pelo CABMV em maracujazeiros. Apesar do endurecimento dos frutos ser considerado a principal doença virótica que afeta essa cultura, e leva a quedas na produção e qualidade dos frutos, resultando em prejuízos para o produtor, pouco se tem relatado a respeito de estudos, afim de elucidar a dinâmica do CABMV em campo. Na literatura, não há relatos sobre trabalhos que testaram modelos matemáticos para descrever o progresso temporal do endurecimento dos frutos causado pelo CABMV em maracujazeiros em condições de campo.

O estudo da evolução desta doença ao longo do tempo e do espaço, o comportamento desse vírus e de seu vetor em campo é de suma importância para melhor entendimento da epidemia na cultura do maracujazeiro com finalidade de concluir sobre estratégias de controle eficazes para este patógeno.

São encontrados na literatura trabalhos realizados com outras epidemias em outras culturas, nos quais foram aplicados modelos matemáticos para descrever o progresso de doenças.

Assim como o endurecimento dos frutos causado pelo CABMV, a tristeza do citrus causada pelo *Citrus tristeza virus* (CTV) também é transmitida por afídeos, sendo seu principal vetor a espécie de pulgão *Toxoptera citricidus* Kirk. Para esta virose, Batista e outros (2008) testaram os mesmos modelos matemáticos testados para o endurecimento dos frutos neste trabalho. Os modelos Logístico, Monomolecular e de Gompertz foram

utilizados por esses autores para avaliar o progresso da tristeza do citrus em seis regiões produtoras de Citrus em Cuba. E, para o endurecimento dos frutos do maracujazeiro, o modelo logístico foi o que melhor permitiu ajuste aos dados de progresso da tristeza do citrus, na maioria das áreas.

Assim como neste trabalho, Castro (2003) trabalhou com uma espécie do gênero *Potyvirus*, o *Papaya ringspot virus* (PRSV-P), no município de Paso de Ovejas, no México, onde testaram modelos para ajuste do progresso da mancha anelar do mamoeiro, sendo o Logístico o modelo mais apropriado para descrever o progresso daquela virose.

Apesar dos dados dessas epidemias terem se ajustado ao mesmo modelo, as epidemias mencionadas não podem ser comparadas ao endurecimento dos frutos do maracujazeiro. A primeira é provocada por um closterovirus, transmitida por afídeos, de maneira semipersistente. A segunda é provocada por um potyvirus, transmitida por afídeos, de maneira não-persistente, semelhante à epidemia estudada neste trabalho. No entanto, no patossistema PRSV-P/mamoeiro, não há influência da poda na transmissão, por esta não ser uma prática comum naquela cultura.

Trabalho realizado em outro patossistema, envolvendo vírus como agente causal da doença, foi realizado por Moreira (2010), no qual foram testados os modelos exponencial, monomolecular, logístico e de gompertz para averiguar qual o modelo melhor se ajusta aos dados de progresso temporal da clorose letal, que é causada pelo Tospovirus *Zucchini lethal chlorosis virus* (ZLCV) em abobrinha de moita (*Cucurbita pepo* L.) e transmitido pelo tripses *Frankliniella zucchini*. O autor concluiu que o modelo monomolecular foi o que melhor descreveu a curva de progresso da doença.

Modelos de Gompertz e Monomolecular também foram ajustados para a morte súbita dos citrus (BASSANEZI e outros 2003) e para o patossistema *Tomato yellow vein streak virus*/tomateiro (DELLA VECCHIA e outros 2007), respectivamente, no Estado de São Paulo.

