

Avaliação da transmissão do vírus da meleira do mamoeiro através da semente

¹ Paulo Ernesto Meissner Filho, ² Marlon Vagner Valentim Martins, ¹ Eduardo Chumbinho de Andrade, ³ Joilson Silva Lima, ⁴ Ana Cristina Vello Loyola Dantas

¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mails: Paulo.meissner@embrapa.br, eduardo.andrade@embrapa.br

² Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Sara Mesquita, 2270, Bloco E, Bairro Pici. CEP 60511-110, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: marlon.valentim@embrapa.br

³ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, *Campus* de Fortaleza, Avenida Treze de Maio, 2081, Benfica, CEP 60040-215, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: joilson.lima@ifce.edu.br

⁴ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológica, Rua Rui Barbosa, 710, BairroCentro, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: acloyola@ufrb.edu.br

Resumo: Nesse trabalho foi avaliada a possibilidade de transmissão do vírus da meleira pela semente do mamoeiro, uma vez que na literatura há informações inconclusivas sobre o assunto. Sementes de mamoeiro cv. Golden foram coletadas de frutos colhidos de plantas que foram inoculadas mecanicamente com a meleira e apresentavam sintomas no momento do florescimento e quando foram coletados os frutos. As plântulas produzidas a partir dessas sementes foram transplantadas para um campo instalado em Cruz das Almas, BA, onde foram observadas durante 20 meses em teste de *grow-out* quanto ao desenvolvimento de sintomas de meleira. A presença do vírus também foi avaliada em amostras mediante extração de dsRNA viral e RT-PCR. Foram analisadas 636 plantas geradas a partir das sementes coletadas de plantas com meleira, não sendo observada nenhuma com sintomas de meleira. Também não foi detectada a presença do RNA viral em nenhuma das amostras de látex coletadas dessas plantas que foram analisadas. Nas condições em que foi conduzido esse trabalho não foi observada a transmissão da meleira pelas sementes obtidas de mamoeiro Golden com sintomas da meleira.

Palavras chave: *Carica papaya*, Epidemiologia, PMeV.

Evaluation of the transmission of the papaya meleira virus through seed

Abstract: In this work, the possibility of transmission of the Papaya meleira virus (PMeV) by papaya seeds was evaluated, since in the literature there is inconclusive information on the subject. Papaya seeds cv. Golden were collected from fruits harvested from plants that were mechanically inoculated with PMeV and was exhibiting symptoms during flowering and when fruits were collected. The seedlings produced from these seeds were transplanted to a field installed in Cruz das Almas, BA, where they were observed for 20 months in a grow-out test and for the development of meleira symptoms. Also, the presence of PMeV was evaluated by viral dsRNA extraction and RT-PCR. A total of 636 plants were analyzed and none developed meleira symptoms. The presence of viral RNA was also not detected in any of the latex samples collected from these plants that were analyzed. Under the conditions in which this work was conducted, the presence of honeydew symptoms was not observed in plants obtained from Golden papaya with honeydew symptoms.

Key words: *Carica papaya*, Epidemiology, PMeV. .

Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya*) é uma importante cultura para o Brasil, que em 2019 produziu 1,16 milhões de toneladas de mamão, tendo os estados da Bahia, do Espírito Santo, do Ceará, do Rio Grande do Norte e de Minas Gerais como os principais produtores, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2019).

Durante o seu cultivo diferentes pragas prejudicam o desenvolvimento da cultura e sua capacidade de produzir frutos comerciais, sendo as viroses as mais importantes e de difícil controle no campo (Oliveira, et al., 2000, Rezende, & Martins, 2005). No Brasil, o vírus da mancha anelar do mamoeiro (*Papaya ringspot virus*, PRSV), o vírus do amarelo letal do mamoeiro (*Papaya yellowing letal virus*, PLYV) e o vírus da meleira do mamoeiro (“*Papaya meleira virus*”, PMeV) têm sido considerados os mais impactantes na produção do mamoeiro (Oliveira, et al., 2000, Rezende & Martins, 2005). No Espírito Santo de 2011 a 2014 foram erradicados 4,9 milhões de mamoeiros devido à infecção com viroses (Ventura et al., 2015).

