



Anais

# VIII Simpósio do Papaya Brasileiro

"Papaya Brasil: produção e sustentabilidade"

Linhares-ES  
2022



# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO

## **Papaya Brasil:** Produção e Sustentabilidade

### **Organizadores**

David dos Santos Martins

José Aires Ventura

Linhares, ES

2022

© 2022 - Incaper

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural  
Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória-ES, Brasil  
CEP: 29052-010 - Telefones: (27) 3636-9888/ 3636-9846  
www.incaper.es.gov.br  
coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br  
https://editora.incaper.es.gov.br/

ISBN: 978-85-89274-37-1  
DOI: 10.54682/Livro.9788589274371  
Editor: Incaper  
Formato: Digital  
Setembro 2022

**Conselho Editorial**

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Sheila Cristina Prucoli Posse – Presidente | José Aires Ventura               |
| Anderson Martins Pilon                     | José Altino Machado Filho        |
| André Guarçoni Martins                     | José Salazar Zanuncio Junior     |
| Fabiana Gomes Ruas                         | Marianna Abdalla Prata Guimarães |
| Fabiano Tristão Alixandre                  | Mauricio Lima Dan                |
| Felipe Lopes Neves                         | Vanessa Alves Justino Borges     |

Aparecida L. do Nascimento – Coordenadora Editorial  
Marcos Roberto da Costa – Coordenador Editorial Adjunto

**Equipe de Produção**

Capa: Raiz Comunica  
Diagramação: Danieltom Ozéias V. Barbosa Vinagre, David dos Santos Martins e Laudeci Maria Maia Bravin  
Revisão textual: Sob responsabilidade dos autores  
Ficha Catalográfica: Merielem Frasson da Silva

Fotos e ilustrações: Crédito e elaboração pelos autores dos respectivos capítulos e trabalhos técnico-científicos

Todos os direitos reservados nos termos da Lei 9.610/98, que resguarda os direitos autorais. É proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização do Incaper e dos autores.

**Incaper - Biblioteca Rui Tendinha**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

S612      Simpósio do Papaya Brasileiro / (8. : 2022 : Linhares, ES).  
Papaya Brasil : produção e sustentabilidade. Anais... / organizadores, David dos Santos Martins e José Aires Ventura. – Linhares, ES : Incaper, Cedragro e Brapex, 2022.  
629 p.

ISBN 978-85-89274-37-1  
DOI 10.54682/Livro.9788589274371

1. Fruta tropical. 2. *Carica papaya*. 3. Mamão. 4. Cadeia Produtiva.  
5. Pesquisa Agrícola. I. Martins, David dos Santos (org.). II. Ventura, José Aires. III. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. IV. Papaya Brasil.

CDD 634.651

Elaborada por Merielem Frasson da Silva – CRB-6 ES/675.

Citando esta publicação:

MARTINS, D.S.; VENTURA, J.A. SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 8., 2022, Linhares. Papaya Brasil : produção e sustentabilidade. **Anais [...]** Linhares: Incaper, Cedragro e Brapex, 2022. 629 p. (DOI: 10.54682/Livro.9788589274371).

## REALIZAÇÃO



## COMISSÃO ORGANIZADORA

**David dos Santos Martins** (Presidente)

Incaper - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Ailton Bretas de Araujo**

Raiz Comunica

**Geraldo Antônio Ferregueti**

Brapex - Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya

**Gilmar Gusmão Dadalto**

Cedagro - Centro de Desenvolvimento do Agronegócio

**José Roberto Macedo Fontes**

Brapex - Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya

**Renan Batista Queiroz**

Incaper - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Roberta Inácio da Silva**

Cedagro - Centro de Desenvolvimento do Agronegócio

**Tatiana Magalhães de Souza Scaramussa**

Cedagro - Centro de Desenvolvimento do Agronegócio

## COMISSÃO TÉCNICA-CIENTÍFICA

**José Aires Ventura** (Coordenador)

D.Sc. Fitopatologia

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**André Guarçoni Martins**

D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Camilla Zanotti Gallon**

D.Sc. Fisiologia Vegetal

Ufes – Universidade Federal do Espírito Santo

**David dos Santos Martins**

D.Sc. Entomologia

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Fabíola Lacerda de Souza Barros**

M.Sc. Fitotecnia/Frucultura

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Mark Paul Culik**

PhD. Entomologia

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Marlonni Maurastoni Araujo**

D.Sc. Biotecnologia

North Carolina State University, USA

**Merieleem Frasson da Silva**

Biblioteconomia

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Patricia Machado Bueno Fernandes**