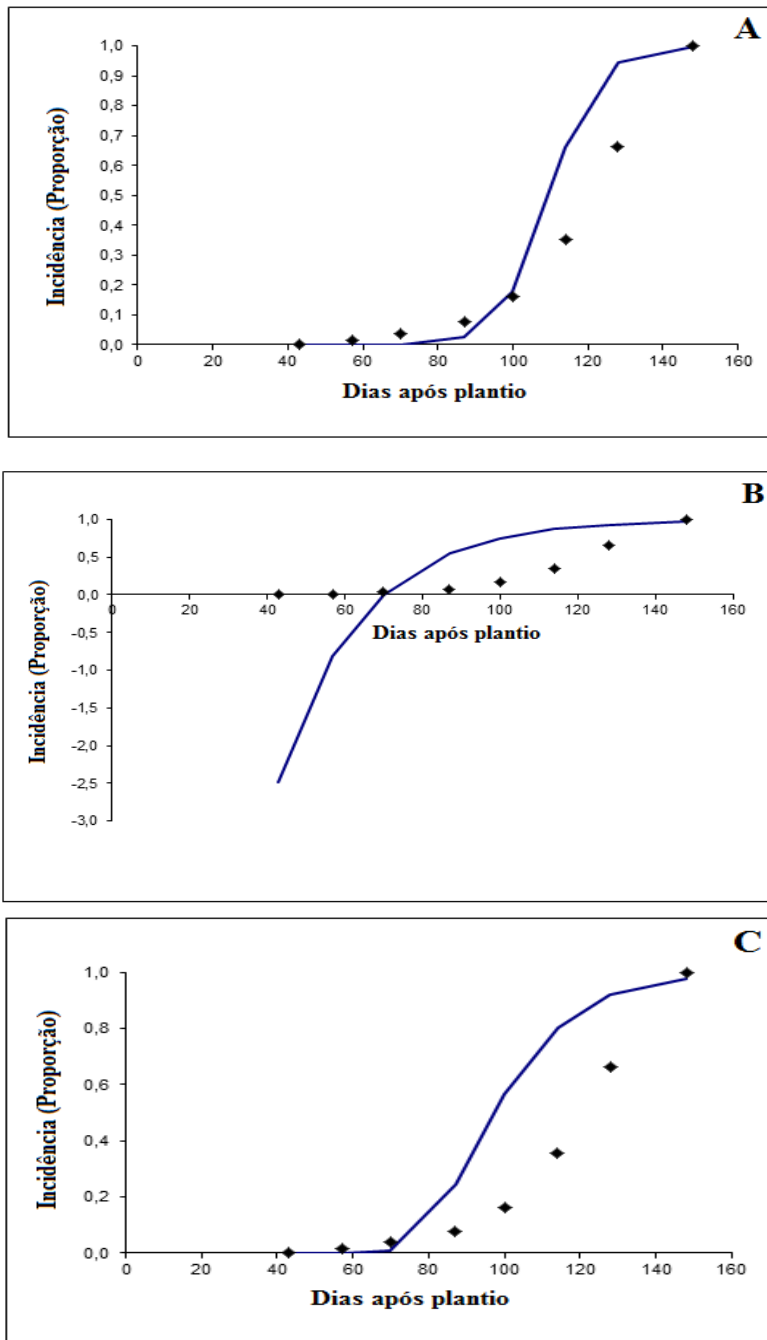


Figura 6. Incidência (proporção) do endurecimento dos frutos do maracujazeiro estimada (linhas contínuas) e proporção real (losangos preenchidos) para a Área 1. Modelo Logístico (A), Monomolecular (B) e de Gompertz (C).

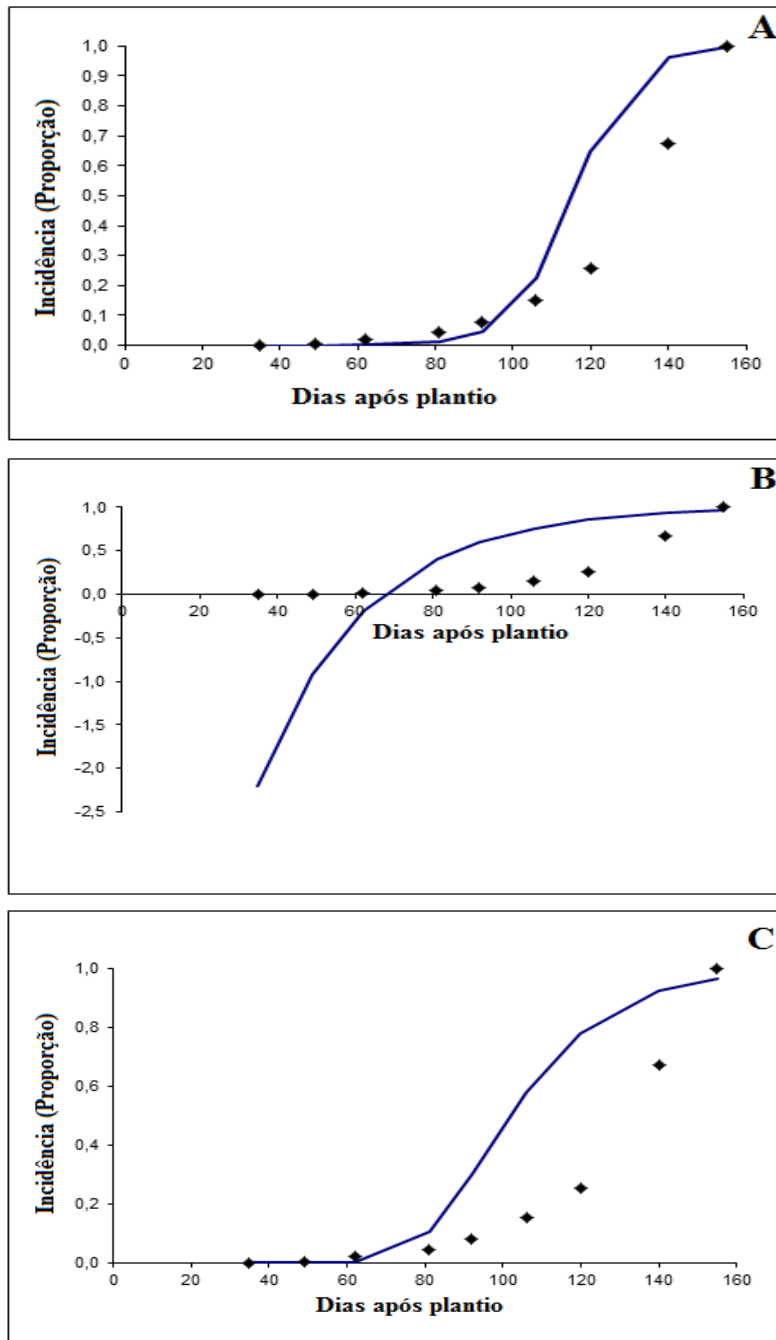


Figura 7. Incidência (proporção) do endurecimento dos frutos do maracujazeiro estimada (linhas contínuas) e proporção real (curva dos losangos preenchidos), cada losango representa uma avaliação para a Área 2. Modelo Logístico (A), Monomolecular (B) e de Gompertz (C).

Tabela 1 - 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 da doença nas áreas experimentais (área 1 e área 2).

Modelos	Parâmetros	Campos Experimentais	
		Área 1	Área 2
Logístico	b_1	0	0
	b_2	0,1576	0,1311
	R^2	0,9094	0,8772
Monomolecular	b_1	-24,753	-10,4643
	b_2	0,0465	0,03641
	R^2	0,3516	0,3096
Gompertz	b_1	0	0
	b_2	0,0692	0,05595
	R^2	0,786	0,7424

b_1 e b_2 são parâmetros do inóculo inicial e da taxa de progresso da doença, respectivamente.