O vírus da meleira possui partículas isométricas e RNA de fita dupla (dsRNA), com genoma de 8,7 kb (Kitajima et al, 1993, Maciel-Zambolim et al., 2003 & Abreu et al., 2015). O PMeV foi sequenciado e comparado com outros vírus já descritos, mas ainda são necessárias mais análises para definir se ele é um novo membro da família *Totiviridae* ou um membro de uma nova família com similaridade com vírus que ocorrem em fungos (Abreu et al., 2015). Em condições experimentais foi demonstrada a transmissão do PMeV pela mosca-branca *Bemisia tabaci* Biótipo B (Vidal et al., 2005) e por ferimentos (Meissner et al., 2017). Recentemente foi detectado um segundo vírus associado com plantas com meleira e que possui RNA de fita simples (ssRNA), que foi chamado de *Papaya meleira virus2* (PMeV2). O PMeV2 possui similaridade com espécies do gênero *Umbravirus* e é encapsidado pela capa protéica do PMeV (Antunes et al., 2016). Estudos indicam ser necessário que o PMeV e PMeV2 estejam presentes para ocorram os sintomas da meleira (Antunes et al., 2016).

A meleira já foi reportada no Norte do Espírito Santo e em alguns municípios dos Estados da Bahia, de Minas Gerais, do Ceará, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte (Ventura et al., 2003 & Abreu et al., 2015). Em 2008, no México, foram detectadas plantas com sintomas semelhantes aos da meleira, sendo encontrado nelas um vírus semelhante ao PMeV e um vírus de RNA (Perez-Brito et al., 2012 & Zamudio-Moreno et al., 2015).

Plantas infectadas com a meleira apresentam sintomas de exsudação natural de látex fluido dos frutos, que geralmente oxida, dando um aspecto melado, e podem também ser visualizadas manchas, alternando entre verde-claro e verde-escuro (manchas zonadas). Quando plantas infectadas têm seus frutos feridos ocorre exsudação de látex fluido. Nas folhas mais jovens, frequentemente são observadas necrose nos bordos e na ponta das folhas. Nos pecíolos e nervuras das folhas aparecem pontos com exsudação de látex (Habibe, 2003 & Meissner et al., 2017).

A transmissão de viroses por sementes propicia sua disseminação a longas distâncias, sua introdução em novas áreas e sua sobrevivência na entressafra, influenciando as estratégias adotadas para o controle de viroses (Agiros, 2005). Várias espécies de vírus podem ser transmitidas pelas sementes, todavia a porcentagem de transmissão observada tem sido variável. Com o *Beet curly top virus* (BCTV) ocorre transmissão de 38,2 a 78%, com o *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) de 81 a 85%, e com o *Squash mosaic virus* (SqMV) de 11% (Alvarez, Campbell, 1978, Sastry, 2013, Kil et al., 2016 & Anabestani et al., 2017). Para algumas viroses que apresentam genoma de dsRNA, como *Southern tomato virus* (STV), foi observada uma alta porcentagem de transmissão pela semente, da ordem de 70 a 90 %.

Até o momento, não foi constatada a transmissão da meleira pela semente do mamoeiro no Brasil em condições de campo (Meissner et al., 2003 & Abreu et al., 2012). Trabalho inicial testou a presença do PMeV por RT-PCR em 200 mudas de mamoeiro geradas por sementes coletadas em plantas infectadas, não detectando o vírus em nenhuma planta (Abreu et al., 2012). No México, foi observada

transmissão em porcentagem elevada da meleira pelas sementes da variedade Maradol em condições controladas (Tapia-Tussell et al., 2015 & Zamudio-Moreno et al., 2015). Recentemente, Oliveira (2019) detectou a presença do PMeV em condições controladas em 84 % das plântulas por RT-PCR, mas não analisou a presença de sintomas da meleira em plantas adultas.