D.Sc. Biotecnologia/Bioquímica

Ufes – Universidade Federal do Espírito Santo

**Renan Batista Queiroz**

D.Sc. Entomologia

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Sara Dousseau Arantes**

D.Sc. Fisiologia Vegetal e Pós-Colheita

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Sarah Ola Moreira**

D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas

Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

**Tathiana Ferreira Sá Antunes**

D.Sc. Biotecnologia

University of Florida, USA

## COMISSÃO DE AVALIAÇÃO DOS RESUMOS

**André Guarçoni Martins**

D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas - Incaper

**Camilla Zanotti Gallon**

D.Sc. Fisiologia Vegetal - Ufes

**David dos Santos Martins**

D.Sc. Entomologia - Incaper

**Fabiola Lacerda de Souza Barros**

M.Sc. Fitotecnia/Fruticultura - Incaper

**José Aires Ventura**

D.Sc. Fitopatologia – Incaper

**Renan Batista Queiroz**

D.Sc. Entomologia - Incaper

**Sara Dousseau Arantes**

D.Sc. Fisiologia Vegetal e Pós-Colheita - Incaper

**Sarah Ola Moreira**

D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas – Incaper

**NOTA:** A comissão de avaliação dos trabalhos do Papaya Brasil 2022 avaliou o mérito para a publicação. As informações técnico-científicas e os possíveis erros ortográficos nos textos e resumos do simpósio são de inteira responsabilidade dos autores.

## **AGRADECIMENTOS**

Às instituições realizadoras do VIII Simpósio do Papaya Brasileiro – Papaya Brasil 2022: Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (Cedragro), Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (Brapex) e Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) / Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag).

Às instituições e empresas apoiadoras e patrocinadoras do evento que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do evento e publicação dos Anais.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), pelas bolsas, apoio aos projetos de pesquisa e organização do evento, assim como a todos que contribuíram e compreenderam a importância da cultura do mamoeiro para o Brasil.

## APRESENTAÇÃO

O Brasil se destaca, no cenário mundial, entre os maiores produtores e exportadores de mamão. Porém, apesar de todo esse referencial positivo, fazem-se necessários contínuos investimentos em pesquisas, sobretudo nos aspectos de manejo cultural, água, nutrição, melhoramento genético, fitossanidade e outros; pois esses fatores influenciam diretamente na produtividade e qualidade da fruta, levando em consideração a demanda crescente da sustentabilidade dos sistemas produtivos.

O conhecimento para aumentar a produtividade das lavouras, a qualidade, a conservação dos frutos e a segurança do alimento é gerado nas diversas Instituições de Ensino, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Em seguida, deve ser difundido no meio científico e repassado para o setor produtivo e de comercialização/exportação para ser adequadamente incorporado às Boas Práticas Agrícolas (BPAs) utilizadas na produção e na pós-colheita do mamão.

O Papaya Brasil – Simpósio do Papaya Brasileiro – é o principal fórum de atualização e intercâmbio técnico-científico que integra os agentes da cadeia produtiva do mamão, representados pelas Instituições de Ensino, Pesquisa, Extensão e segmentos da comercialização e da exportação. O principal objetivo desse evento é promover a troca de conhecimento científico-tecnológico e de mercado entre todos os integrantes da cadeia do agronegócio dessa fruta.

O Papaya Brasil 2022, em sua oitava edição, foi organizado e realizado pelo Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (Cedagro) e pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), em conjunto com a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (Brapex) e outros parceiros. Evento realizado no período de 20 a 23 de setembro de 2022, na cidade de Linhares, ES, cujo município é um dos integrantes do maior polo de produção e exportação de mamão no Brasil.

O simpósio tem como tema central a Produção e Sustentabilidade do Mamão no Brasil, e também são abordadas questões atuais ligadas ao agronegócio do mamão e relacionadas à sua comercialização e aos fatores que interferem nos processos de sua produção, colheita e pós-colheita, bem como os mais recentes resultados de pesquisas científicas, obtidos por diversas instituições brasileiras de Ciência, Tecnologia e Inovação. Além disso, esse setor produtivo/exportador, apresenta os gargalos e demandas da cultura para servir como indicativo para futuras ações de pesquisa e desenvolvimento. Na visita técnica ao Polo de Produção e Exportação de Mamão de Linhares, região norte do Estado do Espírito Santo, foram apresentadas as BPAs de campo, assim como do processamento dos frutos (*packing house*), em uma das maiores empresas do setor no Brasil.

Esta publicação sintetiza, com êxito, os esforços despendidos na realização do Papaya Brasil 2022, possibilitando que as informações e os resultados apresentados no simpósio, se tornem acessíveis e de fácil consulta para os interessados das diversas instituições de Pesquisa, Extensão e Ensino, bem como para os produtores rurais, os técnicos e os demais integrantes da cadeia produtiva que se dedicam a essa importante fruta no Brasil.