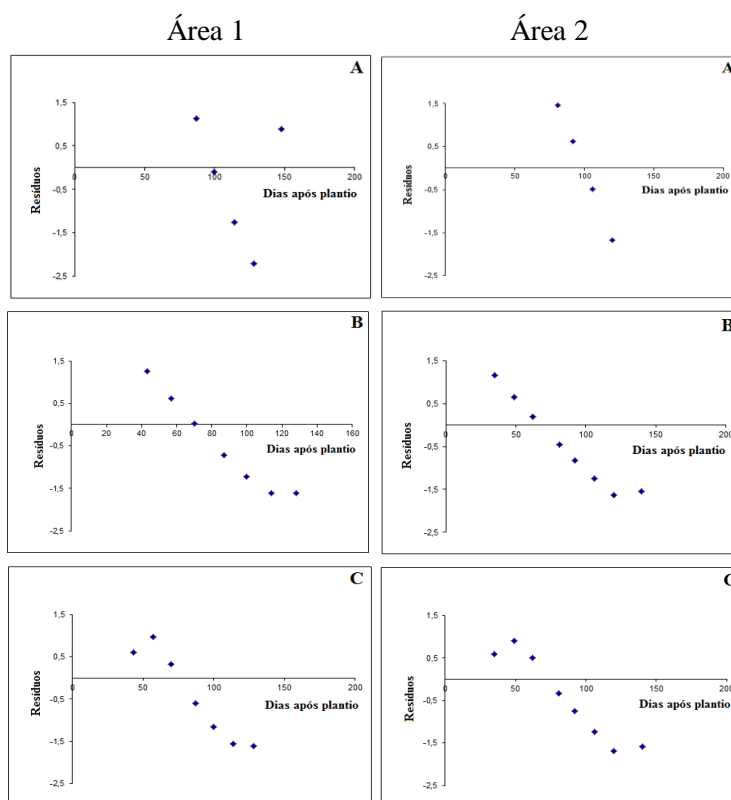


Figura 8. Resíduos *versus* dias após plantio para a área 1 (à esquerda) e para a área 2 (à direita) após teste dos modelos: A – Logístico; B – Monomolecular; C – Gompertz.

4.3.3 Análise Espacial

Mapas de distribuição das plantas de maracujazeiro com sintomas típicos do endurecimento dos frutos causado pelo CABMV foram elaborados para facilitar a visualização da distribuição da doença ao longo das avaliações nas áreas experimentais (Figuras 9 e 10).

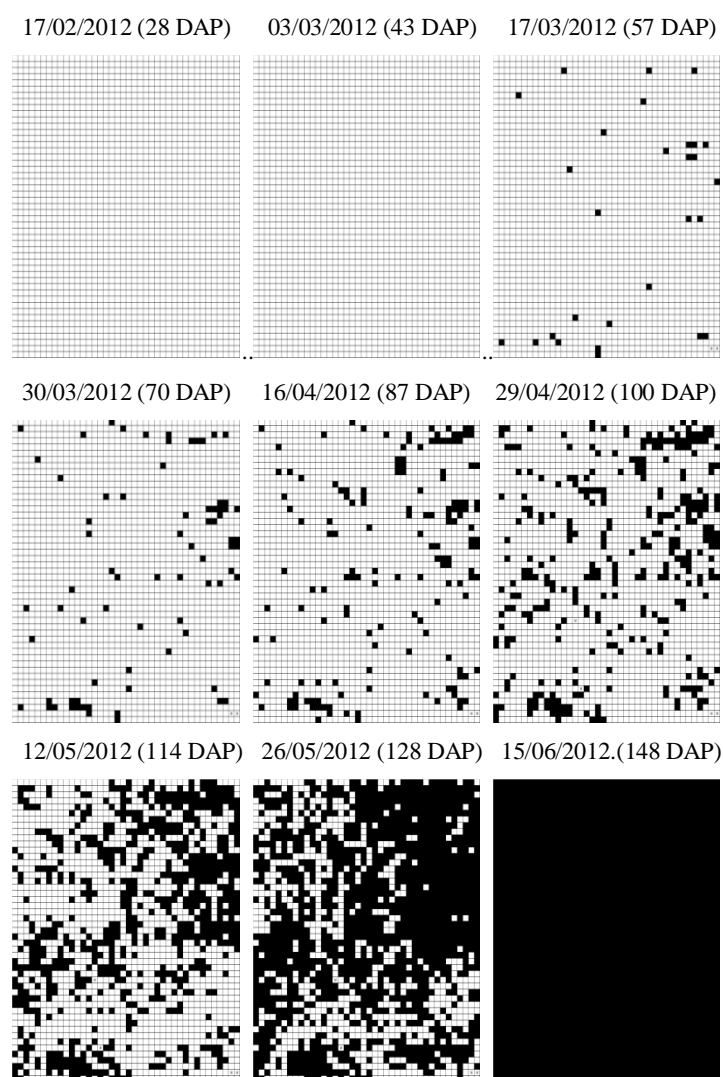


Figura 9. Mapa da distribuição espacial de plantas de maracujazeiros com sintomas de infecção pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), na área 1 ao longo de nove avaliações com suas respectivas datas e dias após o plantio (DAP). Os quadrados cheios representam plantas sintomáticas e os quadrados vazios representam plantas saudáveis ou assintomáticas.