A principal medida adotada para o controle da meleira tem sido o monitoramento dos plantios e a erradicação precoce das plantas infectadas (Abreu et al., 2015). Se a meleira for transmitida pela semente do mamoeiro, será necessário adotar outras medidas para o seu controle, como a produção de sementes livres de vírus. Diante de dados controversos quanto à transmissão da meleira pela semente, o objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de transmissão da meleira pelas sementes do mamoeiro no Brasil.

Material e métodos

Plantas de mamoeiro 'Golden' da bordadura de experimento conduzido no Campo Experimental do Curu (CEC), da Embrapa Agroindústria Tropical em Paraipaba, Ceará foram inoculadas por ferimentos no início do seu florescimento, com meleira utilizando uma agulha hipodérmica previamente imersa em látex coletado na região de plantas com sintomas de meleira (Martins et al., 2014). Dessas plantas foram coletados frutos, com sintomas de meleira, em 11/02/2014. As sementes somente foram retiradas de frutos colhidos em plantas, cujas flores e frutos foram produzidos após as plantas apresentarem sintomas de meleira, sendo posteriormente armazenadas em geladeira ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) por 16 meses, no laboratório de fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical. Além das sementes, nessa mesma data foi coletado látex de frutos com sintomas, o qual foi armazenado a -20°C , para posterior análise para a presença da meleira.

A avaliação das plantas produzidas a partir sementes de mamoeiro com sintomas de meleira foi realizada em frutos de plantas de experimento conduzido na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas [CCABB] da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia [UFRB], em Cruz das Almas. Na área não há cultivo comercial de mamoeiro. Sementes

de 'Sunrise Solo', produzidas em Cruz das Almas, em uma área sem meleira, foram utilizadas para produzir mudas que foram utilizadas como testemunhas no experimento e para monitorar alguma dispersão da meleira na área. As sementes das duas cultivares, 'Golden' proveniente de frutos de plantas com sintomas de meleira e de 'Sunrise Solo' obtidos de plantas sem sintomas de meleira, foram semeadas em 05/05/2015 em substrato e mantidas em telado à prova de insetos. Após as mudas estarem com 45 dias de idade, foram transplantadas para o campo da UFRB, sendo colocadas três mudas por cova. No experimento foi utilizado um desenho experimental no qual cada parcela era composta por 27 plantas (3 fileiras de 9 plantas) da cultivar Golden e em volta delas foi plantada uma bordadura de 'Sunrise Solo' (Figura 1). No campo, foram instaladas 29 parcelas com espaçamento de 2 metros entre plantas e 3 metros entre linhas. O experimento foi conduzido sem irrigação, às plantas foram molhadas com mangueira apenas em momentos críticos. No florescimento, foi realizada a sexagem, mantendo-se preferentemente duas plantas femininas ou hermafroditas em cada cova. Nesse experimento, foi realizado em condições de campo, um teste de crescimento (*grow-out test*) para detecção de sintomas de vírus nas plantas em cultivo. As plantas foram monitoradas durante o seu crescimento quanto à presença de sintomas semelhantes aos causados pela meleira (Sastry, 2013). Também foram periodicamente testadas, por ferimentos feitos nos frutos com palitos de dente, quanto à presença de látex fluído, indicativo da infecção pela meleira.

As plantas de mamoeiro foram monitoradas semanalmente durante 20 meses de cultivo, quanto à presença de sintomas de meleira. No final do experimento, todos os frutos foram feridos com palito de dentes para verificar a consistência do seu látex. Também foram colhidas aleatoriamente amostras de folhas e látex de 30 plantas de cada cultivar, aproximadamente 5% das plantas de 'Golden' e de 'Sunrise Solo', para avaliação em laboratório quanto a presença do PMeV. O látex foi coletado em microtubos e diluído 1:1 com água destilada esterilizada.