José Aires Ventura

Coordenador da Comissão Técnica-científica

David dos Santos Martins

Presidente do Papaya Brasil 2022

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| <b>SEÇÃO 1 – TEMAS DAS PALESTRA</b> .....  | 10  |
| Limitações tecnológicas e demandas do setor produtivo e de exportação do mamão no Brasil .....   | 11  |
| Melhoramento genético do mamoeiro Uenf/Caliman: estratégias de melhoramento e desenvolvimento de novas cultivares .....  | 19  |
| Melhoramento genético de mamão ( <i>Carica papaya</i> L.) no Brasil, México e nas Ilhas Canárias, Espanha  | 56  |
| Edição gênica de plantas: uma realidade que chega ao mamoeiro .....  | 62  |
| Sexagem molecular precoce em mamoeiro: vantagens agrônômicas e econômicas em escala comercial..  | 70  |
| Manejo e qualidade da água na irrigação do mamoeiro .....  | 83  |
| Irrigação Alternada do Sistema Radicular do mamoeiro (IASR) ( <i>Carica papaya</i> L.): fotossíntese, crescimento e produtividade .....                        | 102 |
| Ácaros do mamoeiro: manejo e controle .....  | 114 |
| Controle biológico de ácaros do mamoeiro .....   | 120 |
| Cigarrinhas do mamoeiro e sua relação com o vírus da meleira .....   | 127 |
| Tecnologia de Aplicação de defensivos e fertilizantes agrícolas por meio de veículos aéreos não tripulados – resultados preliminares na cultura do mamão ..... | 134 |
| Tecnologias pós-colheita para extensão da vida de prateleira do mamão .....  | 152 |
| Minor crops - ênfase na cultura do mamoeiro .....  | 168 |
| Rastreabilidade e controle de resíduos e contaminantes .....   | 176 |
| Higienização das instalações e frutos .....  | 188 |
| <br>   |     |
| <b>SEÇÃO 2 - TRABALHOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS</b> .....   | 198 |
| Biotecnologia .....  | 203 |
| Entomologia .....  | 222 |
| Fitopatologia .....  | 235 |
| Fisiologia da Produção .....   | 266 |
| Fisiologia da Pós-colheita .....   | 285 |
| Irrigação .....  | 302 |
| Melhoramento Genético .....  | 313 |
| Propagação .....   | 392 |
| Solos e Nutrição de Plantas .....  | 604 |
| Socioeconomia .....  | 616 |
| <br>   |     |
| <b>INSTITUIÇÕES E EMPRESAS PARTICIPANTES DO PAPAYA BRASIL 2022</b> .....   | 627 |

---

## CIGARRINHAS DO MAMOEIRO E SUA RELAÇÃO COM O VÍRUS DA MELEIRA

Renan Batista Queiroz<sup>1</sup>, Cesar José Fanton<sup>1</sup>, David dos Santos Martins<sup>1</sup>, Edwin Ernesto Dominguez Nuñez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Vitória, ES. E-mail: renan.queiroz@incaper.es.gov.br; cesarfanton6@gmail.com; davidentomol@gmail.com; <sup>2</sup> Museu Regional de Entomologia, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG. E-Mail: dominguez.edwin@gmail.com

### IMPORTÂNCIA DA CULTURA

O mamão (*Carica papaya* L.) é uma fruteira de clima tropical e subtropical, com elevado valor agregado, além do seu alto valor nutritivo e também pelo valor considerável de exportação. Cinco países detêm a maior produção de mamão no mundo (Índia, Brasil, México, Indonésia e República Dominicana). No ano de 2020, a produção mundial de mamão atingiu aproximadamente 14 milhões de toneladas (FAOSTAT 2022). A Índia é o maior produtor mundial da fruta, com pouco mais de 6 milhões de toneladas, na qual é destinada principalmente para o consumo interno. O Brasil é o segundo maior produtor de mamão, respondendo por 1,2 milhão de toneladas da produção mundial (FAOSTAT, 2022). O México também é grande produtor e tem os Estados Unidos (EUA) como seu principal mercado. Aproximadamente 80% dos mamões nos EUA são originários do México (FAO, 2019). Embora a maior parte do mamão produzido em todo o mundo seja consumida nos mercados internos, os altos níveis de exportação de frutas fornecem uma fonte significativa de renda e emprego durante todo o ano (FAO, 2017).

O estado do Espírito Santo tem grande destaque na produção de mamão, com áreas de plantio altamente tecnificadas que possibilitam a exportação desta fruta para os Estados Unidos e Europa (FAOSTAT, 2022; GALEANO *et al.*, 2022). O município de Linhares-ES é o maior exportador da fruta no Brasil (GALEANO *et al.*, 2022).