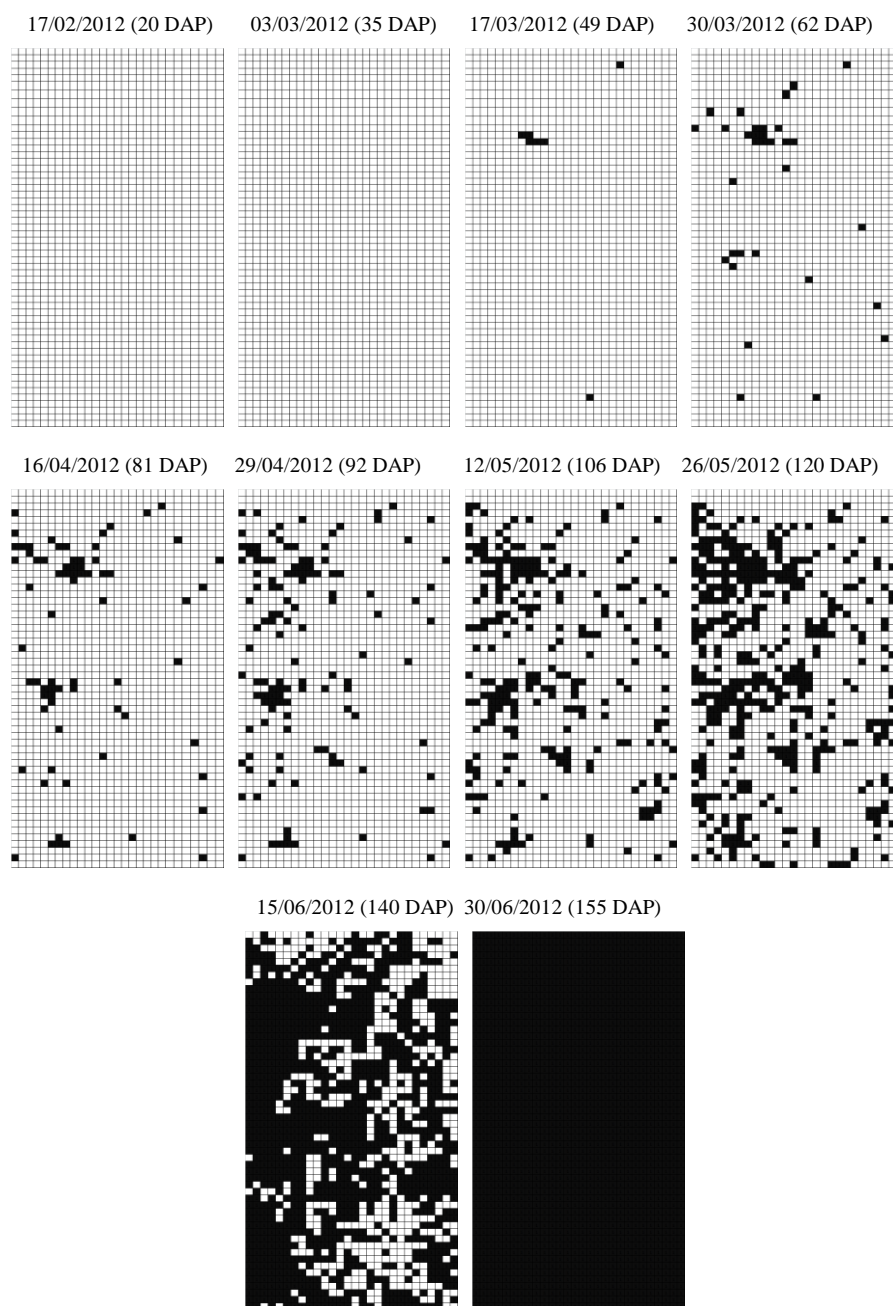


Figura 10. Mapa da distribuição espacial de plantas de maracujazeiros com sintomas de infecção pelo *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), na área 2 ao longo de dez avaliações com suas respectivas datas e dias após o plantio (DAP). Os quadrados cheios representam plantas sintomáticas e os quadrados vazios representam plantas saudias ou assintomáticas.

4.3.3.1 Índice de Dispersão (ID)

Para cálculo dos valores dos índices de dispersão das duas áreas experimentais, adotou-se *quadrats* de tamanho 4x4 plantas. Considerou-se a agregação da doença quando os valores de ID foram significativamente superiores a 1,0 pelo teste de qui-quadrado a 5% de probabilidade, e aleatoriedade na distribuição da doença quando os valores de ID foram significativamente iguais a 1,0.

A incidência foi similar nas duas áreas. Para a área 1, na terceira avaliação (57 DAP), obteve-se $ID=1,11831$, valor que não é significativamente maior que 1,0 pelo teste qui-quadrado a 5% de probabilidade, indicando, portanto, aleatoriedade no padrão da doença. No entanto, a partir da quarta avaliação, o ID apresentou valores que variaram de 1,73729 a 3,29862, que foram significativamente maiores que 1, evidenciando padrão agregado de distribuição da doença (Tabela 2). Portanto, na área 1, a doença começou ao acaso e agregou ao longo do tempo.

Padrão de distribuição agregado desde o princípio foi observado na área 2, onde todos os valores foram significativamente maiores que 1,0 pelo teste qui-quadrado a 5% de probabilidade (Tabela 2), desde a terceira avaliação, quando foram detectadas as primeiras plantas doentes.

Resultados similares ao padrão de distribuição verificado no presente trabalho foram descritos por Vidal e outros (2004), ao estudar a distribuição espacial da meleira do mamoeiro em plantios comerciais nos Estados da Bahia e Pernambuco.

Geralmente, as doenças causadas por vírus, e que são disseminadas por insetos vetores, apresentam um ID próximo a 1, durante quase todo o seu ciclo, apresentando, portanto, um padrão aleatório já que a transmissão do vírus se dá durante as picadas de prova, quando o inseto está à procura de sua hospedeira, e as picadas ocorrem de forma aleatória na área.

A agregação ocorre somente no final do ciclo, como pode ser observada na distribuição espacial do *Sugarcane yellow leaf virus* (ScYLV) em cana-de-açúcar (McALLIER e outros, 2008) e do *Plum pox virus* (PPV) em pera (DALLOT e outros, 2003). Estes resultados diferem daqueles apresentados no presente trabalho, onde a agregação ocorreu desde o início da epidemia.

Tabela 2 – Incidência (%) e Índice de Dispersão (ID) do endurecimento dos frutos de maracujazeiro causado pelo CABMV nas áreas 1 e 2. *Quadrat* 4x4 plantas.