As amostras foram analisadas em laboratório, quanto à presença de RNA de fita dupla (dsRNA) com tamanho semelhante ao

relatado para o PMeV (Abreu et al., 2015) e por transcrição reversa e reação de polimerase em cadeia (RT-PCR) para a presença do PMeV no

Laboratório de Virologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Figura 1 - Disposição das cultivares Sunrise e Golden na parcela experimental utilizada para avaliação da transmissão da meleira pelas sementes no campo em Cruz das Almas.

Sunrise Solo				
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo	Golden	Golden	Golden	Sunrise Solo
Sunrise Solo				

O dsRNA foi extraído seguindo o protocolo de Valverde et al. (1990). O látex misturado com 1V de fenol, e a fase aquosa foi coletada e em seguida foi passada em uma coluna de celulose. O dsRNA foi posteriormente eluído da coluna pela aplicação de tampão Tris-EDTA e precipitado pela adição de 0,7 V de isopropanol seguido de centrifugação a 12.000 g por 10 minutos, e ressuspenso em água livre de nucleases. O dsRNA foi posteriormente submetido a eletroforese em gel de agarose e visualizado utilizando-se o sistema Gel logic 200 (Kodak). O RNA total foi extraído utilizando Trizol (Thermo-fisher) seguindo as recomendações do fabricante.

Para a detecção do PMeV por RT-PCR, inicialmente foram misturados 5 µL de RNA total (2 µg), 50 µM de hexâmeros de sequência aleatória e água livre de nucleases, para um volume final de 12 µL. A reação foi incubada por 3 min a 93 °C sendo transferida imediatamente para o gelo. Em seguida, foram adicionados 4 µL do tampão da reação, 1 µL da mistura de dNTPs a 10 mM, 2 µL de ditiotreitól a 0,1 M, 0,7 µL de RNasin (40 U µL⁻¹) (Promega) e 1 µL (200 U) da enzima transcriptase reversa (M-MLV) (Promega). A reação foi incubada a 25 °C/10 min, seguida de uma incubação a 37 °C por 50 min.

Na reação da PCR foram utilizados 2 µL do

cDNA, 5 µL do tampão da PCR 10 x (200 mM Tris-HCl, pH 8,4, 500 mM de KCl), 3 µL de MgCl₂ a 25 mM, 1 µL dos dNTPs (10 mM), 0,5 µL dos primers PMeV_F1 (5' TAG AGG TAA CAA TAC TTA CTCG 3') e PMeV_R1 (5' GAA AAT TTA ACT TTA AAC CAA TC 3'), 0,5 µL de Taq Platinum DNA polimerase (5 U µL⁻¹) e o volume foi completado para 20 µL com água ultra-pura. Foi utilizado para a amplificação o seguinte ciclo: 94 °C/3 min, seguido de 35 ciclos a 94 °C/40", 58 °C/30" e 72 °C/20 min, uma extensão final a 72 °C/7 min e 8 °C. Os amplicons foram visualizados em gel de agarose.

Resultados e discussão

Em cinquenta amostras de látex coletadas de plantas da cultivar Golden plantadas no Ceará, com sintomas de meleira e que forneceram as sementes utilizadas no experimento da UFRB, foi observado dsRNA com tamanho semelhante ao relatado para o PMeV (Figura 2). Algumas amostras que apresentaram o dsRNA viral, também foram analisadas por RT-PCR,

confirmando a presença do PMeV nas plantas com sintomas de meleira (Figura 3).