### VÍRUS DA MELEIRA

Os principais fatores que ameaçam a produção de mamão são insetos pragas e doenças, especialmente aquelas causadas por vírus. As viroses de mamão causam doenças de importância internacional, ocasionando grandes perdas na produção, podendo chegar à destruição total das plantações infectadas, provocando a mudança constante de zonas produtoras, e afastando-as cada vez mais dos mercados consumidores. No entanto, mesmo em áreas novas, a eliminação de plantas infectadas, tanto em viveiros como em áreas produtoras tem sido uma prática constante na condução desta cultura (REZENDE; FANCELLI, 1997). Atualmente, mais de dez tipos diferentes de vírus têm sido relatados em mamoeiro em todo o mundo. No entanto, os vírus mais

importantes que afetam o mamão são o vírus da mancha anelar do mamoeiro (Papaya Ringspot Virus - PRSV), o vírus do mosaico distorcido do mamoeiro (Papaya Leaf Distortion Mosaic Virus - PLDMV), o amarelo letal do mamoeiro (Papaya Lethal Yellowing Virus - PLYV), o vírus do mosaico do mamoeiro (Papaya Mosaic Virus - PapMV) e o vírus da meleira do mamoeiro (Papaya Meleira Virus - PMeV) (ABREU *et al.*, 2015).

Dentre estas viroses, o PMeV tem sido estudado de forma mais aprofundada apenas recentemente, pelo qual pouco tem sido publicado nas bases de dados de patentes relativas a métodos para a detecção deste vírus, bem como sobre as estratégias para erradicar a doença da meleira (ABREU *et al.*, 2015). O agente causal da doença da meleira foi relatado pela primeira vez no Brasil na década de 1980 (RODRIGUES *et al.*, 1989) e, em 2008, o vírus também foi detectado no México (PEREZ-BRITO *et al.*, 2012). Embora o PMeV seja considerado um dos principais vírus que infectam o mamoeiro no Brasil e no México, o conhecimento da sequência e organização genômica deste vírus ainda é pouco conhecida. O PMeV não foi sequenciado nem classificado pela Comissão Internacional de Taxonomia de Viroses (ICTV). Uma análise comparativa de um fragmento de ~560 bp amplificado a partir do gene da replicase do PMeV de isolados provenientes dos principais estados produtores de mamão do Brasil, indicaram que o PMeV possui uma semelhança com as micoviroses da família Totiviridae (ARAÚJO *et al.*, 2007; DALTRO *et al.*, 2014). No entanto, a classificação taxonômica conclusiva só será possível quando o genoma completo for sequenciado. O PMeV é uma partícula de vírus isométrica que tem um genoma de RNA de cadeia dupla (dsRNA) de 12 Kb (MACIEL-ZAMBOLIM *et al.*, 2003; ANTUNES *et al.*, 2016). Frutos de mamão com sintomas da doença da meleira não são aceitos para comercialização, uma vez que a doença compromete a sua textura e sabor, tornando-os impróprios para consumo, o que impede sua exportação para o mercado internacional (VENTURA *et al.*, 2003). Atualmente, sabe-se que na verdade dois vírus (PMeV e PMeV2) estão associados com a doença (ANTUNES *et al.*, 2020).

Plantas de mamão infectadas pelo vírus são caracterizadas por exsudação espontânea de látex fluido e aquoso translúcido a partir de frutos e folhas. O látex sofre um processo de oxidação ao entrar em contato com o ar atmosférico, resultando em pequenas lesões necróticas nas bordas das folhas jovens e um aspecto pegajoso da fruta, a partir do qual originou o nome da doença “meleira” (VENTURA *et al.*, 2003). Em estágios avançados da doença, as áreas de coloração verde irregulares foram observadas sobre a superfície dos frutos infectados no Brasil; no entanto, este sintoma não foi frequentemente observado no México. Além disso, plantas infectadas no México mostram pequenas manchas internas na polpa do fruto infectado, manchas necróticas no pecíolo e, nos casos mais graves, também foi observado a presença de látex no interior da cavidade fruta cobrindo as sementes (PEREZ-BRITO *et al.*, 2012).

A doença da meleira pode-se espalhar rapidamente e ocorre principalmente no Sudeste e Nordeste do Brasil (VENTURA *et al.*, 2003; DALTRO *et al.*, 2014). Fora do Brasil, o México é o único outro país onde a doença foi relatada (PEREZ-BRITO *et al.*, 2012). A disseminação do vírus tem ocorrido de forma contínua e tem sido detectado em todos os estados de produção e a sua incidência em lavouras de mamão tem aumentado constantemente. O PMeV pode infectar pelo menos 20% das plantas durante o ciclo de cultivo do mamão. Em pomares onde o *rouging* de plantas infectadas com o vírus não é realizado, a incidência de doença pode chegar até 100% das plantas e causar perdas totais de rendimento (VENTURA *et al.*, 2003).