Avaliações	Área 1		Área 2	
	Incidência (%)	ID	Incidência (%)	ID
1 ^a	0	-----	0	-----
2 ^a	0	-----	0	-----
3 ^a	1,43	1,11831	0,45	1,81221*
4 ^a	3,78	1,73729*	2,04	2,30608*
5 ^a	7,91	2,204*	4,53	2,63413*
6 ^a	16,28	2,25003*	7,97	2,54594*
7 ^a	35,46	3,46026*	15,24	2,57749*
8 ^a	66,12	3,29862*	25,51	3,17832*
9 ^a	100	-----	67,16	3,69112*
10 ^a	-----	-----	100	-----

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

4.3.3.2 Aplicação da Lei de Taylor Modificada (LTM)

A partir dos valores das variâncias observadas e previstas em cada avaliação da doença nas áreas 1 e 2, realizou-se a regressão linear para obtenção dos valores dos parâmetros $\log(A)$ e b para o *quadrat* 4x4

plantas(Tabela 3). As retas de ajuste dos dados de cada área são apresentadas na Figura 11, além das equações e coeficientes de determinação (R^2).

A análise da distribuição espacial da doença apresentou comportamento similar para as duas áreas experimentais, sendo que os parâmetros $\log(A)$ e b diferiram significativamente de 0 e 1, respectivamente, pelo teste t a 5% de probabilidade, indicando padrão agregado de distribuição da doença (Tabela 3). Além disso, foram observados altos coeficiente de determinação ($R^2= 0,9960$ para área 1 e $0,9964$ para área 2).

Na Figura 12, onde foi plotada a relação entre o logaritmo das variâncias observadas e previstas das duas áreas experimentais, pode-se observar com mais clareza a agregação da doença em ambas as áreas, pois quanto mais distante da reta da casualidade, maior o indicativo de agregação. A área 2 apresentou um maior padrão de agregação, fato que pode ser comprovado pelos maiores valores de ID, mostrando padrão fortemente agregado ($ID=3,69112$) na nona avaliação (Tabela 2). Na área 1, mesmo apresentando aleatoriedade no primeiro ponto, referente à terceira avaliação, torna-se agregado nas avaliações seguintes, atingindo o mesmo padrão da área 1, nas últimas avaliações. Vale ressaltar que a área 1 foi implantada primeiro, portanto, sendo infectada primeiro, constituindo-se como fonte de inóculo para a área 2.

Tabela 3 – Parâmetros $\log(A)$ e b da Lei de Taylor modificada e coeficiente de determinação (R^2) para os dados acumulados da incidência da doença nas áreas 1 e 2. *Quadrat 4x4* plantas.

Parâmetros	Área 1	Área 2
$\log(A)$	1,1911*	0,7906*
desv pad $\log(A)$	0,0911	0,0716
b	1,3687**	1,1515**
desv pad b	0,0388	0,0284
R^2	0,996	0,9964

*Valor significativamente maior que 0 pelo teste t ($p<0,05$)

**Valor significativamente maior que 1,0 pelo teste t ($p<0,05$)

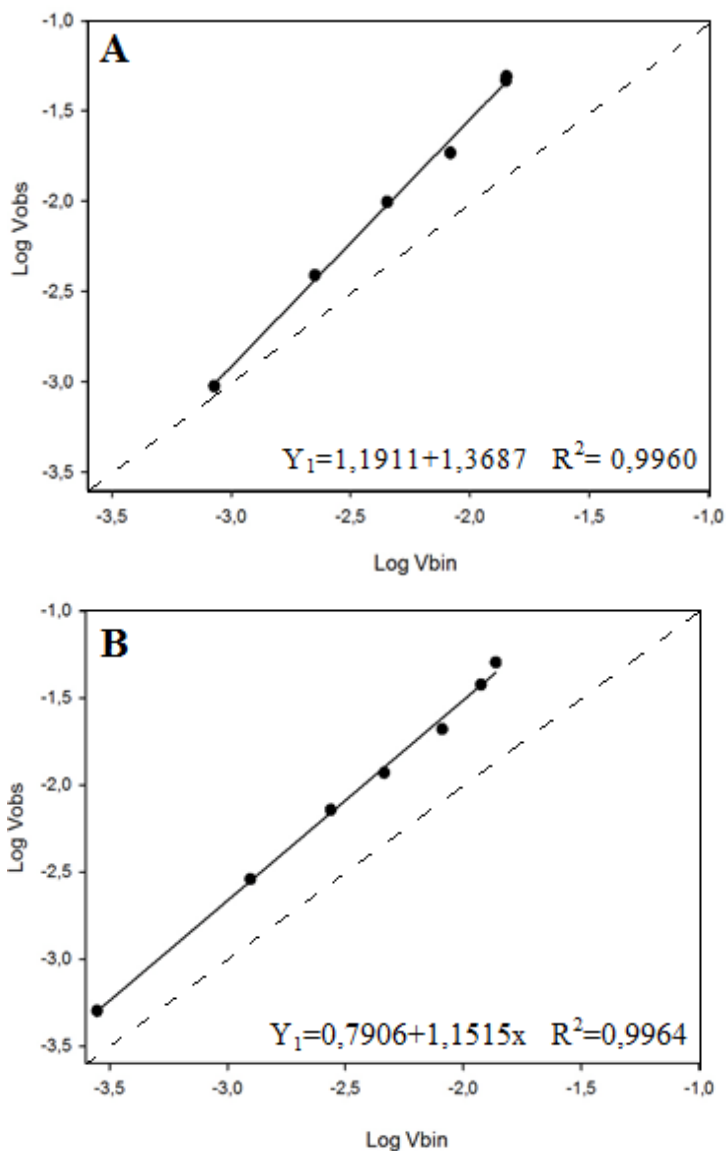


Figura 11. Aplicação da Lei de Taylor Modificada. Relação do logaritmo da variância observada (log V obs) e do logaritmo da variância binomial (log V bin) para os dados acumulados de incidência do endurecimento dos frutos de maracujazeiro nas áreas 1 (A) e 2 (B). Cada ponto representa uma avaliação da doença, a linha sólida representa a equação $\log(V_{obs}) = \log(A) + b \log(V_{bin})$, ajustada aos dados, e a linha pontilhada representa a linha binomial ($V_{obs} = V_{bin}$). *Quadrat* 4x4 plantas.

