IX Simpósio do Papaya Brasileiro

Produção Sustentável com Qualidade

Incaper
Instituto Capixaba de Pesquisa,
Assistência Técnica e Extensão Rural

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

IX Simpósio do Papaya Brasileiro

Produção Sustentável com Qualidade

Organizadores
David dos Santos Martins
José Aires Ventura
Danieltom Ozéias Vandermas Barbosa Vinagre

Linhares, ES
2024

© 2024 - 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
https://incaper.es.gov.br / https://editora.incaper.es.gov.br / coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br

ISBN: 978-85-89274-50-0
DOI: 10.54682/livro.9788589274500
Editor: Incaper
Formato: Digital
Novembro de 2024

Conselho Editorial

Antonio Elias Souza da Silva – Presidente	José Aires Ventura
Agno Tadeu da Silva	José Altino Machado Filho
Anderson Martins Pilon	José Salazar Zanuncio Junior
André Guarçoni Martins	Marianna Abdalla Prata Guimarães
Fabiana Gomes Ruas	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 Vandermas Barbosa Vinagre, David dos Santos Martins e Laudeci Maria Maia Bravin
Revisão textual: Sob responsabilidade dos autores
Coordenação de Diagramação: Laudeci Maria Maia Bravin
Coordenação de Revisão Textual: Marcos Roberto da Costa
Ficha Catalográfica: Eugenia Magna Broseguini Keys

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

Todos os direitos reservados nos termos da Lei 9.610/1998, 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)

S612a Simpósio do Papaya Brasileiro / (9. : 2024 : Linhares, ES).
Anais/9º Simpósio do Papaya Brasileiro, de 5 a 8 de novembro de 2024, em Linhares (ES). - Linhares (ES): Sesi, 2024.
588 p. ; il. color. ; 21,0 x 29,7 cm.

ISBN: 978-85-89274-50-0
DOI: 10.54682/livro.9788589274500

1. Mamão – Congressos. 2. Mamão – Cultivo – Brasil. 3. Mamão – Pesquisa, ensino e extensão – Espírito Santo. 4. Mamão - Exportação. 5. Mamão – Produção sustentável. 6. Mamão – Comercialização. 7. *Carica Papaya*. I. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). II. Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (Cedagro). III. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (Brapex). IV. Martins, David dos Santos (Org.). V. Ventura, José Aires (Org.). VI. Vinagre, Danieltom Ozéias Vandermas Barbosa (Org.). VII. Título.

CDU 634.651

Ficha catalográfica elaborada por Eugenia Magna Broseguini Keys – CRB-6/MG nº 408-ES.

Como citar esta publicação:
MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A; VINAGRE, D. O. V. B. IX SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO: **Produção sustentável com qualidade**. Linhares: Incaper, Cedagro e Brapex, 2024. 588 p. (ISBN: 978-85-89274-50-0; DOI: 10.54682/livro.9788589274500).

REALIZAÇÃO

COMISSÃO ORGANIZADORA

David dos Santos Martins (Presidente)
Incaper - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Ailton Bretas
Raiz Comunica

Gilmar Gusmão Dadalto
Cedagro - Centro de Desenvolvimento do Agronegócio

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

José Altino Machado Filho
Incaper - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

José Roberto Macedo Fontes
Brapex - Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya

Patrícia Machado Bueno Fernandes
Ufes – Universidade Federal do Espírito Santo

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
D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas
Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Arlene Maria Gomes Oliveira
D.Sc. Ciência do Solo
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

David dos Santos Martins
D.Sc. Entomologia
Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Emanuel Felipe Medeiros Abreu
D.Sc. Biologia Molecular – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Fabíola Lacerda de Souza Barros
M.Sc. Produção Vegetal/Fruticultura
Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Francisco Murilo Zerbini Junior
PhD. Fitopatologia/Virologia Vegetal
UFV – Universidade Federal de Viçosa

Henrique Belmonte Petry
D.Sc. Fitotecnia/Fruticultura
SBF – Sociedade Brasileira de Fruticultura
Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Jorge Alberto Marques Rezende
PhD. Fitopatologia/Virologia Vegetal
Esalq - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

José Altino Machado Filho
D.Sc. Produção Vegetal/Fisiologia Vegetal
Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Marlonni Maurastoni Araujo
D.Sc. Biotecnologia
North Carolina State University, USA

Messias Gonzaga Pereira
PhD. Melhoramento Vegetal
Uenf - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Mirielson Loures da Silva
M.Sc. Biotecnologia
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro (doutorando)

Patrícia Machado Bueno Fernandes
D.Sc. Biotecnologia/Bioquímica
Ufes - Universidade Federal do Espírito Santo

Raphael de Campos Castilho
D.Sc. Entomologia
Esalq - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

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

Sheila Cristina Prucoli Posse
D.Sc. Produção Vegetal/Sementes
Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Silas Pessini Rodrigues
D.Sc. Bioquímica
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS (RESUMOS)

David dos Santos Martins
D.Sc. Entomologia - Incaper

Fabíola Lacerda de Souza Barros
M.Sc. Fitotecnia/Fruticultura - Incaper

José Aires Ventura
D.Sc. Fitopatologia – Incaper

Sarah Ola Moreira
D.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas – Incaper

Sheila Cristina Prucoli Posse
D.Sc. Produção Vegetal/Sementes - Incaper

NOTA: A comissão de avaliação dos trabalhos do Papaya Brasil 2024 avaliou o mérito para a publicação. As informações técnico-científicas, redação e possíveis erros ortográficos nos textos e resumos do simpósio são de inteira responsabilidade dos autores.

AGRADECIMENTOS

Às instituições realizadoras do IX Simpósio do Papaya Brasileiro – Papaya Brasil 2024: 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).

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), à Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag/ES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas, apoio aos projetos de pesquisa e organização do evento; e a todos que contribuíram e compreenderam a importância da cultura do mamoeiro para o Brasil.

APRESENTAÇÃO

O Brasil é reconhecido como um dos maiores produtores e exportadores de mamão do mundo. Essa fruta é cultivada em praticamente todos os estados brasileiros, com o Espírito Santo e a Bahia como os principais polos de produção. O mamão é a principal fruta de exportação do Espírito Santo, que se destaca como o maior exportador e um dos principais produtores do país.

Apesar de todo esse referencial positivo, é necessário continuar investindo em pesquisas, sobretudo, em manejo cultural, uso da água, nutrição, melhoramento genético, fitossanidade, entre outros. Esses fatores influenciam diretamente a produtividade e a qualidade da fruta, especialmente ao se considerar a demanda crescente por sistemas produtivos sustentáveis.

O conhecimento para aumentar a produtividade das lavouras, melhorar a qualidade e a conservação dos frutos, além de garantir a segurança do alimento, é gerado nas diversas instituições de Ensino, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Em seguida, ele 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 reúne os agentes da cadeia produtiva do mamão, representados pelas instituições de Ensino, Pesquisa, Extensão e segmentos da comercialização e da exportação desse produto. O principal objetivo desse evento é promover a troca de conhecimentos científicos, tecnológicos e de mercado entre todos os integrantes da cadeia do agronegócio dessa fruta.

O Papaya Brasil 2024, em sua nona 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 de 5 a 8 de novembro de 2024, 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 Sustentável com Qualidade” e aborda questões atuais ligadas ao agronegócio do mamão, incluindo a sua comercialização e os fatores que interferem nos processos de produção, colheita e pós-colheita. Também são apresentados os mais recentes resultados de pesquisas científicas, obtidos por diversas instituições brasileiras de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Esta publicação sintetiza, com êxito, os esforços despendidos na realização do Papaya Brasil 2024, possibilitando que as informações e os resultados apresentados no simpósio se tornem acessíveis e de fácil consulta para os interessados dos diversos órgãos 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 Técnico-científica

David dos Santos Martins
Presidente do Papaya Brasil 2024

SUMÁRIO

SEÇÃO 1 – TEMAS DAS PALESTRAS 14
O agronegócio da fruticultura brasileira 15
Oportunidades e desafios na produção e comercialização de mamão no Brasil e no mundo 26
Demandas do arranjo produtivo do mamão no Brasil e os desafios na adequação das tecnologias disponíveis 30
O mercado brasileiro de mamão: uma visão do mercado interno e externo 39
Avanços no programa de melhoramento do mamoeiro UENF/Caliman: abordagens genéticas e moleculares visando o desenvolvimento de novas cultivares 46
Melhoramento genético de mamão (*Carica papaya* L.) no mundo 70
Sexagem molecular em viveiro: tecnologia inovadora disponível para a cultura do mamoeiro 76
Mudas de mamão clonadas: inovação e sustentabilidade na agricultura 90
Uso de biofertilizantes, tecnologia indispensável para a agricultura sustentável 94
Potencial da água ozonizada no controle de doenças no mamoeiro 102
A transmissão do complexo do vírus da meleira do mamoeiro 111
Variabilidade do vírus do mosaico do mamoeiro e seus impactos no manejo da doença 118
Uso de testes rápidos como estratégia para o controle de pragas agrícolas 142
Mercado e regulamentação de mamão geneticamente editado 150
SEÇÃO 2 – TRABALHOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS 158
Biotecnologia 159
Efeito da temperatura na conservação do látex de *Carica papaya* para diagnóstico da meleira do mamoeiro 160
Análise filogenética em isolados de papaya meleira virus na américa latina usando o gene *RdRp* 165
Análise metabolômica do látex de *Carica papaya* L. Infectado pelo complexo papaya meleira vírus (PMeV) 170
Desenvolvimento de um mamoeiro resistente à meleira por edição gênica: seleção de genes alvo e design de RNAs guia 176
Heterose em proteínas fotossintéticas de botões florais de mamoeiro: estudo proteômico do híbrido UC-01 e seus parentais 182
Entomologia 187
Formigas cortadeiras associadas a cultura do mamoeiro na região Norte do estado do Espírito Santo 188
Fitopatologia 194
Repositório do vírus da meleira em plantas de mamoeiro em áreas urbanas e rurais não comerciais .. 195
Características biométricas de mamoeiro jovens em função de doses de nematicidas químicos aplicado no solo 201

Avaliação da eficácia de microrganismos biofungicidas no controle de doenças fúngicas no pós-colheita de frutos do mamoeiro 207

Respostas morfológicas e ultraestruturais de mamoeiros *(Carica papaya* L.) ao complexo papaya meleira virus 211

Eficiência da nanoemulsão de óleo essencial de aroeira (*Schinus terebinthifolia*) no controle da antracnose em frutos de mamão 216

Fisiologia da produção 221

Efeito do tratamento com bioestimulante nas trocas gasosas de *Carica papaya* cv. Aliança 222

Comportamento de mamoeiro golden 'THB' tratado com protetor solar no litoral Nordeste do Rio Grande do Norte 227

Eficiência fotossintética em genótipos de mamoeiro sob estresse induzido pelo *papaya ringspot virus* (PRSV-p) 233

Uso de indutores de resistência e os reflexos nos atributos fisiológicos em mudas de mamoeiro 239

Influência de diferentes concentrações de giberelina nas trocas gasosas de mudas de mamão da cv. Aliança 244

Fisiologia da pós-colheita 249

Energia de ativação associada às transformações físicas e químicas durante o amadurecimento do mamão 250

Utilização do 1-Metilciclopropeno para controle da maturação de mamão Formosa 256

Irrigação 261

Uso de lona de polietileno como cobertura de um solo, de textura areia franca, cultivado com mamoeiro 262

Uso de técnicas para reduzir o desperdício de água na irrigação no cultivo de mamoeiro 267

Melhoramento genético 273

Quantificação da divergência genética entre acessos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) por meio da estratégia Ward MLM 274

Variabilidade genética em acessos do banco de germoplasma UENF/Caliman por meio de marcadores moleculares SNAPs 280

Banco de Germoplasma de Mamoeiro UENF/Caliman: perfil de resistência à mancha anelar 286

Estudo comparativo da precocidade e produção de frutos em plantas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) sexadas por marcador molecular 292

Taxa de frutificação em hibridações intervarietais de mamão Formosa 298

Caracterização do mamoeiro CNPMF-78 e híbridos no litoral do Rio Grande do Norte 303

Criopreservação de grãos pólen de híbridos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) como subsidio para conservação e melhoramento genético da cultura 310

Resistência a mancha anelar (PRSV- p) em acessos de germoplasma de mamoeiro (*Carica papaya* L.) 316

Viabilidade polínica em espécies silvestres de caricáceas com potencial para o melhoramento genético 322

Porte, produção e qualidade de frutos de mamoeiro CNPMF-l78 e híbridos nos tabuleiros litorâneos do Piauí 327

Porte, produção e qualidade de frutos de mamoeiro l78 e híbridos no Tabuleiro de Russas, Ceará 333

Características agronômicas de novos genótipos de mamoeiro 339

Avaliação descritiva de família segregante de mamoeiro do grupo Formosa 345

Efeito da infecção do PRSV-p na temperatura foliar de genótipos de mamoeiro 350

Aplicação do modelo linha-coluna na avaliação genética do híbrido de mamoeiro 'Tainung Nº 1' (*Carica papaya* L.), em talhão comercial 356

Diversidade genética em acessos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) via marcadores SSR-ESTs associados a resistência à doenças 362

Propagação 367

Superação da dormência de sementes de mamoeiro cv. Sunrise Solo por imersão em ácido giberélico em diferentes concentrações 368

Citocinina e giberelina na emergência de plântulas de mamão cv. Aliança com sementes armazenadas por dois anos 373

Doses de ácido giberélico na germinação de sementes de mamão Formosa 378

Teste de tetrazólio na avaliação de viabilidade de sementes de mamão 382

Algas marinhas sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de mamão 387

Citocinina e giberelina na emergência de plântulas de mamão cv. Formosa com sementes armazenadas por dois anos 393

Giberelina na germinação de sementes de mamoeiro cv. Taiwan com sementes armazenadas por um ano 398

Giberelina na germinação de sementes de mamoeiro cv. THB com sementes armazenadas por um ano 403

Efeito do tratamento pré-germinativo com diferentes doses de Stimulate® no desenvolvimento inicial de *Carica papaya* L. cv. Aliança 408

Efeito de diferentes doses de giberelina no desenvolvimento inicial de *carica papaya* l. 414

Giberelina no desenvolvimento de plântulas de mamão cv. Aliança 419

Giberelina e citocinina na produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro cv. THB com sementes armazenadas por um ano 424

Tempo de armazenamento na germinação de sementes de mamão cv. Calimosa 429

Substratos na emergência de plântulas de mamão cv. Calimosa 434

Fitotoxicidade de bioestimulante à base de microalgas em diferentes concentrações sobre a germinação e crescimento inicial de sementes de mamão 438

Bioestimulante à base de microalgas na germinação de sementes de mamão 443

Tratamento de sementes com nanotubo de carbono no desenvolvimento de plântulas de mamão cv. Aliança 449

Substratos orgânicos na produção de massa verde e seca em plântulas de mamão cv. Aliança 454

Efeito de diferentes doses de nitrato de cálcio no desenvolvimento inicial de *Carica papaya* L. 459
Substratos comerciais na emergência de plântulas de mamão cv. BS 2000 464
Substratos orgânicos no desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro cv. Aliança 468
Substratos orgânicos na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Aliança 472
Substratos orgânicos na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Taiwan 476
Giberelina e citocinina na produção de massa verde e saca em plântulas de mamoeiro cv. Bs 2000 com sementes de um ano de armazenamento 481
Giberelina e citocinina na emergência de plântulas de mamoeiro cv. THB com sementes de um ano de armazenamento 485
Crescimento de mudas de mamoeiro 'Aliança' em diferentes lotações por tubete 490
Giberelina na germinação de sementes de mamão cv. Aliança com sementes armazenadas por um ano 496
Qualidade física e fisiológica de sementes comerciais de mamão dos grupos Solo e Formosa 501
Superação de dormência e velocidade de germinação de sementes de mamão papaya sob diferentes concentrações de ácido giberélico 507
Substratos comerciais na emergência de plântulas de mamão cv. Aliança 512
Substratos comerciais na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Formosa Gigante 516
Substratos comerciais na produção de massa verde e seca de plântulas de mamoeiro cv. Formosa Gigante 521
Esterco bovino misturado a substratos comerciais na emergência de plântulas de mamão cv. Calimosa 526
Substratos orgânicos no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. Taiwan 530
Giberelina e citocinina no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. BS 2000 com sementes de um ano de armazenamento 535
Giberelina na germinação de sementes de mamoeiro Formosa com sementes armazenadas por um ano 540
Nanotubo de carbono na produção de massa verde e seca em plântulas de mamão cv. Aliança 545
Substratos comerciais no desenvolvimento plântulas de mamoeiro cv. Formosa Gigante 550
Giberelina e citocinina no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. THB com sementes de um ano de armazenamento 555
Socioeconomia 561
Comercialização de frutos de mamão no município de Vitória da Conquista - BA 562
Diagnóstico da cadeia produtiva de mamão no município de Itabela - BA 568
Análise dos macros indicadores socioeconômicos da cadeia produtiva do mamão capixaba de 2018 a 2023 574
Plano estratégico de desenvolvimento da cadeia do mamão do Espírito Santo até 2032 580
INSTITUIÇÕES E EMPRESAS PARTICIPANTES DO PAPAYA BRASIL 2024 585

Seção 1

Temas das Palestras

O AGRONEGÓCIO DA FRUTICULTURA BRASILEIRA

Henrique Belmonte Petry

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Fundação educacional Barriga Verde (UNIBAVE). Sociedade Brasileira de Fruticultura (SBF). E-mail: henriquepetry@epagri.sc.gov.br

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de alimentos do mundo, sendo considerado como o grande fornecedor mundial de alimentos para o futuro, em um mundo com crescente demanda por alimentos, em volume e qualidade, seja pelo aumento da população mundial, pelo aumento da renda familiar, ou, até mesmo, pelo interesse da população em uma alimentação saudável e diversificada (CNA, 2024). A condição brasileira de grande provedor de alimentos do futuro se deve às áreas ainda disponíveis para avanço horizontal da produção de alimentos, já que o Brasil ocupou menos de 8% do seu território com a agricultura (Miranda, 2018) e, também, pelos 28 milhões de hectares de pastagens degradadas em áreas com alto ou muito alto potencial agrícola, que podem ser convertidas em lavouras com baixo nível de investimento (Bolfe *et al*., 2024). O potencial brasileiro se dá também aos resultados alcançados nas últimas décadas no aumento da produtividade dos cultivos, graças às tecnologias desenvolvidas pelas instituições de pesquisa e ensino para a agricultura tropical de alto nível tecnológico e com potencial de atender às demandas global por alimentos baratos, de qualidade, advindos de uma agricultura eficiente e com balanço de carbono positivo, auxiliando o mundo globalizado a mitigar os danos das mudanças climáticas em curso.

A agropecuária brasileira cresceu cerca de 50% em menos de 40 anos, avançando aproximadamente 95 milhões de hectares de 1985 a 2022 (MAPBIOMAS, 2024). O agronegócio brasileiro gerou em 2023 R$ 2,7 trilhões, o que representou 25% do PIB deste ano, somando bens e serviços. O ramo agrícola gerou R$1,9 trilhão, 72% desse valor, e a pecuária correspondeu a 28%, cerca de R$750 bilhões. Com aproximadamente 166 bilhões de dólares exportados em 2023, o Brasil foi o terceiro maior exportador mundial de produtos agropecuários, atrás da União Europeia e Estados Unidos. A China é a maior parceira comercial do agronegócio brasileiro (36,2%), seguida pela União Europeia (13,0%), Estados Unidos (5,9%) e Japão (2,5%) (Figura 1) (CEPEA, 2023).

Este cenário só foi possível devido ao esforço conjunto dos nossos agricultores e da pesquisa agropecuária brasileira, que ano após ano tem gerado excedentes de alimentos exportáveis, auxiliando o Brasil na geração de superávits comerciais (Figura 2), fundamentais para a economia brasileira em um mundo cada vez mais globalizado.

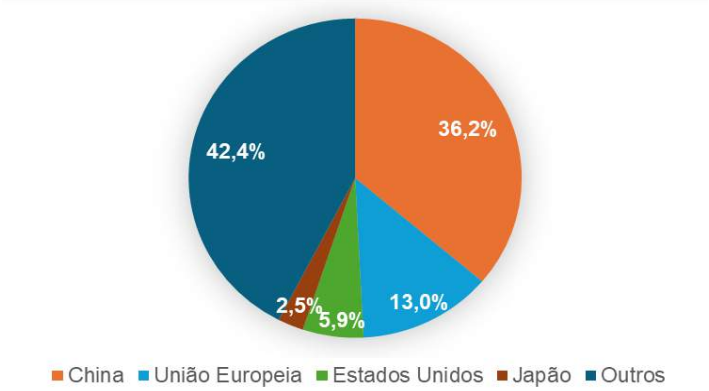


Figura 1 - Principais destinos das exportações do agronegócio brasileiro em 2023 (CEPEA, 2023).

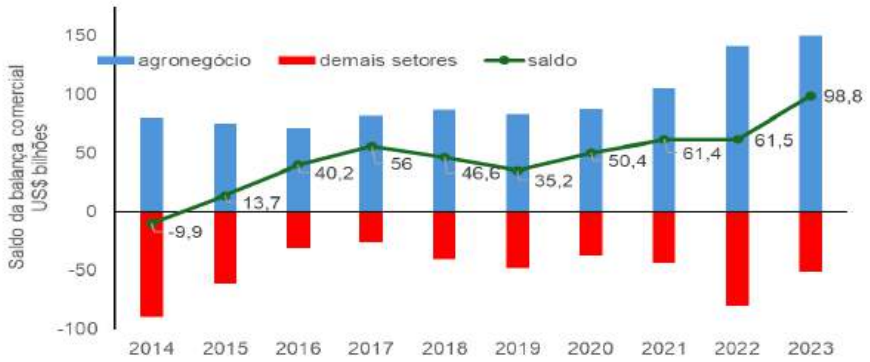


Figura 2 - Saldo da balança comercial brasileira de 2014 a 2023 (CNA, 2024).

O Brasil foi o maior produtor e exportador mundial de soja, café, suco de laranja e açúcar. Também é o maior exportador das carnes de frango e bovina, sendo o segundo maior produtor de ambas. O valor bruto da produção (VBP) agropecuária foi superior a 1,2 trilhão de reais em 2023, dos quais mais de R$ 850 bilhões na produção agrícola e R$400 bilhões da pecuária. No ranking do VBP da agropecuária brasileira, a soja foi líder com R$ 368,34 bilhões, seguido pela pecuária de corte, com R$ 183,31 bilhões, milho, com R$ 144,74 bilhões, cana-de-açúcar (R$ 95,18 bilhões) e da pecuária de leite (R$ 83,84 bilhões). A carne de frango (R$ 75 bilhões), café arábica (R$ 37 bilhões), carne suína (R$ 34 bilhões), algodão (30 bilhões) e ovos (24 bilhões) completam a lista dos 10 produtos de maior valor do agro brasileiro (CNA, 2024).

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE FRUTAS

Com destaque na produção de grãos e carne, o país também foi o terceiro maior produtor de frutas do mundo em 2022, atrás somente da China e da Índia. No agronegócio brasileiro, o valor bruto da produção de frutas gerou cerca de 75 bilhões de reais em 2023 (Figura 3), com 43 milhões de toneladas produzidas (IBGE, 2024), o que coloca a fruticultura, junto da carne de frango, como sexto maior negócio do setor primário, em

2023, em valor de produção (Figura 4). O crescimento do VBP das frutas não foi acompanhado pelo volume produzido, que apresentou um pequeno crescimento em comparação com a forte alta do valor produzido, o que demonstra uma valorização das frutas no mercado, gerando maiores divisas aos fruticultores brasileiros. A estabilidade produtiva nos últimos anos é, provavelmente, reflexo do alto investimento necessário para a instalação e renovação de pomares, além da demanda por mão de obra qualificada, e em quantidade, para a execução de tarefas de difícil mecanização e/ou automação.

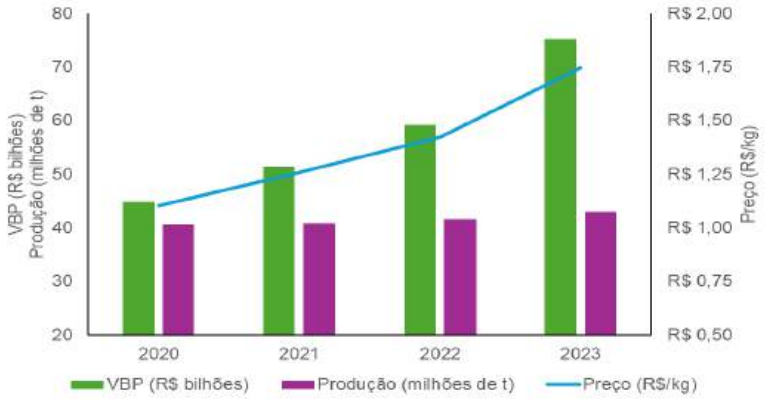


Figura 3 - Produção, Valor Bruto da Produção (VBP) e preço médio de frutas no Brasil. Adaptado de IBGE (2024).

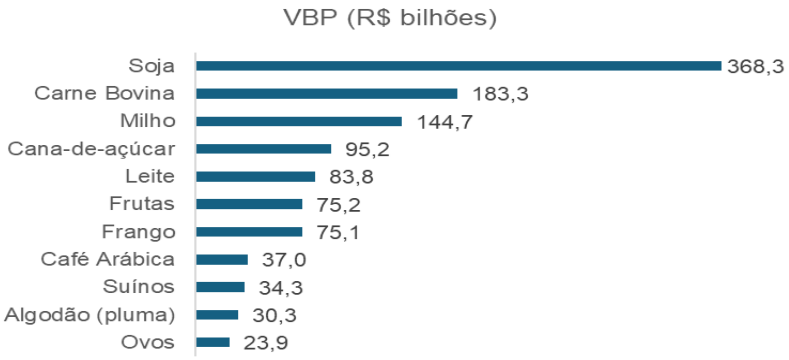


Figura 4 - Valor Bruto da Produção dos principais produtos do agronegócio brasileiro, adaptado de CNA (2024).

Segundo dados disponibilizados pela FAO (2024), dentre os 20 maiores VBP's do agronegócio brasileiro em 2022, quatro frutas estão entre as de maior valor. A produção de laranja ocupou o décimo lugar, a banana a 15ª posição, em 19º lugar outras frutas tropicais, e na 20ª, posição a manga e goiaba somadas, o que demonstra a força da fruticultura nacional no agronegócio brasileiro. As dez frutas mais produzidas são, respectivamente: laranja, banana, açaí, uva, abacaxi, manga, maçã, mamão, limão e maracujá (Figura 5). A produção de frutas ocupa cerca de 18% da mão de obra do agronegócio no Brasil, em apenas 3 milhões de hectares, aproximadamente, cultivados pelas fruteiras, concentrados mais próximo ao litoral brasileiro, do Sul ao Nordeste (ABRAFRUTAS, 2024).

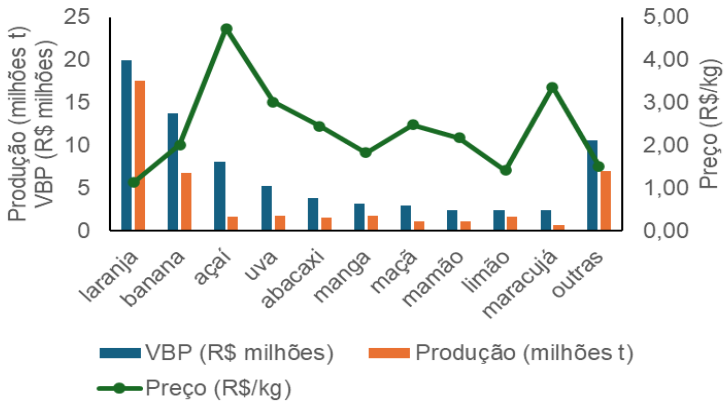


Figura 5 - Produção, valor bruto da produção (VBP) e preço médio das dez frutas mais produzidas no Brasil em 2023 (IBGE, 2024).

A fruticultura brasileira tem entre seus destaques espécies de clima tropical e temperado em todo seu território. Apesar do inverno frio e/ou ameno, típico do clima subtropical do sul do país, além da produção de citros, maçã, uva e frutas de caroço, nessa região se destacam também a produção de banana e maracujá. Já no Nordeste, principalmente no semiárido, a produção de uvas sem semente de alta qualidade se destaca junto aos pomares de coco, banana, manga, mamão, maracujá e lavouras de abacaxi, melão e melancia. São Paulo se destaca como principal estado produtor de frutas do Brasil, seguido pela Bahia, Pará, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Santa Catarina, Ceará, Paraná, Rio Grande do Norte e Espírito Santo (Figura 6). Outras espécies, como o coco-da-baía, tangerina, pêssego, melão, melancia, abacate, pera, figo, caqui e goiaba, corresponderam aos 16% restantes do VBP em 2023 (IBGE, 2024).

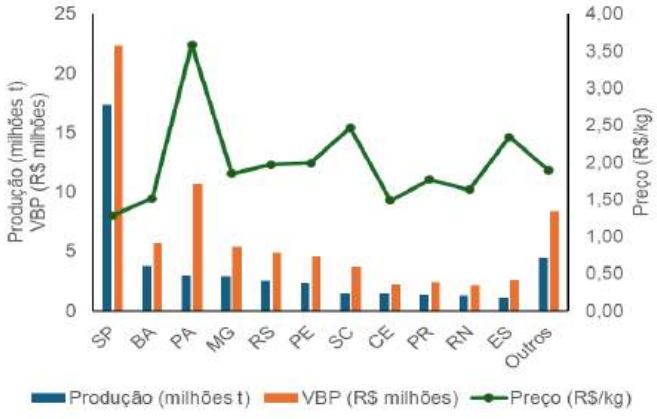


Figura 6 - Produção, valor bruto da produção (VBP) e preço médio dos estádios que mais produziram frutas no Brasil em 2023 (IBGE, 2024).

A produção de frutas está mais concentrada nos estados do sul, sudeste e nordeste, principalmente devido à alta demanda regional, principalmente já que a maior densidade populacional do país se encontra

próximo ao litoral brasileiro (Figura 7).