No experimento de *grow-out test* conduzido a campo em Cruz das Almas, BA, durante 20 meses de acompanhamento, não foram observadas plantas com sintomas semelhantes aos relatados para meleira, como mancha zonada nos frutos, frutos com exsudação de látex fluido, pontos de exsudação de látex nos pecíolos e nas nervuras das folhas, bem como queima dos bordos das folhas novas. Periodicamente, as 636 plantas de 'Golden' foram submetidas a ferimentos na casca dos frutos utilizando palito de dente, e em nenhuma delas foram observadas a presença de látex fluido. Em experimentos anteriores com mamoeiro e com a inoculação da meleira por ferimentos mecânicos, os primeiros sintomas foram detectados cerca de 30 dias após a inoculação (Martins et al., 2014 & Meissner et al., 2017).

Amostras de látex foram coletadas de 30 plantas e submetidas a testes para detecção do dsRNA viral, não sendo observada sua presença, confirmando que as plantas não estavam infectadas (Figura 4).

Figura 2 - Gel de agarose a 1%, corado com brometo de etídeo, com dsRNA extraído de amostras de látex de mamoeiro Golden com sintomas de meleira cultivadas no Ceará em 2013 e fornecedor de sementes para o teste de transmissão da meleira pela semente. M : marcador 1 kb DNA Ladder da Invitrogen; Amostras de mamoeiro Golden infectado com meleira 1 a 10; C- : Sunrise Solo sadio; C+ : Sunrise mantido em telado, previamente inoculado com meleira.

M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 C⁻ C⁺

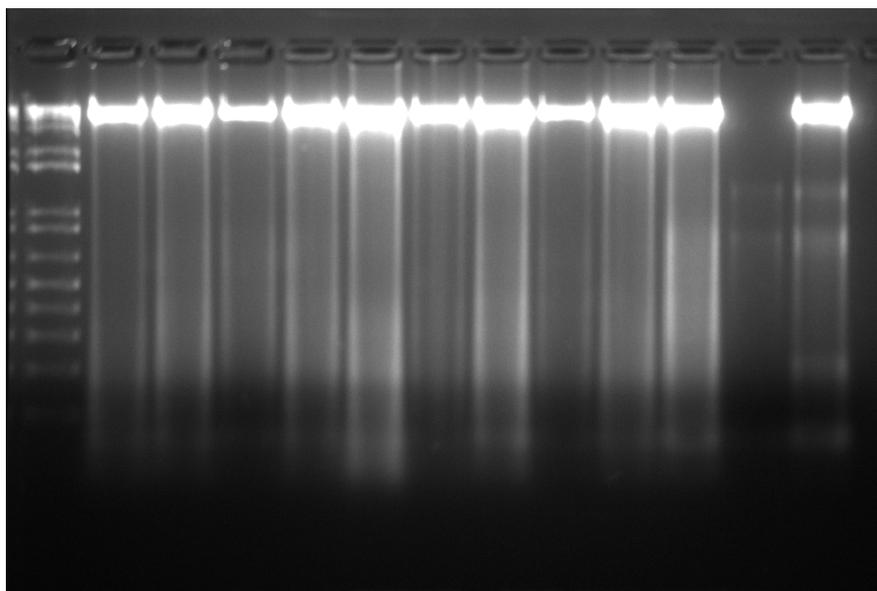


Figura 3 - Gel de agarose a 1%, corado com brometo de etídio, com produto da RT-PCR de amostras de látex obtidas de plantas da cultivar Golden com sintomas de meleira coletadas no campo do Ceará, 2013. M : marcador 1 kb DNA Ladder da Invitrogen; a : Golden com meleira; b = Golden com meleira 3; c : mamoeiro sadio.