Quanto à evolução da doença no tempo, o comportamento epidemiológico pode variar de acordo com diversos fatores, tais como ambientais, hospedeiros alternativos, práticas culturais e possíveis insetos vetores. Assim, a identificação do modo de transmissão do vírus da meleira em mamoeiro tem sido um problema. Uma correlação positiva foi observada entre a temperatura e precipitação na ocorrência da doença (MAGAÑA-ALVAREZ *et al.*, 2013). O aparecimento inicial da incidência da doença pode variar de acordo com a fonte de inóculo, a partir de sementes ou hospedeiros alternativos e insetos vetores, que desempenha um papel importante na qualidade sanitária das mudas de mamoeiro (VENTURA *et al.*, 2003; TAPIA-TUSSELL *et al.*, 2015). Outro aspecto importante na epidemiologia de doenças de plantas são os hospedeiros alternativos. Neste sentido, a presença de dsRNA com um peso molecular semelhante ao associado com a doença da meleira foi detectado em amostras de Gramineae da espécie *Brachiaria decumbens* em lavouras de mamão infectadas pelo vírus no sul da Bahia (MACIEL-ZAMBOLIM *et al.*, 2003). Trabalhos experimentais realizados no México (MAGAÑA-ALVAREZ *et al.*, 2013) e observações feitas no Brasil (VENTURA *et al.*, 2003) mostraram um padrão de dispersão da doença ao longo das linhas de plantio, sugerindo que tratos culturais, tais como o desbaste e raleamento de frutos, podem ajudar na disseminação do vírus dentro do pomar.

## INSETOS VETORES

O possível envolvimento de insetos como vetores do vírus da meleira tem sido considerado com base em estudos iniciais sobre o padrão de dispersão desta doença no campo (VIDAL *et al.*, 2004), especialmente com a evidência da existência de um vetor aéreo associada com a doença. Foi demonstrado que a presença do vírus da meleira e os sintomas da doença ocorreu seis e oito meses, respectivamente, depois que plantas não infectadas de mamão foram expostas a mosca-branca [*Bemisia tabaci* (Gennadius)] infectadas com o vírus PMeV (VIDAL *et al.*, 2003), embora o vírus não foi detectado neste possível inseto vetor, que não é considerado praga chave do mamoeiro. Por outro lado, os adultos de outras espécies de mosca-branca, *Trialeurodes variabilis* (Quaintance), considerada praga de mamoeiro e outras árvores frutíferas (PICANÇO *et al.*, 2003), possuem o vírus PMeV. No entanto, apesar de grandes populações de mosca-branca, nenhuma planta avaliada foi infectada pelo vírus, incluindo as plantas expostas aos insetos depois que eles alimentaram de plantas inoculadas com o PMeV, sugerindo que este inseto adquire o vírus, mas não é capaz de transmiti-lo para mamoeiro (ANDRADE *et al.*, 2003). Um estudo controlado em casa de vegetação confirmou que *T. variabilis* foi incapaz de transmitir o vírus da meleira de plantas de mamão infectadas para plantas saudáveis, ainda que a presença do vírus foi encontrada em adultos e ninfas (RODRIGUES *et al.*, 2009).

A maioria dos vírus de plantas descritas são transmitidos por insetos pertencentes à Ordem Hemiptera (HOGENHOUT *et al.*, 2008). Insetos hemípteros têm características distintas que permitem a transmissão de eficiente vírus. A característica predominante desses insetos é que eles possuem um aparelho bucal sugador que é formado por um estilete em forma de agulha que consiste em dois estiletos mandibulares e dois maxilares (CRANSTON; GULLAN, 2003). Os insetos vetores economicamente mais importantes estão restritos a algumas famílias de Hemiptera, que são os Aphididae (pulgões), Aleyrodidae (moscas-brancas), Cicadellidae e Delphacidae (cigarrinhas) (NAULT *et al.*, 1997). Existem atualmente quatro mecanismos (não persistente,

semi-persistente, persistente circulativo e persistente propagativo) que descrevem a forma de transmissão de vírus de plantas por insetos vetores (HOGENHOUT *et al.*, 2008). Na transmissão não persistente, os insetos podem inocular (período de acesso a inoculação – PAI) o vírus em plantas em apenas alguns minutos após a aquisição (período de acesso a aquisição – PAA) e o inseto perde o vírus dentro de poucos minutos e após a mudança de ínstar ou muda. A semi persistente, o inseto vetor retém o vírus por algumas horas ou dias após a aquisição, mas os vetores perdem o vírus após a muda. Os vírus não semi persistentes não requerem um período de latência, que é o tempo entre o PAA e PAI (NAULT *et al.*, 1997). Já a transmissão persistente, os insetos podem inocular o vírus adquirido por períodos muito mais longos (dias ou semanas), transmitindo o vírus após a muda e frequentemente durante toda a sua vida, tanto ninfas como adultos. Os vírus que são transmitidos de uma forma persistente circulativa não se replicam dentro do inseto e, geralmente, entram nas glândulas salivares a partir da hemolinfa. Em plantas, a replicação do vírus é frequentemente circulativa e restrita aos vasos do floema. Já os vírus persistentes propagativos replicam em diferentes tecidos vegetais e, diferentes órgãos dos insetos vetores e podem entrar nas glândulas salivares a partir da hemolinfa ou de outros tecidos de ligação, por exemplo, o sistema nervoso ou traqueia (HOGENHOUT *et al.*, 2008).