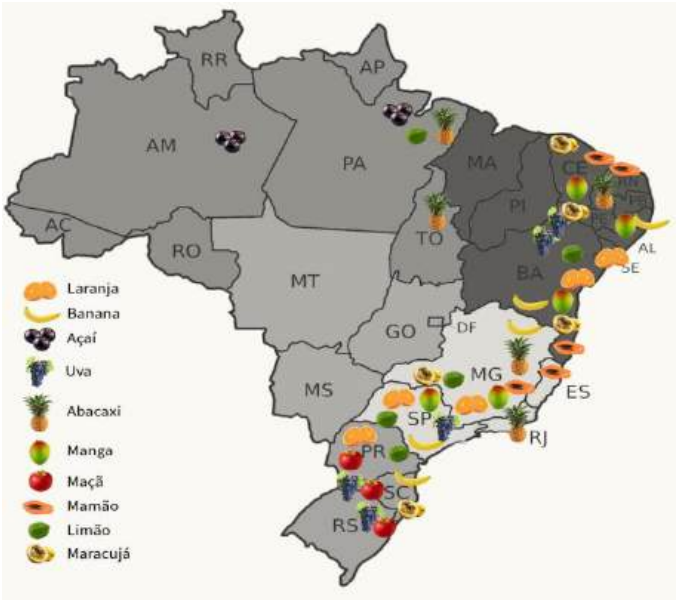


Figura 7 - Mapa da produção das 10 frutas mais produzidas no Brasil. Cada estado que esteve entre os cinco maiores produtores recebeu a imagem da fruta correspondente.

De 2020 a 2023, houve uma estabilidade da produção e um aumento do VBP (Figura 8), devido a elevação dos preços pagos aos produtores de frutas do Brasil (CEPEA, 2024; IBGE, 2024). A produção de laranja correspondeu a 26,5% do VBP da fruticultura brasileira em 2023, com uma produção de 17,6 milhões de toneladas e aproximadamente 20 bilhões de reais. Mesmo com produção relatada em todas unidades da federação, com 77,5% da produção nacional, o estado de São Paulo é o maior produtor da fruta, principalmente para abastecer as indústrias de suco, que é uma das principais agroindústrias do país, com grande importância para a economia exportadora do país, somando mais de dois bilhões de dólares americanos comercializados para o exterior na safra de 2023/24, apesar da redução do volume produzido. Minas Gerais (6,4%), Paraná (4,2%), Bahia (3,5%) e Sergipe (2,2%) são os demais estados produtores que compõem o grupo dos cinco maiores produtores.

A produção de banana representou cerca de 18,4% do VPB da fruticultura nacional em 2023, sendo a segunda fruta mais importante, com uma produção de 6,8 milhões de toneladas e 13,8 bilhões de reais. É uma cultura com produção mais distribuída entre os diversos estados e regiões do país, a produção de São Paulo representou 14,3% da produção nacional e é seguido por Bahia (12,6%), Minas Gerais (12,4%), Santa Catarina (10,1%), Pernambuco (7,1%), Pará (6,5%), Ceará (6,2%) e Espírito Santo (6,0%) como os principais estados produtores de banana do Brasil, o que mostra a ampla distribuição da cultura e sua importância para a economia das diversas regiões brasileiras (IBGE, 2024).

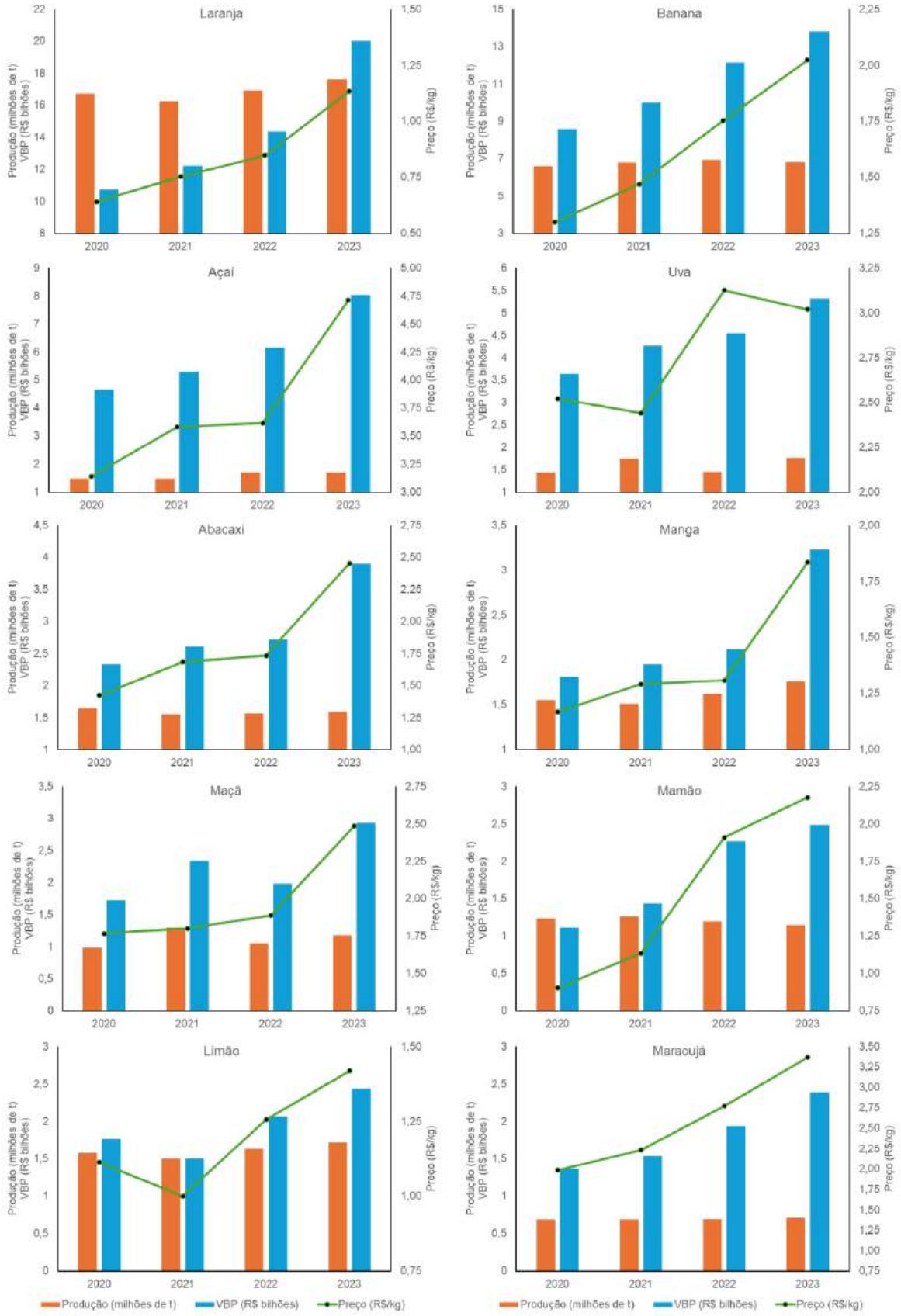


Figura 8 - Produção, valor bruto da produção (VBP) e preço médio pago ao produtor de das 10 principais frutas produzidas no Brasil (IBGE, 2024).

O açaí é a fruta que ocupou a terceira colocação no VBP da fruticultura nacional, com 10,7%. A produção está concentrada nos estados do Pará, com 93% da produção, e Amazonas, com 6%, totalizando 1,7 milhão de toneladas e mais de 8 bilhões de reais. A produção brasileira é destinada à obtenção de purês e outras formas para comercialização de polpa congelada, destinada ao consumo como energizante nas principais capitais do Brasil. A exportação cresceu muito nos últimos anos, arrecadando 45 milhões de dólares americanos em 2023 (IBGE, 2024).

A uva ocupou a quarta posição do VBP da fruticultura brasileira com 7%, produção de 1,8 milhão de toneladas e 5,3 bilhões de reais em 2023. Com mais de 50% da produção no estado do Rio Grande do Sul, a uva é produzida tanto para consumo *in natura*, com cultivares híbridas e viníferas, bem como para indústria de suco e vinho. Pernambuco se destaca na segunda colocação com uma produção de 28% da uva nacional, com destaque para áreas de produção de uva de mesa nos perímetros irrigados do vale do rio São Francisco, onde as colheitas são moduladas de acordo com as podas e são realizadas de duas a três vezes por ano na mesma área. São Paulo (8,7%), Bahia (4,2%) e Santa Catarina (3,3%) completam os cinco estados com maior produção no Brasil (IBGE, 2024).

A produção de abacaxi correspondeu a 5,1% do VBP da fruticultura brasileira em 2023. O estado do Pará foi o maior produtor com mais de 340 mil toneladas, o que correspondeu a 21,5% da produção nacional. A Paraíba (19,2%), Minas Gerais (10%), Tocantins (6,8%) e Rio de Janeiro (6,8%) completam os cinco estados com maior produção no Brasil (IBGE, 2024).

A produção de manga correspondeu a 4,2% do VBP da fruticultura brasileira em 2023. O estado da Bahia foi o maior produtor com mais de 704 mil toneladas, o que correspondeu a 40% da produção nacional. Pernambuco (34,2%), São Paulo (12,1%), Minas Gerais (5,4%) e Ceará (2,4%) completam os cinco estados com maior produção no Brasil (IBGE, 2024).

A produção de maçã correspondeu a 3,9% do VBP da fruticultura brasileira em 2023. O estado de Santa Catarina foi o maior produtor com mais de 593 mil toneladas, o que correspondeu a 50,1% da produção nacional e o Rio Grande do Sul, com 553 mil toneladas, ocupou a segunda posição, com 46,8% da produção brasileira. Paraná (2,2%), Minas Gerais (0,5%) e São Paulo (0,4%) completam a lista dos estados produtores de maçã no Brasil (IBGE, 2024).

A produção de mamão correspondeu a 3,2% do VBP da fruticultura brasileira em 2023. O estado da Bahia foi o maior produtor com mais de 354,5 mil toneladas, o que correspondeu a 31,1% da produção nacional, seguido de perto pelo Espírito Santo, com 30,9% da produção brasileira e 352 mil toneladas produzidas. Rio Grande do Norte (12,2%), Ceará (10,3%) e Minas Gerais (3,8%) completam os cinco estados com maior produção no Brasil (IBGE, 2024).

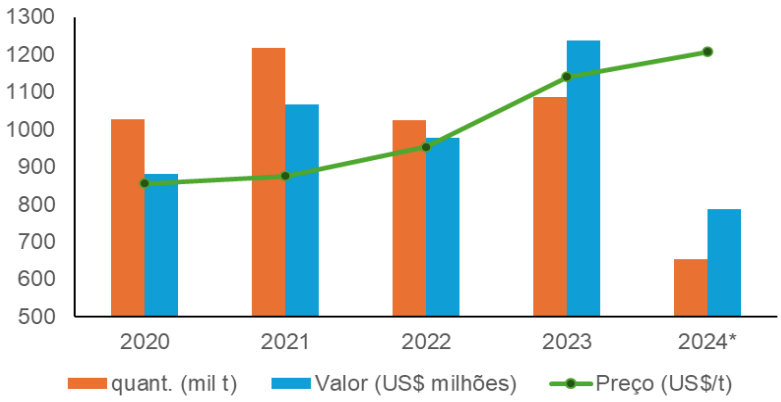
A produção de limão (incluindo as limas ácidas) também correspondeu a 3,2% do VBP da fruticultura brasileira em 2023. O estado de São Paulo foi o maior produtor com mais de 1,28 milhão de toneladas, o que correspondeu a 74,4% da produção nacional. Minas Gerais (5,9%), Bahia (4,7%), Pará (3,9%) e Paraná (1,9%) completam os cinco estados com maior produção no Brasil (IBGE, 2024).

A produção de maracujá também correspondeu a 3,2% do VBP da fruticultura brasileira em 2023. O

estado da Bahia foi o maior produtor com 253,8 mil toneladas, o que correspondeu a 35,7% da produção nacional. Ceará (21,7%), Santa Catarina (6,6%), Minas Gerais (4,5%) e Pernambuco (4,3%) completam os cinco estados com maior produção no Brasil (IBGE, 2024).

EXPORTAÇÃO DE FRUTAS

A exportação de frutas frescas representa uma pequena fração do volume produzido, mas tem aumentado sua importância nos últimos anos, principalmente pela movimentação econômica de mais de 1,24 bilhão de dólares americanos comercializados em 2023 (Figura 9). Porém, se somados aos 2,68 bilhões de dólares americanos exportados em 2023, na forma de sucos, produtos da fruticultura nacional, chega-se a aproximadamente 4 bilhões de dólares americanos. Já as importações de frutas em 2023, foram de 877 milhões de dólares, o que gerou uma balança comercial positiva da fruticultura nacional, contribuindo substancialmente para a economia brasileira (Ferreira; Souza Jr., 2024).



*dados de 2024 disponibilizados até setembro.

Figura 9 - Quantidade, valor e preço médio recebido das frutas brasileiras exportadas entre 2020 e 2024 (Abrafrutas, 2024).

Mangas, melões, uvas, limas e limões estão entre as frutas mais comercializadas para os países europeus e Estados Unidos nos últimos anos (Figura 10). Os principais destinos foram os Países Baixos (33%), Reino Unido (15%) e Espanha (10%). O faturamento em dólar desse setor aumentou 24% em 2023 frente a 2022, devido aos crescimentos de 5,9% na quantidade exportada e de 16,6% nos preços médios recebidos pelos exportadores. Dentre os produtos mais exportados pelo Brasil, o suco de laranja é um dos destaques, com cerca de 1,5 bilhão de reais em 2020, alcançando mais de 75% da exportação mundial do produto (CEPEA, 2024).

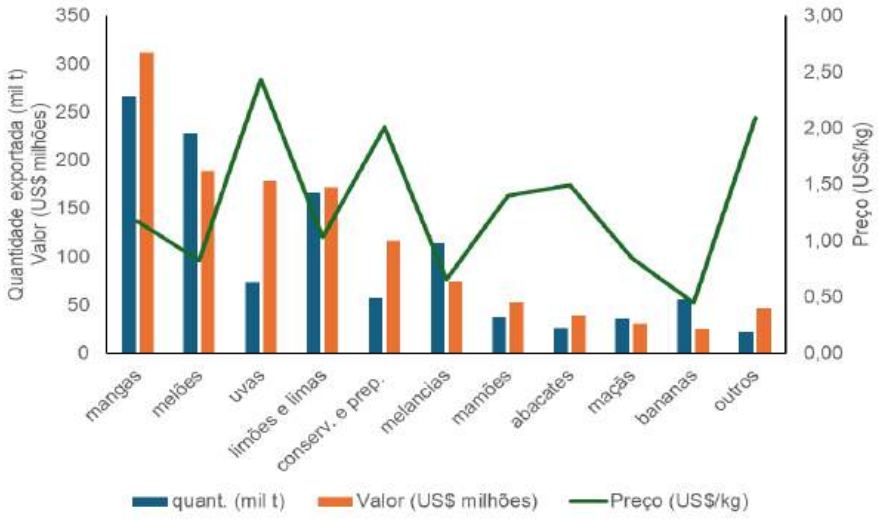


Figura 10 - Frutas mais exportadas pelo Brasil em 2023 (Abrafrutas, 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fruticultura é um grande setor do agronegócio brasileiro, gerador de renda e emprego em pequenas áreas, fixando o homem no campo e levando alimentos de alta qualidade para a população do Brasil e de outros países. As áreas de produção normalmente são planejadas para investimentos com retorno em longo prazo, o que demonstra a importância estratégica do setor para a sociedade brasileira, já que gera demanda de mão de obra especializada por muitos anos, além de insumos e serviços, movimentando de forma estável a economia.

A fruticultura brasileira precisa ser mais estável e rentável aos fruticultores. Para isto, os fruticultores precisam fazer o básico de forma inteligente e efetiva. A gestão dos pomares e das propriedades se torna fundamental neste processo, aliados à assistência técnica para personalização de projetos e recomendações são ferramentas básicas para manter o custo produtivo baixo, já que os preços são difíceis de serem controlados, pois são reflexos do que o consumidor está disposto a pagar. O acesso a novos mercados, com diferenciais de qualidade, principalmente no que tange à qualidade das frutas (sabor, aparência e inocuidade são os mais importantes) e sustentabilidade (produzir de acordo com as premissas atuais de conservação), pode auxiliar o produtor na sua manutenção na fruticultura, principalmente alcançando novos mercados externos. O desenvolvimento de embalagens com marcas próprias e/ou coletivas pode ser uma alternativa para a conquista e fidelização de novos clientes.

No caminho da sustentabilidade produtiva da fruticultura brasileira, devemos racionalizar o emprego de insumos e mão de obra. Para isto, a rápida tomada de decisão a partir de critérios técnicos, a partir de sistemas de alerta (previsão) aliados a sistemas de diagnóstico em tempo real; o desenvolvimento de ferramentas mais adequadas para os manejos necessários, com investimento em pesquisa e desenvolvimento para aumento da precisão das ações (atingir os alvos e objetivos) e; aumento da eficiência no uso de insumos.

Necessita-se tornar a fruticultura mais atrativa através da humanização do trabalho, reduzindo esforço

e a necessidade de mão de obra nas atividades, através do rendimento operacional das atividades; diminuição, até a eliminação da necessidade de esforço físico para a realização das atividades produtivas; automatizar atividades complexas (poda, colheita, aplicações de insumos, etc.) visando uniformização das ações e redução de custos.

O desenvolvimento de novas ferramentas de gestão e execução de tarefas, que aumentam o rendimento operacional dos trabalhadores, bem como a automação de algumas tarefas, como, por exemplo, a poda, colheita e aplicações de produtos fitossanitários e fertilizantes, além de um melhor aproveitamento industrial de todas as partes dos frutos produzidos, indicam um futuro promissor para a fruticultura brasileira. A maior demanda por alimentos saudáveis também tem aumentado as oportunidades do setor no comércio nacional e internacional para as frutas brasileiras.

A inovação para a fruticultura frente aos desafios propostos se faz necessária para que haja fruticultores no futuro, dispostos a produzir. As oportunidades são grandes, principalmente porque o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas, são diversas culturas que necessitam de inovações adaptadas às distintas realidades produtivas, o que demonstra o grande mercado para inovações no setor. Novas tecnologias devem ser práticas, acessíveis e que facilitem o trabalho do fruticultor. Se queremos frutas na nossa alimentação e dos futuros habitantes do planeta, devemos pensar em como melhorar o trabalho e a qualidade de vida dos nossos fruticultores.

REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS. **Painéis de produção**. Disponível em: https://abrafrutas.org/paineis-de-producao/. Acesso em: 16 out. 2024.

BOLFE, E.; SANO, E.; MASSRUHÁ, S.; VICTORIA, D.; BAYMA, G.; OLIVEIRA, A. Potencial de expansão agrícola em áreas de pastagem degradadas no Brasil. **Agroanalysis**, v. 38, n. 2, p. 25-27, 2018. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/view/90934. Acesso em: 16 out. 2024.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP. **PIB do agronegócio**: PIB do agronegócio sofre queda no primeiro trimestre devido aos baixos preços agropecuários. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx. Acesso em: 16 out. 2024.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP. **Índices: Exportação do Agronegócio** - janeiro a dezembro de 2023. Disponível em: https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_Export_jan-dez_2023(2).pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

CNA. Panorama do Agro. 2022. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro. Acesso em: 16 out. 2024.

FERREIRA, D.; SOUZA JR., J. R. C. **Comércio exterior do agronegócio em 2023**. Carta de conjuntura do Instituto de pesquisas aplicadas (IPEA), n. 62, nota de conjuntura 6, 2024. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/2024/01/comercio-exterior-do-agronegocio-em-2023/. Acesso em: 20 out. 2024.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat, 2024.** Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data. Acesso em: 20 out. 2024.

MIRANDA, E. E. Áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **Agroanalysis**, v. 38, n. 2, p. 25-27, 2018. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/view/77453/74223. Acesso em: 16 out. 2024.

PROJETO MAPBIOMAS. **Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 a 2022.** Coleção 8. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/10/FACT_MapBiomas_Agropecuaria_04.10_v2.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

OPORTUNIDADES E DESAFIOS NA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE MAMÃO NO BRASIL E NO MUNDO

Jorge de Souza

Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS). Brasília, DF. E-mail: jorge.souza@frutasdobrasil.org

A Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS) é hoje a legítima representante da Fruticultura Brasileira, como entidade de classe dos produtores e exportadores de frutas e derivados.

Dessa forma, a entidade é constantemente convidada a proferir palestras sobre as oportunidades e desafios do setor para as inúmeras espécies de frutas que são consumidas no Brasil e no mundo, e existem duas situações muito recorrentes de dúvidas e perguntas sobre a maioria das espécies comercialmente produzidas.

Qual fruta produzir? Como comercializar com bons resultados?

Na produção, embora existam inúmeros desafios tecnológicos para otimização da produtividade e da qualidade, os produtores têm alcançado êxito na disponibilidade de frutas para o mercado e as oscilações no volume produzido ao longo das safras, são entendidas como fruto das variações climáticas que afetam a fisiologia das plantas e/ou em função da maior ou menor pressão dos problemas fitossanitários.

Na comercialização, a demanda é alta nos mercados interno e internacional para as frutas tropicais de forma geral, contudo essa oportunidade não é garantia de uma comercialização justa e remuneradora para o produtor. É alta a complexidade dos fatores que influenciam a comercialização e, muitas vezes, apenas boatos são suficientes para alterar significativamente os preços e prazos de pagamento. Na cultura do mamão o cenário não é menos desafiador e, muitas vezes, preços são alterados dentro de um mesmo dia de comercialização.

Dessa forma, as respostas para as perguntas objetivas acima descritas não são simples e requerem um cuidado extremo por parte da entidade de classe para uma correta orientação para os produtores.

Na produção do mamão, são inúmeras as regiões no Brasil que têm características edafoclimáticas adequadas ao cultivo da fruta, oferecendo aos produtores alternativas para produzir com eficiência, atingindo os parâmetros de sucesso do negócio nos quesitos de produtividade e qualidade, e também nos elos da cadeia que envolvem o processamento da fruta e sua logística.

Contudo existem desafios importantes que precisam ser endereçados corretamente ao setor produtivo, caso contrário vão gerar vulnerabilidades que, do ponto de vista agronômico e também econômico, podem afetar negativamente a sustentabilidade dos negócios. Os principais, na ótica da ABRAFRUTAS são os seguintes: cenário e controle fitossanitário e organização da produção.

Nas ameaças fitossanitárias, definitivamente a pressão das viroses para frutas destinadas para todos os

mercados e a questão das moscas-das-frutas nas exportações, são grandes desafios para a cultura do mamão, exigindo dos produtores práticas integradas de monitoramento e controles que, somadas às condições climáticas mais ou menos favoráveis para a disseminação dessas doenças e insetos , podem trazer transtornos significativos e até mesmo inviabilizar o cultivo em determinadas regiões por um período de tempo.

Essa pressão de patógenos e insetos nocivos e quarentenários para muitos mercados, associada às características inerentes da fruta que a tornam uma das mais perecíveis, afetam significativamente a qualidade, com alto impacto nos custos de produção e na competitividade do mamão brasileiro tanto destinado ao mercado doméstico quanto ao internacional. As soluções curativas com uso de pesticidas, muito vezes são ineficientes e podem gerar problemas sérios de segurança do alimento, em função de resíduos acima dos limites permitidos no comércio.

Dessa forma a organização e a união dos produtores no sentido de adotar conjuntamente as medidas de controle integradas e preconizadas para essa situação fitossanitária é fundamental para mitigar o risco e viabilizar o cultivo da fruta de forma a atingir também as expectativas econômicas e financeiras do negócio. O papel do setor público, como regulador desse processo, é também fundamental para a segurança fitossanitária das regiões produtoras, na educação dos produtores sobre o tema e nas pesquisas sobre as medidas mais efetivas e sustentáveis de controle.

O Brasil tem um potencial de mercado interno fantástico, com mais de 200 milhões de consumidores que, devido as características climáticas do País e aos hábitos de consumo da população, tem nas frutas, uma alternativa excelente do ponto de vista sensorial e nutricional.

O mamão brasileiro é delicioso e oferece inúmeras opções para ser consumido *in natura* ou em receitas consagradas como o creme de papaia, sucos e coquetéis variados. O potencial de venda e consumo é alto nos mercados interno e internacional, onde a fruta é considerada como exótica nos países do Hemisfério Norte e atende às expectativas gastronômicas da inovação e experiência com novos e inusitados sabores.

Para o consumidor e em qualquer mercado, o preço final da fruta no ponto de venda é fator relevante e pode afetar negativamente o volume consumido principalmente nos níveis socioeconômicos mais baixos da população. Por outro lado, o aumento constante nos custos de produção tende a elevar o preço de venda para garantir uma margem mínima para o produtor. O mercado somente aceita esses preços mais altos quando a demanda é maior que a oferta. Em resumo, a equação com as variáveis volume x preço x rentabilidade é complexa, principalmente para o produtor que, na prática, ainda é normalmente o elo que paga a conta das perdas, das promoções, e das ineficiências da distribuição e do comércio.

Voltando ao mercado internacional, o sabor do mamão brasileiro encanta! Nas feiras exclusivas de produtos frescos como Fruit Logistica e Fruit Attraction, a fruta servida *in natura* ou em receitas agrada os mais exigentes paladares, é um sucesso e precisa sempre estar presente.

As oportunidades para aumento de consumo do mamão, tanto no mercado doméstico quanto no internacional são grandes e muito positivas e os desafios também exigem atenção e medidas para diminuir os riscos.

Uma situação muito comum nos eventos promocionais internacionais da fruta e que incomoda é a seguinte pergunta feita pelos consumidores quando degustam o mamão: *Que fruta é essa que estou degustando?*

Quando informado que é mamão, normalmente, a reação do consumidor é: *não pode ser! Por que o sabor é tão diferente daquele mamão que eu compro no ponto de venda?*

Esta é a reflexão que o setor precisa fazer para entender o que acontece desde a colheita até a chegada no ponto de venda no exterior, que tanto afeta a qualidade a ponto do consumidor não conseguir estabelecer uma correlação de sabor entre a fruta na feira, oriunda de uma amostra controlada, para a fruta no supermercado ou frutaria, que foi armazenada pelo varejista?

Preservar a qualidade até o último elo da cadeia que é o consumidor é fator indiscutível de importância em qualquer mercado e particularmente naqueles onde essa demanda é alta e inegociável. Tudo isso com uma estrutura logística aero-portuária no Brasil com inúmeros problemas operacionais que vão desde a falta de cadeia de frio nos terminais, como a exposição das frutas à resíduos de combustíveis na espera das operações de carga das aeronaves, problemas na demora do desembaraço documental, falta de colaboradores e baixa automação do processo. Acompanhar um pós-venda no Brasil e no exterior não é simples e o custo pode ser significativo. O desafio é grande e existem inúmeras situações verdadeiras para explicar a razão de tantos problemas de qualidade potenciais.

Além disso, outro tema extremamente relevante é a questão do controle e gestão dos agroquímicos utilizados nos controles fitossanitários da cultura do mamão. É imperativo mitigar os riscos de resíduos nos produtos exportados, principalmente aqueles direcionados para a Europa. Os LMRs – Limites Máximos de Resíduos definidos pela União Europeia, Reino Unido e pelos supermercados europeus (padrões privados) tem sido constantemente reduzidos e, em alguns casos, ingredientes ativos importantes no controle de patógenos, insetos e ácaros tem sido simplesmente proibidos de ingresso nos citados mercados, trazendo enormes desafios para o setor produtivo. A ABRAFRUTAS, em conjunto com as empresas produtoras dos agroquímicos, tem atuado sistematicamente em prol da manutenção de vários produtos que não tem substituto disponível, enviando para as autoridades fitossanitárias europeias a defesa técnica para um ajuste operacionalmente possível nos LMRs, ou mesmo na manutenção de alguns ingredientes sumariamente proibidos, contudo, as respostas e resultados práticos tem sido frustrantes. É um grande desafio para o setor, uma vez que a sociedade europeia, continua firme no propósito de alcançar uma redução de 50% no uso de agroquímicos até 2030. Os bioinsumos são a esperança do setor para diminuir os riscos e solucionar este problema.

Embora todos conheçam esse cenário de desafios na comercialização, quais medidas poderiam ser revistas ou implantadas para melhorar a probabilidade de uma experiência sensorial agradável do consumidor e que potencializaria a demanda da fruta e o reconhecimento abrangente que o mamão é uma das melhores escolhas para consumo no mercado interno como nos destinos internacionais?

Somente através da união do setor produtivo, na organização da produção, na interlocução estratégica com os tomadores de decisão nos outros elos da cadeia e com uma postura empreendedora, profissional e ativa,

será possível avançar na gestão desses riscos e fortalecer a posição do mamão nesses mercados alvo.

Sem dúvida existe competência técnica e de gestão para uma extensa lista de pontos que poderiam ser elencados no sentido de melhorar as condições do produto na comercialização. O alicerce dessa construção, e que coincidentemente está também intimamente relacionado com as questões e desafios na produção, é a falta de uma robusta organização do setor produtivo e a adoção do conceito de lócus de controle interno por parte dos principais atores.

A responsabilidade para agir em prol do aproveitamento das oportunidades que o setor tem é conjunta do setor público e privado, contudo, como setor privado, os principais líderes dessa cadeia produtiva teriam que chamar essa responsabilidade e aí sim, com os produtores e exportadores de mamão unidos e organizados e com uma agenda comum, sensibilizar o setor público a fazer a sua parte.

Já a contribuição das entidades de classe na melhoria de competitividade do setor tem que ser focada nos temas estratégicos de defesa de interesses como aqueles relacionados à acesso a novos mercados, desburocratização dos processos de controles de produção e comercialização do mamão para todos os mercados e no marketing institucional das frutas brasileiras, particularmente do mamão.

Mãos à obra? Quem topa?

DEMANDAS DO ARRANJO PRODUTIVO DO MAMÃO NO BRASIL E OS DESAFIOS NA ADEQUAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

José Roberto Macedo Fontes

Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (BRAPEX). Linhares, ES.
E-mail: josermf@hotmail.com

O Agronegócio brasileiro tem, cada vez mais o reconhecimento mundial por seu desempenho e atingimento de recordes. A competitividade e o potencial do Brasil na produção de alimentos para o abastecimento da população mundial têm, cada vez mais, ocupado posição de destaque, também na economia. Este potencial se reflete na evolução do Brasil, que saiu da posição de importador, no final da década de 1990, para um dos principais *players* do mercado internacional. No entanto, grandes são os embates comerciais internacionais onde nosso setor vem, continuamente, recebendo classificações ambientais desfavoráveis, pelos blocos econômicos-comerciais internacionais, como um setor que adota práticas agrícolas não sustentáveis, produzindo a qualquer custo, sem respeito às legislações ambientais. Isso, com constantes tentativas de depreciações de nossos produtos nas rodadas de negociações internacionais, tem como objetivo principal tirar grande parte de nossa competitividade final.