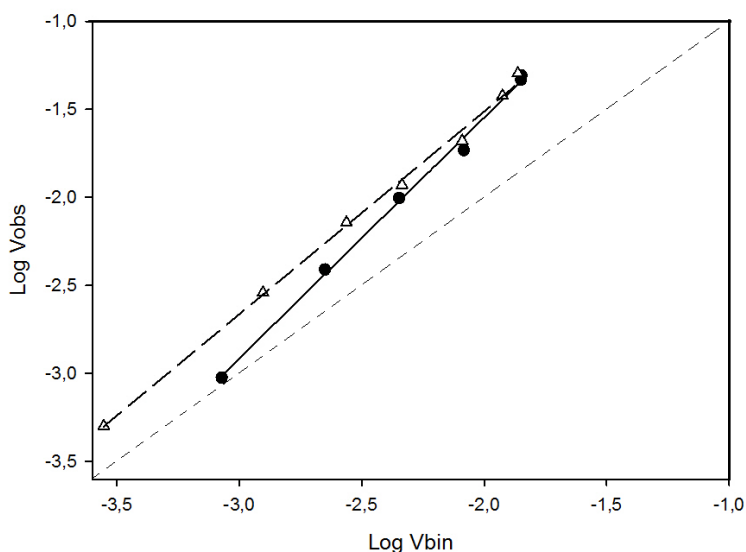


Figura 12. Aplicação da Lei de Taylor Modificada. Relação do logaritmo da variância observada ($\log V_{obs}$) e do logaritmo da variância binomial ($\log V_{bin}$) para os dados acumulados de incidência do endurecimento dos frutos do maracujazeiro. A linha contínua com círculos cheios representa a área 1 e a linha pontilhada com triângulos representa a área 2. *Quadrat* 4x4 plantas.

Diferentemente do índice de dispersão, a lei de Taylor avalia o padrão espacial de um conjunto de dados, permitindo obter uma visão dinâmica de uma área em diferentes períodos ou pela incidência de doença observada em diferentes localidades (BERGAMIN FILHO e outros, 2002).

A grande vantagem da lei de Taylor sobre outros métodos de estudo do padrão espacial de doenças é que a agregação de todo o conjunto de dados é descrita pelo menor número de parâmetros (A e b).

Para as doenças causadas por vírus, a alta agregação de plantas doentes em campo, geralmente, está associada à alta densidade de insetos vetores na área. A baixa densidade implica em padrão aleatório da doença em campo (ZHANG, 2000), diferentemente do ocorrido com o presente trabalho, no qual mesmo com uma baixa densidade de insetos vetores, a agregação foi verificada logo no início da epidemia. Vale ressaltar que no

patossistema CABMV/maracujazeiro, além da transmissão por afídeos, a transmissão mecânica poderá ter grande importância na epidemia da doença.

Com os dados apresentados, pode-se inferir que a transmissão inicial do CABMV ocorre via vetor (afídeos), disseminando-se secundariamente para as demais plantas por instrumentos de poda. A simples erradicação inicial de plantas afetadas poderá atrasar o início da epidemia, resultando em maiores produções. Meng e Li (2010), estudando a dinâmica de modelos de doenças de plantas com estratégias de controle cultural de erradicação contínua ou impulsiva, ou seja, sem um planejamento sequencial, concluiu que a erradicação impulsiva é mais eficiente e econômica no controle de doenças provocadas por vírus em plantas.

Entretanto, isto não é válido para todas as doenças viróticas, visto que a disseminação do patógeno pode ocorrer rapidamente, não sendo conveniente nem aguardar o momento planejado para erradicação das plantas sintomáticas, nem fazê-lo de forma impulsiva, mas o ideal é o acompanhamento diário da cultura em campo, e a realização da erradicação de plantas sintomáticas deve ser imediata ao aparecimento dos sintomas.

Além disso, adotando-se cuidados simples, como higienização das ferramentas de corte utilizadas nas podas das plantas de maracujazeiro, provavelmente, poderiam ter resultado em baixa incidência da doença no campo.

5.CONCLUSÕES

O modelo que melhor descreveu o progresso do endurecimento dos frutos do maracujazeiro foi o Logístico.

Foi observado um padrão agregado de distribuição de plantas doentes na maioria das avaliações, com forte agregação no final.

Não houve relação entre a população de insetos vetores capturada nas armadilhas adesivas e a incidência da doença.

Afídeos foram os responsáveis pela disseminação primária do CABMV nas áreas em estudo.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C. C. de N. *Passion flower little leaf mosaic begomovirus*: reação de espécies de Passiflora, gama parcial de hospedeiros, seleção de estirpes fracas e transmissão por Bemisia tabaci biótipo B. 2008. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- ALVES, A.C.C.N.; INUOE-NAGATA, A.K.; MOREIRA, A.G.; BARBOSA, A.L.; RESENDE, J.A.M. Strains of *Sida mottle virus* and *Sida micrantha mosaic virus* infecting Passionflower in different regions of Brazil. In: **XXII National Meeting of Virology e VI Mercosu Meeting of Virology**, v.16, p.214, 2011.
- ANTONIOLI-LUIZON, R. Sequenciamento parcial do vírus da pinta verde do maracujazeiro (*Passion fruit green spot virus*-PFGSV), desenvolvimento de métodos para sua detecção e estudos sobre sua variabilidade genética. Piracicaba, 2009. 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Maracujá**. São Paulo: Agra FNP Pesquisas Ltda, p. 371-376. 2009.
- BASSANEZI, R.B.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOTTWALD, T.R.; BOVÉ, J.M. Spatial and Temporal Analyses of Citrus Sudden Death as a Tool to Generate Hypotheses Concerning Its Etiology. **Phytopathology**, v.93, n.4, p.502-512, 2003.
- BATISTA, F.A.S.; GOMES, R.C.; RAMOS, V.F. Ocorrência de uma anormalidade de possível causa virótica ou semelhante a vírus, provocando “enfazamento” do maracujazeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6. , Recife, 1981. **Anais**. Recife: SBF, p. 1408-1413, 1981.
- BATISTA, L.; VELÁZQUEZ, K.; ESTÉVEZ, I.; PEÑA, I.; LÓPEZ, D.; REYES, M.L.; RODRÍGUEZ, D.; LARANJEIRA, F.F. Spatial temporal dynamics of *Citrus tristeza virus* (CTV) in Cuba. **Plant Pathology**, v.57, p.427-437, 2008.
- BERGAMIN FILHO, A.; HAU, B.; AMORIM, L.; LARANJEIRA, F.F. Análise espacial de epidemias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.10, p.155-218, 2002.