Considerando que os insetos vetores precisam se alimentar durante algum tempo na cultura antes do vírus ser transmitido, os controles químico e biológico destes vetores podem ser utilizados e serem eficazes. Entretanto, especialmente no caso de vírus, em que o período de aquisição e transmissão pode ocorrer em alguns minutos, a transmissão já pode ter ocorrido antes mesmo da ação do inseticida sobre os insetos vetores. Um controle eficiente de insetos vetores depende de diversos fatores, tais como a identificação correta e obtenção de parâmetros bioecológicos destes vetores; a confirmação, via experimentos controlados, da capacidade dos mesmos em transmitir o vírus; da maneira como este vírus é transmitido e como a interação inseto vetor-plantas-patógeno pode afetar a comportamento do vetor e do vírus.

Cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) surgem como potenciais insetos vetores do vírus da meleira, uma vez que sua distribuição na lavoura está relacionada com a distribuição da doença (VENTURA *et al.*, 2003). Esse grupo de insetos são sugadores que se alimentam de plantas e são especializados em tecidos vegetais, como floema, xilema ou mesófilo foliar. Enquanto outros podem se alimentar de uma combinação destes tecidos (CHAPMAN, 1998). Além disso, muitos vírus de plantas transmitidos por insetos da Ordem Hemiptera são limitados ao floema. A espécie mais comum em lavouras de mamão é a *Solanasca bordia* (Langlitz) (MARTINS; CULIK, 2005). Esta é uma praga do mamoeiro que requer uma atenção especial, em face de sua possível associação à transmissão da meleira (SANCHES *et al.*, 2000).

## **RELAÇÃO INSETO VETOR E O VÍRUS DA MELEIRA**

Em estudo recente realizado em plantios comerciais de mamão no norte do Espírito Santo, foi observada a flutuação populacional de cigarrinhas e o potencial dessas cigarrinhas como insetos vetores do vírus da meleira. O trabalho de flutuação populacional foi realizado em cinco lavouras de mamão localizadas nos municípios de Linhares-ES e Sooretama-ES, totalizando 20 coletas em cada lavoura. As cigarrinhas foram capturadas com o auxílio de armadilhas adesivas amarelas, instaladas a 1,5 m de altura. Foram instaladas 20

armadilhas, dispostas de forma equidistantes, numa área de aproximadamente 1 ha. A cada 15 dias foi avaliado o número de cigarrinhas por armadilha.

Além disso, foi feito o teste de aquisição do vírus da meleira pela cigarrinha verde, *Solanasca bordia*, uma vez que essa espécie foi a com maior frequência nas amostras coletadas nas armadilhas, cerca de 80%. Para realizar esse teste, foi mantida uma criação dessa cigarrinha em casa de vegetação. A partir dessa criação, 10 cigarrinhas adultas livres do vírus da meleira foram colocadas em uma sacola de organza, totalizando 6 sacolas. Cada sacola foi colocada numa folha por um determinado período para avaliar o período de aquisição do vírus da meleira, sendo os seguintes períodos: 1) até a morte das cigarrinhas; 2) 24 horas; 3) 48 horas; 4) 72 horas; 5) 144 horas e 6) 168 horas. Após cada um desses períodos, as cigarrinhas foram retiradas cuidadosamente das sacolas, colocadas em tubos Eppendorf e mantidas a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, o RNA total foi extraído das cigarrinhas utilizando o reagente TRIzol. A qualidade e pureza do RNA purificado foram avaliadas com base na relação A260/280 utilizando o espectrofotômetro Nanodrop ND1000. Após o tratamento com DNase I, o RNA foi desnaturado através da incubação a  $96^{\circ}\text{C}$  por 3 min e  $70^{\circ}\text{C}$  por 10 min, para o dsRNA do PMeV e o ssRNA do PMeV2, respectivamente, e utilizado na síntese da fita de DNA complementar (cDNA). Nas reações de PCR foram utilizadas a enzima Phusion U Multiplex PCR Master Mix. A reação de PCR multiplex foi padronizada testando-se diferentes concentrações dos oligonucleotídeos. Os produtos da amplificação foram visualizados por eletroforese em géis de agarose a 1%. Os produtos da PCR obtidos a partir dos experimentos de transmissão foram enviados para sequenciamento para confirmar a presença dos vírus da doença da meleira.