Apesar desta tentativa mentirosa de depreciação de nossos produtos agrícolas, dentro deste pujante agronegócio brasileiro, nenhuma outra atividade agrícola se mostra tão vantajosa, em todos os aspectos, seja para os grandes empresários quanto para os pequenos produtores, como a fruticultura. Sabemos do seu potencial, no entanto, muitos são os gargalos enfrentados neste setor que tem, em muito, freado o seu desenvolvimento.

Mas, mesmo sendo o Brasil o terceiro maior produtor de frutas do mundo, além das frutas terem um apelo mais favorável que os grãos, inclusive do ponto de vista da alimentação saudável, no mercado de alimentos, e a tecnologia e o clima contribuem para a produção de frutas de alta qualidade, praticamente todo o ano, sem falar na variabilidade possível nas espécies frutíferas disponíveis, no que se refere a exportação, o país ocupa a 23ª posição, apenas 3% do que é produzido é exportado pelo Brasil.

Já em 2023, a receita com as vendas externas de frutas ultrapassou a casa de US$ 1,0 bilhão de dólares, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC). Mas, para alcançar números cada vez mais expressivos, de acordo com o potencial brasileiro, o setor da fruticultura tem pago uma conta alta, que exige muito mais que o suor do nosso fruticultor. Essa pujança vem acompanhada da dicotomia: agricultura de alta tecnologia na produção x precária infraestrutura de comercialização, ampliada pela baixa aplicação das tecnologias disponíveis e uma logísticas pós-colheita deficiente, além da falsa imagem ambiental

ruim do país no exterior.

Com relação ao setor mamoeiro, esta análise externa também é validada. Apesar do Brasil ser um dos mais importantes países produtores de mamão do mundo, ocupando o segundo lugar na produção mundial, ficando atrás apenas da Índia, e situando-se entre os principais países exportadores, os desafios não são menores.

CONHECIMENTOS CONSOLIDADOS

O papaia brasileiro trata-se de uma cultura agrícola com grandes conhecimentos consolidados, principalmente por ser o Brasil, um dos maiores exportadores de mamão de qualidade, principalmente para o exigente mercado europeu, apesar da baixa produtividade média nacional, de 40 t ha^{-1} para o grupo Solo e de 60 t ha^{-1} para o grupo Formosa. O Brasil é o segundo maior produtor e exportador da fruta. Com um volume de produção da ordem dos 1,1 milhões de toneladas, perdendo em volume de produção apenas para a Índia e em volume exportado apenas para o México. Os estados da Bahia, Espírito Santo e Ceará são responsáveis por 91,17% da produção brasileira.

Ao estado do Espírito Santo cabe o destaque na produção comercial para exportação, alcançando excelentes produtividades de um produto de alto valor agregado. Segundo o IBGE, em 2022, o estado produziu 427 mil toneladas da fruta, em área de aproximadamente 7 mil ha, em 392 unidades de produção, com a melhor produtividade média nacional, na ordem de 62 mil toneladas/ha. O valor da produção ultrapassou 1,1 bilhões de reais.

Até 1983, os estados do Pará e São Paulo eram os principais produtores; porém, a elevada incidência de doenças, notadamente o vírus da mancha anelar, resultou no deslocamento da cultura para outras regiões, com destaque para o Espírito Santo e Bahia. Atualmente, o mamoeiro é cultivado em quase todo o território nacional.

Segundo o IBGE, a área brasileira colhida teve uma redução, dos 27.250 ha em 2018, para 26.431 ha em 2022, no entanto, o valor da produção subiu de R$ 927,2 milhões, em 2018, para R$ 2,4 bilhões, superando grande parte das outras frutíferas. Segundo a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), estimativas apontam que a cultura gere em média dois empregos diretos por hectare e as atividades anuais contínuas de tratos culturais, colheita e comercialização, além da renovação dos plantios a cada dois ou três anos, absorvem grande quantidade de mão de obra o ano todo.

Em torno de 96% da produção no país é absorvida pelo próprio mercado interno, e o crescimento do agronegócio nacional de mamão nas três últimas décadas se deve, em grande parte, ao desenvolvimento tecnológico da cadeia produtiva, podendo-se destacar, além do uso de variedades melhoradas, a maior implementação de tecnologia nas práticas culturais, principalmente no controle de pragas, na fertirrigação e a na identificação precoce e controle de viroses.

Acompanhando esta evolução, o consumo *per capita* local é o maior do mundo, além da cultura do

mamoeiro ser uma atividade econômica de grande importância, tendo uma contribuição significativa para a geração de emprego e renda no setor agrícola, nas áreas onde é produzida.

O APRENDIZADO FORÇADO RESULTANTES DAS EXIGÊNCIAS COMERCIAIS DO PRIMEIRO MUNDO

A fama conquistada em vários continentes do mundo pelo nosso papaia brasileiro se deve muito ao aprendizado forçado resultantes das exigências comerciais do primeiro mundo, onde se encontram nossos principais clientes, ávidos por frutas saudáveis, sem quaisquer contaminantes químico, biológico ou físico, produzidas pelas boas práticas agrícolas e com responsabilidade social e ambiental.

Por estas exigências serem algo totalmente fora do padrão doméstico, as empresas exportadoras tiveram que se desdobrar na busca de novas tecnologias para atendimento a estas exigências. Para isso, pagou-se um preço muito caro não apenas na adequação de seus processos produtivos e de beneficiamento da fruta, mas também no enfrentamento de uma concorrência totalmente desleal, na comercialização do excedente no mercado interno, para onde o volume de frutas desclassificadas para o padrão externo precisam ser direcionadas.

Com relação às práticas comerciais desleais, o setor conviverá com as mesmas, acreditamos, por um longo período, até que a sociedade consiga exigir um maior controle dos órgãos públicos na segurança do alimento ofertado nos pontos de comercialização em geral.

Com relação às boas práticas de produção, temos a certeza que, pelo menos nas lavouras de produção e nos *packing houses* do mamão tipo exportação, o Brasil tenha muito a se orgulhar, frente às práticas sociais e ambientais adotadas nos processos produtivos, além da oferta final de um mamão totalmente seguro contra contaminantes.

Apesar do Brasil se consolidar, cada vez mais, como grande produtor e exportador de alimentos para o mundo, há vários anos, temos observado constantes alertas sobre a qualidade final do nosso mamão, orgulho brasileiro no mundo inteiro, que vem continuamente recebendo alertas de resíduos químicos fora das especificações internacionais, trazendo grandes prejuízos aos exportadores, além da drástica redução do volume exportado, comparado aquele do início dos anos 2000.

Por isso, a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (Brapex), em parceria com a empresa Germinar Consultoria Ltda. encamparam o desafio da produção do Mamão Resíduo Zero, um Programa de Boas Práticas Agrícolas auditável, desenvolvido com base nos maiores protocolos internacionais de Boas Práticas e Segurança do Alimento, com certificação dos produtores que seguem o protocolo e, após a auditoria final, cumprem os requisitos exigidos. Trata-se de uma grande inovação, levando o produtor e todo o arranjo envolvido a um padrão de sustentabilidade que atende às exigências do mercado internacional. Além de ser um diferencial para o alimento final comercializado, traz confiança ao consumidor quanto a sua idoneidade na segurança do alimento ofertado, bem como em suas práticas de produção, beneficiamento e

comercialização, baseadas na sustentabilidade socioambiental e de boas práticas comerciais, que se tornaram compulsórias em diversos arranjos produtivos, como é o caso dos credenciamentos das exportadoras no Ministério da Agricultura (MAPA), e diversos órgãos de controles sanitários, além de se tornar uma exigência do consumidor final bem informado, inclusive dentro do próprio mercado brasileiro. Hoje, no mercado internacional e principais centros comerciais brasileiros, uma certificação de boas práticas tornou-se exigência na distinção do alimento de qualidade, com maior valor agregado nos vários nichos de mercado.

Com isso, o setor espera a adequação do Sistema Integrado de Gestão da Qualidade no arranjo produtivo do Papaia, alinhado às práticas de sustentabilidade padrão internacional, com melhoria contínua nas estruturas, processos e procedimentos internos, conforme os requisitos da metodologia desenvolvida, para obtenção final do credenciamento dos produtores fornecedores no selo Mamão é do Brasil, equivalente aos protocolos comerciais vigentes, com oferta no mercado de um produto final que atendam às exigências de sustentabilidade e segurança do alimento, trazendo inovação e melhorando a competitividade das empresas parceiras da Boas Práticas do Programa Mamão Resíduo Zero.

DESAFIOS PERSISTENTES

Por causa da alta qualidade conquistada, o mamão brasileiro, no início dos anos 2000, atingiu exportações recordes. Pouco mais de uma dezena de anos depois, frente aos novos padrões exigidos pelo mercado internacional, aliado ao distanciamento da pesquisa, e uso de tecnologias ultrapassadas frente aos novos desafios principalmente logísticos e de vida de prateleira do fruto, nossas exportações foram reduzindo a níveis abaixo do esperado.

Um dos principais problemas, que gerou uma crise no setor, foi a falta de um defensivo agrícola pós-colheita que continuasse a garantir o *shelf-life* da fruta exportada pela logística marítima. Apesar das iniciativas da Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (Brapex) na busca de solução deste problema, até hoje a pesquisa não entregou ao setor a possibilidade do retorno do transporte marítimo. Logo, a alternativa do transporte aéreo, apesar de restritivo e caro, tornou-se o arcabouço da exportação brasileira de papaia.

Outro agravante foi a entrada no setor, de muitos produtores que, apesar de produzirem mamão num primeiro momento, seu foco era exclusivo na formação da lavoura de café, principalmente, seguindo numa menor escala para formação de lavouras de coco e pimenta do reino, dentre outras. Assim, muitas vezes, como o foco não era a produção do mamão, tais implantações destas lavouras se davam sem o correto uso de tecnologias e, o mais agravante, não faziam o correto planejamento da comercialização.

Este é um problema recorrente até os dias de hoje, onde, muitas vezes, a Brapex através de seus associados, por mais que tentem contornar o problema, não acham viabilidade econômica nestas negociações, uma vez que os frutos produzidos nestes arranjos, na maioria das vezes, não possuem padrão para o mercado externo. Assim, todo este problema gerado, resultou também na impossibilidade de garantir mercado e preço

justo à produção de frutas neste arranjo.

Resultante deste arranjo não planejado, um fator preocupante gerado onde a produção de mamão não é o foco, trata-se do crescimento desenfreado das viroses do mamoeiro (Mosaico e Meleira). O produtor desavisado, perfil deste arranjo, não dá valor ao corte das plantas atacadas pelas viroses e, assim, chega a impactar também nas áreas consolidadas de papaia, uma vez que o mesmo passa a ser um disseminador das doenças viróticas para toda uma região. Assim, a produção de mamão por hectare, em qualquer arranjo, não está apresentando resultados esperados, justamente devido às viroses do mamoeiro, que chegam a dizimar algumas lavouras antes mesmo de se iniciar a colheita, causando grandes prejuízos dado ao custo médio de investimento por hectare. Mesmo o produtor que adota o manejo adequado, que calcula uma boa produtividade, devido principalmente às referidas doenças, acaba diminuindo sua produção por hectare, aumentando o desafio de produzir na região que se encontra estabelecido e é forçado a buscar outras regiões com menor pressão das doenças viróticas.

Há muito tempo, as pesquisas mostram que a única forma de manter os plantios da cultura por longos períodos na mesma região produtora, é a realização do corte das plantas doentes (*roguing*), convivendo com as viroses do mamoeiro em baixas incidências. Apesar do esforço exercido por alguns órgãos públicos estaduais de fiscalização, com apoio da Brapex, muitos produtores não conscientizados permanecem insistindo na não realização do corte das plantas doentes.

Além do desconhecimento técnico sobre a necessidade da realização do controle das viroses e da baixa conscientização de muitos produtores sobre os prejuízos causados aos vizinhos também produtores de mamão, uma constante discussão sobre a atual legislação tem se tornado cada vez mais frequente. Estes produtores desavisados se apegam ao fato de que a legislação a este respeito, obriga o corte apenas nas unidades da federação onde existe a exportação da fruta para o mercado americano.

Este assunto é recorrente e tem sido tratado repetidas vezes com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), principalmente após a criação da Instrução Normativa 17/2010 – Controle de virose do mamoeiro, que deixa clara esta exigência. Desta forma, os produtores que se encontram nas regiões produtoras, fora da área autorizada para exportação para o mercado americano, não valorizam o corte de plantas doentes e, desta forma, têm inviabilizado a produção da cultura nestas diversas áreas, pela disseminação descontrolada das viroses, como aconteceu no estado de São Paulo na década de 80 e, recentemente no oeste Bahia e norte de Minas Gerais, caracterizando a cultura como nômade, pela constante necessidade de desbravar novas regiões onde a pressão das doenças da virose ainda sejam baixas.

Neste sentido, o principal impacto gerado foi observado na progressão geométrica do ataque das viroses do mamoeiro, chegando, em vários casos a inviabilizar novos investimentos em lavouras de mamão em diversas regiões do Espírito Santo, Minas Gerias, Bahia e Rio Grande do Norte, principalmente.

Outro gargalo recorrente no setor, além da baixa oferta de mão de obra disponível que é uma dor de todos, é a necessidade de melhorias em infraestrutura logística, que continua sendo um fator determinante para o sucesso da nossa fruticultura. No entanto, nenhum dos fatores é mais marcante no setor da fruticultura que a

preocupação constante com a integração da cadeia produtiva, independente da escala de produção. A rede de produtores e exportadores associados à Brapex é um exemplo de concentração de esforços na defesa do setor mamoeiro. A Brapex tem buscado demonstrar que, nesse tipo de formação associativista, a concorrência convive com a cooperação. Os mesmos agentes que disputam mercado, devem compartilhar processos e vantagens em comum. O resultado dessa prática sempre é a combinação entre aumento de produtividade e redução dos custos para produzir.

A Brapex, além de ofertar suporte aos seus associados, contando com as diversas parcerias com as instituições públicas e privadas, resultando, inclusive, em grande disponibilização de tecnologias ao setor frutícola, busca também alavancar ainda mais o setor, em parceria com a ABRAFRUTAS, permanecendo em constante discussão com as instâncias superiores sobre a necessidade de implantação de políticas de fortalecimento da fruticultura, principalmente naquilo que busca o incentivo e capacitação do agricultor na remodelagem de seu sistema de produção, colocando-o em alinhamento com as atuais exigências do mercado interno e externo.

Assim, independentemente dos atuais desafios, a Brapex continua na busca de não só ampliar e agregar valor ao produto comercializado nos atuais mercados, mas também acessar novos mercados. Com a recente abertura do mercado chileno, a Brapex espera em pouco tempo resolver a pendência principal persistente sobre a presença das moscas-das-frutas nas lavouras de papaia, para expandir a exportação na América do Sul. Em parceria com a ABRAFRUTAS, a Brapex busca também avançar com a negociação na abertura do mercado da África do Sul e outros mais exigentes, como Japão e China, que hoje estão fechados aos produtos brasileiros por causa de barreiras fitossanitárias.

As exigências dos atuais parceiros comerciais internacionais, motivou a Brapex e suas empresas associadas a investirem nas certificações de qualidade. Isto faz toda diferença nesta busca de mercados exigentes para nossa fruta. Desta forma, o mamão brasileiro continua como o preferido no mercado internacional. Grandes redes de supermercados no mercado interno, também devido aos investimentos internacionais em suas bandeiras, passaram a exigir um padrão de fruto tipo exportação e com segurança do alimento, apenas possível num produto certificado.

O produto certificado, além de seguir padrões consistentes na qualidade de classificação e segurança do alimento, garante as boas práticas no cultivo, como preservação do meio ambiente, cumprimento das questões sociais, direitos trabalhistas, uso correto de agroquímicos, manejo eficiente da água e conservação do solo, dentre outros. Aliado a isso, um dos principais desafios do homem do campo é conseguir produzir com baixo custo, investindo em tecnologias agrícolas.

Assim, a empresa Germinar Consultoria e Assessoria Ltda, que há décadas atua na consultoria empresarial rural, em parceria com a BRAPEX, ouvindo constantemente o mercado de alimentos no mundo e identificando esta grande deficiência nas ofertas e garantias de comprovações de técnicas sustentáveis em nosso setor do agronegócio, desenvolveu, juntamente com seus outros parceiros, o Programa Mamão Resíduo Zero, um protocolo de Boas Práticas Agrícolas, desenvolvido com base nos maiores protocolos internacionais

de Boas Práticas e Segurança do Alimento.

O Programa Mamão Resíduo Zero, com suas metodologias adicionais, leva o produtor e todo o arranjo envolvido a um padrão de sustentabilidade que atende às exigências do mercado internacional. Além de ser um diferencial para o alimento final comercializado, traz confiança ao consumidor quanto a sua idoneidade na segurança do alimento ofertado, bem como em suas práticas de produção, beneficiamento e comercialização, baseadas na sustentabilidade socioambiental e de boas práticas comerciais, que se tornaram compulsórias em diversos arranjos produtivos.

O Programa Mamão Resíduo Zero, se baseia em serviços de consultorias e instrutorias, visando a implantação e desenvolvimento da metodologia de controle e certificação da qualidade em sua forma mais ampla, baseada em tripés de Qualidade, Padronização e Segurança do Alimento. Para isso, baseia-se na identificação e análise de Riscos e Perigos de contaminação do alimento e nas atividades de mitigação e/ou bloqueio dos mesmos, garantindo a cultura da segurança do alimento produzido. Além disso, através das Boas Práticas Agrícolas, coloca seu foco na Sustentabilidade Ambiental, Econômica e Social, reunidas em um Sistema de Gestão Integrado.

O Programa Mamão Resíduo Zero, em seu processo de controle será baseado no HACCP - Harzard Analysis and Control Critical Point (APPCC-Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), ferramenta já consagrada na garantia da segurança do alimento contra contaminantes, em diversos protocolos internacionais, e nas atividades de mitigação e/ou bloqueio dos riscos de contaminação, garantindo a cultura da segurança do alimento produzido. Outro forte objetivo do Protocolo criado pela Germinar, é buscar a equivalência em outros Protocolos Nacionais e Internacionais, facilitando o acesso dos produtos agrícolas nestes mercados onde os selos gerados por estes protocolos possuem acesso direto ao mesmo mercado.

Desta forma, a Brapex aposta na adequação do Sistema Integrado de Gestão da Qualidade no arranjo produtivo do Papaya, alinhado às práticas de sustentabilidade padrão internacional, com melhoria contínua nas estruturas, processos e procedimentos internos, conforme os requisitos da metodologia desenvolvida, para obtenção final do credenciamento dos produtores fornecedores no selo Mamão é do Brasil, equivalente aos protocolos comerciais vigentes, com oferta no mercado de um produto final que atendam às exigências de sustentabilidade e segurança do alimento, trazendo inovação e melhorando a competitividade das empresas parceiras da Boas Práticas do Programa Mamão Resíduo Zero.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

ALMEIDA, C. O.; CRUZ, J. L.; ALBUQUERQUE, A. F. A.; CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. S. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa**. Produção Integrada de Mamão. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Cenário Hortifruti Brasil 2018**: estudo técnico realizado pela ABRAFRUTAS, Programa Hortifruti Saber &

Saúde e Sistema Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Responsável técnico: Blink Projetos Estratégicos. 1. ed. Brasil, 2018. 42p. Disponível em: https://abrafrutas.org/wpcontent/uploads/2019/09/Relatorio-Hortifruti.pdf.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Notícias-Entrevista**. Disponível em: https://abrafrutas.org/2019/03/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo-diz-abrafrutas/.

CARVALHO, D. **Um gargalo perigoso** - País sabe produzir, mas perde na hora de comercializar. Brasília. 2009. Ano 6. Edição 50. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1228:reportagens-materias&Itemid=39.

CARVALHO, L. C. L.; CLEMENTINO, V. D. R.; GOMES, E. C. S.; FARIAS, M. S. R. **Transformação digital na fruticultura: uma revisão sistemática na base Web of Science no período 2010-2021.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 62, n. 4, p. e270355, 2024.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. ESALQ/USP. **Hortifruti Brasil**. Ano 12. n. 130, Dez. 2013/Jan. 2014. Disponível em: http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/anuario-2013-2014.aspx.

DANTAS, J. L. L.; CASTRO NETO, M. T. Aspectos botânicos e fisiológicos. In: TRINDADE, A. V. (org.). **Mamão produção**: aspectos técnicos. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2000. 77p. (Frutas do Brasil, 3).

ESTEVES, J.; BORGES, V. Os frutos da inovação: soluções tecnológicas desenvolvidas, recomendadas e adaptadas pelo Incaper dinamizaram o meio rural capixaba. **INCAPER em Revista**, Vitória-ES. v. 4/5, p. 35-77, 2015.

FAO. Faostat - **FAO's corporate database**: crops, 2018. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#home.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: Produção Agrícola Municipal - PAM, 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/ pesquisa/pam/tabelas.

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (eds.). **A Cultura do mamoeiro**: tecnologia de produção. Vitória, ES: Incaper, 2003. 497p.

MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A.; TATAGIBA, J. S. Produção integrada de mamão no Estado do Espírito Santo. p. 569-626. In: Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção integrada no Brasil:** agropecuária sustentável alimentos seguros. Brasília-DF: MAPA/ACS, 2009.

OLIVEIRA, A. M. G.; MEISSNER FILHO, P. E. **Mamoeiro do grupo Solo – cultivo, colheita, pós-colheita e comercialização**. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

ESPECIAL MAMÃO DO BRASIL. Panorama do setor produtivo do mamão. **Revista Campo Vivo**. Edição 47. p. 27-34, 2021.

LANDAU, E. C.; SILVA, G. A.; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: cenário histórico, divisão política, características demográficas, socioeconômicas e ambientais.** Brasília, DF: Embrapa, 2020.

LUCENA, C. C. **Polos de produção de mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. 47p. (Documentos/ Embrapa Mandioca e Fruticultura, 217).

PESSOA, M. C. P. Y. **Qualidade e certificação de produtos agropecuários.** Brasília – EMBRAPA, 2002.

RODRIGUES, J. **Competitividade das exportações brasileiras de frutas para o mercado europeu.** Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2012.

SECEX/MDIC. Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Portal Comex Stat**. Disponível em: http://comexstat.mdic.gov.br.

SILVA-MATOS, R. R. S.; FURTADO, M. B.; FARIAS, M. F. **Tecnologia de produção em fruticultura 2**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

.

O MERCADO BRASILEIRO DE MAMÃO: UMA VISÃO DO MERCADO INTERNO E EXTERNO

Marcela Guastalli Barbieri

Pesquisadora do Hortifruti/Cepea, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, SP.
E-mail: marcela.barbieri@cepea.org.br

1 INTRODUÇÃO

O projeto Hortifruti faz parte do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq), unidade da Universidade de São Paulo (USP). É a principal referência no mercado de frutas e hortaliças no Brasil e pesquisa, periodicamente, treze produtos hortifrutícolas (alface, banana, batata, cebola, cenoura, citros, maçã, mamão, manga, melancia, melão, tomate e uva).

Especificamente para o mercado de mamão, o projeto faz o levantamento do preço da fruta *in natura* das variedades dos grupos Formosa e Solo (mamão havaí) e no mercado doméstico, utilizando como regiões de referência a central atacadista de São Paulo (Ceagesp), o Norte do Espírito Santo (regiões de Linhares e Pinheiros), o Norte de Minas Gerais, o Sul e Oeste da Bahia e o Rio Grande do Norte/Ceará (regiões da Chapada do Apodi e Natal).

É importante ressaltar que, no caso da Ceagesp, as análises consideram o preço de venda da caixa nesta central atacadista (de 13 kg para o Formosa e 8 kg para o Solo (havaí), enquanto para as outras regiões, são consideradas cotações do quilo recebidas por produtores (sendo que para o havaí coletamos os calibres 12 ao 28) - a veiculação destes ocorre na forma de média regional, preservando-se, assim, a identidade dos colaboradores.

Além de preços, o projeto coleta também diversas variáveis que auxiliam no entendimento do mercado em questão. Dentre elas, temos: a área de produção, o valor mínimo estimado por produtores para cobrir o custo de produção e a produtividade das lavouras. Essas e outras informações pertinentes ao desenvolvimento do mercado são publicadas em diferentes períodos: semanais, por meio das redes sociais e site (www.hfbrasil.org.br), e mensais, através da revista Hortifruti Brasil – esta, além de disponível *online*, também é distribuída a produtores, beneficiadores, atacadistas e exportadores do setor.

Assim, a partir do banco de dados do projeto Hortifruti/Cepea, a proposta da presente apresentação foi de analisar o comportamento do mercado brasileiro de mamão, com uma visão do mercado doméstico e

internacional. Para tal, a redação foi estruturada em quatro capítulos. O capítulo 2 trata da evolução da área cultivada nas principais regiões produtoras; o capítulo 3 avalia os preços no mercado doméstico; e o capítulo 4 discorre sobre o desempenho das exportações. E as principais considerações finais sobre esses comportamentos encontram-se no capítulo 5.

2 EVOLUÇÃO DA ÁREA DE MAMÃO NO BRASIL

No Brasil, o mamoeiro é cultivado praticamente em todos os estados brasileiros. Porém, apenas nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Ceará e Rio Grande do Norte, a cultura apresenta maiores índices tecnológicos em sua produção. Baseado nisso, as principais regiões produtoras pesquisadas no projeto Hortifruti/Cepea são Sul e Oeste da Bahia, Norte do Espírito Santo, Norte de Minas Gerais e Rio Grande do Norte/Ceará.

De modo geral, a área da mamocultura nacional vem apresentando tendência de queda nos últimos anos. No período de 2004 a 2023, a área total plantada no Brasil recuou 23%, totalizando apenas 27 mil hectares, segundo o IBGE (2024). Sendo que, as produções mais tradicionais, Espírito Santo e Bahia, foram as principais responsáveis por este resultado, pois perderam participação, como pode ser encontrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação da área plantada de mamão (em hectares) nos principais estados produtores do Brasil entre 2004 e 2023

Estados	Área 2004 (ha)	Participação no período	Área 2023 (ha)	Participação no período	Var. área 2004x2023
Bahia	14.452	41%	9.451	35%	-35%
Espírito Santo	10.787	30%	5.971	22%	-45%
Ceará	1.691	5%	1.666	6%	-1%
Rio Grande do Norte	1.027	3%	3.168	12%	208%
Minas Gerais	776	2%	1.073	4%	38%
Área Total	35.553	100%	27.231	100%	-23%

Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal (2024).

Porém, segundo dados do projeto Hortifruti/Cepea, a área das regiões produtoras acompanhadas totalizou 12.630 hectares em 2023, valor 42% inferior frente aos dados de 2004 também do projeto. A diferença nestes resultados pode ser explicada pelo levantamento do Hortifruti/Cepea considerar apenas as áreas de média/alta tecnologia. A seguir, pode-se observar a evolução da área da fruta em decorrência de estudos do projeto (Figura 1).

Segundo colaboradores do Hortifruti/Cepea, o desempenho da área colhida de mamão pode ter sido

influenciado por diversos fatores. O recuo na área ao longo dos anos pode estar relacionado, por exemplo, aos entraves climáticos - pois, como é de conhecimento, o mamão é uma fruta sensível às intempéries. Assim, além do excesso de chuvas influenciarem negativamente na produção, a baixa umidade também prejudica. Um exemplo disso, pode ser observado entre 2015 e 2017, quando uma crise hídrica severa se instalou nas principais regiões produtoras e passou a restringir a renovação e o cultivo de novas lavouras.

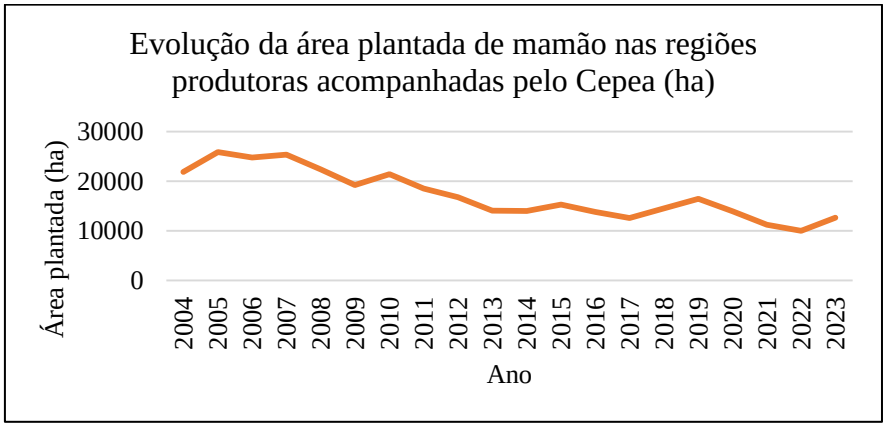


Figura 1 - Evolução da área colhida de mamão nas regiões acompanhadas pelo Cepea (em hectares). Fonte: Hortifruti/Cepea (2024).

Também, outro fator a ser considerado é alta volatilidade das cotações do mamão no mercado doméstico, o qual, vinculado aos altos custos de produção (principalmente com mão de obra), desestimularam investimentos no decorrer dos anos. Em 2008 e 2011, por exemplo, a crise econômica presente no Brasil na época fez com que a rentabilidade unitária do setor diminuísse. Assim, regiões mais tradicionais de cultivo, como as do Espírito Santo e as da Bahia, não renovaram os pomares – cenário similar foi observado entre 2020 e 2022, devido à pandemia da Covid-19, que afetou a economia brasileira.

Vale ressaltar, ainda, a influência da fitossanidade na produção de mamão brasileira, pois viroses, como o mosaico e a meleira, vem prejudicando a cultura, sendo necessário a prática do *roguing* (erradicação das plantas doentes). Em 2015, por exemplo, a infecção do vírus mosaico ocorreu de forma rápida e em grandes proporções no Norte de Minas Gerais, por conta da proximidade das áreas de cultivo no projeto Jaíba, o que justificou a forte queda na área local em 2016. Entre 2017 e 2018, houve relatos de meleira e mosaico no Rio Grande do Norte/Ceará, sendo necessário a prática do *roguing* para ambas as variedades cultivadas na região. Por fim, novas incidências fortes ocorreram entre 2020 e 2022, mas agora de forma generalizada, pois a pandemia da Covid-19 atrapalhou a fiscalização de órgãos competentes e houve abandono de lavouras por parte de produtores desanimados com o baixo retorno financeiro do período, o que reduziu o controle e ajudou na expansão de casos.