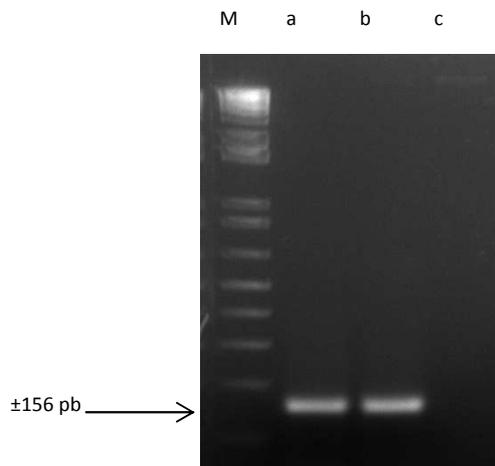
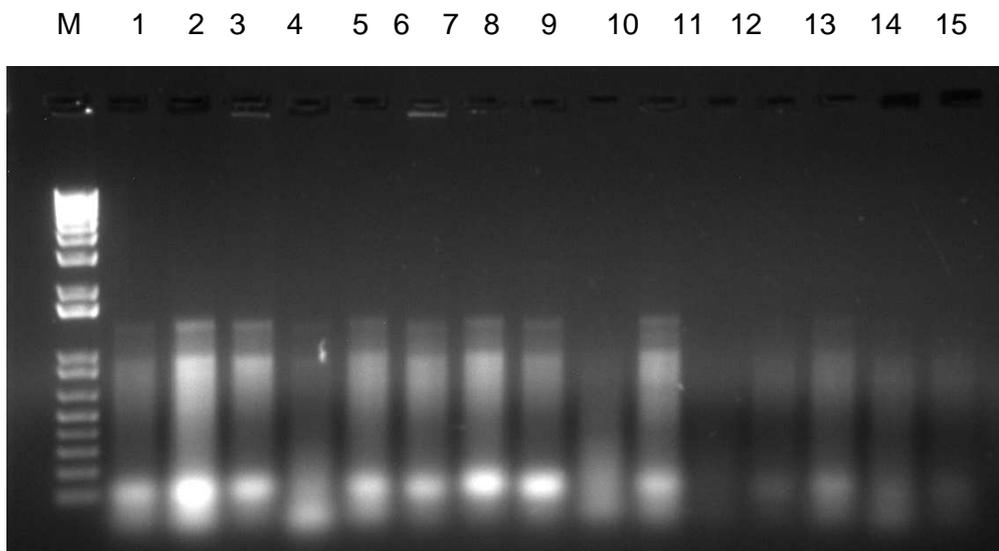


Figura 4 - Gel de agarose a 1%, corado com brometo de etídeo, com a extração de RNA total de amostras de mamoeiro 'Golden' coletadas no campo instalado na UFRB para avaliação da transmissão da meleira pela semente. M : marcador 1 kb DNA Ladder da Invitrogen e 1 a 15) amostras de mamoeiro Golden.



Até o momento já foi constatado que 231 vírus podem ser transmitidos pela semente (Hull, 2002 & Sastry, 2013). A taxa de transmissão de um vírus pela semente pode variar de 1 a 100%, dependendo da estirpe presente, do seu hospedeiro, da variedade que está infectada, assim como do estágio em que a planta é infectada pelo vírus. O tempo de sobrevivência do vírus na semente depende da espécie presente,

do local em que o vírus está localizado na semente, do hospedeiro e da longevidade da semente. Há relatos de vírus que persistem em sementes por mais de 30 anos (Sastry, 2013). A manutenção da viabilidade da semente e a perda de vigor da muda gerada tem sido associadas à presença de vírus nela (Sastry, 2013). Plantas geradas por sementes infectadas em geral apresentam sintomas logo após a germinação,

redução do poder germinativo e efeitos no desenvolvimento da muda (Anabestani et al., 2017).

Para os vírus que são transmitidos pela semente, a infecção da planta antes do florescimento leva a uma alta taxa de transmissão (Crowley, 1959, Hull, 2002 & Sastry, 2013). No experimento realizado na Bahia foram utilizadas sementes produzidas em plantas que já estavam infectadas e com sintomas da meleira no Ceará antes do florescimento, o que dá melhores condições para a transmissão do vírus pelas sementes da planta hospedeira, caso ele seja transmitido dessa forma (Sastry, 2013).