Trabalho recente realizado no México identificou a cigarrinha verde, da espécie *Empoasca papayae* (Oman) (Hemiptera: Cicadellidae), como a mais diversa e abundante nos cultivos de mamão desse país. Além disso, em testes controlados de transmissão, essa espécie foi capaz de adquirir e transmitir o PMeV-Mx para *C. papaya* ‘Maradol’ (GARCÍA-CÁMARA *et al.*, 2019). Testes de transmissão revelaram uma alta taxa de transmissão desse vírus por insetos adultos desse vetor para mamoeiros sadios em condições experimentais estabelecidas. *Empoasca papayae* foi capaz de adquirir o vírus PMeV-Mx 6h após a exposição a plantas doentes. A quantidade de vírus nas plantas aumentou ao longo do tempo, atingindo um pico de  $2,125\text{ pg}/\mu\text{l}$  de RNA de PMeV-Mx a partir de  $20\text{ ng}/\mu\text{l}$  de cDNA, 5 dias após a exposição (DAE). A partir de 14 dias após a exposição das plantas aos insetos, PMeV-Mx foi detectado e quantificado em 100% das plantas de mamão avaliadas, cujo título de RNA viral aumentou de 0,06 (21 DAE) para  $26,6\text{ pg}/\mu\text{l}$  de PMeV-Mx RNA (60 DAE) de  $20\text{ ng}/\mu\text{l}$  de cDNA. Três meses depois, essas plantas desenvolveram sintomas da meleira, demonstrando que *E. papayae* é capaz de transmitir PMeV-Mx para *C. papaya* ‘Maradol’.

## CONCLUSÃO

A maior densidade de cigarrinha verde, *Solanasca bordia*, nas lavouras de mamão no norte do Espírito Santo ocorreu nos meses de fevereiro e março.

Após 48 horas de alimentação das cigarrinhas nas plantas de mamão infectadas pelo vírus da meleira, as mesmas foram capazes de adquirir o vírus PMeV.

## AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG/ES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelas bolsas e apoio aos projetos de pesquisa. À Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (Brapex) pelo apoio financeiro e logística para coleta de dados. Às empresas associadas à Brapex e outros produtores de mamão por disponibilizar suas lavouras para avaliação.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, P.M.V.; ANTUNES, T.F.S.; MAGAÑA-ÁLVAREZ, A.; PÉREZ-BRITO, D.; TAPIA-TUSSELL, R.; VENTURA, J.A.; FERNANDES, A.A.R.; FERNANDES, P.M.B. A current overview of the *Papaya meleira virus*, an unusual plant virus. **Viruses**, v. 7, p. 1853-1870, 2015.
- ANTUNES, T.F.S.; AMARAL, R.J.V.; VENTURA, J.A.; GODINHO, M.T.; AMARAL, J.G.; SOUZA, F.O.; ZERBINI, P.A.; ZERBINI, F.M.; FERNANDES, P.M.B. The dsRNA virus *Papaya meleira virus* and an ssRNA virus are associated with papaya sticky disease. **PLoS ONE**, v. 11, e0155240, 2016.
- ANTUNES, T.F.S.; MAURASTONI, M.; MADROÑERO, L.J.; FUENTES, G.; SANTAMARÍA, J.M.; VENTURA, J.A.; ABREU, E.F.; FERNANDES, A.A.R.; FERNANDES, P.M.B. Battle of three: the curious case of Papaya Sticky Disease. **Plant Disease**, v. 104, p. 2754-2763, 2020. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-19-2622-FE>. 2020.
- ARAÚJO, M.M.M.; TAVARES, E.T.; SILVA, F.R.; MARINHO, V.L.A.; JÚNIOR, M.T.S. Molecular detection of Papaya meleira virus in the latex of *Carica papaya* by RT-PCR. **Journal of Virological Methods**, v.146, p.305–310. 2007.
- CHAPMAN, R.F. **The insects: structure and function**. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press. 1998. 770 p.
- CRANSTON, P.S.; GULLAN, P.J. Phylogeny of insects. In **Encyclopedia of Insects**, ed. VH Resh, RT Carde. Amsterdam: Academic. 2003.
- DALTRO, C.B.; ABREU, E.F.M.; ARAGÃO, F.J.L.; ANDRADE, E.C. Genetic diversity studies of Papaya meleira virus. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, p. 104-108, 2014.
- FAO. 2017. **Food outlook - Biannual report on global food markets**. FAO, Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-I8080e.pdf>. Acesso em: 10 de ago. 2022.
- FAO. 2019. **Food outlook - Biannual report on global food markets**. FAO, Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca6911en/CA6911EN.pdf>. Acesso: em 10 de ago. 2022.
- FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Data**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- GALEANO, E.A.V.; MARTINS, D.S.; BARROS, F.L.S.; VENTURA, J.A.; QUEIROZ, R.B. **Cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, 2022. 172 p.
- GARCÍA-CÁMARA, I.; TAPIA-TUSSELL, R.; MAGAÑA-ÁLVAREZ, A.; CORTÉS VELÁZQUEZ, A.; MARTÍN-MEX, R.; MORENO-VALENZUELA, O.; PÉREZ-BRITO, D. *Empoasca papayae* (Hemiptera: Cicadellidae)-mediated transmission of Papaya meleira virus-Mexican variant in Mexico. **Plant Disease**, v. 103, p. 2015-2023, 2019. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-1101-RE>.