3 ANÁLISE DO MERCADO INTERNO BRASILEIRO

Para entender o mercado interno brasileiro, buscou-se analisar a evolução dos preços ao produtor desde 2004, de maneira a compreender quais fatores levaram ao cenário atual das cotações. Pata tal, considerou-se o preço médio de havaí e formosa na média das regiões produtoras acompanhadas pelo Hortifruti/Cepea (Figura 2). Os valores foram deflacionados pelo IGP-DI de julho/24, calculado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).

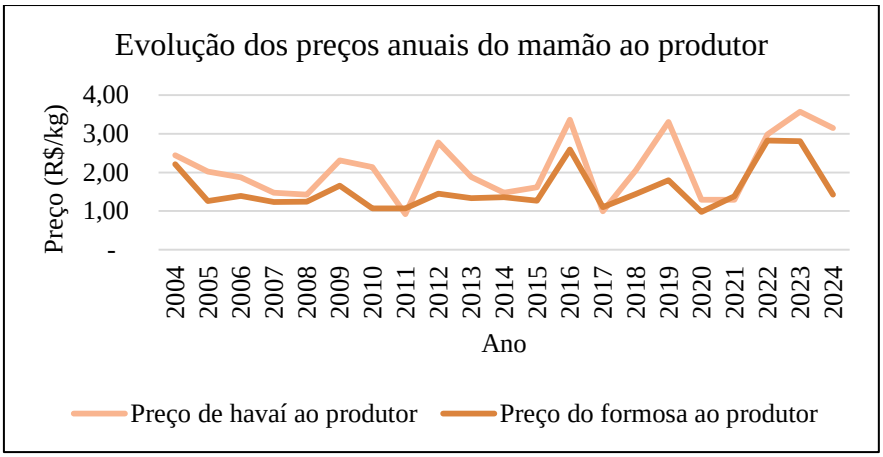


Figura 2 - Evolução do preço médio anual deflacionado ao produtor na média das regiões produtoras acompanhadas pelo Cepea - R$/kg. Fonte: Hortifruti/Cepea (2024).

Assim como observado, as cotações do mamão variaram bastante no decorrer dos anos e, assim como as oscilações de área, diversos motivos podem ter influenciado neste resultado. Pode-se dizer, de modo mais simplificado, que o comportamento do preço segue três principais fatores: a oferta, a demanda e, no caso do mamão, a qualidade – visto a elevada perecibilidade desta fruta.

De acordo com Gallo (2007), geralmente, produtos agrícolas são altamente instáveis devido à sua própria natureza biológica. Assim, dependo da situação climática, certas culturas aumentam ou diminuem a produção e, como para algumas a possibilidade de estocagem é impraticável (como no caso do mamão), as cotações podem ser influenciadas pelo volume ofertado.

Já em relação à demanda, diversos fatores podem impactar no interesse do consumidor. Por exemplo: baixas temperaturas geralmente reduzem o consumo de frutas tropicais (como o mamão) e períodos de orçamento restrito (como fim de mês e crise econômica) também afetam neste quesito.

Por fim, a qualidade também se torna limitante ao preço, visto que o mamão é uma fruta bastante sensível e facilmente danificável. Vale ressaltar que esta pode se tornar inferior em períodos de déficit hídrico (afetando o desenvolvimento da fruta e resultando em alguns distúrbios) ou em outros com excesso de chuva (aumentando a incidência de doenças fúngicas e viroses). Além disso, deve-se levar em consideração a

rentabilidade do produtor, pois, quando baixa, deixam de investir na manutenção da qualidade do mamão.

Por fim, destaca-se que preços recordes anuais da série histórica do Cepea foram registrados em 2023 para o havaí (Solo), quando atingiu R$ 3,58/kg; e em 2022 para o Formosa, quando registrou R$ 2,82/kg. Este cenário, por sua vez, se deve a menor área colhida em 2022, visto aos menores investimentos de produtores, resultados da rentabilidade limitada do ano anterior, de problemas fitossanitários e da falta de sementes de formosa no mercado interno; e pela baixa produção de 2023, que enfrentou problemas climáticos, relacionados ao *La Niña* de 2022/23, que aumentou o volume de chuvas no Nordeste brasileiro.

4 DESEMPENHO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE MAMÃO

Segundo os dados mais recentes da Faostat (2024), o Brasil é o quarto maior produtor mundial de mamão, perdendo apenas para Índia, Republica Dominicana e México. Em 2022, a Índia foi responsável pela produção de 5,34 milhões de toneladas; a Republica Dominicana por 1,28 milhão de toneladas; México por 1,13 milhão de toneladas e Brasil por 1,10 milhão de toneladas.

Quando se trata das exportações mundiais, o Brasil ganha um maior destaque. Mesmo que tenha perdido a segunda colocação em volume para a Guatemala recentemente, ainda apresenta bons resultados em receita. De acordo com a Faostat, em 2022, México foi o maior exportador mundial de mamão, movimentando US$ 128,95 milhões; o Brasil ficou em segundo, com US$ 49,71 milhões; seguido de Guatemala, com US$ 24,86 milhões.

Vale ressaltar que, enquanto México e Guatemala focam seus embarques aos Estados Unidos, o principal destino do Brasil é a União Europeia. Em 2022, o bloco europeu comprou cerca de 75% do volume total exportado pelo Brasil. Há um predomínio do Brasil no fornecimento de mamão ao velho continente, havendo pouquíssimos concorrentes; já, quando se trata dos Estados Unidos, o México ganha destaque pela proximidade logística e pela variedade ‘Maradol’, mais preferida pelos latinos residentes no país norte-americano (Vitti, 2009).

Em relação ao desempenho das exportações brasileiras de mamão, pode-se notar a partir da Figura 3 que existe uma relação direta dos embarques com a taxa de câmbio (R$/US$), sendo que quando ela cai, os envios também caem; e quando ela sobe, os envios crescem. Mas não é só isso que explica o desempenho, alguns outros fatores serão discutidos abaixo.

Entre 2006 e 2013, a retração das exportações pode ser atribuída pelo recuo da área de produção, maior demanda por outra variedade (Formosa), maior uso do frete aéreo, que aumentou o custo logístico, e a crise econômica mundial em 2008, que influenciou na demanda externa. Neste período, muitos *packing house* foram à falência, e os que persistiram focaram no mercado interno, onde o retorno estava sendo mais positivo.

A partir de 2014, porém, os embarques começam a se recuperar, e os fatores que contribuíram para tal retomada são o enfraquecimento do mercado doméstico, devido à crise econômica nacional, e a valorização do dólar, inclusive com a retomada de um maior número de *packing house* atuando no setor. O foco da

produção também mudou, com maior participação da variedade formosa.

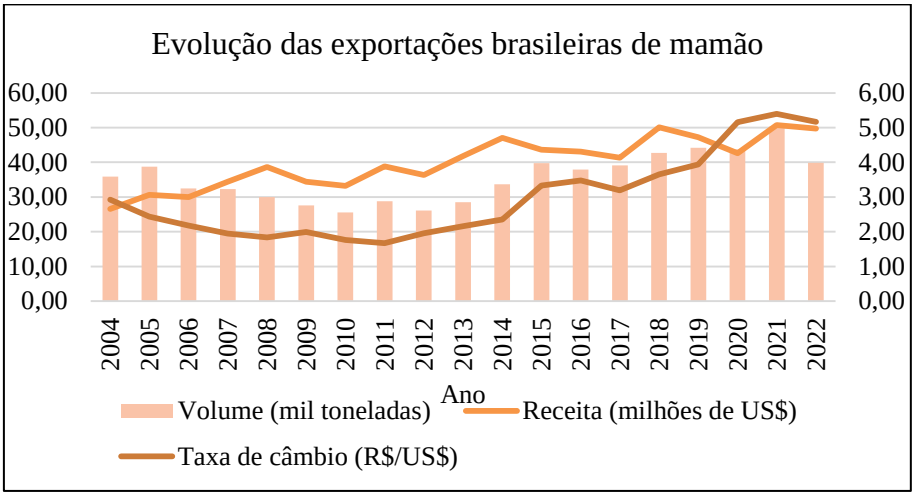


Figura 3 - Evolução das exportações brasileiras de mamão e da taxa de câmbio. Fonte: Faostat e Hortifruti/Cepea (2024).

Em 2021, as exportações brasileiras de mamão atingiram seu auge, bateram o recorde – resultado relacionado ao mercado interno enfraquecido economicamente, devido ao impacto da crise da Covid-19, e ao dólar valorizado, que levou a exportadores a destinarem a maior parte de sua produção ao mercado externo. Além disso, houve uma boa demanda da União Europeia, principal destino nacional, o que também contribuiu para o recorde deste ano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, o comportamento da área colhida do mamão brasileiro nos últimos anos pode ter sido influenciado pela situação climática e, consequentemente, hídrica das regiões produtoras; pelos limitados retornos financeiros e pelo descontrole fitossanitário em certos períodos.

Já, considerando-se os preços no mercado interno, os fatores de oferta, demanda e qualidade apresentam-se como os principais responsáveis pelas mudanças ocorridas. Vale lembrar que, especialmente o clima, pode favorecer ou não a produção e o consumo.

Assim, um dos principais desafios para a mamocultura brasileira, está em manter a padronização da qualidade e da produção estável ao longo do ano, visto que o mamão é uma fruta muito sensível a adversidades climáticas.

Além disso, ficou claro que os preços do havaí por quilo (kg) são superiores ao do formosa. Isso se deve as próprias características agronômicas da variedade, que possui menor produtividade e, consequentemente, maior custo de produção unitário em relação ao formosa.

Em relação ao desempenho das exportações, as principais circunstancias que explicam seu

comportamento são: taxa de câmbio, estrutura da produção voltada à exportação (qualidade, variedade e tecnologia) e relação PIB doméstico versus internacional.

A principal contribuição do projeto Hortifruti/Cepea para o setor mamoeiro é o fornecimento semanal de preços levantados nas principais regiões produtoras da fruta e, também, no principal mercado comprador, a Ceagesp (SP). Além dos preços, o projeto contribui com análises de mercado do setor, avaliando os fatores que influenciam no preço, oferta, demanda, produção e exportação.

REFERÊNCIAS

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Hortifruti**. Disponível em: http://faostat.fao.org. Acesso em: 10 set. 2024.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization. **Data base**. Disponível em: http://faostat.fao.org. Acesso em: 10 set. 2024.

GALLO, G. **Análise da sazonalidade do preço do tomate no Ceasa da grande Florianópolis.** Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados**. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 13 set. 2024.

MENDES, L. G. *et al*. **Mamão no Brasil.** Cruz das Almas, BA: EUFBA-EMBRAPA-CNPMF, 1996. 179p.

PROHORT. Programa de Modernização do Mercado Hortigranjeiro. **Banco de dados agregados**. Disponível em: http://www.ceasa.gov.br/. Acesso em: 18 jul. 2018.

VITTI, A. **Análise da competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas no mercado internacional**. 2009. 107 p. Tese (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP, Piracicaba, 2009.

AVANÇOS NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DO MAMOEIRO UENF/CALIMAN: ABORDAGENS GENÉTICAS E MOLECULARES VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS CULTIVARES

Helaine Christine Cancela Ramos[1], Juliana Saltires Santos[1], Catiane dos Santos Braga[1], Renato Santa Cataria[1], Rafaela Pereira Duarte[1], Alex Souza Rodrigues[1], Messias Pereira Gonzaga[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal. Campos dos Goytacazes, RJ

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras de maior importância econômica para as regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo amplamente conhecido por seus benefícios nutricionais e medicinais. Apesar da grande importância econômica nacional e internacional da cultura, existem poucos programas de melhoramento voltados ao desenvolvimento de cultivares. Por essa razão, até recentemente, 100% das áreas brasileiras cultivadas com híbridos dependiam da importação de sementes.

No cenário internacional o Brasil tem destaque, sendo o quarto maior produtor, com uma área cultivada de aproximadamente 26,43 mil hectares em 2022, com produção anual total de 1,11 milhões de toneladas, correspondendo a 8,01% da produção mundial (Faostat, 2024). Atualmente, os principais estados brasileiros produtores de mamão são Espírito Santo e Bahia, com produção em 2022 de aproximadamente 427 e 316 mil toneladas, respectivamente, correspondendo a 67,5% do total da produção nacional (IBGE, 2024).

Embora o Brasil esteja entre os maiores produtores de mamoeiro do mundo, o seu cultivo enfrenta diversas dificuldades que afetam a sua produção e, consequentemente, impactam o produtor, incluindo a susceptibilidade a doenças, além de problemas relacionados ao tamanho, à qualidade e ao rendimento dos frutos. Desse modo, os programas de melhoramento desenvolvem estratégias a curto, médio e longo prazo na tentativa de solucionar essas questões e atender às exigências do mercado interno e externo, contribuindo para a manutenção do país como um dos principais produtores mundiais de mamoeiro.

Nesse contexto, o programa de melhoramento genético do mamoeiro UENF-CALIMAN foi estabelecido em 1996 na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) em parceria com a Caliman Agrícola S.A., com o objetivo principal de desenvolver genótipos superiores, visando contribuição significativa para o agronegócio do mamoeiro no Brasil. Ao longo dos anos, diversas ações foram implementadas, permitindo a formação de recursos humanos, a geração e disseminação de conhecimento científico por meio de publicações, além do desenvolvimento de novas cultivares de mamoeiro.

O programa de melhoramento genético do mamoeiro, com 28 anos de existência, desenvolveu e registrou 21 híbridos, com o objetivo de atender a demanda dos agricultores para o cultivo de frutos do tipo Solo e Formosa. Apesar de algumas necessidades dos produtores terem sido atendidas com o desenvolvimento dessas cultivares, novas demandas surgiram ao longo do tempo, trazendo novos desafios relacionados à qualidade, uniformidade dos frutos, aumento da produção e à resistência a doenças. Para solucionar esses desafios, o programa de melhoramento de mamoeiro da UENF-CALIMAN tem adotado abordagens de melhoramento genético clássicas e moleculares. Parte dos resultados desenvolvidos nas pesquisas do programa estão descritos ao longo desse capítulo.

1 MELHORAMENTO VISANDO A PURIFICAÇÃO DE GENITORES DE HÍBRIDOS

A purificação de genitores de híbridos é uma etapa muito importante para produção de semente genética de qualidade, mantendo ou ajustando as características genéticas do híbrido. Pensando nisso, o programa de melhoramento genético do mamoeiro UENF/CALIMAN, tem direcionado esforços, para purificação de linhagens parentais como o JS-12, SS-72/12 e Sekati, com dois propósitos. O primeiro é a obtenção de linhagens com maior grau de pureza genética ou fixação alélica para evitar segregação em híbridos e o segundo é a possibilidade de seleção de novas linhagens genitoras que podem ser utilizadas para ajustar o tamanho da fruta dos híbridos, mantendo as características relacionadas a produção e qualidade de frutos. Nos trabalhos de purificação a nível de campo, busca-se aplicar métodos de melhoramento para a avaliação e seleção do material genético, associado ao uso de marcadores moleculares para auxiliar esse processo, minimizando os efeitos ambientais.

1.1 Purificação genética a nível de campo

O programa de purificação iniciou-se com a seleção massal na área de produção de sementes, onde foram selecionadas e autofecundadas 400 plantas com base no fenótipo, sendo: 100 plantas do genitor Sekati, 100 plantas do genitor SS-72/12 e 200 plantas do genitor JS-12, dos quais 100 plantas com frutos menores (JS12-P) e 100 plantas com frutos maiores (JS12-G), como descrito na Figura 1 (Pirovani *et al*., 2022). A separação da linhagem JS-12 em dois grupos foi devido a variabilidade fenotípica observado no campo, principalmente para o tamanho do fruto. As plantas selecionadas foram fenotipadas com auxílio da fenotipagem digital (Cortes *et al*., 2017; Santa-Catarina *et al*., 2018), para características relacionadas ao desenvolvimento da planta, produção e qualidade de frutos e, principalmente, para o tamanho de fruto, característica que influência diretamente o tamanho do fruto em híbridos.

Com base nos dados amostrados, foi realizada a estatística descritiva das observações, a análise de diversidade (Figura 1), bem como o índice de seleção combinada e a seleção direta (Pirovani *et al*., 2022). Na análise de diversidade genética, foi possível verificar a existência de variabilidade nos genitores, possibilitando

a seleção de linhagens com potencial para ajuste dos híbridos. Portanto, foi realizada a seleção de 80 progênies, sendo: 20 do genitor Sekati, 20 do JS-12-P, 20 do JS-12-G e 20 do SS-72/12, dos quais, 72 foram selecionadas via seleção combinada e oito via seleção direta (Pirovani *et al*., 2022). As 80 progênies selecionadas foram avaliadas em teste de progênies para avaliação dos atributos morfoagronômicos, estimação dos parâmetros genéticos e seleção de linhagens genitoras com diferentes padrões para tamanho de fruto, visando cruzamentos futuros com expectativa de ajustar tamanho do híbrido UC10 para frutas de no máximo 1,7 kg e o híbrido UENF-CALIMAN 01 para frutas de 1,2 a 1,4 kg.

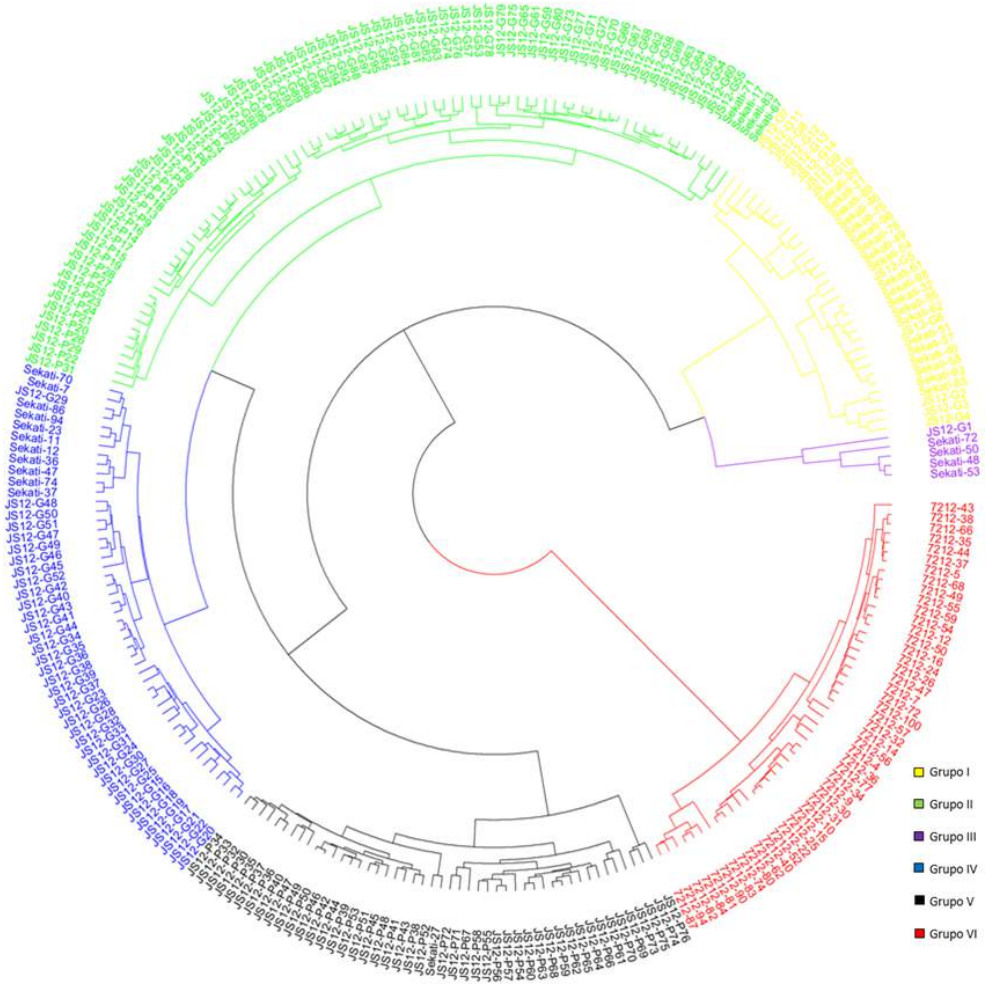


Figura 1 - Dendrograma obtido pela distância Euclidiana utilizando o método de agrupamento UPGMA com base na análise para 15 características avaliadas (coeficiente de correlação cofenética = 0,80) (Pirovani *et al*., 2022).

1.2 Purificação genética a nível molecular

Os marcadores moleculares são ferramentas importantes em programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações sobre variabilidade genética a nível molecular. Essas ferramentas associadas

a características agronômicas além de auxiliar positivamente nas etapas de seleção de genótipos, também fornecem informações do nível de fixação alélica em linhagens.

Dessa forma, a programa de purificação fez uso de marcadores moleculares para estimar a variabilidade genética dessas linhas a nível molecular. Para isso, foram coletadas folhas jovens dos 400 genótipos selecionados na seleção massal, descrita no tópico anterior. Para extração de DNA, seguiu-se o protocolo determinado por Doyle e Doyle (1990). O processo de quantificação e verificação da qualidade do DNA extraído foi realizado através observação da refletância em gel de agarose metaphor 1%. Para a análise molecular foram utilizados 56 primers microssatélites, dos quais apenas 26 apresentaram polimorfismos e contribuíram para as análises seguintes. Foram estimados o nível de homozigose e heterozigose (H_O e H_E) e índice de fixação para cada um dos genótipos. Também foram realizados os agrupamentos via UPGMA e PCoA, obtidos através da matriz de distância genética pelo índice não ponderado, no *software* Genes (Cruz, 2013).

De acordo com Rodrigues *et al*. (2023), foi observado a existência de variabilidade genética em duas linhagens analisadas, Sekati e JS-12, para as duas classes definidas e ausência para a linhagem SS-72/12, como pode ser observado na Tabela 1. É valido ressaltar que nesse estudo obteve-se um resultado satisfatório a respeito da fixação dos alelos, onde 73,25% (293) dos genótipos analisados apresentaram o valor máximo (F=1). Especificamente, esse resultado foi observado em 65 genótipos do JS-12 G, 69 genótipos do JS-12 P, 59 genótipos do Sekati e 100 genótipos do SS-72/12, facilitando o processo de seleção dentro de cada linhagem.

Tabela 1 - Médias das medidas de variabilidade genética obtidas para cada uma das três linhagens de mamoeiro

Linhagem	Locos	Na	H_E	H_O	F
SS-72/12	26,00	2,00	0,26	0,00	1,00
JS-12G	25,99	3,00	0,26	0,02	0,94
JS-12P	25,99	3,00	0,26	0,01	0,95
Sekati	25,85	2,13	0,50	0,02	0,97
Média geral	25,96	2,53	0,32	0,01	0,97

Na: número de alelos observados, H_E: heterozigosidade esperada (se em pamixia), H_O: heterozigosidade observada e F: índice de fixação.

A análise de agrupamento das 400 plantas confirma a existência de variabilidade genética, evidenciada pela formação de grupos e subgrupos, conforme o corte sugerido por Mojena *et al*. (1997). Esta variabilidade é particularmente observada nas linhagens JS-12 G e JS-12 P, como ilustrado na Figura 2a. Quanto a dispersão gráfica, as duas coordenadas juntas explicaram 97,72% da variação total, com 82,72% dessa variação sendo explicada pela coordenada 1 e 15% explicado pela coordenada 2 (Figura 2b). A análise mostrou uma distinção clara entre as linhagens como observado no dendrograma. Os quadrantes I, II e IV reuniram apenas genótipos

das linhagens JS-12 G, JS-12 P e Sekati com pontos aleatórios no gráfico evidenciando a existência de variabilidade genética, enquanto o quadrante III reuniu apenas linhagem SS-72/12 em um único ponto no gráfico, evidenciando a ausência de variabilidade genética para esta linhagem.

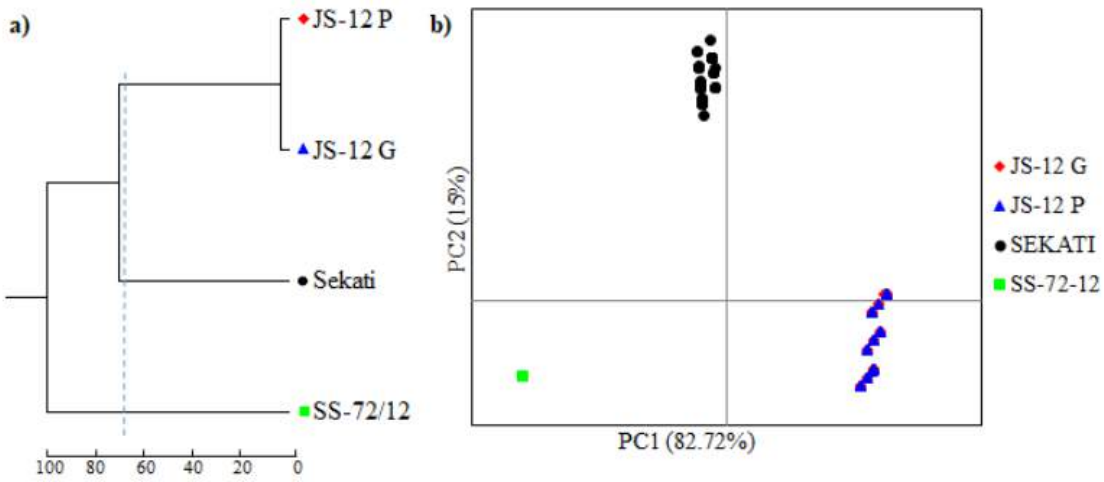


Figura 2 - Clusters baseados na análise de 400 genótipos de mamoeiro gerados pela distância genética obtida via Índice Não Ponderado. a) UPGMA (Coeficiente de correlação cofenética = 0,92). b) Análise de componentes principais. (Fonte: Rodrigues *et al*., 2023).

A existência de variabilidade genética observada nas linhagens, provavelmente é devida ao manejo dessas linhagens durante as etapas de multiplicação de sementes, onde pode ocorrer contaminação de grãos de pólen advindos de outros genótipos. Essas contaminações podem ser controladas ou até mesmo evitadas, pela adoção de práticas mais acuradas e proteção adequada dos botões florais. Embora a variabilidade genética existente nas linhagens tenha prejudicado o desenvolvimento dos híbridos, a existência dessa variabilidade possibilitará a correção das características agronômicas, como peso e tamanho de fruto, em ambos os híbridos.

1.3 Seleção de linhagens e cruzamentos direcionados

No tópico anterior, discutimos a realização de um ensaio de competição com 80 progênies. A partir desse ensaio, foram selecionadas 20 linhagens por meio de seleção combinada, representando igualmente quatro genitores: Sekati (5), JS-12-P (5), JS-12-G (5) e SS-72/12 (5). A escolha dessas linhagens foi baseada na análise de dados agronômicos e no nível de fixação alélica, possibilitando a identificação dos melhores indivíduos dentro das melhores progênies.

As linhagens selecionadas estão sendo conduzida no campo e estão em fase de cruzamentos para obtenção de 180 novas combinações híbridas e 20 respectivas linhagens genitoras como descrito na Figura 3. Para o híbrido UENF-CALIMAN-01 (atualmente denominado ‘Candy’) serão obtidas 90 combinações

híbridas (híbridos e recíprocos) e 10 autofecundações das possíveis linhagens genitoras (Figura 3a), assim como para o híbrido UC-10 (atualmente denominado 'Vitória'), para o qual também serão obtidas 90 combinações híbridas (híbridos e recíprocos) e 10 autofecundações (Figura 3b).

a)

♀ \ ♂	SS-1	SS-2	SS-3	SS-4	SS-5	JG-1	JG-2	JG-3	JG-4	JG-5
SS-1	⊗									
SS-2		⊗								
SS-3			⊗							
SS-4				⊗						
SS-5					⊗					
JG-1						⊗				
JG-2							⊗			
JG-3								⊗		
JG-4									⊗	
JG-5										⊗

b)

♀ \ ♂	JP-1	JP-2	JP-3	JP-4	JP-5	S1	S2	S3	S4	S5
JP-1	⊗									
JP-2		⊗								
JP-3			⊗							
JP-4				⊗						
JP-5					⊗					
S1						⊗				
S2							⊗			
S3								⊗		
S4									⊗	
S5										⊗

Figura 3 - Representação dos cruzamentos em condução para obtenção de novos híbridos. a) UENF-CALIMAN-01. b) UC-10.

2 DESENVOLVIMENTO DE MARCADORES MOLECULARES SNAPs ASSOCIADOS A QUALIDADE DE FRUTO

O desenvolvimento de marcadores moleculares é uma ferramenta essencial para acelerar o processo de melhoramento genético em culturas como o mamoeiro. Esses marcadores, especialmente os SNAPs (*Single nucleotide amplified polymorphisms*), permitem uma seleção mais precisa de características de interesse, como qualidade de frutos e resistência a doenças. A utilização de tais marcadores facilita a identificação de variantes genéticas específicas associadas a características desejáveis, permitindo a seleção assistida de genótipos promissores nas fases iniciais dos programas de melhoramento. Esse avanço é especialmente relevante em programas que buscam aprimorar características complexas e economicamente importantes, como a firmeza do fruto, otimizando os recursos e tempo investidos na obtenção de novas cultivares.

A equipe de melhoramento do mamoeiro da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) tem integrado marcadores moleculares com técnicas de melhoramento clássico, como na análise de populações segregantes, avaliação da diversidade genética em genótipos do banco de germoplasma UENF/CALIMAN e monitoramento do avanço de gerações em programas de retrocruzamentos. Mais recentemente, a equipe tem concentrado seus esforços em estudos genômicos para desenvolver marcadores moleculares que visam melhorar a qualidade dos frutos, com um foco particular na firmeza do fruto do mamoeiro (Bohry *et al*., 2021).

As características que determinam a qualidade dos frutos em mamoeiro são complexas, pois são controladas por múltiplos genes e fortemente influenciadas pelo ambiente (Moretti *et al*., 2010). Nesse contexto, as técnicas de genotipagem permitem identificar genes associados a essas características, possibilitando uma melhor compreensão de sua funcionalidade. A descoberta de SNPs (*Single nucleotide polymorphisms*) e InDels (inserções/deleções) no genoma permite a identificação de variações pontuais

relacionadas a variações fenotípicas em características de interesse, como a firmeza dos frutos ou a resistência a doenças. Esses polimorfismos, quando convertidos em marcadores moleculares SNAPs, podem acelerar o processo de seleção em programas de melhoramento genético, reduzindo significativamente os custos de genotipagem e o tempo necessário para a obtenção de novas cultivares.