BOCK, K.R.; CONTI, M. *Cowpea aphid borne mosaic virus*. CMI/AAB, **Descriptions of Plant Viruses**, n.134, 1974.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York. John Wiley & Sons. 1990.

CASTRO, E.H. ; DÍAZ, D.R.; JIMÉNEZ, J.A.V.;VÁZQUEZ, R.M. Análisis Epidemiológico del virus de la mancha anular del papayo bajo diferentes densidades, aplicación de extractos acuosos de semillas de Nim (*Azadirachta Indica* A. Juss.) y eliminación de plantas enfermas del cv. maradol roja. **Revista Chapingo, Serie Horticultura**, v. 9, p.55-68, 2003.

CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; BERNACCI, L.C. Passifloraceae. In: **LISTA de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2010. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000182>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

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

COLARICCIO, A.; CHAGAS, C.M.; MIZUKI, M.K.; VEJA, J.; CEREDA, E. Infecção natural do maracujá amarelo pelo vírus do mosaico do pepino no Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v.12, p.254-257, 1987.

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

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

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

CRESTANI, O.A.; KITAJIMA, E.W.; LIN, M.T.; MARINHO, V.L.A.; PIMENTEL, J.P. Uma virose em maracujazeiro – mosaico amarelo – causada por um *Tymovirus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA. São Paulo, 1984. Resumos. **Fitopatologia Brasileira**, v.9, p.394, 1984.

DALLOT, S.; GOTTWALD, T.; LABONNE, G.; QUIOT, J.B. Spatial Pattern Analysis of Sharka Disease (*Plum pox virus Strain M*) in Peach

Orchards of Southern France. **Phytopathology**, v.93, n.12, p.1543-1552, 2003.

DELLA VECCHIA, M.G.S.; ROSA, D.D.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; RIBEIRO, A. Dinâmica temporal e espacial da begomovirose causada por *Tomato yellow vein streak virus* em tomateiro na região de Campinas-SP. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.4, p.387-395, 2007.

DI PIERO, R.M.; REZENDE, J.A.M.; YUKI, V.A.; PASCHOLATI, S.F.; DELFINO, M.A. Transmissão do *Passion fruit woodiness virus* por *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) e colonização de maracujazeiro pelo vetor. **Neotropical Entomology**, v.37, n.1, p.139-140, 2006.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Maracuja_Brasil_2008.pdf. Acessado em 08 de dezembro de 2012.

FERRAZ, J.V.; LOT, L. Fruta para consumo *in natura* tem boa perspectiva de renda. In: AGRICULTURAL 2007: anuário da agricultura brasileira. **Maracujá**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p.387-388, 2007.

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

FEUILLET, C.; MACDOUGAL, J.M. Passifloraceae.. K. Kubitzki (Ed.) In: **The families and genera of vascular plants**. v.9, p. 270-281, 2007.

FRIBOURG, C.E.; KOENING, R.; LESEMANN, D.E. A new tobamovirus from *Passiflora edulis* in Peru. **Phytopathology**, v.77, n.3, p.486-491, 1987.

GILLIGAN, C.A. Statistical analysis of the spatial pattern of *Botrytis fabae* on *Vicia faba*: a methodological study. **Transactions of the British Mycology Society**, v.79, p.193-200, 1982.

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

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

GIORIA, R.; REZENDE, J.A.M. Reação de diferentes espécies, principalmente de leguminosas, a seis isolados de Vírus do Endurecimento dos frutos de Maracujazeiro. In: **Simpósio de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo**, Piracicaba, Resumo, p.437, 1996.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA)
Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ba&tem=lavourapermanente2009>. Acessado em 05/01/2013.

INOUE, A.K.; MELLO, R.N.; NAGATA, T.; KITAJIMA, E.W.
Characterization of *Passion fruit woodiness virus* isolates from Brasília and surrounding region, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p.479-485, 1995.

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

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

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

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.

KOENING, R.; FRIBOURG, C.E. Natural occurrence of tomato ringspot virus in *Passiflora edulis* from Peru. **Plant Disease**, v.70, n.3, p.244-245, 1986.

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

LEÃO, R.M.K.; PEIXOTO, JR.; JUNQUEIRA, N.T.V.; RESENDE, R. de O.; MATTOS, J.K. de A., MELO, de B. Reações de progênies de maracujazeiro-azedo ao vírus do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid*

borne mosaic virus – CABMV) em casa de vegetação. **Bioscience Journal**, v.22, n.2, p.87-92, 2006.

LIMA, J.S.; CARNAÚBA, J.P; SILVA, S.C.; NASCIMENTO, L.D.; ASSUNÇÃO, I.P.; LIMA, G.S.A.; AMORIM, E.P.R. Occurrence of Begomovirus on yellow passion fruit in Alagoas state. **Virus Review e Research**, v.10, p. 140, 2005.