Durante a produção das mudas de 'Golden' provenientes de sementes obtidas de plantas com meleira, as sementes utilizadas apresentaram boa germinação. Além disso, não foram observados efeitos no desenvolvimento da planta. Outros dois estudos também não observaram a transmissão dos vírus da meleira pela semente. Analisando 172 mudas provenientes de sementes coletadas de frutos de plantas da cultivar Golden infectadas, Abreu et al. (2012) não detectaram a presença do PMeV por RT-PCR. Similarmente, analisando 560 plantas produzidas a partir de sementes de frutos da cultivar Sunrise Solo infectadas, Meissner et al., (2003) também não detectaram plantas com sintomas.

Em contrapartida, estudo realizado no México com a cultivar Maradol e com os vírus associados com a meleira observou-se efeito negativo na germinação das sementes e no desenvolvimento das mudas, além de serem observados sintomas da meleira em 81% das plantas adultas cultivadas em telado (Magaña-Álvarez, 2013). Em trabalho recente, Oliveira (2019) detectou por RT-PCR a presença do dsRNA do PMeV em 84% das plântulas obtidas de sementes de plantas infectadas, porém os autores não detectaram a presença do PMeV-2 e não avaliaram as plantas adultas quanto a presença de sintomas de meleira. Alguns autores têm considerado ser necessários a presença do PMeV-2 para que ocorram os sintomas da meleira (Antunes et al., 2016).

Conclusão

Nas condições em que o experimento foi conduzido em Cruz das Almas, não foram

observados sintomas da meleira em plantas obtidas de sementes de mamoeiro da cultivar Golden infectadas e com sintomas da meleira. Entretanto, em virtude de resultados conflitantes obtidos por outros autores, são necessários mais estudos para se chegar a uma conclusão definitiva quanto à transmissibilidade dos vírus causadores da meleira

Agradecimentos

À Maria Celeste Marques Rebouças e a Antônio Pereira, Erivaldo de Jesus da Silva, Luiz Antônio Conceição de Carvalho, Cícera Maria do Amaral e a todas as demais pessoas que cooperaram para a realização desse trabalho.

Referências

- Abreu, P. M. V., et al. (2015). A Current Overview of the Papaya meleira virus, an Unusual Plant Virus. *Viruses*, 7 (4), 1853-1870. DOI: <https://doi.org/10.3390/v7041853>
- Abreu, P. M. V., et al. (2012). Molecular diagnosis of Papaya meleira virus (PMeV) from leaf samples of *Carica papaya* L. using conventional and real-time RT-PCR. *Journal of Virological Methods*, 180 (1/2), 11–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2011.12.003>.
- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. (948p). San Francisco: Elsevier Academic Press.
- Alvarez, M., & Campbell, R. N. (1978). Transmission and distribution of squash mosaic virus in seeds of cantaloupe. *Phytopathology*, 68 (3), 257-263. DOI: <https://doi.org/10.1094/Phyto-68-257>.
- Anabestani, A., et al. (2017). Seed transmission of Beet curly top virus and Beet curly top Iran virus in a local cultivar of Petunia in Iran. *Viruses*, 9 (10), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/v9100299>.
- Antunes, T. F. S., et al. (2016). The dsRNA virus papaya meleira virus and a ssRNA virus are associated with papaya sticky disease. *PLOS ONE*. 11 (5), e0155240 DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155240>.