Para avançar na compreensão das variantes genômicas em mamoeiro, foi realizada a genotipagem completa de duas linhagens pertencentes ao banco de germoplasma UENF/CALIMAN (Bohry *et al*., 2021). Ambas as linhagens utilizadas para esse estudo genômico apresentam padrão do grupo Formosa, porém, exibem características agronômicas e de qualidade de fruto contrastantes. A análise gerou 12.790.090 *reads*, com comprimentos variando de 31 a 251 pares de bases. A partir desses dados, foram identificados 28.451 SNPs e 1.982 InDels, dos quais 1.061 correspondem a inserções e 921 a deleções (Figura 4). Essas variantes foram distribuídas por todos os nove cromossomos do mamoeiro, com a maior concentração de SNPs no cromossomo 4 (3.375 SNPs) e a menor no cromossomo 5 (1.751 SNPs). Além disso, 8.079 SNPs, equivalentes a 28,4% do total, foram mapeados em *contigs* e *scaffolds* que ainda não estão associados a grupos de ligação conhecidos no genoma do mamoeiro (Bohry *et al*., 2021).

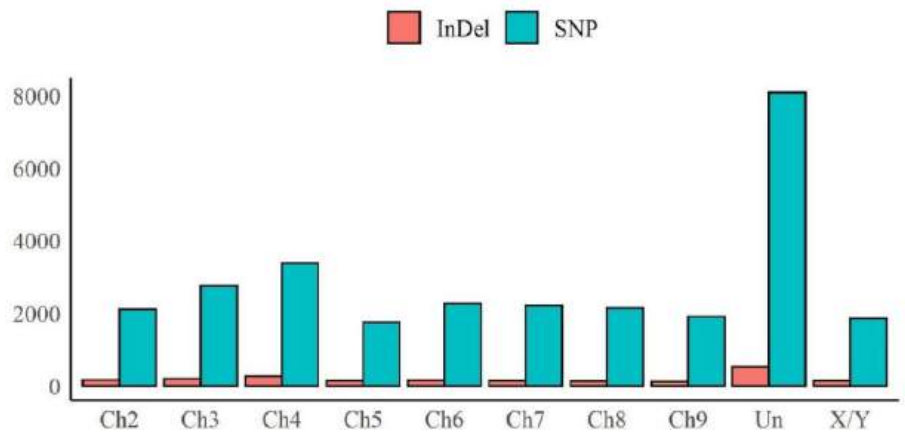


Figura 4 - Distribuição dos SNPs e InDels nos cromossomos do mamoeiro. Ch: cromossomo; Un: cromossomo desconhecido; X/Y: cromossomos sexuais; InDel: pequena inserção/deleção; SNP: polimorfismo de nucleotídeo único.

Para identificar variantes genéticos relacionados ao amadurecimento do fruto e, consequentemente, às características de qualidade, como firmeza e teor de sólidos solúveis, os SNPs e InDels identificados nos dois genótipos de mamoeiro foram alinhados com uma biblioteca de RNA-Seq específica para mamoeiro, que contém informações sobre a expressão gênica durante o amadurecimento (Bohry *et al*., 2021). Essas bibliotecas foram geradas a partir do trabalho de Shen *et al*. (2017), que identificou 48 genes diferencialmente expressos (DGEs) no mamoeiro por meio da análise de RNA-Seq. Entre eles, 20 genes estavam relacionados à modificação da parede celular, 13 ao metabolismo de clorofilas e carotenoides, além de proteínas e seus

inibidores, genes envolvidos em vias de sinalização hormonal, fatores de transcrição e senescência. Esses 48 DGEs serviram como base para a busca de genes adicionais no genoma do mamoeiro, utilizando a ferramenta BLASTp. Como resultado, foram identificados mais 143 genes potencialmente envolvidos no processo de amadurecimento (totalizando 191 genes potenciais), ampliando significativamente o conhecimento sobre os mecanismos genéticos que controlam a qualidade dos frutos.

Dos 191 genes selecionados, incluindo 48 identificados como diferencialmente expressos (DEGs) e 143 identificados por meio de BLASTp, 106 foram associados a um total de 460 variantes genéticas, compreendendo 438 SNPs e 22 InDels. Esses 106 genes foram classificados em cinco categorias funcionais: genes relacionados à parede celular (55), metabolismo de clorofilas e carotenoides (10), proteínas e seus inibidores (13), sinalização de hormônios vegetais (11) e fatores de transcrição (17). A maioria dessas variantes está localizada em regiões flanqueadoras dos genes, com 206 encontradas em regiões intergênicas, até 40 Kb de distância do gene, e 196 posicionadas nas regiões a montante ou a jusante dos genes. Apenas 58 variantes foram localizadas dentro dos genes, das quais 36 estão em íntrons e 22 em éxons. Essa distribuição de variantes oferece uma base valiosa para a compreensão de como essas mutações podem influenciar características agronômicas importantes, como a firmeza e qualidade dos frutos.

Com base nesses resultados, foram selecionados 13 SNPs associados a genes relacionados à firmeza do fruto. Para cada SNP selecionado, desenvolveu-se um marcador molecular do tipo SNAP, priorizando-se os SNPs localizados dentro dos genes-alvo ou nas regiões flanqueadoras desses genes, em ambas as direções (Bohry, 2022). Entre os 13 SNPs identificados, quatro estão localizados dentro dos éxons dos genes-alvo: dois resultam em mutações de mudança de sentido, e dois em mutações sinônimas. Os outros nove SNPs foram localizados nas regiões flanqueadoras dos genes-alvo, a uma distância máxima de 10 Kb do início ou fim dos genes. A partir desses SNPs, foram projetados marcadores moleculares baseados em PCR, capazes de amplificar todos os 26 alelos dos SNPs selecionados, com tamanhos de amplicons variando de 108 a 499 pb e primers de 18 a 26 bases (Tabela 2). Esses marcadores representam uma importante ferramenta para o avanço no processo de seleção assistida, contribuindo diretamente para o melhoramento genético do mamoeiro.

A validação dos marcadores SNAPs demonstrou uma capacidade notável em discriminar os diferentes alelos de um SNP, permitindo a detecção simultânea de ambos os alelos de um SNP específico em uma única reação de PCR. Quando integrada ao melhoramento clássico do mamoeiro, essa metodologia de genotipagem pode aumentar significativamente a eficiência e a precisão na seleção de genótipos superiores. O uso dos SNAPs associados a QTLs que explicam a maior parte da variação fenotípica para características quantitativas essenciais para o melhoramento do mamoeiro proporciona uma abordagem mais robusta e eficaz na identificação e desenvolvimento de cultivares com características desejáveis.

Tabela 2 - Genes selecionados relacionados à firmeza da fruta, categoria de gene, e localização

Marcador	Definição	Categoria	Localização
1	Pectate lyase	Parede Celular	Intergênico
2	Polygalacturonase	Parede Celular	Intergênico
3	Beta-galactosidase	Parede Celular	Gênico
4	Endoglucanase 8-like	Parede Celular	Íntron
5	Beta-fructofuranosidase	Parede Celular	Gênico
6	Beta-D-xylosidase 5	Parede Celular	Gênico
7	Beta glucosidase	Parede Celular	Intergênico
8	Transportador UPD-Galactose	Parede Celular	Intergênico
9	Ethylene-insensitive 4-like protein	Sinal de hormônio vegetal	Intergênico
10	NAC domain protein	Fator de Transcrição	Intergênico
11	Subtilisin like serine endopeptidase family protein	Genes de proteína	Intergênico
12	Cysteine proteinases superfamily protein	Família de proteína	Intergênico
13	Ethylene receptor	Sinal de hormônio vegetal	Gênico

3 PROTEÔMICA APLICADA AO DESENVOLVIMENTO FLORAL E SEXAGEM PRECOCE DO MAMOEIRO

A segregação sexual na cultura do mamoeiro exerce um impacto significativo em sua produção, uma vez que apenas as plantas hermafroditas produzem frutos de valor comercial. Para garantir pomares compostos por plantas hermafroditas, é comum plantar de três a quatro mudas por cova, removendo-se as plantas femininas após a sexagem. Contudo, essa prática não apenas prejudica o desenvolvimento das plantas, como também resulta em áreas de cultivo desperdiçadas e em um aumento no consumo de recursos (Dantas; Junghans; Lima, 2013; Araya-Valverde *et al.*, 2019). Apesar de marcadores moleculares terem sido desenvolvidos para a sexagem de mudas jovens, as análises moleculares ainda acarretam custos elevados, além da necessidade de coleta de tecido foliar de todas as plantas em viveiros.

Além dos desafios associados à sexagem, o estresse ambiental representa um outro obstáculo significativo na cultura do mamoeiro. Esse estresse pode causar o desenvolvimento anormal das flores em plantas hermafroditas, resultando em condições como a esterilidade feminina, pentandria e carpeloidia, que impactam negativamente a qualidade e o desenvolvimento dos frutos (Damasceno Junior; Pereira; Pereira, 2018). Dado o papel crucial do desenvolvimento floral e da diferenciação sexual na otimização da produção de frutos, é essencial explorar mais a fundo os processos complexos que regem esses aspectos no mamoeiro. Por essa razão, estudos têm sido conduzidos com o objetivo de elucidar os mecanismos moleculares que regulam tanto o desenvolvimento dos órgãos florais quanto a diferenciação sexual na cultura do mamoeiro, buscando soluções que possam mitigar os desafios atuais e melhorar a eficiência da produção.

A proteômica tem se consolidado como uma ferramenta poderosa na ciência das plantas,

especialmente para a identificação de proteínas e a análise da função gênica. Dentro dessa área, a proteômica comparativa se destaca por não focar na identificação de todo o conjunto de proteínas em uma amostra específica, mas sim em estabelecer diferenças nos perfis proteicos entre diferentes grupos, como genótipos, tipos celulares, tecidos, órgãos e estágios de desenvolvimento. Essa abordagem permite uma compreensão mais detalhada das variações proteicas associadas a características específicas, como a diferenciação sexual, e fornece insights valiosos sobre os processos biológicos subjacentes (Jorrín-Novo *et al.*, 2015).

Duarte *et al.* (2024) aplicaram pela primeira vez o método de proteômica comparativa *shotgun* para analisar proteínas de botões florais femininos e hermafroditas de mamoeiro, fornecendo informações sobre eventos moleculares no desenvolvimento floral da espécie. Foram analisadas proteínas de botões florais em estágios iniciais e finais de desenvolvimento de três genótipos (UENF-CALIMAN 01, JS12 e 'Sunrise Solo 72/12'). O estudo reforçou as evidências de que o metabolismo energético desempenha um papel crucial na diferenciação sexual e no desenvolvimento dos botões florais.

As vias de metabolismo de carboidratos, biossíntese de fenilpropanóides e biossíntese de esporopolenina foram mais enriquecidas nos botões hermafroditas em comparação aos femininos, em ambos os estágios de desenvolvimento (Figura 5). Muitas das proteínas identificadas, associadas ao metabolismo de carboidratos, desempenham papéis-chave na síntese de pectina, celulose e lignina, compostos essenciais para a formação da parede celular, e parecem estar envolvidas no desenvolvimento de estruturas masculinas nas flores, especialmente na formação do revestimento do pólen.

As vias de biossíntese de esporopolenina e fenilpropanóides também se destacaram pelo enriquecimento nas amostras hermafroditas e pelo envolvimento na formação estrutural do pólen. A esporopolenina é o principal componente da exina, a parede externa do pólen e dos esporos, considerada uma das estruturas celulares mais complexas nas plantas. Embora a composição exata da esporopolenina ainda não seja completamente elucidada, as análises de interação proteína-proteína realizadas neste estudo reforçam a evidência de que derivados da via dos fenilpropanóides são elementos essenciais na formação da esporopolenina. Em suma, os resultados sugerem que flores hermafroditas requerem maior gasto energético durante o seu desenvolvimento em comparação as flores femininas, provavelmente devido à formação complexa das paredes externas do pólen.

Paralelamente, o grupo também conduziu uma análise de heterose em flores de mamoeiro, comparando o proteoma diferencial do híbrido UC-01 com seus parentais (JS12 x Sunrise Solo 7212). O estudo, realizado em botões florais hermafroditas também nos dois estágios de desenvolvimento, teve como objetivo identificar proteínas não aditivas no híbrido em comparação com suas linhagens parentais. Várias proteínas não aditivas foram identificadas, especialmente em botões florais em estádio inicial de desenvolvimento (Figura 6), o que indica que o início da floração pode ser o mais crítico para o desenvolvimento floral (Duarte, 2023).

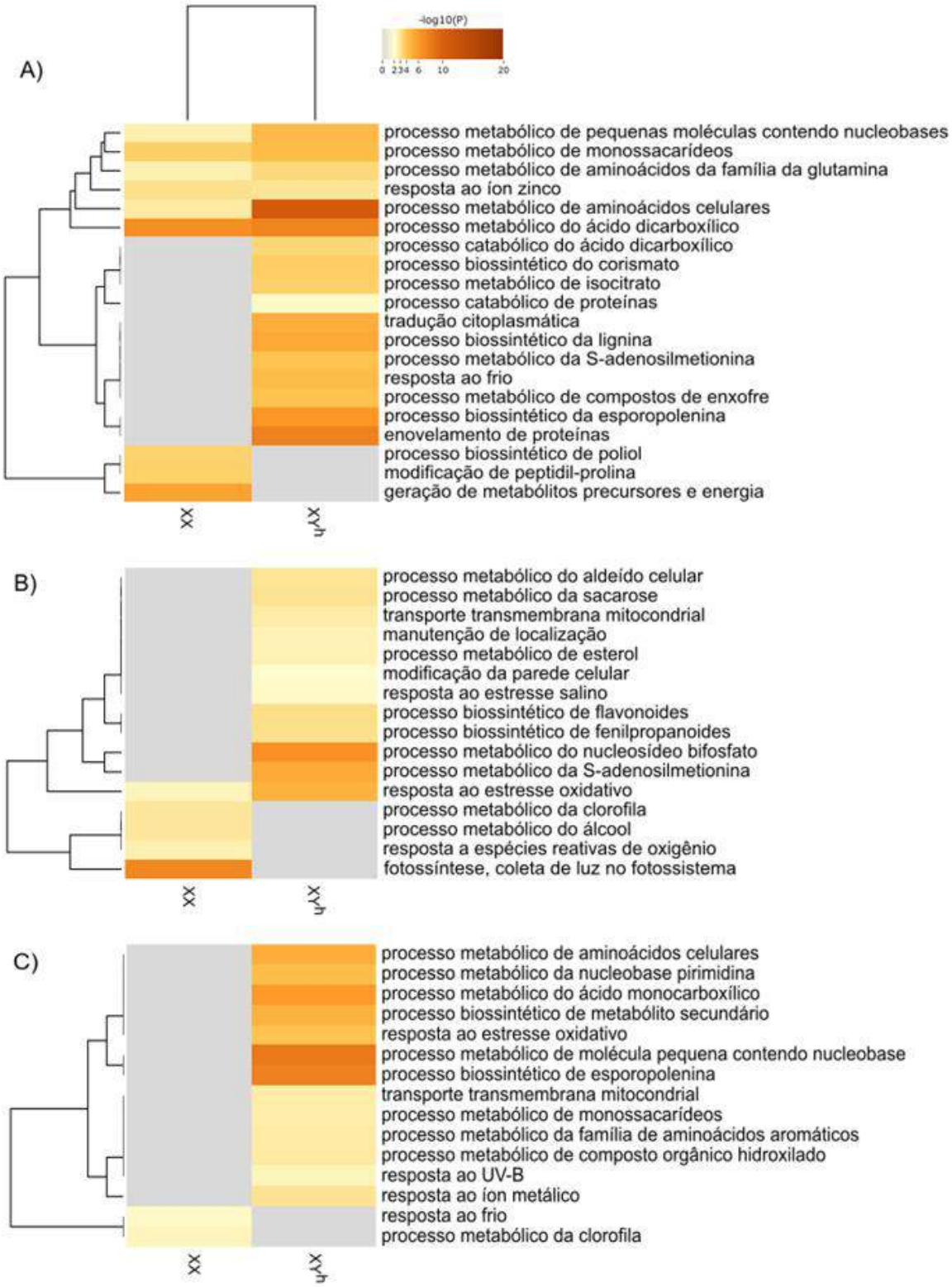


Figura 5 - Heatmap dos 20 termos de ontologia de gene (GO) enriquecidos dentro do domínio "Processo Biológico" que mais variaram entre as DAPs de botões florais hermafroditas e femininos dos genótipos (A) 7212, (B) JS12 e (C) UC-01 em estádio inicial de desenvolvimento (Teste de Fisher com $p < 0.01$).

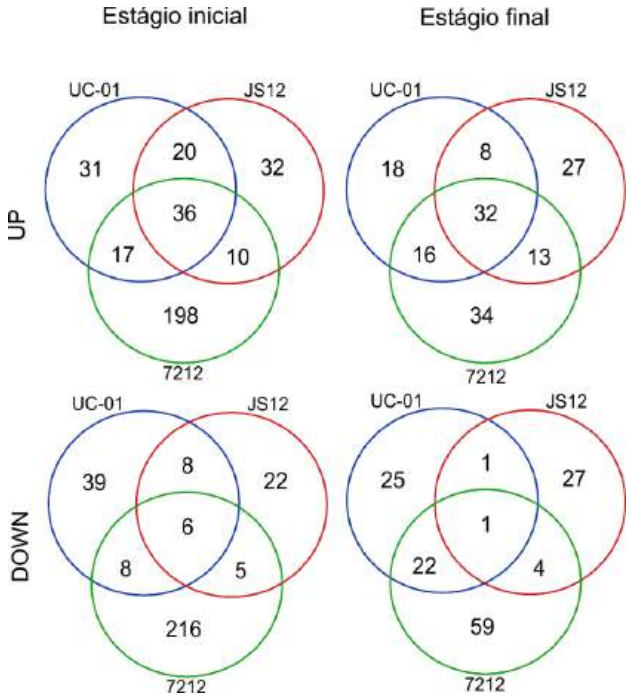


Figura 6 - Diagrama de Venn de proteínas up e down acumuladas em botões florais hermafroditas e femininos de 3 genótipos de mamoeiro (UC-01, JS12 e 7212) em 2 estádios de desenvolvimento (inicial e final).

A via da fotossíntese se destacou entre as vias enriquecidas nas proteínas não aditivas, sugerindo um possível melhor desempenho fotossintético e uma resposta aprimorada a estresses abióticos nos botões florais hermafroditas do híbrido UC-01 em relação aos seus parentais. Foi observada uma quantidade significativa de proteínas não aditivas com funções cruciais nos cloroplastos. Algumas dessas proteínas, além de estarem envolvidas na fotossíntese, desempenham papéis fundamentais na tolerância a estresses abióticos.

Estudos com proteômica também estão sendo conduzidos para identificar proteínas diferencialmente acumuladas em folhas e sementes de plantas femininas e hermafroditas. A proteômica comparativa em folhas jovens e sementes de mamoeiro pode viabilizar o desenvolvimento de biomarcadores para a diferenciação sexual. Com esse conjunto de informações, é possível avançar na criação de um método bioquímico confiável para a determinação do sexo do mamoeiro ainda em sua fase juvenil. Uma metodologia de sexagem mais simples, que economize tempo e recursos, traria grandes benefícios tanto para os programas de melhoramento genético quanto para o cultivo comercial do mamoeiro.

A possibilidade de realizar análises proteômicas comparativas entre os sexos em sementes de mamoeiro foi viabilizada graças ao desenvolvimento de um protocolo para sexagem molecular em sementes, disponibilizado pela equipe de Melhoramento Genético de Mamoeiro da UENF. Esse protocolo permite a retirada de uma pequena amostra do endosperma para a extração de DNA, preservando o potencial de germinação do embrião. Embora esforços ainda estejam sendo feitos para otimizar o protocolo e possibilitar sua aplicação em larga escala, ele já permite a sexagem para a realização de estudos proteômicos (Duarte *et al*., 2020).

4 MELHORAMENTO VISANDO RESISTÊNCIA AO MOSAICO DO MAMOEIRO

O programa de melhoramento genético do mamoeiro desenvolvido pela UENF/CALIMAN iniciou seus trabalhos de resistência a doenças em 2006, quando foram realizadas avaliações de doenças fúngicas foliares. Em 2020, esse campo de pesquisa expandiu com a inclusão de pesquisas voltadas para as doenças virais, em particular, o mosaico do mamoeiro (*Papaya ringspot virus* - PRSV-P).

O mosaico do mamoeiro é a doença mais destrutiva da cultura e impacta drasticamente o mamoeiro de alcançar todo o seu potencial produtivo. Atualmente, a eliminação de plantas sintomáticas nas lavouras é a prática de controle mais utilizada para conter a doença; contudo, é um manejo caro e nem sempre efetivo (Gonsalves, 1998). Além disso, o uso de produtos químicos na tentativa de controlar os insetos transmissores, pode causar o efeito reverso aumentando o número de vetores (Thackray *et al*., 2000).

A dificuldade na identificação de resistência natural na cultura levou vários países ao desenvolvimento de cultivares transgênicas resistentes ao PRSV-P, mas que tiveram a comercialização restrita devido a não aceitação pelos consumidores, bem como por problemas de regulamentação (Lines *et al*., 2002; Gonsalves *et al*., 2004; Souza Júnior *et al*., 2005; Defrancesco, 2013; Jia *et al*., 2017).

Nos germoplasmas disponíveis ao redor do mundo já foi reportado genótipos com respostas variadas à doença, incluindo significativa tolerância (Conover *et al*., 1986; Chan, 2004; Thirugnanavel *et al*., 2015; Magdalita *et al*., 2017; Vincent *et al*., 2019). Alguns híbridos têm sido comercializados como resistentes ao PRSV-P e não geneticamente transformados (Pandia Seeds, 2018).

Baseado nisso, o programa de melhoramento genético de mamoeiro UENF/CALIMAN abriu uma linha de pesquisa voltada para a resistência ao mosaico e direcionou seus esforços para, primeiro, compreender como os acessos do banco de germoplasma respondem às infecções com a doença e, segundo, expandir as avaliações para genótipos dioicos, cujo perfil de resistência é pouco estudado. A seguir, apresentamos os resultados já alcançados com essa nova linha de pesquisa.

4.1 Avaliação da resistência do banco de germoplasma UENF/CALIMAN

A avaliação da resistência dos acessos foi dividida em duas etapas, a primeira consistiu na avaliação da resistência de 43 acessos de mamoeiro em condições de casa de vegetação e infecção mecânica do vírus com isolado UENF01 (NCBI CODE: PP104556). Por meio de RT-PCR foi confirmado que aos 30 dias após a inoculação (DPI) todos os acessos estavam infectados com PRSV-P.

Um total de 17 acessos foram classificados em moderadamente suscetíveis e 26 acessos em suscetíveis. Não foram identificados acessos resistentes ou moderadamente resistentes (Figura 7). Nas Tabelas 3 e 4 é possível observar o tempo médio para o aparecimento do primeiro sintoma e o índice de doença de cada um dos acessos.

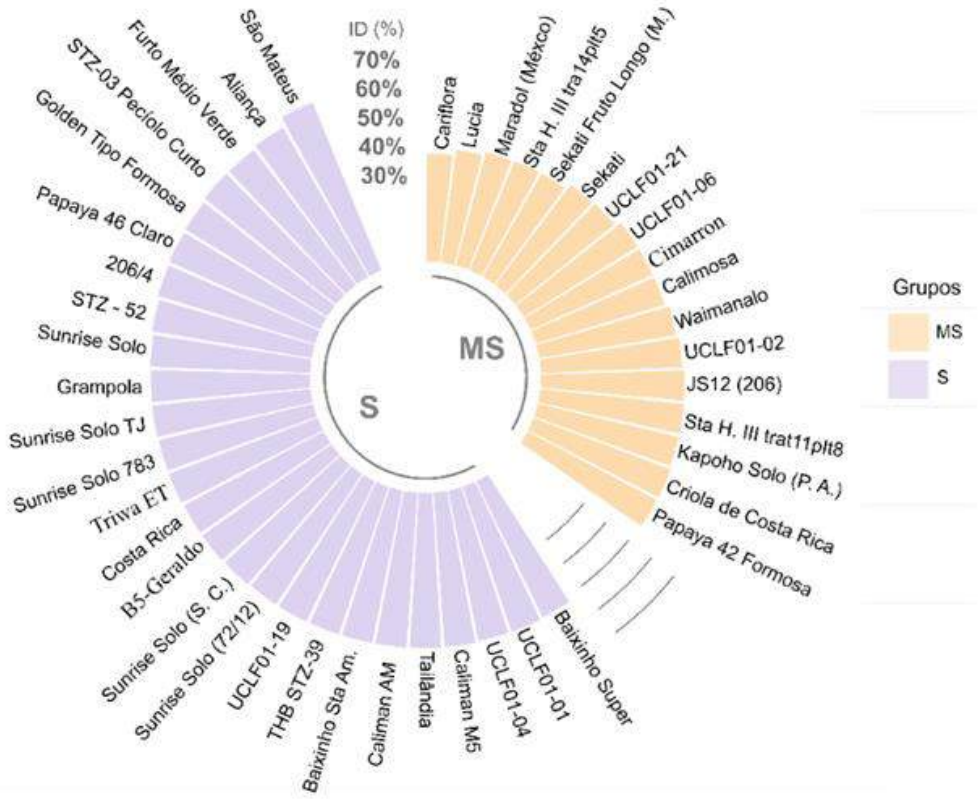


Figura 7 - Perfil de resistência dos acessos de mamoeiro ao PRSV-P. Gráfico de barra circular mostrando os grupos suscetíveis - S (barras roxas) e moderadamente suscetíveis - MS (barras laranja) formados com os acessos de mamoeiro com base no índice de doença - ID %.

Esses resultados representaram o potencial de utilizar Cariflora como um testador em cruzamentos topcross para avaliação dos híbridos visando à combinação de produtividade, qualidade de frutos e menor suscetibilidade ao PRSV-P. Além disso, despertou o interesse do grupo em avaliar materiais dioicos de mamoeiro, visto que são pouco exploradas no que se refere a avaliação de resistência. Em razão disso, coletas foram realizadas para avaliação de genótipos dioicos em condições de infecção com PRSV-P e os resultados serão apresentados ainda nessa seção.

A segunda etapa da avaliação do banco de germoplasma envolveu a escolha de alguns genótipos para terem suas respostas de resistência ao PRSV-P novamente avaliadas com a adição da caracterização fotoquímica desses acessos em condições de infecção. Os acessos avaliados foram: Caliman M5, Sunrise Solo 783, Costa Rica, Sunrise Solo, Sunrise Solo TJ, Sunrise Solo (S. C.), Calimosa, UCLF01-01, UCLF01-06 e SKA. Somente o acesso SKA não havia sido avaliado no experimento anterior quanto à sua reação a virose.

Nessa etapa, algumas condições experimentais mudaram, a citar: a época de avaliação e o número de folhas inoculadas e, isso, influenciou em mudanças no tempo de incubação da doença e na classificação do nível de resistência de alguns acessos (Tabela 5).

Notadamente, SKA apresentou reposta de resistência a doença com um índice de doença de apenas 1,67% e 56 dias para o aparecimento do primeiro sintoma. Na Figura 8 é possível observar a diferença da expressão de sintomas do acesso resistente e mais suscetível (ambas as imagens foram capturadas aos 64 dias após a inoculação).

Tabela 3 - Média do período de incubação (PI) dos acessos de mamoeiro do banco de germoplasma UENF/CALIMAN inoculados com PRSV-P

Acessos	PI (dias)	Acessos	PI (dias)
Cariflora	12,73	Criola de Costa Rica	6,53
Sta Helena III trat14plt5	11,20	Tailândia	6,25
Maradol (México)	10,53	Sunrise Solo 783	6,00
Sekati Fruto Longo (M.)	10,33	UCLF01-01	5,67
UCLF01-21	10,00	Aliança	5,53
Lucia	9,87	Sunrise Solo (72/12)	5,43
Cimarron	9,67	Grampola	5,33
UCLF01-04	9,33	Caliman AM	5,33
Kapoho Solo (P. A.)	9,00	São Mateus	5,33
Calimosa	9,00	B5-Geraldo	5,20
Sta. Helena III trat11pIt8	9,00	Sunrise Solo TJ	5,10
JS12 (206)	8,87	Sunrise Solo (S. C)	5,10
Sekati	8,33	Baixinho de Sta. Amália	5,00
206/4	8,00	Triwa ET	4,87
Papaya 42 Formosa	7,67	Sunrise Solo	4,67
UCLF01-19	7,67	STZ - 52	4,67
UCLF01-06	7,33	Golden Tipo Formosa	4,67
Costa Rica	7,20	THB STZ-39	4,67
Baixinho Super	7,20	Papaya 46 Claro	4,53
Waimanalo	7,10	Furto Médio Verde	4,53
UCLF01-02	7,00	STZ-03 Pecíolo Curto	4,00
Caliman M5	6,65		

O acesso SKA (BAG89) também teve sua resistência comprovada pela análise das variáveis da florescência da clorofila *a*. Essas variáveis foram obtidas antes da inoculação (tempo 0), aos 7, 16, 30 e 64 dias após a inoculação e mostraram quase nenhuma alteração no aparato fotoquímico de SKA, com exceção da florescência variável normalizada no estágio I (VI). Já o acesso Sunrise Solo 783 (BAG02) foi marcado por alterações fotoquímicas significativas acontecendo aos 16 e 30 DPI (Tabela 6).

Tabela 4 - Média do índice de doença (ID) dos acessos de mamoeiro do banco de germoplasma UENF/CALIMAN inoculados com PRSV-P

Acessos	ID (%)	Acessos	ID (%)
São Mateus	62,67	UCLF01-04	52,89
Aliança	59,33	UCLF01-01	52,78
Furto Médio Verde	58,44	STZ-03 Pecíolo Curto	52,44
Golden Tipo Formosa	57,56	Baixinho Super	52,22
Papaya 46 Claro	57,33	Papaya 42 Formosa	50,67
206/4	56,89	Criola de Costa Rica	50,67
STZ - 52	56,00	Kapoho Solo (P. A.)	50,00
Sunrise Solo	55,33	Sta. Helena III trat11pIt8	50,00
Grampola	55,11	JS12 (206)	49,78
Sunrise Solo TJ	55,11	UCLF01-02	48,89
Sunrise Solo 783	54,89	Waimanalo	47,78
Triwa ET	54,89	Calimosa	46,44
Costa Rica	54,67	Cimarron	46,22
B5-Geraldo	54,67	UCLF01-06	46,22
Sunrise Solo (S. C)	54,44	UCLF01-21	44,00
Sunrise Solo (72/12)	54,00	Sekati	43,33
UCLF01-19	54,00	Sekati Fruto Longo (M.)	41,11
THB STZ-39	53,78	Sta. Helena III trat14plt5	40,89
Baixinho Sta. Amália	53,66	Maradol (México)	40,56
Caliman AM	53,56	Lucia	39,33
Tailândia	53,50	Cariflora	37,33
Caliman M5	53,33		

Tabela 5 - Índice de doença, tempo de incubação e reação de acessos de mamoeiro inoculados com PRSV-P em condições de casa de vegetação

Acessos		ID Médio (%)	PI Médio (dias)	Reação
Código	Nome			
BAG01	Caliman M5	48,33	14,50	MS
BAG02	Sunrise Solo 783	51,25	12,25	S
BAG03	Costa Rica	48,89	13,33	MS
BAG07	Sunrise Solo	47,50	12,00	MS
BAG15	Sunrise Solo TJ	47,92	12,75	MS
BAG19	Sunrise Solo (S. C.)	49,58	12,25	MS
BAG30	Calimosa	48,33	14,25	MS
BAG61	UCLF01-01	46,67	12,25	MS
BAG64	UCLF01-06	45,00	13,00	MS
BAG89	SKA	1,67	56,00	R

ID: índice de doença médio de cada acesso; PI: tempo de incubação; R: resistente; MS: moderadamente suscetível; S: suscetível.