LIMA, M.M. Competitividade da cadeia produtiva do maracujá na região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno-Ride. 2001. 182 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

LOCALI-FABRIS E.C.; FREITAS-ASTUA, J.; SOUZA, A.A.; TAKITA, M.A.; ASTUA-MONGE, G.; ANTONIONI-LUIZON, R.; RODRIGUES, V.; TARGON, M.L.P.N.; MACHADO, M.A. Complete nucleotide sequence, genomic organization and phylogenetic analysis of *Citrus leprosis virus*. **Journal of General Virology**, v.87, p.2721-2729, 2006.

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

MADEN, L.V. Dynamic nature of within –field disease and pathogen distributions. In: JEGER, M.J. (Ed.). **Spatial Componentes of Plant Disease Epidemics** Prentice-Hall, p.96-126, 1989.

McALLISTER, C.D.; HOY, J.W.; REAGAN, T.E. Temporal increase and spatial distribution of *Sugarcane yellow leaf virus* and infestations of the aphid vector, *Melanaphis sacchari*. **Plant Disease**, v.92,n.4, p.607-615, 2008.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, p.83-91, 2011.

MENG, X.; LI, Z. The dynamics of plant disease models with continuous and impulsive cultural control strategies. **Journal of Theoretical Biology**, v.266, p.29-40, 2010.

MORAES, F.H.R.; BELO, W.R.F.; MORAES, G.J.; KITAJIMA, E.W. Occurrence of *Passion fruit green spot virus* in the passion fruit crop in the State of Maranhão, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v.31,n.1, p.100,2006.

MOREIRA, A.G.; ALVES, A.C.C.N.; CAMARGO, L.E.A. ; OTTONI, J R ; REZENDE, J. A. M. . Ocorrência de Begomovirus em maracujazeiro no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: XXXIX Congresso Brasileiro de

Fitopatologia, 2006, Salvador. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31. p. S-215-S-215,2006.

MOREIRA, A.S. Epidemiologia comparativa de três viroses em abobrinha de moita (*Cucurbita pepo* L.), 2010. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

NARITA, N. Epidemiologia do *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV) do maracujazeiro na região produtora da Alta Paulista, SP. 2007. 54p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007.

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

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.

NOGUEIRA, E. A.; MELLO, N.T.C.de.; ROLIM, P.R.R.; SANNAZZARO, A.M. Segurança alimentar e produção integrada: a exploração do maracujá como alternativa para o Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 1, p. 79-82, 2004.

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

NOVAES, Q.S.; MELETTI, L.M.M.; VIEIRA, M.L.C.; REZENDE, J.A.M. Seleção preliminar de maracujazeiro para tolerância ao *Passion fruit woodiness virus*. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, p.452, 2000.

OCAMPO, J.P.; COPPENS D'EECKENBRUGGE, G.; RESTREPO, M.; JARVIS, A; SALAZAR, M.; CAETANO, C. Diversity of colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. **Biota Colombiana**, v.8, p. 45, 2007.

PARES, R.D.; GUNN, L.V.; KESKULA, E.N.; MARTIN, A.B.; TEAKLE, D.S. Occurrence of passiflora latent carlavirus on cultivated and wild *Passiflora* species in Australia. **Plant Disease**, v.81, n.4, p.348-350, 1997.

- PERUCH, L.A.M.; SCHROEDER, A.L.; COLARICCIO, A.; GUIMARÃES, L.; CHAGAS, C.M. Doenças do maracujazeiro amarelo. EPAGRI. **Boletim Técnico**, v.145, 99p, 2009.
- PIO-RIBEIRO, G.; MARIANO, R.L.R. Doenças do maracujazeiro. In: KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A., REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. Ed. São Paulo SP. Agronômica Ceres. p. 525-534, 1997.
- PIRONE, T.P.; BLANC, S. Helper-dependent vector transmission of plant viruses. **Annual Review of Phytopathology**, v.34, p.227-247, 1996.
- REZENDE, J.A.M. Práticas culturais para prevenção e convivência com as viroses do maracujazeiro. In: SAMPAIO, A.C.; FUMIS, T.F.; ROSSI, A.D.; ALMEIDA, A.M.; GARCIA, M.J.M. (Eds.). **Manejo no controle do vírus do endurecimento dos frutos (PWV) do maracujazeiro**. Jaboticabal: Multipress, p.47-58, 2006.
- SANTOS FILHO, H.P.; LARANJEIRA, F.F. Doenças do maracujazeiro – doenças causadas por fungos. In: LIMA, A. de A.; CUNHA, M.A.P. da (Eds.). **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.241-267, 2004.
- SANTOS FILHO, H.P.; JUNQUEIRA, N.T. **Maracujá: Fitossanidade**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.32, 86p., 2003.
- TAYLOR, R.H.; GREBER, R.S. *Passion fruit woodiness virus*. CMI/AAB, **Description of Plant Viruses**, n.122, 1973.
- TAYLOR, R.H.; KIMBLE, K.A. Two unrelated viroses which cause woodiness of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.). **Australian Journal of Agricultural Science**, v.15, p.560-570, 1964.
- VANDERPLANK, J.E. **Plant Diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 349 p., 1963.
- VIDAL C. A.; LARANJEIRA, F. F.; NASCIMENTO, A. S.; HABIBE, T. C. Distribuição espacial da meleira do mamoeiro em zonas de trópico úmido e trópico semi-úmido. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.3, p.276-281, 2004.
- 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, p.915-917, 1979.

YUKI, V.A.; FERNANDES, M.S.; SANNAZZARO, A.M.; CAVICHIOLI, J.C.; REZENDE, J.A.M.; KUNIYUKI, H. Efeito do isolamento da cultura de maracujá na epidemiologia do vírus do endurecimento dos frutos. **Summa Phytopathologica**, v.32, suplemento, p.19, 2006.

ZHANG, X.S.; HOLT, J.; COLVIN, J. A general model of plant-virus disease infection incorporating vector aggregation. **Plant Pathology**, v.49, p.435-444, 2000.