- Crowley, N. C. (1959). Studies on the time of embryo infection by seed-transmitted viruses. *Virology*, 8, 116-123.
- Habibe, T. C. (2003). *A meleira do mamoeiro no Trópico Semiárido* (72f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Cruz das Almas, BA, Brasil.
- Hull, R. (2002). *Matthew's plant virology* (981p) San Diego: Elsevier Academic Press.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Produção Agrícola Municipal*. Recuperado em 27 maio, 2021, de http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/mamao/b1_mamao.pdf.
- Kil, E. et al. (2016). Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV-IL): a seed-transmissible geminivirus in tomatoes. *Scientific Reports*, 6 (19013). DOI: <https://doi.org/10.1038/srep19013>.
- Kitajima, E. W., et al. (1993). Association of isometric viruslike particles, restricted to laticifers, with "Meleira" ("sticky disease") of papaya (*Carica papaya*). *Fitopatologia Brasileira*, 8, 118-122.
- Maciel-Zambolim, E., et al. (2003). Purification and some properties of Papaya meleira virus, a novel virus infecting papayas in Brazil. *Plant Pathology*, 52, 389-394. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2003.00855.x>.
- Magaña-Álvarez, A. A. (2013). *Evaluación de la transmisión de papaya meleira virus (PMeV) por semillas* (114f). Maestro em Ciências Biológicas. Centro de Investigación Científica de Yucatón. México.
- Martins, M. V. V., et al. (2014). Avaliação de genótipos quanto à resistência ao vírus da meleira do mamoeiro. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura* (CD-ROM). Cuiabá: SBF, 23.
- Meissner Filho, P. E., et al. (2017). *Avaliação da resistência de genótipos de mamoeiro ao vírus da meleira no Semiárido*. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.82, 21p). Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- Meissner Filho, P.E., et al. (2003). Avaliação da transmissão da meleira pelas sementes de mamoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 28 (supl.), S394.
- Oliveira, S. A. (2019). *Transmissão vertical e localização do papaya meleira virus (PMeV) em tecidos embrionários de Carica papaya L.* (85f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humana e Naturais, Espírito Santo, SC, Brasil.
- Oliveira, A. A. R., et al. (2000). Doenças. In: Ritzinger, C. H. S. P., & Souza, J. J. (Org.) *Mamão Fitossanidade*. (Cap 6, pp. 37-50) Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- Perez-Brito, D., et al. (2012). First report of papaya meleira virus (PMeV) in Mexico. *African Journal of Biotechnology*, 11 (71), 13564-13570. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB12.1189>.
- Rezende, J.A.M., & Martins, M.C. (2005). Doenças do mamoeiro (*Carica papaya L.*). In: Kimati, H., et al. (Eds.) *Manual de Fitopatologia* (Cap 46, pp. 486-496). São Paulo: Agronômica Ceres.
- Sastry, K. S. M. (2013). *Seed-borne plant virus disease* (333p). India: Springer.
- Tapia-Tussell, R., et al. (2015). Seed transmission of *Papaya meleira virus* in papaya (*Carica papaya*) cv. Maradol. *Plant Pathology*, 64 (2), 272-275. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.12279>.
- Valverde, R. A., Nameth, S. T., & Jordan, R. L. (1990). Analysis of double stranded RNA for plant virus diagnosis. *Plant Disease*, 74 (3), 255-258. DOI: <https://doi.org/10.1094/PD-74-0255>.
- Ventura, J. A., Costa, H., & Tatagiba, J. S. (2003). Manejo das doenças do mamoeiro. In: Martins, D.S. & Costa, A.F.S. (Ed.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção* (Cap. 9, pp. 229-308). Vitória: INCAPER.
- Ventura, J. A., Martins, D. S., & Ferregueti, G. A. (2015). Eficiência do roguing como estratégia de manejo da meleira e mosaico do mamoeiro. *Papaya Brasil* (CD-ROM). Vitória: INCAPER.

Vidal, C. A., Nascimento, A. S., & Habibe, T. C. (2005). Transmissão do vírus da meleira do mamoeiro ("Papaya sticky disease virus") por insetos. *Magistra*, 17 (2), 101-106.

Zamudio-Moreno, E., Ramirez-Prado, J. H., Moreno-Valenzuela, O. A., & Lopez-Ochoa, L. A. (2015). Early diagnosis of a Mexican variant of Papaya meleira virus (PMeV-Mx) by RT-PCR. *Genetics and Molecular Research*, 14 (1), 1145-1154. DOI: <http://dx.doi.org/10.4238/2015>.

Recebido em: 03/04/2020
Aceito em: 19/07/2021