Figura 8 - Sintomas dos acessos de mamoeiro com o menor e maior índice de doença aos 64 dias após a inoculação. (A) SKA apresentou apenas pontuações cloróticas e clareamento das nervuras. (B) Sunrise Solo 783 teve sintomas severos de deformação foliar, clorose, mosaico, ilhas verdes e filiformidade.

4.2 Avaliação da resistência de genótipos dioicos ao PRSV-P

A prospecção de genótipos dioicos e hermafroditas foi realizada em regiões do Norte e Noroeste do Rio de Janeiro e do Noroeste e Sul do Espírito Santo, com base em plantas que não apresentavam sintomas da mancha anelar. O experimento de avaliação foi conduzido em casa de vegetação na UENF durante a primavera e o verão de 2022/2023.

As 12 famílias de genótipos prospectados (Tabela 7) foram avaliadas em DBC, com três repetições de cinco plantas por família, totalizando 15 indivíduos por família. As mudas foram semeadas em bandejas com substrato orgânico e, após 30 dias, transferidas para vasos plásticos de 5L com adubação adequada para a cultura.

A inoculação mecânica artificial nas plantas foi realizada aos 120 dias, com o isolado UENF01 e a confirmação da infecção por RT-PCR aos 45 DPI. Esses genótipos também foram avaliados pela escala de notas variando de 0 a 5, porém, a seleção dos indivíduos mais resistentes foi determinada com base no valor genético dos indivíduos obtidos a partir do método de modelo linear misto univariado aditivo (modelo 1), obtidos a partir do *software* SELEGEN - REML/BLUP apresentado por Resende (2002), consistindo do seguinte:

$$y = Xb + Za + Wc + e$$

y, b, a, c e e: vetores de dados, dos efeitos das médias de blocos (fixos), de efeitos genéticos aditivos (aleatório), de efeitos de parcela (aleatório) e de erros aleatórios, respectivamente. X, ZeW: matrizes de incidência para b, a e c, respectivamente.

Tabela 6 - Variáveis de florescência da clorofila *a* associadas à eficiência fotoquímica da fotossíntese de acessos de mamoeiro pré e pós-inoculação com PRSV-P

Acesso	PA	G	V_I	F_O	F_M	F_V/F_M	TR_0/CS_0	DI/CS_0	ET/CS_0	PI_{ABS}
	0	2,49	0,75 b	5128,50 a	25337,25 a	0,80	4088,38 a	1040,12	2650,37 a	5,19
	7	2,16	0,70 b	5116,00 a	25910,00 a	0,80	4105,77 a	1010,23	2844,34 a	7,17
BAG02	16	2,80	0,79 a	4744,50 a	21083,00 b	0,78	3646,00 a	1098,50	1943,61 b	3,91
	30	2,50	0,81 a	3423,00 b	16637,50 c	0,80	2717,78 b	705,22	1415,52 c	2,75
	64	2,70	0,79 a	4133,50 b	19947,50 b	0,79	3273,42 b	860,08	2012,05 b	4,26
	0	2,59	0,73 b	5740,25	27384,25	0,79	4534,55	1205,70	2889,25	4,94
	7	2,17	0,72 b	5590,75	26199,75	0,79	4386,94	1203,81	2736,81	4,76
BAG89	16	2,94	0,77 a	5994,00	27496,00	0,79	4679,41	1314,59	2709,76	3,89
	30	2,74	0,81 a	5445,25	24302,25	0,77	4221,08	1224,17	2214,26	2,34
	64	3,00	0,80 a	5229,50	25723,50	0,80	4158,22	1071,28	2467,47	4,47

PA (d) período de avaliação em dias; G: Índice de verde; V_I: florescência variável normalizada no estágio I; F_O: florescência inicial; F_M: florescência máxima; F_V/F_M: eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (PSII); TR_0/CS_0: fluxo de fótons capturados pelos centros de reação do PSII por unidade de seção transversal no tempo 0 (t=0); DI/CS_0: dissipação termal no PSII por unidade de seção transversal em t=0; ET/CS_0: fluxo de elétrons do PSII por unidade de seção transversal em t=0; PI_{ABS}: índice de performance do PSII em t=0, Letras diferentes na vertical indicam diferença estatística entre o período pré e pós-inoculação de cada acesso pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$), Obs,: o período de avaliação 0 corresponde às mensurações feitas antes da inoculação com PRSV-P.

Tabela 7 - Origem dos frutos dioicos e hermafroditas de mamoeiro coletados em cidades das regiões Norte e Noroeste do Rio de Janeiro e Norte e Sul do Espírito Santo

Genótipo	Coordenada (N/S)	Coordenada (E/W)	UF	Tipo de fruto
UENF01	-21.471.841	-41.134.944	RJ	Hermafrodita
UENF02	-20.800.869	-41.187.424	ES	Dioico- Feminina
UENF03	-20.975.018	-41.330.259	ES	Dioico- Feminina
UENF04	-18.358.457	-40.465.668	ES	Dioico- Feminina
UENF05	-18.436.492	-40.166.740	ES	Dioico- Feminina
UENF06	-18.436.492	-40.166.740	ES	Dioico- Feminina
UENF07	-21.681.381	-41.053.457	RJ	Dioico- Feminina
UENF08	-21.702.945	-42.022.079	RJ	Dioico- Feminina
UENF09	-21.728.498	-41.984.333	RJ	Dioico- Feminina
UENF10	-21.834.786	-41.136.139	RJ	Dioico- Feminina
UENF11	-21.631.971	41.790.771	RJ	Dioico- Feminina
UENF12	-21.770.559	-41.995.920	RJ	Hermafrodita

N= Norte; S= Sul; E= Leste; W= Oeste

Os primeiros sintomas da infecção pelo PRSV-P surgiram aos 12 DPI, com o período mais longo de manifestação dos sintomas ocorrendo aos 32 dias. Um indivíduo da família 12, no entanto, não apresentou

sintomas até o final do experimento, que durou 56 dias, o que é particularmente significativo (Figura 9A e 9B). A ausência de sintomas do PRSV-P nesse indivíduo pode indicar algum mecanismo que impede a manifestação da infecção.

O ID entre os 180 indivíduos avaliados apresentou uma variação considerável, indo de 0% a 54,29%. Os menores ID foram observados em cinco indivíduos selecionados, pertencentes às famílias 12, 9, 5, 6 e 7, com valores variando de 0% a 24,29% (Tabela 8).

Esses resultados indicam a presença de variabilidade genética significativa entre os dioicos e hermafroditas prospectados quanto à resistência ao PRSV-P. A identificação desses indivíduos com menores índices de doença é promissora para programas de melhoramento genético, pois sugere que essas famílias podem conter alelos favoráveis à resistência ou tolerância ao vírus, oferecendo uma base sólida para o desenvolvimento de cultivares mais resistentes e com maior potencial para o cultivo em áreas afetadas pelo PRSV-P. 0

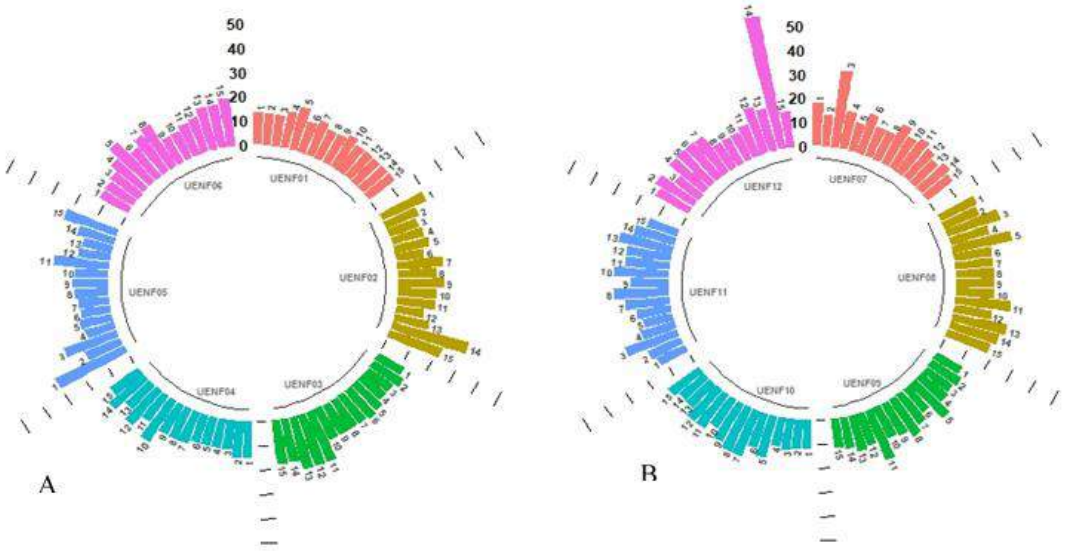


Figura 9 - Tempo de incubação em dias. (A) e (B) ilustram as 12 famílias de mamoeiro avaliadas, representadas por 15 indivíduos.

Tabela 8 - Informação sobre os indivíduos selecionados para o Índice de doença (ID%)

Indivíduo	FM	ID%
14	UENF12	00,00
08	UENF09	20,00
15	UENF05	24,29
15	UENF06	24,29
03	UENF07	24,29

FM= Família

5 PERSPECTIVAS FUTURAS

No futuro, o programa de melhoramento genético do mamoeiro UENF/CALIMAN continuará a aprofundar as pesquisas voltadas para a purificação genética de genitores, com o objetivo de refinar ainda mais a qualidade das sementes e a uniformidade dos híbridos produzidos. A implementação de técnicas avançadas de fenotipagem digital e o uso contínuo de marcadores moleculares permitirão um controle mais preciso da variabilidade genética e da fixação alélica nas linhagens. Além disso, pretende-se expandir a análise para incluir novas metodologias de seleção e avaliação, com foco na identificação de linhagens que não apenas atendam aos critérios de pureza genética, mas também apresentem características desejáveis para a produção e qualidade dos frutos. A integração de dados genéticos e fenotípicos ajudará a ajustar os parâmetros de desenvolvimento dos híbridos, otimizando o tamanho e a qualidade dos frutos e potencializando o desempenho agronômico. Com essas estratégias, o programa espera alcançar um nível superior de precisão e eficiência no desenvolvimento de novos híbridos, contribuindo significativamente para a evolução do melhoramento genético do mamoeiro.

O desenvolvimento de marcadores moleculares SNAPs oferece promissoras perspectivas para o melhoramento genético do mamoeiro. A integração desses marcadores com técnicas avançadas de genotipagem permitirá uma análise mais detalhada das variantes genéticas associadas a características de alta importância, como a firmeza dos frutos e resistência a doenças. A próxima etapa envolve a validação e aplicação desses marcadores em escalas mais amplas, bem como sua incorporação em programas de seleção assistida. Isso facilitará a identificação precisa de genótipos superiores e a otimização das características desejáveis de maneira mais eficiente. Também pretende-se incluir esses marcadores em um mapa genético em construção pela equipe de melhoramento da UENF, com a expectativa de que isso auxilie na identificação de QTLs associados à qualidade dos frutos. Espera-se que esses avanços contribuam significativamente para o desenvolvimento de novas cultivares com melhor qualidade de frutos e maior adaptabilidade, impulsionando a produção e a competitividade do setor.

O aprofundamento nas análises proteômicas tem o potencial de revolucionar o entendimento dos processos de desenvolvimento floral e diferenciação sexual, possibilitando a identificação de biomarcadores específicos e a otimização das práticas de sexagem precoce. Com a utilização de metodologias avançadas, como a proteômica comparativa, é possível desenvolver estratégias mais eficientes para a seleção de plantas hermafroditas e a mitigação dos desafios associados ao estresse ambiental ocasionados pelos métodos convencionais de plantio. A integração dos resultados proteômicos com o desenvolvimento de métodos bioquímicos para a sexagem precoce e a identificação de proteínas diferencialmente acumuladas pode levar a melhorias significativas na produtividade e na eficiência dos cultivos. Além disso, o aprimoramento dos protocolos de sexagem molecular em sementes permitirá a aplicação em larga escala, oferecendo uma solução prática e econômica para os produtores e pesquisadores. Em suma, a aplicação da proteômica no mamoeiro abre novas fronteiras para o avanço do melhoramento genético e a sustentabilidade da produção agrícola.

O futuro do melhoramento genético do mamoeiro voltado para a resistência ao mosaico apresenta perspectivas promissoras e desafiadoras. Com a identificação de genótipos como o SKA, que demonstra uma resistência notável ao PRSV-P, há um potencial significativo para o desenvolvimento de cultivares mais robustas e produtivas. A continuidade das pesquisas, incluindo a avaliação dos genótipos dioicos e a implementação de cruzamentos estratégicos, poderá levar ao desenvolvimento de híbridos com maior resistência e desempenho agronômico. Além disso, a integração de ferramentas moleculares e a análise aprofundada das respostas fotoquímicas e genéticas fortalecerão o entendimento das bases da resistência, potencializando o avanço na luta contra o mosaico do mamoeiro. Com o objetivo de compreender a resposta da resistência de BAG89, o estudo da herança da característica foi iniciado. A médio prazo visa-se construir um mapa genético que permita identificar loci quantitativos (QTLs) controlando à característica de resistência. Ademais, para ter uma compreensão profunda das interações entre o mamoeiro e o PRSV-P, o perfil transcriptômico de BAG89 será comparado com o do acesso mais suscetível (São Mateus), visando elucidar vias de defesa empregadas pela planta para lidar com a infecção causada pelo vírus. A busca por soluções sustentáveis e eficientes para o controle dessa doença continua a ser uma prioridade, com a expectativa de impactar positivamente a produção e a qualidade do mamoeiro a longo prazo.

REFERENCIAS

ARAYA-VALVERDE, E. *et al.* Field performance of hermaphrodite papaya plants obtained through molecular selection and micropropagation. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 4, p. 420-427, 2019.

BOHRY, D.; RAMOS, H. C. C.; SANTOS, P. H. D.; BOECHAT, M. S. B.; ARÊDES, F. A. S.; PIROVANI, A. A. V.; PEREIRA, M. G. Discovery of SNPs and InDels in papaya genotypes and its potential for marker assisted selection of fruit quality traits. **Scientific Reports**, v. 11, p. 292, 2021.

BOHRY, D. **Fruit quality in papaya: use of genomic analysis and molecular markers for the crop genetic breeding**. 2022. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2022.

CHAN, Y. K. Breeding papaya for resistance to ringspot virus disease in Malaysia. **Acta Horticulturae**, n. 632, p. 57-64, 2004.

CONOVER, R. A.; LITZ, R. E.; MALO, S. E. 'Cariflora' - a Papaya ringspot virus-tolerant papaya for South Florida and the Caribbean. **HortScience,** v. 21, p. 1072-1072, 1986.

CORTES, D. F. M. *et al*. Fenotipagem assistida por modelo por imagens digitais em programa de melhoramento de mamoeiro. **Scientia Agrícola**, v. 74, n. 4, p. 294-302, 2017.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G. Estimation of genetic parameters for flower anomalies in papaya. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18, n. 1, p. 9-15, 2018.

DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília, DF: [s.n.], 2013.

DEFRANCESCO, L. How safe does transgenic food need to be? **Nature Biotechnology**, v. 31, n. 9, p. 794-802, 2013.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, Rockville, v. 12, n. 1, p. 13-15, 1900.

DUARTE, R. P. **Análise proteômica comparativa em botões florais de mamoeiro: abordagem sobre a diferenciação do sexo e estudo de heterose**. 2023. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2023.

DUARTE, R. P. *et al*. Molecular sexing in papaya (*Carica papaya* L.) seeds based on endosperm DNA. **Euphytica,** v. 216, n. 6, p. 1-14, 2020.

ELENA, S. F.; CARRERA, J.; RODRIGO, G. A systems biology approach to the evolution of plant–virus interactions. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 14, n. 4, p. 372-377, 2011.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crops Production**. 2024. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. Acesso em: 01 set. 2024.

GONSALVES, D. Control of *Papaya ringspot virus* in papaya: a case study. **Annual Review of Phytopathology,** v. 36, n. 1, p. 415-437, 1998.

GONSALVES, D.; GONSALVES, C.; FERREIRA, C.; FITCH, M. Transgenic virus-resistant papaya: from hope to reality in controlling *Papaya ringspot virus* in Hawaii. **APSnet Feature Articles**, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1094/APSnetFeature-2004-0704. Acesso em: 01 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal, 2022**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/. Acesso em: 01 set. 2024.

JORRÍN-NOVO, J. V. *et al.* Fourteen years of plant proteomics reflected in Proteomics: moving from model species and 2DE-based approaches to orphan species and gel-free platforms. **Proteomics,** v. 15, n. 5-6, p. 1089-1112, 2015.

JIA, R. *et al*. Use of RNAi technology to develop a PRSV-resistant transgenic papaya. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 12636, 2017.

KALAJI, H. M. *et al*. Frequently asked questions about chlorophyll fluorescence, the sequel. **Photosynthesis Research**, v. 132, n. 1, p. 13-66, 2017.

KUNDU, S.; CHAKRABORTY, D.; KUNDU, A.; PAL, A. Proteomics approach combined with biochemical attributes to elucidate compatible and incompatible plant-virus interactions between *Vigna mungo* and *Mungbean yellow mosaic india virus*. **Proteome Science**, v. 11, n. 1, p. 15, 2013.

LECCO, C. C.; AMENGUAL, P. M. C. Caracterización del Cabernet-Sauvignon del Valle del Maipo (Chile) usando mediciones de fluorescencia. **RIVAR**, v. 10, n. 28, p. 13-25, 2022.

LINES, R. E. *et al*. Genetically engineered immunity to *Papaya ringspot virus* in Australian papaya cultivars. **Molecular Breeding**, v. 10, n. 3, p. 119-129, 2002.

MAGDALITA, P. M.; SIGNABON, F. B. Phenotypically desirable and PRSV-P tolerant papaya F1 hybrids. **Philippine Journal of Crop Science**, n. 42, p. 75-83, 2017.

MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, p. 359-363, 1977.

PIROVANI, A. A. V. *et al*. Is there a possibility to improve a developed hybrid? A current demand on papaya (*Carica papaya* L.). **Euphytica**, v. 218, p. 64, 2022.

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2002.

RODRIGUES, A. S. *et al*. Intra-genotypic variability in elite parent lines of papaya. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 1, p. e20220468 1-11, 2023.

SANTA-CATARINA, R. *et al*. Image-based phenotyping of morpho-agronomic traits in papaya (*Carica papaya* L. THB var.) fruits. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 11, p. 1750-1756, 2018.

SHEN, Y. H.; LU, B. G.; FENG, L.; YANG, F. Y.; GENG, J. J.; MING, R.; CHEN, X. J. Isolation of ripening-related genes from ethylene/1-MCP treated papaya through RNA-seq. **BMC Genomics**, v. 18, p. 671, 2017.

SOUZA JÚNIOR, M. T.; NICKEL, O.; GONSALVES, D. Development of virus resistant transgenic papayas expressing the coat protein gene from a Brazilian isolate of *Papaya ringspot virus*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 357-365, 2005.

THACKRAY, D. J.; JONES, R. A. C.; BWYE, A. M.; COUTTS, B. A. Further studies on the effects of insecticides on aphid vector numbers and spread of cucumber mosaic virus in narrow-leafed lupins (*Lupinus angustifolius*). **Crop Protection**, v. 19, n. 2, p. 121-139, 2000.

THIRUGNANAVEL, A.; BALAMOHAN, T. N.; KARUNAKARAN, G.; MANORANJITHAM, S. K. Effect of *Papaya ringspot virus* on growth, yield and quality of papaya (*Carica papaya*) cultivars. **The Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 85, n. 8, p. 1069-1073, 2015.

VINCENT, L.; SOORIANATHASUNDARAM, K.; SHIVASHANKARA, K. S. Correlation of leaf parameters with incidence of papaya ring spot virus in cultivated papaya and its wild relatives. **Journal of Horticultural Sciences**, v. 14, p. 130-136, 2019.

ZUSHI, K.; KAJIWARA, S.; MATSUZOE, N. Chlorophyll a fluorescence OJIP transient as a tool to characterize and evaluate response to heat and chilling stress in tomato leaf and fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 148, p. 39-46, 2012.

MELHORAMENTO GENÉTICO DE MAMÃO (*Carica papaya* L.) NO MUNDO

Sérgio Lucio David Marin[1], Carlos Alberto da Silva Ledo[2]

[1]Rubisco Genética em Papaya. Linhares, ES. E-mail: sergioldmarin@hotmail.com; [2]Embrapa CNPMF. Cruz das Almas, BA. E-mail: carlos.ledo@embrapa.br

1 INTRODUÇÃO

O maior entrave ao desenvolvimento da cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no mundo é a extrema susceptibilidade dessa espécie ao vírus do mosaico do mamoeiro. Isso tem contribuído para que a cultura se torne nômade na maioria das regiões em que é cultivada. Espécies resistente ao vírus e aparentadas geneticamente com o mamoeiro, como a *Carica cauliflora*, em cruzamentos interespecíficos com *Carica papaya* não conseguem induzir à formação do embrião necessário para a hibridização entre essas duas espécies. Dessa forma o melhoramento genético do mamoeiro ainda carece de programas voltados para obtenção de híbridos e, ou variedades que apresentem comprovada tolerância ou resistência a essa enfermidade.

Uma outra agravante no melhoramento genético da cultura do mamoeiro, refere-se à sua baixa variabilidade genética o que tem limitado a oferta e a disponibilidade de variedades e híbridos para plantio. Ressalta-se que a falta de alternativas quando da escolha de cultivares tem se constituído em um sério gargalo para o avanço do melhoramento genético da cultura em quase todas as regiões do mundo. Se por um lado as variedades do grupo Solo apresentam rendimentos limitados à produtividade média de cerca de 70 t/ha, os híbridos do grupo Formosa, por sua vez, embora produtivos, provêm de sementes importadas de Kaohsiung-Taiwan e têm apresentado problemas de segregação no formato, peso, tamanho e qualidade do fruto.

Uma alternativa viável para a solução deste problema é recorrer à ampliação da base genética do mamoeiro, através de programas de melhoramento utilizando hibridações. Contudo, a falta de informações sobre parâmetros genéticos e herança das principais características de interesse econômico, além de poucos estudos sobre capacidade de combinação e de procedimentos de melhoramento genético com a espécie, tem contribuído para agravar o problema a nível mundial (Marin; Ledo, 2022).

Pretende-se com o presente trabalho, apresentar um resumo dos avanços do melhoramento genético do mamoeiro por hibridação com ênfase aos trabalhos desenvolvidos no Brasil e no México que se destacam por apresentar, atualmente, os melhores programas de melhoramento com mamoeiros no mundo.

2 MELHORAMENTO GENÉTICO DO MAMOEIRO NO MUNDO

2.1 Melhoramento genético em Formosa

No início da década 70, na Universidade de Fengshan, em Formosa, foram realizados trabalhos de

hibridação que resultaram no lançamento dos híbridos ‘Tainung Nº 01’ e ‘Tainung Nº 02’. O primeiro por apresentar polpa vermelha, alto rendimento, frutos com peso médio de 1.500 gramas e boa qualidade de polpa, caíram no gosto do consumidor brasileiro prevalecendo, ainda, a despeito dos problemas de segregação, como o único híbrido de alto valor comercial cultivado no Brasil e em outros países. O hibrido ‘Tainung Nº 02’, por outro lado, embora apresentando frutos mais doces e mais consistentes, a coloração amarela de sua polpa impediu a sua comercialização e aceitação tanto nos mercados nacionais quanto internacionais.

2.2 Melhoramento na Malásia e África

Na Malásia o Dr. Chan Ing Wok no Instituto MARDI de pesquisa desenvolveu importantes trabalhos que resultaram em diversas variedades e híbridos muito disseminados no sudeste asiático.

Na África do Sul o Dr. Aart Low trabalhando junto a instituições de pesquisa pública e empresas privadas produtoras e exportadoras de mamão lançou diversos híbridos com notável tolerância ao frio para o cultivo na região Norte daquele país.

2.3 Melhoramento na Costa Rica

Na Costa Rica a Universidade da Costa Rica desenvolveu, em regime de parceria com o Instituto Nacional de Tecnologias Agrícolas, um híbrido denominado ‘Pococci’, altamente heterótico, e que graças ao seu elevado rendimento aliado à alta qualidade dos seus frutos tem alcançado sucesso em áreas de cultivos comerciais nesse país. Lamentavelmente a reserva de mercado imposta pelo Governo Costa Riquenho no sentido de proibir a comercialização de sementes desse híbrido fora do seu país tem impedindo sua difusão em nível mundial.

2.4 Melhoramento no Brasil

No Brasil os primeiros trabalhos de melhoramento genético foram desenvolvidos na década de 60 pelos pesquisadores Dalmo Giacometti do Centro Nacional de Recursos Genéticos da Embrapa (CENARGEM) e Luna Uzêda da Empresa de Pesquisa Agrícola da Bahia (EPABA), visando o lançamento de variedades e híbridos, respectivamente, para o Distrito Federal e para a região do Extremo Sul da Bahia.

Em 1982 os pesquisadores da Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA), Sérgio Lucio David Marin e José Antônio Gomes, iniciaram o programa de melhoramento de variedades para a região Norte e Noroeste do Espírito Santo que resultou, em 1989, no lançamento das variedades ‘Sunrise Solo 72/12’ e ‘Baixinho de Santa Amália’. Ressalta-se que a ‘Sunrise Solo 72/12’ chegou a ocupar cerca de 50% da área cultivada com mamoeiros no Estado enquanto a cultivar ‘Baixinho de Santa Amália’ foi, durante muitos anos, utilizada em cultivos irrigados com pivôt-central no Estado do Espírito Santo e em cultivos protegidos (estufas)

nas Ilhas Canárias, Espanha (Marin *et al*., 2001).

Cruzamentos dialélicos entre variedades dos grupos 'Solo' e 'Formosa' foram conduzidos na Universidade Estadual do Norte Fluminense, (UENF) pelos Melhoristas Sérgio David e Messias Gonzaga Pereira, como fruto de parceria entre a Uenf, Pesagro Rio, Embrapa, Fundação Mokiti Okada e Caliman Agrícola (Cruz, 1997; Cruz; Regazzi, 1997). Esses cruzamentos redundaram no lançamento do primeiro híbrido comercial no Brasil o 'Uenf-Caliman 01' (Figura 1). Posteriormente foram também lançados os híbridos 'Uenf-Caliman 02' (Figura 2), 'Uenf-Caliman 03', 'Uenf-Caliman 04', 'Uenf-Caliman 05', 'Uenf-Caliman 06' e 'Uenf-Caliman 07' (Marin *et al*., 2002).

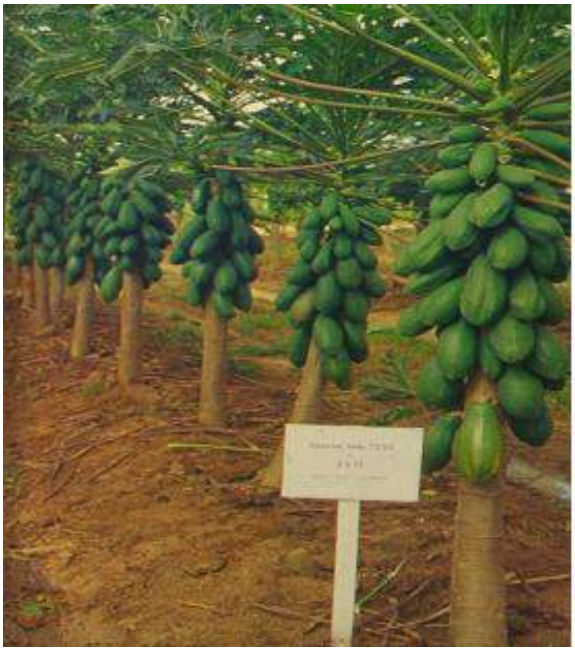


Figura 1 - Híbrido UENF 01'.

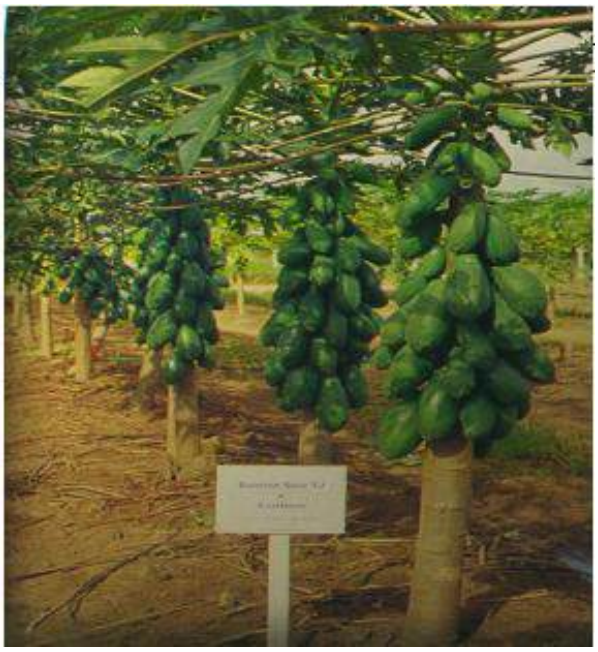


Figura 2 - Híbrido 'UENF 02'.