- HOGENHOUT, S.A.; AMMAR, EL-D.; WHITFIELD, A.E.; REDINBAUGH, M.G. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annual Review Phytopathology**, v. 46, p. 327-59, 2008.
- MACIEL-ZAMBOLIM, E.; KUNIEDA-ALONSO, S.; MATSUOKA, K.; DE CARVALHO, M.; ZERBINI, F. Purification and some properties of Papaya meleira virus, a novel virus infecting papaya in Brazil. **Plant Pathology**, v. 52, p. 389-394, 2003.
- MAGAÑA-ALVAREZ, A. **Evaluación de la transmisión de Papaya Meleira Virus (PMeV) por Semillas**. Maestría; Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C.: Mexico, Mexico, 2013. 114 p.
- MARTINS, D.S.; CULIK, M.P. Occurrence of the green leafhopper of papaya, *Solanasca bordia* (Langlitz) (Hemiptera: Cicadellidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 131-132, 2005.
- NAULT, L.R. Arthropod transmission of plant viruses: a new synthesis. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 90, p. 521-541, 1997.
- PEREZ-BRITO, D.; TAPIA-TUSSELL, R.; CORTES-VELAZQUEZ, A.; QUIJANO-RAMAYO, A.; NEXTICAPAN-GARCEZ, A.; MARTÍN-MEX, R. First report of *Papaya meleira virus* (PMeV) in Mexico. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, p. 13564-13570, 2012.
- REZENDE, J.A.M.; FANCELLI, M.I. Doenças do Mamoeiro (*Carica papaya* L.). p. 486-496. In: KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (eds.). **Manual de Fitopatologia**. Volume 2: Doenças das plantas cultivadas. 1997.
- RODRIGUES, C.H.; VENTURA, J.A.; MAFFIA, L.D. Distribuição e transmissão da meleira em pomares de mamão no Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 118, 1989.
- RODRIGUES, S.P.; CUNHA, M.; VENTURA, J.A.; FERNANDES, P.M.B. Effects of the *Papaya meleira virus* on papaya latex structure and composition. **Plant Cell Reports**, v. 28, p. 861-871, 2009.
- SANCHES, N.F.; NASCIMENTO, A.S.; MARTINS, D.S.; MARIN, S.L.D. Pragas. p. 27-36. In: RITZINGER, C.H.S.P.; SOUZA, J.S. (Org.). **Mamão Fitossanidade**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.
- TAPIA-TUSSELL, R.; MAGAÑA-ALVAREZ, A.; CORTES-VELAZQUEZ, A.; ITZA-KUK, G.; NEXTICAPAN-GARCEZ, A.; QUIJANO-RAMAYO, A.; MARTIN-MEX, R.; PEREZ-BRITO, D. Seed transmission of Papaya meleira virus in papaya (*Carica papaya*) cv. Maradol. **Plant Pathology**, v. 64, p. 272-275, 2015.
- VENTURA, J.A.; COSTA, H. Meleira do mamoeiro: etiologia, sintomas e epidemiologia. p. 267-276. In: MARTINS, D.S. (ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória-ES: Incaper, 2003.
- VENTURA, J.A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J.S. Sintomatologia da meleira do mamoeiro e sua importância para o "roguing". **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 536, 2001.
- 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-árido. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 276-281, 2004.
- VIDAL, C.A.; NASCIMENTO, A.S.; HABIBE, T.C. Transmissão do vírus da meleira do mamoeiro por insetos. p. 612-615. In: Martins, D.S. (ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Incaper: Vitória, Brasil, 2003.

## REALIZAÇÃO



GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO  
*Secretaria da Agricultura,  
Abastecimento, Aquicultura e Pesca*



Acesse gratuitamente a produção  
Editorial do Incaper



DOI: 10.54682/Livro.9788589274371