Programa de melhoramento genético da Rubisco Genética em Papaya, desenvolvido pelo pesquisador Sergio David Marin, culminou com a seleção, em 2009/2010, da variedade 'Aliança' para as condições de cultivo no Norte do Espírito Santo. Esta cultivar ocupa, atualmente, cerca de 70% da área cultivada com mamoeiro no Estado. A sua relativa tolerância à "mancha fisiológica do mamoeiro" aliado à sua maior qualidade e consistência de polpa a torna de grande aceitação tanto para o mercado interno quanto o de exportação (Figura 3). Atualmente os novos híbridos 'RB 56/43'; 'RB 56/55'; 'RB 60/56'; 'RB 43/55'; 'RB 43/56' estão sendo avaliados para as condições de cultivo na região Norte do Espírito Santo.

2.5 Melhoramento no México

O México tem se destacado como o país mais competitivo no que concerne a programas de pesquisa

com melhoramento genético do mamoeiro. Importantes empresas privadas como a Semillas del Caribe, Hojilla e Carigen vêm desenvolvendo excelentes trabalhos com hibridação e lançando uma série de novos híbridos com resultados satisfatórios no mercado.

Figura 3 - Variedade ‘Aliança’ em cultivo no Norte do Espírito Santo.

Os primeiros trabalhos de melhoramento genético no México, a partir de 2010, redundaram na obtenção dos híbridos ‘Siluet’ (Figura 4), ‘Sensation’ (Figura 5) e ‘Intenzza’ (Figura 6) desenvolvidos pelo pesquisador Sergio David com a empresa mexicana Semillas del Caribe. ‘Sensation’ ocupou importantes áreas de cultivo no México com grande impacto na exportação de papaia de qualidade, exportada deste país para a costa oeste dos Estados Unidos. ‘Intenzza’ foi cultivada com grande sucesso no México chegando a atingir rendimento médio de 280 t/ha (Figura 7). Posteriormente foi introduzida em condições de cultivo protegido nas Ilhas Canárias, Espanha. O híbrido ´Intenzza’ chegou a ocupar cerca de 80% da área cultivada em estufas nas Ilhas Canárias, destacando-se pelo seu elevado rendimento médio, de 340 a 370 t/ha, e pela alta uniformidade de seus frutos (Marin; Ledo, 2022).

A partir de 2010 a Semillas del Caribe avançou no melhoramento lançando os híbridos ‘Passion Red’, ‘Sweet Sense’, ‘Iuve’ e ‘Flavia’ cujas sementes híbridas tem se destacado em cultivos tanto no México quanto nas Ilhas Canárias, Espanha.

Recentemente a empresa Hojilla Genética desenvolveu na a região Noroeste do México, notadamente nas províncias de Colima e Guadalajara, um programa de hibridação onde se destacaram os híbridos ‘Yesenia’,

'Sofia', 'Imperial' e 'Vitória'. Na visita empreendida à empresa em Colima, em junho de 2024, observou-se o elevado vigor híbrido desses materiais.

Figura 4 - Híbrido 'SILUET' em condições de cultivo no México, 2010.

Figura 5 - Híbrido 'SENSATION' em condições de cultivo no México, 2010.

O programa de melhoramento da empresa Carigen vem sendo conduzido com muito sucesso na região do Golfo do México, na cidade de Vera Cruz, visando obter híbridos para o cultivo nas diversas regiões produtoras do país. Nesse sentido vale destacar os elevados efeitos de heteroses observados, em sua área experimental, nos híbridos 'NF MC', 'NF 01', 'NF 02', 'NF 07' e '13-1 L'.

Figura 6 - Híbrido 'INTENZZA' em estufas nas Ilhas Canárias, 2011.

Figura 7 - Híbrido 'Intenzza' em condições de cultivo em Colima, México, 2011

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito de os programas de melhoramento genético do mamoeiro no Brasil e no México ocuparem lugar de destaque no cenário mundial, contudo, deve ser ressaltado que esses híbridos, embora apresentem elevados efeitos heteróticos não visam obter a desejada tolerância ao "vírus do mosaico do mamoeiro" posto que nos cruzamentos intraespecíficos da espécie *Carica papaya* não se tem encontrado fontes de tolerância ou resistência às viroses.

Dessa forma uma alternativa para solucionar esse grande entrave ao desenvolvimento da cultura do mamoeiro no mundo, seria o uso de programas de melhoramento visando cruzamentos interespecíficos com outras espécies do gênero *Carica* de comprovada fonte de tolerância ou resistência ao "vírus do mosaico do mamoeiro" incluindo nesses, o devido uso das ferramentas do melhoramento molecular.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C. **Programa GENES; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 1997. 224p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao Melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1997. 390p.

MARIN, S. L. D. **Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): Habilidade combinatória de genótipos dos grupos 'solo' e 'formosa'**. 114 p. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético Vegetal) – Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 2002.

MARIN, S. L. D.; LEDO, C A. S. Melhoramento genético de mamão (*Carica papaya* L.) no Brasil, México e nas Ilhas Canárias, Espanha. p. 56-61. In: MARTINS, D. S.; VENTURA J. A. Simpósio do Papaya Brasileiro, 8., 2022, Linhares. Papaya Brasil: produção e sustentabilidade. **Anais…** Linhares: Incaper, Cedagro e Brapex, 2022.

MARIN, S. L. D.; ARANTES, S. D.; LEDO, C. A. S. Mellhoramento genético de mamão (*Carica papaya* L.) no Brasil, México e nas Ihas Canárias, Espanha. In: Simpósio do Papaya Brasileiro, 7. **Produção e Sustentabilidade**. Vitória: Incaper, Vitória: Incaper, 2018.

SEXAGEM MOLECULAR EM VIVEIRO: TECNOLOGIA INOVADORA DISPONÍVEL PARA A CULTURA DO MAMOEIRO

Fernanda Abreu Santana Aredes[1], Renato Santa-Catarina[2], Marcela Santana Bastos Boechat[2], Rebeka da Conceição Souza[1], Dádiva Paula Araújo dos Santos[2], Adrielly de Jesus Canedo[2], Alex Souza Rodrigues[2], Aline Batista Valadão[2], Emilane Pinheiro da Cruz Lima[1], Cícero Avino Covre Zanoni[3], Messias Gonzaga Pereira[2]

[1]MF Papaya. Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: comercial@mfpapaya.com.br; rebekacsouza@gmail.com; limaemilane@yahoo.com.br; [2]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: renato@pq.uenf.br; marcela.boechat@gmail.com; dadivapaula23@gmail.com; adrielly.canedo@hotmail.com; alexsouzarodrigues@outlook.com; alyne20batysta@gmail.com; messias@uenf.br; [3]Viveiro Santa fé. Pinheiros, ES. E-mail: cicero_covre@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) apresenta três formas sexuais, determinadas pela morfologia de suas inflorescências: 1) plantas exclusivamente com flores femininas (Figura 1A); 2) plantas exclusivamente com flores hermafroditas (Figura 1B); e 3) plantas exclusivamente com flores masculinas (Figura 1C). As flores femininas caracterizam-se por seu tamanho grande e pétalas livres até a base da corola. As flores hermafroditas são menores, possuindo tanto os órgãos femininos quanto os masculinos; o órgão feminino é composto por um ovário geralmente alongado e bem desenvolvido, enquanto o órgão masculino é identificado pela presença de dez estames funcionais, cujas anteras são de coloração amarelada (Dantas *et al*., 2002).

Os frutos provenientes de plantas femininas apresentam formato arredondado e contêm um maior número de sementes (Figura 1D). Em contrapartida, os frutos hermafroditas possuem formato piriforme ou alongado (Figura 1E) e são preferidos comercialmente devido à sua polpa mais espessa. As flores masculinas estão dispostas em pedúnculos longos que emergem das axilas das folhas na parte superior do mamoeiro. Essas flores quando dão origem a frutos, esses não têm valor comercial e são conhecidos como mamão de corda (Figura 1F).

FUNDAMENTOS DA SEXAGEM MOLECULAR

Além das diferenças morfológicas nas formas sexuais, o mamoeiro apresenta proporções de segregação sexual que dependem da origem parental. Para explicar esse padrão de herança, diversas hipóteses

foram propostas ao longo das últimas décadas. Contudo, somente investigações em nível molecular conseguiram elucidar esse sistema. A determinação sexual no mamoeiro é regulada por um par de cromossomos sexuais, X e Y, sendo que o cromossomo Y possui duas variantes levemente distintas, denominadas Y e Y^h. O sexo masculino é definido pela constituição genotípica XY, enquanto o hermafrodita é representado por XY^h. As plantas femininas apresentam duas cópias do cromossomo X (Ming *et al*., 2007).

Figura 1 - Flores e frutos de plantas femininas, hermafroditas e masculinas de mamão. (A) Flores femininas (B) Flores hermafroditas; (C) Flores masculinas; (D) Frutos de plantas femininas; (E) Frutos de plantas hermafroditas; (F) Frutos de plantas masculinas (Fonte: Renato Santa Catarina).

FUNDAMENTOS DA SEGREGAÇÃO GENÉTICA

De forma geral, linhagens ou variedades são formadas por plantas hermafroditas que apresentam os dois órgãos sexuais permitindo então a autofecundação. Dessa forma, após a autopolinização destas plantas, suas sementes sempre segregam na proporção de $\frac{2}{3}:\frac{1}{3}$ entre plantas hermafroditas e femininas, respectivamente. Essas proporções são em função da letalidade dos embriões associados às combinações dos cromossomos Y^h. Já no caso de híbridos, que são oriundas do cruzamento de uma planta feminina com o pólen da planta hermafrodita, as sementes segregam na proporção de $\frac{1}{2}:\frac{1}{2}$ para o sexo hermafrodita e feminino (Tabela 1).

DESAFIOS DA SEXAGEM TRADICIONAL

Para atender a preferência dos consumidores, os produtores de mamão cultivam apenas as plantas hermafroditas nas lavouras, pois são as plantas de valor comercial, por terem mais polpa que os frutos das plantas femininas. Devido ao desconhecimento do sexo das mudas, os produtores são levados a plantarem quatro ou cinco mudas por cova na tentativa de garantir pelo menos uma muda de valor comercial.

Tabela 1 - Taxa de segregação de cruzamentos entre diferentes combinações de tipos sexuais

Material genético	Origem do Cruzamento	Proporção da segregação	
		Hermafrodita	Feminina
Variedade	Hermafrodita (XY^h) x Hermafrodita (XY^h)	2/3*	1/3*
Híbrido	Feminina (XX) x Hermafrodita (XY^h)	1/2	1/2

*O desbalanço das classes esperadas se deve à letalidade dos embriões associados às combinações dos cromossomos Y^h.

A sexagem tradicional é feita pela determinação do sexo das plantas por meio da visualização do botão floral, que ocorre em média 90 dias após o plantio. Esse processo ocasiona incrementos nos custos de produção pela utilização de maior quantidade de sementes, mudas, insumos, água e serviços adicionais nos primeiros meses da implementação da lavoura. Estes fatos demonstram a importância do conhecimento prévio do sexo das mudas de mamoeiro, ainda na fase de viveiro, antes do plantio.

Diante destes fatos, pesquisadores têm buscado estratégias para determinar o sexo das mudas de mamão o mais precocemente possível. Porém, até o momento, não foram descritas características morfológicas, fisiológicas ou enzimáticas para diferenciar o sexo antes do florescimento. A utilização de marcadores de DNA tem sido a única alternativa, pois possibilita a análise do material genético que pode ser analisado em qualquer estágio do desenvolvimento.

A INOVAÇÃO DA MF PAPAYA

Reconhecendo a relevância do tema para a cultura do mamoeiro no Brasil, a empresa MF Papaya desenvolveu um teste genético baseado na técnica de PCR (do inglês Reação em Cadeia da Polimerase), capaz de identificar o sexo das mudas a partir do surgimento da primeira folha. Fundada em 2021, a MF Papaya tem se dedicado a aprimorar essa metodologia inovadora, visando facilitar sua adoção pelos produtores de mamão no país.

Em novembro de 2021, a empresa implementou a tecnologia pela primeira vez em lavouras comerciais, em uma área de dois hectares na Fazenda da Nort Frut Empresa Importação e Exportação, em Pinheiros, ES.

No ano seguinte, a MF Papaya foi convidada a apresentar sua tecnologia no Simpósio Papaya Brasil, o que resultou em uma aceitação muito positiva por parte dos produtores, levando à implementação em dez hectares. Em 2023, a MF Papaya expandiu sua área de produção para 100 hectares, e até o primeiro semestre de 2024, já ultrapassou essa marca, alcançando 130 hectares.

A análise genética para determinar o sexo das mudas é realizada a partir de uma pequena amostra da folha, que deve ser enviada ao laboratório da MF Papaya para realização do teste genético. Após a análise, o resultado com a identificação de quais mudas são femininas e hermafroditas é enviado ao cliente. Dessa forma, o cliente faz a separação das mudas conforme o sexo.

PARCERIA E EXPANSÃO

O uso da tecnologia em lavouras comerciais foi feito pela primeira vez por Sávio Torezani, CEO da Empresa Norte Frut, implementando a sexagem molecular em uma área de oito hectares. O pioneirismo do Sávio foi muito importante nesse processo, pois serviu como uma vitrine para demonstração do potencial da tecnologia. A partir daí, a MF Papaya firmou uma parceria estratégica com o Engenheiro Agrônomo Cícero Covre, proprietário do Viveiro Santa Fé em Pinheiros, ES, que tem sido essencial para a expansão da tecnologia. O Viveiro Santa Fé é responsável pela produção e comercialização das mudas sexadas, fortalecendo nossa presença no mercado.

De forma geral, a tecnologia da MF Papaya possui três etapas principais. 1- Coleta de amostras foliares das mudas no viveiro e envio do material para análise; 2- Análises laboratoriais da sexagem com a realização do teste genético, análise dos resultados e entrega dos laudos; e 3- Separação das mudas no viveiro, identificando as mudas hermafroditas e eliminando as femininas (não comerciais), com posterior comercialização (Figura 2).

Figura 2 - Etapas do processo da parceria entre o Viveiro Santa Fé e a MF Papaya.

As etapas 1 e 3 dependem, portanto, do acesso direto aos viveiros dos produtores nas regiões de plantio. Para facilitar e otimizar estas etapas, a MF Papaya estabeleceu uma parceria com o Viveiro Santa Fé localizado em Pinheiros, ES, que é o principal polo produtor de mamão formosa (híbrido) no Brasil. Diante dessa parceria, o Viveiro Santa Fé abastece grandes produtores de mamão da região de Pinheiros. Ou seja, o Viveiro Santa Fé, se encarrega de produzir as mudas de mamão e efetua etapas de coleta de amostras para análises. Após a realização do teste genético, ocorre então a seleção das mudas hermafroditas que são comercializadas.

BENEFÍCIOS DA SEXAGEM MOLECULAR

Para fins práticos destacam-se várias vantagens da sexagem molecular em relação à sexagem convencional. São elas:

1 Redução do Número de Sementes para Implementação da Área

Para o estabelecimento de uma lavoura comercial usando híbridos, o produtor de mamão convencionalmente semeia e planta quatro vezes a mais o número de plantas, enquanto, no caso da sexagem molecular, deve-se semear duas vezes a mais, pois a probabilidade esperada entre plantas femininas e hermafroditas é de 1:1. Nesse sentido, haverá uma redução de 50% no uso de sementes no caso de genótipos híbridos.

Desta forma, o plantio torna-se mais econômico com 50% de redução no número de gramas necessárias de semente, com apenas uma lata de 80 g é possível plantar mudas em até mais de 1 hectare, a depender do lote. Considerando o preço da semente a R$ 0,50 cada, pode-se esperar uma economia de aproximadamente R$ 1.000,00 por hectare.

2 Plantio de Mudas já Identificadas como Hermafroditas

Com a sexagem molecular, a determinação do sexo das mudas é realizada por meio da análise do DNA de um pequeno disco foliar. Utilizando técnicas de biologia molecular, é possível identificar o sexo das plantas ainda na fase de viveiro (Figura 3).

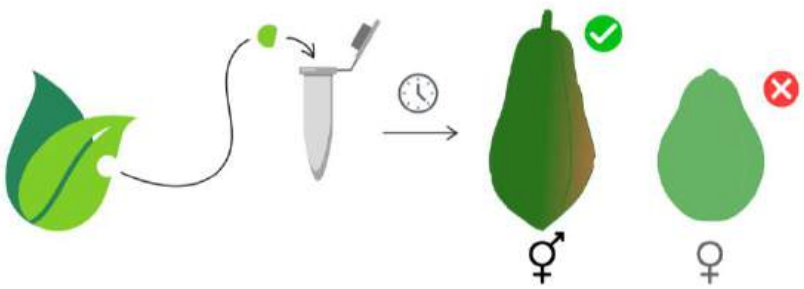


Figura 3 - Esquema do processo de sexagem molecular.

Assim, após a análise, as mudas sexadas são identificadas permitindo que apenas as plantas hermafroditas, de valor comercial, sejam levadas para o campo. Essas mudas são então plantadas individualmente em covas únicas. Essa abordagem difere da sexagem tradicional, na qual o produtor precisa aguardar até o terceiro ou quarto mês para identificar as plantas hermafroditas no campo.

3 Não Precisa Fazer Desbaste de Mudas

O desbaste consiste na eliminação de plantas, mantendo apenas uma planta hermafrodita por cova (Figura 4A). Na sexagem tradicional, este processo requer que uma pessoa especializada em diferenciação dos botões florais do mamoeiro percorra toda a lavoura para identificar o sexo das plantas, e elimine as plantas indesejadas.

Em contraste, a sexagem molecular oferece uma solução mais eficiente e prática eliminando a etapa de desbaste, uma vez que o plantio é realizado apenas com mudas hermafroditas (Figura 4B) previamente identificadas por meio de análise molecular em laboratório. Dessa forma, a sexagem molecular não apenas reduz a necessidade de mão de obra, mas também diminui os custos operacionais e otimiza o processo de cultivo.

Além disso, evita-se o estiolamento, que ocorre quando a planta se estica em busca de luz, um fenômeno comum no cultivo convencional. Essa situação compromete o desenvolvimento saudável das plantas. Por outro lado, no modelo de cultivo utilizando mudas sexadas, este estiolamento não ocorre. Assim, as plantas conseguem atingir seu tamanho natural, semelhante ao que se observa em plantas isoladas. Essa característica favorece um crescimento mais robusto e equilibrado, resultando em uma lavoura mais precoce, mais produtiva e mais saudável.

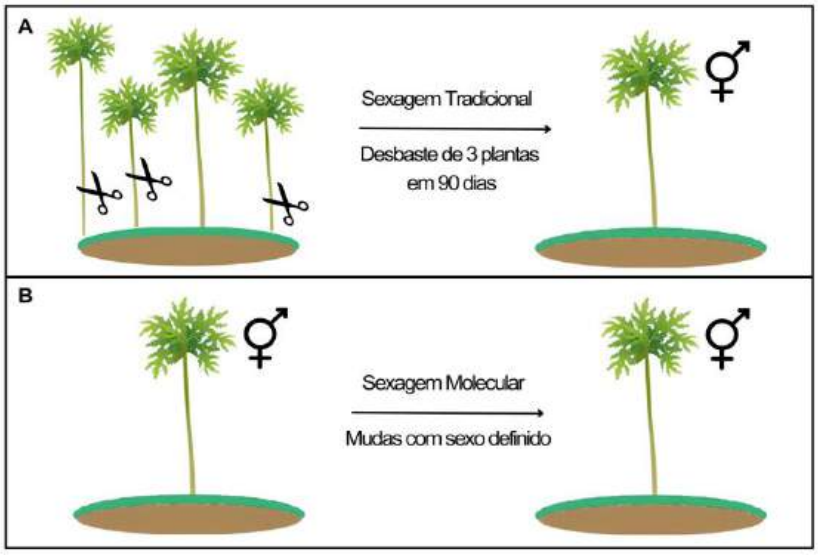


Figura 4 - Sistema de plantio com sexagem tradicional (A) e sexagem molecular (B), mostrando a necessidade de desbaste de três mudas no sistema de sexagem tradicional.

4 Maior Economia de Insumos

A sexagem tradicional resulta em desperdício de água, mão de obra e insumos. Isso acontece porque, nesse método, várias plantas são mantidas em uma mesma cova até o desbaste, que ocorre aproximadamente 100 dias após o plantio. Durante esse período, o produtor precisa irrigar, fertilizar e cuidar de todas as plantas, independentemente de seu valor comercial, o que aumenta os custos operacionais e o consumo de recursos.

Em contraste, a sexagem molecular permite o plantio direto de uma única planta na cova, uma vez que o sexo das mudas é identificado previamente através da análise genética. Essa abordagem não apenas otimiza o uso de água e insumos, mas também reduz a demanda por mão de obra, já que menos plantas precisam ser manejadas. Dessa forma, os produtores podem focar seus esforços nas mudas de valor comercial, resultando em uma operação mais eficiente e sustentável.

5 Mudas Mais Vigorosas

Quando várias plantas crescem juntas em uma mesma cova, há competição por água, luz e nutrientes, afetando negativamente o desenvolvimento destas plantas. Na sexagem molecular, o plantio é realizado com uma única muda por cova, eliminando essa competição e permitindo que a planta cresça de forma mais vigorosa, pois todos os recursos disponíveis são direcionados a ela.

De acordo com o agrônomo Cícero Covre, a sexagem molecular proporciona um aumento de vigor das plantas que se reflete em sua maior resistência a adversidades do meio externo. Embora ainda não haja comprovação científica, foi observado um menor índice de infecção por mosaico, uma doença preocupante para os produtores de mamão. Muitos produtores que utilizaram a sexagem molecular relataram menos casos de mosaico e um maior número de plantas saudáveis por hectare ao final do ciclo. Uma possível explicação é que, na sexagem tradicional, as plantas crescem aglomeradas, o que facilita a transmissão de doenças. Portanto, a abordagem da sexagem molecular pode contribuir para um cultivo mais saudável e produtivo.

6 Área de Plantação Uniforme e Ausência de Falhas

Na sexagem tradicional, o espaçamento entre as plantas pode ser comprometido, pois o produtor não sabe ao certo quais serão as plantas a serem eliminadas durante o desbaste. Isso pode resultar em áreas vazias ou em um arranjo irregular das mudas. Em contrapartida, a sexagem molecular oferece uma solução mais eficiente, permitindo que o plantio seja uniforme (Figura 5), uma vez que as plantas são colocadas na lavoura nas posições corretas desde o início. Com essa abordagem, o plantio é mais organizado e otimiza o uso do espaço disponível, facilitando o manejo da lavoura.

Figura 5 - Lavoura de mamão formada pela sexagem molecular mostrando alta uniformidade e ausência de falhas.

Outro ponto a ser destacado é que, na sexagem tradicional, há a possibilidade de que todas as plantas sejam femininas. Isso significa que, mesmo ao plantar quatro mudas por cova, pode haver até 6,25% de falhas na lavoura. Essa taxa de falhas pode resultar em perdas para o produtor. Por exemplo, ao considerar um hectare que gera uma receita de R$ 200.000,00, sendo o valor do kg do mamão de R$ 2,00, esse percentual de falhas representa um prejuízo estimado de R$ 12.500,00.

Em contraste, a sexagem molecular elimina essa possibilidade de perda, pois garante que apenas mudas hermafroditas sejam plantadas. Dessa forma, os produtores não enfrentam o risco de falhas que podem comprometer a produtividade e a rentabilidade de suas lavouras.

7 Precocidade no Florescimento e na Frutificação

A precocidade no florescimento e na frutificação são critérios essenciais no cultivo do mamoeiro, pois têm impacto direto nos resultados econômicos para o produtor. Em um experimento conduzido pelo agrônomo Renato Santa Catarina com plantas da cultivar Tainung Nº 1, foi observado que as plantas submetidas ao método de sexagem molecular floresceram em apenas 55 dias, enquanto aquelas do sistema tradicional demoraram 90 dias para atingir o mesmo estágio. Esses resultados permitem que as plantas iniciem a frutificação mais cedo, além de que as plantas com os primeiros frutos mais baixos facilitarão o processo de colheita durante períodos mais prolongados.

Em outra lavoura comercial, verificou-se que a sexagem molecular resultou em uma altura de inserção do primeiro fruto de 76,9 cm, enquanto o método tradicional apresentou 105,8 cm (Figura 6). Isso indica que

as plantas submetidas à sexagem molecular começam a produzir mais cedo e de forma mais rápida.

Figura 6 - Médias da altura de inserção do primeiro fruto da sexagem tradicional x sexagem molecular.

A precocidade no florescimento possibilita que o primeiro cacho se forme mais próximo do solo. Consequentemente, o segundo cacho também se desenvolve em uma altura inferior, criando condições para que um terceiro cacho seja produzido. Isso é especialmente vantajoso, pois evita que a lavoura se torne excessivamente alta, o que pode inviabilizar o manejo adequado.

Além disso, quando a planta atinge uma altura elevada, o controle de pragas e doenças se torna difícil, comprometendo a aplicação eficaz de produtos nas folhas e frutos. Nesses casos, o produtor pode optar por interromper o cultivo, uma vez que os custos e a dificuldade de manejo não compensam. Com a frutificação iniciando mais perto do solo, o manejo se torna mais acessível e eficiente, prolongando a viabilidade da lavoura.

A redução no tempo necessário para a produção de frutos tem implicações diretas na produtividade e na economia, permitindo que as plantas alcancem seu potencial produtivo mais rapidamente. Além disso, o produtor poderá antecipar sua receita, já que a colheita ocorrerá mais cedo. Esses resultados reforçam os benefícios da sexagem molecular, que otimiza o ciclo produtivo, aumentando a eficiência e potencializando a produtividade da lavoura.

8 Redução da Esterilidade

Em condições ambientais adversas de temperatura e umidade é comum em genótipos híbridos implicações genéticas que levam ao abortamento do ovário da flor hermafrodita. Com relação ao déficit hídrico, Awada (1953) verificou que durante os períodos de seca as plantas hermafroditas apresentam esterilidade feminina.

A sexagem molecular também se mostrou eficaz na redução do número de nós sem fruto. As plantas selecionadas por essa técnica apresentaram uma média de 0,7 nós sem fruto, enquanto as plantas da sexagem

tradicional tiveram o dobro desse valor, com uma média de 1,4 (Figura 7). Ou seja, pode-se dizer que a sexagem molecular favorece um maior pegamento de flores devido à ausência de competição no plantio.

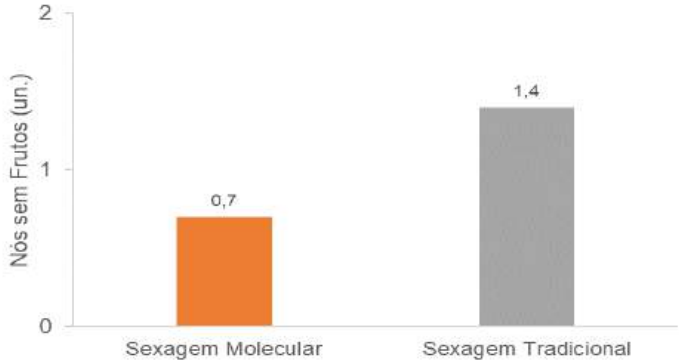


Figura 7 - Médias do número de nós sem fruto das plantas da sexagem tradicional x sexagem molecular.

9 Aumento da Produção de Frutos

Outro ponto que merece destaque é o aumento no número de frutos comerciais. As plantas sexadas por sexagem molecular produzem, em média, 69 frutos, em comparação com 56,8 frutos no sistema tradicional (Figura 8).

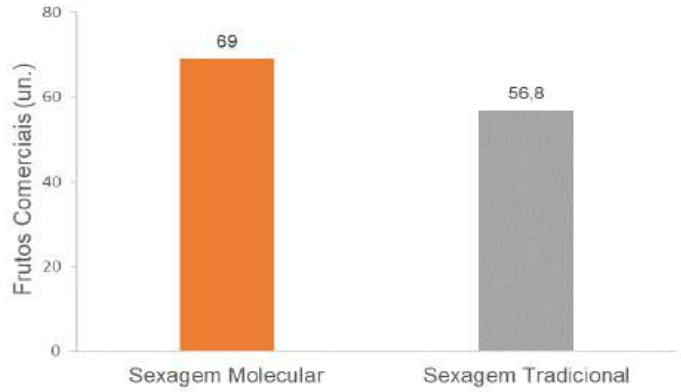


Figura 8 - Médias do número de frutos comerciais das plantas da sexagem tradicional x sexagem molecular.

Essa variação de cerca de 12 frutos está associada à precocidade no florescimento e à maior taxa de pegamento de flores nas plantas selecionadas pela sexagem molecular. Estes resultados proporcionam maior produção no primeiro cacho, sendo que a primeira produção é superior às demais e tende a se estabilizar à medida que a planta se desenvolve.

10 Aumento da Produtividade

Como consequência do aumento na frutificação, observa-se um incremento na produtividade, que é

medida em toneladas por hectare (Figura 9). Esse aumento é um indicativo direto da eficiência da técnica de sexagem molecular em comparação ao método tradicional. No método de sexagem molecular, a produção alcançou 152,9 toneladas de frutos por hectare, refletindo a eficácia dessa abordagem em otimizar o cultivo. Em contraste, o método tradicional registrou uma produção 115,1 toneladas por hectare (Figura 10).

Figura 9 - Lavoura de mamão Tainug formada pela sexagem molecular em plena frutificação.

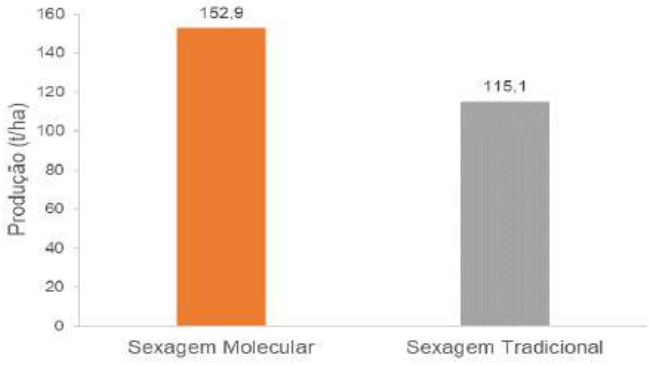


Figura 10 - Médias da produtividade em toneladas por hectare das plantas por sexagem tradicional x sexagem molecular.

Essa diferença expressiva de 37,8 toneladas por hectare não apenas destaca a superioridade da sexagem molecular, mas também proporciona ao produtor um aumento considerável na receita, estimado em 32,8%. Essa melhoria na produtividade é fundamental para a sustentabilidade econômica do cultivo de mamão, pois permite que os produtores maximizem seu retorno sobre investimento e fortaleçam sua posição no mercado. Com essas evidências, fica claro que a adoção da sexagem molecular é uma estratégia eficaz para impulsionar a rentabilidade e a eficiência nas lavouras.

11 Maior Rentabilidade para o Produtor de Mamão

Entre os indicadores econômicos, o retorno sobre o investimento (ROI) é um dos mais importantes. Ele permite avaliar o retorno financeiro de qualquer tipo de investimento e é frequentemente utilizado pelos investidores para decidir se devem prosseguir com o processo de investimento. Para analisar a viabilidade econômica da sexagem molecular para o produtor, foram realizadas simulações considerando aumentos de produção de 20%, 25%, 30% e 32% (Tabela 2), sendo este último valor obtido experimentalmente.

No cálculo, foi considerada uma área de um hectare do híbrido 'Tainung', com 1.500 plantas produzindo 100 toneladas. O valor do quilo do mamão foi estipulado em R$ 2,00, gerando uma receita total de R$ 200.000,00. Assim, os aumentos de produção de 20%, 25%, 30% e 32% resultam em receitas adicionais de R$ 40.000,00; R$ 50.000,00; R$ 60.000,00 e R$ 64.000,00, respectivamente (Tabela 2A). Considerando o custo de R$ 14,50 por planta, o investimento total em sexagem molecular para um hectare seria de R$ 21.750,00 (Tabela 2B).

Por fim, para calcular o lucro promovido pela sexagem molecular em função do aumento de produção para o produtor de mamão, é necessário subtrair o investimento inicial das receitas adicionais geradas. Com base nos dados simulados, os lucros estimados foram de R$ 18.250,00, R$ 28.250,00, R$ 38.250,00 e R$ 42.250,00 para aumentos de produção de 20%, 25%, 30% e 32%, respectivamente (Tabela 2C). Esses valores foram calculados para uma área de um hectare, e o lucro total deve ser ajustado de acordo com o tamanho da lavoura.

Tabela 2 - ROI para o produtor de mamão ao contratar a sexagem molecular considerando um hectare e o quilo do mamão a R$ 2,00

Incrementos de Produção	Incrementos ocasionados pela sexagem molecular (A)	Investimento da sexagem molecular (B)	Lucro Final pela sexagem molecular (C)
⇑ de 20%	R$ 40.000,00	R$ 21.750,00	R$ 18.250,00
⇑ de 25%	R$ 50.000,00	R$ 21.750,00	R$ 28.250,00
⇑ de 30%	R$ 60.000,00	R$ 21.750,00	R$ 38.250,00
⇑ de 32%	R$ 64.000,00	R$ 21.750,00	R$ 42.250,00

As análises do ROI indicaram que o investimento inicial na sexagem molecular é compensado pelo aumento de produção gerado por essa técnica. Mesmo considerando um aumento de produção de 20%, que corresponde 12% abaixo dos valores médios observados, o resultado ainda foi positivo. Ou seja, em todas as situações simuladas, o produtor teria lucro (Tabela 2). Vale salientar aqui, que os valores apresentados estão subestimados uma vez que não se levou em conta a redução de custos que ocorrem em relação ao sistema tradicional tais como: metade das despesas com sementes, redução de gastos com insumos na formação da

lavoura, dentre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados indicam que as plantas hermafroditas obtidas por meio da sexagem molecular são mais vigorosas, com floração mais baixa e frutificação mais precoce em comparação ao método tradicional de sexagem. Além disso, essa tecnologia proporciona uma economia significativa de sementes, elimina falhas no campo causadas por covas contendo apenas plantas femininas e aumenta a produção. Dessa forma, o investimento inicial da sexagem molecular é compensado pelo aumento de produtividade gerado.

O uso dessa tecnologia no campo possibilita uma modernização importante para as lavouras de mamão, resultando em maior rentabilidade para os produtores. A sexagem molecular representa um avanço tecnológico significativo e contribui para a sustentabilidade das lavouras, otimizando o uso de recursos escassos como água, fertilizantes, defensivos e mão de obra. Isso resulta em lavouras mais precoces, uniformes, produtivas e economicamente viáveis.

Além de aumentar a produtividade, a adoção da sexagem molecular tem o potencial de modernizar a produção nacional de mamão, promovendo práticas mais eficientes e sustentáveis. Ao adotar essa tecnologia, os produtores não apenas melhoram a eficiência agrícola, mas também avançam em direção a uma produção mais responsável e sustentável na cultura do mamoeiro.

AGRADECIMENTOS

À Uenf, pelo apoio Institucional. À Faperj e Sebrae pelo apoio financeiro. Ao Viveiro Santa Fé pela parceria. À Nort Frut e à FrutMel pelo suporte e condução dos ensaios agronômicos.

REFERÊNCIAS

AWADA, M. **Effects of moisture on yield and sex expression of the papaya plants (*Carica papaya* L.)**. Hawaii: Hawaii Agricultural Experiment Station, 1953. 4p. (Progress Notes, 97).

BEDOYA, G. C.; NUNEZ, V. A. SCAR marker for the sex types determination in Colombian genotypes of *Carica papaya*. **Euphytica**, v. 153, p. 215-220, 2007.

DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L.; LIMA, J. F. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. 422p.

DANTAS, L. J. L.; DANTAS, L. A. C; LIMA, J. F. Mamoeiro. p. 309-349. In: BRUCKNER, C. H. (ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

DEPUTY, J. C.; MING, R.; MA, H.; LIU, Z.; FITCH, M.; WANG, M.; MANSHARDT, R.; STILES, J.

Molecular markers for sex determination in papaya (*Carica papaya* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 106, p. 107-111, 2002.

GARCIA, C. R. D.; COSTA, E. B.; LOSS, W. R. Custos de produção de mamoeiro. p. 443-464. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (ed.). **A cultura do mamoeiro:** tecnologias de produção. Vitória, ES: Incaper, 2003.

MING, R.; YU, Q.; MOORE P. H. Sex determination in papaya. **Seminars in Cell and Developmental Biology**, v. 18, n. 3, p. 401-408, 2007.

SILVA, J. G. F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L. Irrigação e fertirrigação na cultura do mamão. In: **Manejo da fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55939/1/IRRIGACAO-e-FERTIRRIGACAO-cap15.pdf.

MUDAS DE MAMÃO CLONADAS: INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA

Conny Maria de Wit

SBW do Brasil – Laboratório de Biotecnologia Vegetal. Holambra, SP. E-mail: connywit@sbwbrasil.com.br

INTRODUÇÃO

A história do mamão clonado para fins comerciais no Brasil começou a ser escrita em 2019, quando o laboratório da SBW do Brasil, localizado em Holambra, deu início à produção das primeiras mudas clonadas (Figura 1). Desde o princípio, o interesse entre os produtores foi notável, especialmente em relação à característica hermafrodita das mudas, que prometia revolucionar a forma como essa fruta seria cultivada. A confirmação dessa característica foi um marco fundamental para o avanço da tecnologia de clonagem de mamão e ampliação do interesse comercial dessas mudas pelas suas características desejáveis.

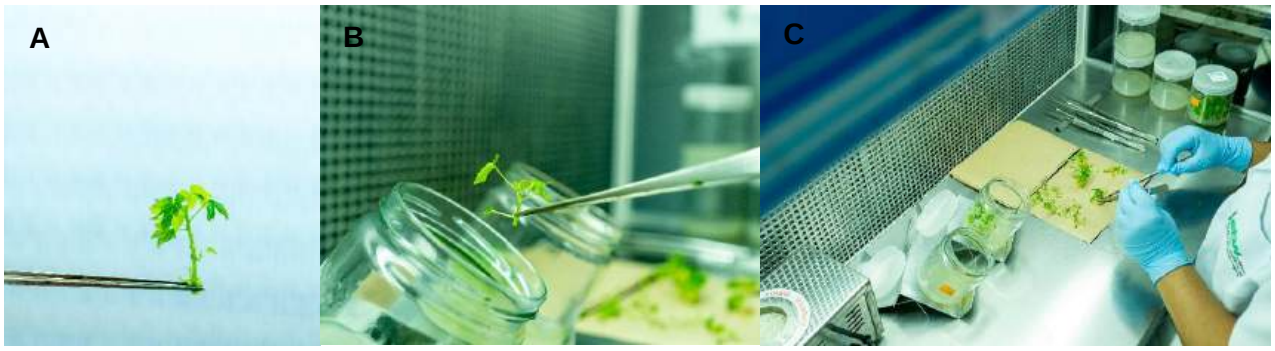


Figura 1 - Produção de mudas clonais de mamoeiro no Laboratório da SBW do Brasil. (A) Explante de mamão no laboratório; (B) Explante de mamão recém-repicado e sendo transferido para novo meio de cultivo para nova etapa de multiplicação *in vitro*; (C) Profissional de repicagem de plantas na sala de transferência no laboratório da SBW do Brasil, repicando mudas de mamão clonado. Holambra, SP.

SISTEMA RADICULAR: A SUPERAÇÃO DE DESAFIOS

Uma das preocupações iniciais sobre o mamão clonado era a estrutura do sistema radicular. Muitos agricultores temiam que as mudas clonadas apresentassem problemas de tombamento, por não possuírem uma raiz pivotante como as mudas originadas de sementes. No entanto, as mudas clonadas desenvolveram de duas a três raízes principais e mais profundas, garantindo uma fixação superior ao solo (Figura 2). Essa adaptação morfológica não apenas proporciona uma excelente estabilidade, mas também uma resistência notável,

essencial para suportar a carga de frutos e evitar tombamentos.

Figura 2 - Sistema radicular de mamoeiro originada de muda clonal, com raíz pivotante. Linhares, ES.

VANTAGENS DO MAMÃO CLONADO

Com o passar do tempo, os produtores começaram a perceber as substanciais vantagens que as mudas clonadas poderiam trazer. As colheitas, por exemplo, ocorrem cerca de um mês antes em comparação com as mudas tradicionais. Além disso, as plantas cultivadas a partir das mudas clonadas além de serem certificadas e estarem livres de doenças, resultam em mudas muito mais padronizadas que apresentam um desenvolvimento extremamente uniforme no campo (Figura 3). Essa uniformidade não só garante uma qualidade superior dos frutos, adequada para exportação, mas também resulta em uma produtividade e rentabilidade significativamente maiores para os agricultores.

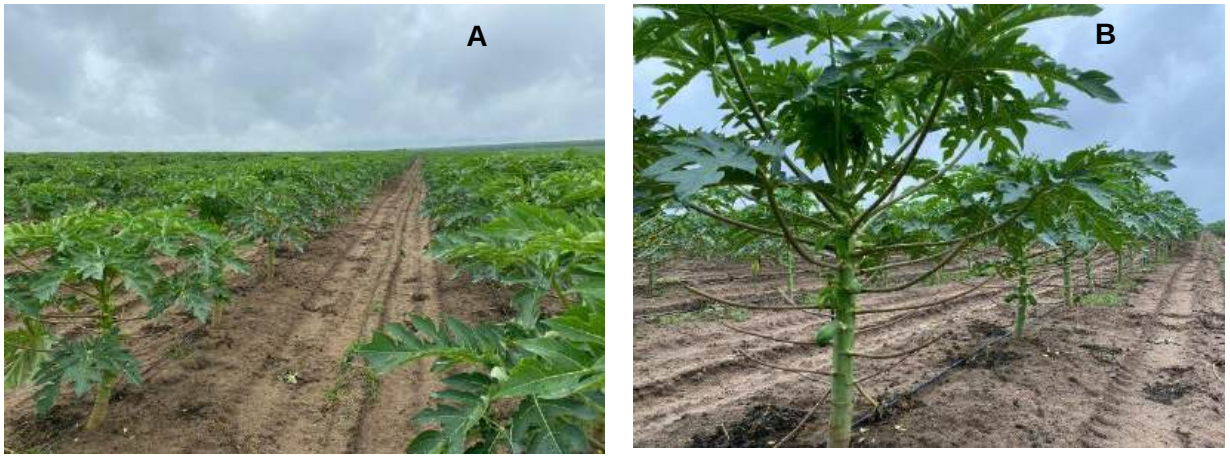


Figura 3 - Campo de produção de mamão com mudas clonais (A) Padronização e uniformidade no desenvolvimento das plantas; (B) Destaque para o desenvolvimento das plantas no campo. Sooretama, ES.

DESAFIOS E MELHORIAS CONTÍNUAS

À medida que a demanda por mudas de mamão clonado crescia, as dificuldades para escalar a produção tornaram-se evidentes. Tanto no processo produtivo dentro do laboratório, quanto nas etapas de aclimatação e rustificação nas estufas, esses desafios estavam presentes, mas a equipe da SBW do Brasil e MultiCropsPlus tem trabalhado incansavelmente para superá-los por meio de melhorias contínuas nos processos produtivos. Atualmente, a capacidade de produção chega a aproximadamente 20.000 mudas por semana, com um foco inicial na seleção positiva cultivar Tainung Nº 1, que agora se expandiu para incluir cultivares de outros Grupos, como Formosa e Solo.

O FUTURO DO CULTIVO DE MAMÃO

Em 2025, a SBW pretende levar essas novas cultivares a campo, com a expectativa de validar todos os benefícios das mudas clonadas, independentemente da cultivar. Muitos agricultores produtores de mamão já estão convencidos da eficácia das mudas clonadas, reconhecendo que esse método resulta em um cultivo muito mais uniforme e produtivo (Figura 4). Contudo, um novo desafio se apresenta: a necessidade de reduzir a suscetibilidade das plantas a doenças virais, que têm causado preocupações sérias entre os produtores e gerado desestímulo e até desistências na cultura do mamão.

Figura 4 - Área de mamão clonado com registro de produtividade de 240 toneladas por hectare. Ibirapua, BA.

Em resposta, a SBW do Brasil tem buscado parcerias com Centros de Pesquisa e agricultores para desenvolver estratégias inovadoras, utilizando as técnicas mais modernas, como o resgate de embriões e edição gênica. O método clássico de cruzamentos busca espécies que já demonstrem resistência a doenças na natureza, mas um dos obstáculos frequentemente encontrado é a sobrevivência dos embriões obtidos. A técnica de resgate de embriões facilita esse processo, permitindo que novas variedades sejam levadas ao campo com mais eficiência.

COMPROMISSO COM A SUSTENTABILIDADE

Para a SBW do Brasil e a MultiCropsPlus, está claro que as técnicas que empregamos são essenciais para o desenvolvimento de um cultivo de mamão mais sustentável e lucrativo. A dedicação ao avanço em novas tecnologias de produção de mudas exige tempo e investimentos significativos, mas é um passo crucial para garantir um futuro robusto e resiliente para a produção de mamão no Brasil e no mundo.

CONCLUSÃO

O trabalho da SBW do Brasil e da MultiCropsPlus na produção de mudas de mamão clonadas está moldando uma nova era para a agricultura brasileira. Com um enfoque em inovação e sustentabilidade, estamos certos de que essa jornada não apenas beneficiará os produtores, mas também propiciará um cultivo de mamão mais eficiente e responsável, assegurando que a agricultura continue a prosperar nas próximas gerações.

REFERÊNCIA

SBW DO BRASIL - Laboratório de Biotecnologia Vegetal. Holambra - SP. Disponível em: https://www.instagram.com/sbwdobrasil/

USO DE BIOFERTILIZANTES, TECNOLOGIA INDISPENSÁVEL PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Cátia Aparecida Simon

Litho Plant Indústria e Comercio de Fertilizantes Especiais. Linhares, ES.
E-mail: pesquisa@lithoplant.com.br

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2020 surge o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos, estes foram instituídos através do Decreto Nº 10.375, de 26 de maio de 2020, com o objetivo de reduzir a dependência de insumos importados e alavancar, de forma sustentável, o uso do potencial da nossa biodiversidade. São considerados bioinsumos, qualquer produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana destinados ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, abrangendo os sistemas de produção agrícola, pecuária, aquícola e florestas.

Os bioinsumos englobam uma série de produtos feitos a partir de microrganismos, extratos vegetais e agentes biológicos que podem ser utilizados em diversas fases da produção animal e vegetal, no pós-colheita e também no processamento.

Dentro dos bioinsumos, encontram-se os biofertilizantes. A legislação brasileira define biofertilizantes como um produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante, sendo estes divididos em grupos, e quando se refere ao registro de biofertilizantes a base de substâncias húmicas encontra-se a descrição do produto como um produto obtido por decomposição e solubilização de materiais orgânicos e posterior oxidação e polimerização, formadas basicamente por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas (Brasil, 2020).

Para os biofertilizantes de acordo com a Legislação Brasileira, Instrução Normativa Nº 61, de 08 de julho de 2020, estes são subdivididos em seis grupos: biofertilizante de aminoácidos - produto obtido por fermentação ou hidrólise de materiais orgânicos naturais; biofertilizante de substâncias húmicas - produto obtido por decomposição e solubilização de materiais orgânicos e posterior oxidação e polimerização, formadas basicamente por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas; biofertilizante de extratos de algas ou algas processadas - produto obtido por extração e beneficiamento de algas; biofertilizante de extratos vegetais - produto obtido por extração de compostos orgânicos solúveis da fermentação ou beneficiamento de materiais orgânicos, isentos de contaminação biológica; biofertilizante composto - produto obtido pela mistura de dois

ou mais biofertilizantes dos grupos de aminoácidos, substâncias húmicas, extratos de algas, extratos vegetais e outros princípios ou agentes orgânicos aprovados e, ainda pode existir outros biofertilizantes que venham a ser aprovados pela pesquisa brasileira oficial ou credenciada, como exemplo o atual registro de dois biofertilizantes brasileiros de aminoácidos obtidos pelo processo de hidrólise enzimática (Brasil, 2020).

Os biofertilizantes são produtos que estimulam o crescimento das plantas e melhoram uma ou mais funções adicionais como a promoção da eficiência no uso de nutrientes, tolerância ao estresse abiótico, a melhorias de características de qualidade das culturas e disponibilidade de nutrientes confinados no solo ou na rizosfera das plantas.

Legalmente os biofertilizantes não podem conter minerais adicionados propositalmente, existem porcentagens de aceitação para minerais mínimas, que podem ser de origem metodológica para extração ou de sua composição orgânica.

Os registros de biofertilizantes são concedidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA, este obrigada o desenvolvimento de bioensaios com instituições de ensino e pesquisa ou de pesquisa pública e com empresas privadas, desde que ambos tenham credenciamento ao MAPA. Atualmente existem 65 estabelecimentos registrados para produção de biofertilizantes, porém só existem 18 registros de biofertilizantes ativos. Destes 18 registros de biofertilizantes a Litho Plant Indústria e Comércio de Fertilizantes e Biofertilizantes, é a única empresa do Brasil que tem o registro de 4 biofertilizantes, estes são de substâncias húmicas, extrato de algas, aminoácidos e de composto. A empresa já busca o último registro da classe, o biofertilizantes de extrato vegetal (Figura 1).

Figura 1 - Quantidade de registros ativos de biofertilizantes de acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Fonte: MAPA-SIPEAGRO, 2024.

Estes biofertilizantes ou outros fertilizantes especiais que tem como base substâncias húmicas, extrato de algas e aminoácidos são utilizados associados a adubação convencional e prometem diversos incrementos na produtividade das plantas e tolerância a estresse abióticos. No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos da associação de fertilizantes especiais na cultura do mamoeiro.

2 EFEITO DE BIOFERTILIANTES NO DESENVOLVIMENTO DO MAMOEIRO

Os extratos de algas marinhas servem como bioestimulantes e são considerados nutrientes vitais para a agricultura sustentável devido à sua natureza orgânica e capacidade de se decompor naturalmente. O uso de extrato de algas tem em sua composição metabólitos secundários com muitas propriedades biológicas, dentre estas se destacam as propriedades antibacterianas, antivirais, nematocidas e anticoagulantes, além disto em sua composição existem polissacarídeos e oligossacarídeos que desempenham funções como agentes quelantes e podem conferir às plantas maior tolerância ao estresse por seca, salinidade, osmótico, frio e a aumentar a tolerância a altas temperaturas (Bisen, 2020; Caijiao *et al*., 2021; Mahusook *et al*., 2021).

Tejasree e Mirza (2024) ao comparar o conteúdo nutricional e a taxa de crescimento do mamão cv. Red Lady após ser tratado com silicato de potássio e extrato de algas marinhas através de aplicação foliar, afirmam em seus resultados que o extrato de algas marinhas enriquece o crescimento e desempenha um papel vital na regulação da formação e expansão das folhas do mamoeiro. Os autores ainda descrevem que o uso associado de extrato de alga e silicato de potássio na concentração de 5% pode aumentar significativamente o crescimento das plantas de mamão.

Para o uso de substâncias húmicas no cultivo de mamão, diferentes estudos são encontrados na literatura. Targino *et al*. (2023) avaliando os efeitos do ácido húmico no crescimento e fisiologia de mudas de mamão irrigadas com água salina, descrevem que a aplicação de ácido húmico na concentração de 3,5 $mL.L^{-1}$, aliada à salinidade moderada da água de irrigação (4 $dS\ m^{-1}$) estimula o crescimento e as trocas gasosas de mudas de *Carica papaya*. O ácido húmico atenua o estresse salino e também promove o desenvolvimento de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina.

Além dos biofertilizantes descritos na legislação brasileira, existem outras moléculas orgânicas com potencial bioestimuladora. Como por exemplo cianobactérias, os autores descrevem que o uso de *Spirulina platensis* quando aplicada nas raízes, uma suspensão de 1,08% aumenta o crescimento e a produção de biomassa das mudas do mamoeiro (grupo Formosa) 'Tainung Nº 1', e quando utilizada na concentração de 0,88% melhora a qualidade das mudas de mamoeiro 'Formosa'. Os autores ainda descrevem que o uso de *S. platensis* quando aplicada nas folhas não afeta o crescimento e a qualidade das mudas de mamoeiro.

2 INFLUÊNCIA DE BIOFERTILIZANTES NA COMUNIDADE MICROBIANA DE SOLOS CULTIVADOS COM O MAMOEIRO

A produtividade e a sustentabilidade do agroecossistema dependem da estrutura e fertilidade do solo (Wang *et al*., 2017), porém o impacto da fertilização nas comunidades fúngicas do solo é de crescente atenção devido aos seus papéis cruciais nas funções do ecossistema. Sabe-se que a fertilização mantém a fertilidade do solo e maximiza a produtividade das culturas, mas altera a estrutura e as funções da comunidade microbiana do solo (Xiang *et al*., 2020), isso porque a biomassa e a comunidade microbiana são influenciadas

principalmente pela estrutura do solo e pela disponibilidade do substrato (Li *et al*., 2015).

A partir de um estudo sobre diversidade e composição da comunidade fúngica de solos cultivados com o mamoeiro, conduzida na empresa Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Sooretama, ES, utilizando a adubação convencional associada ao uso de fertilizantes especiais (turfa gel + litho cal + lithamin plus + gluta phós 40 + aminomicros + coffee hf + baltiko) e a adubação convencional padrão da fazenda (ureia 150 kg.ha^{-1}, MAP purificado 40 kg.ha^{-1} e sulfato de potássio 100 kg.ha^{-1}, aplicados via fertirrigação) descobrimos que a quantidade de gêneros fúngicos foi maior no tratamento com a aplicação dos fertilizantes especiais associado a adubação convencional, foram encontrados um total 48 gêneros. Já para o tratamento com a adubação convencional houve a caracterização de 28 gêneros fúngicos totais. Da representatividade total de abundância relativa, os resultados apresentados representam 0,87%. Deste, os produtos turfa gel, báltiko e lithamin plus são produtos que contém 5% de biofertilizantes de substâncias húmicas, extrato de algas e aminoácidos respectivamente, ambos registrados pela empresa Litho Plant.

Foram encontrados 8 gêneros fúngicos nos solos com adubação mineral convencional associada aos fertilizantes especiais, já para os solos de manejo com adubação convencional houve a presença de 6 gêneros fúngicos (Figura 1AB).

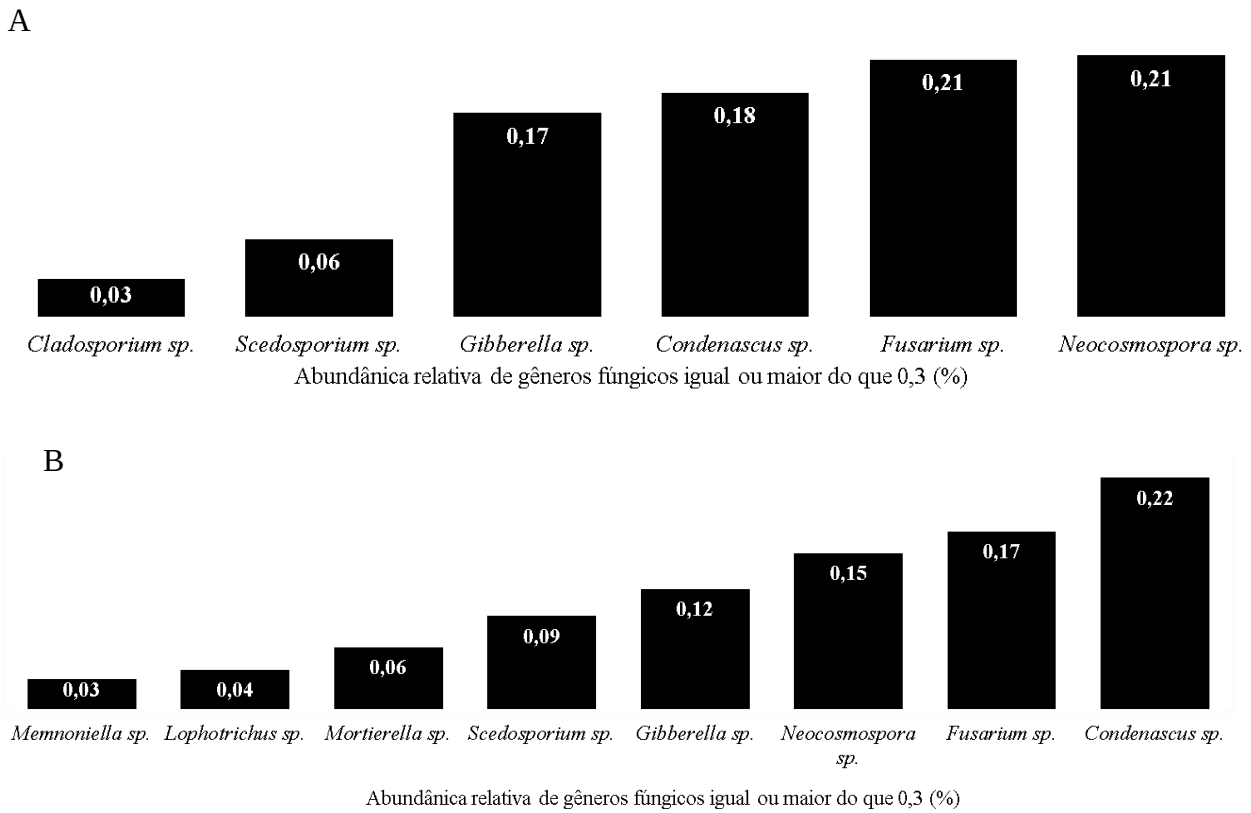


Figura 1 - Abundância relativa de gêneros fúngicos em solos cultivado com o mamoeiro com a aplicação de adubação mineral convencional (A) e adubação convencional associada a fertilizantes especiais (B).

Para o tratamento com da adubação convencional associado ao uso de fertilizantes especiais, os gêneros fúngicos foram: *Memnoniella* sp. (0,03%)*; Lophotrichus* sp. (0,04%)*; Mortierella* sp. (0,06%)*; Scedosporium* sp. (0,09%); *Gibberella* sp. (0,12%); *Neocosmospora* sp. (0,15%)*; Fusarium* sp. (0,17%) e *Condenascus* sp. (0,22%).

Para os solos com tratamento de adubação convencional os gêneros fúngicos foram: *Cladosporium* sp. (0,03%)*; Scedosporium* sp. (0,06%)*; Gibberella* sp. (0,17%)*; Condenascus* sp. (0,18%)*; Fusarium* sp. (0,21%) e *Neocosmospora* sp. (0,21%).

Neste trabalho foi identificado que existe diferença na composição da comunidade microbiana quando adicionado os fertilizantes especiais em associação à adubação convencional. A adição de fertilizantes especiais promoveu aumento de gêneros fúngicos em solos cultivados com o mamoeiro. Este resultado pode estar relacionado a composição diversa em carbono orgânico presente nos fertilizantes especiais.

Quando verificado a composição da comunidade fúngica é possível identificar que existe uma menor quantidade de gêneros nos solos e que a incidência de gêneros patogênicos é maior no tratamento convencional.

No tratamento com adição de fertilizantes especiais os gêneros *Mortierella* sp., *Lophotrichus* sp. e *Memnoniella* sp. estão presentes e são exclusivos quando avaliado a abundância relativa de ≥ 0,3%. Estes gêneros têm funções microbianas especificas, como o gênero *Mortierella* sp. tem capacidade funcional para degradar uma variedade de orgânicos tóxicos (agroquímicos) de compor substâncias recalcitrantes que podem contribuir para pools de matéria orgânica do solo estável a longo prazo. Espécies deste gênero como a *M. elongata* tem capacidade de aumentar a atividade da fosfatase da β-glucosidase do solo e ainda estimular a produção de hormônio de crescimento das plantas (IAA e ABA). O P inorgânico de vários solos era dissolvido de forma eficaz por vários membros do gênero *Mortierella* sp., estes foram capazes de sintetizar e secretar ácido oxálico.

Já o gênero *Memnoniella* sp. possui espécies sapróbias (alimentam-se de material orgânico em decomposição) com potencial para controle biológico e combate à gomose como exemplo a espécie *Memnoniella levispora*, outra espécie *Memnoniella echinata* reduz a incidência de *Colletotrichum gloeosporioides*, espécie causadora da antracnose em mudas e plantas adultas de café (Rodríguez *et al*., 2016). Esse gênero tem grande responsabilidade para promoção de defesa contra patógenos de solos quando associado na rizosfera de plantas.

Quando comparado o tratamento da adubação convencional sem a adição de fertilizantes especiais, somente o gênero *Cladosporium* sp. não está presente na composição dos gêneros do tratamento com adição de fertilizantes especiais, isso para os gêneros com abundância relativa de ≥ 0,3%.

O gênero *Cladosporium* sp. possui algumas espécies que são capazes de produzir metabólitos secundários tais como antibióticos que inibem *Bacillus subtilis, Escherichia coli* e *Candida albicans* e outras espécies são excelentes inseticidas biológicos (entomopatogênicos) particularmente contra insetos que já desenvolveram resistência a inseticidas químicos (Okada *et al*., 1996). Ainda existem espécies que produzem enzimas degradantes de parede celular como a espécie *C. cucumerinum* e outras patogênicas como

Cladosporium fulvum (bolor foliar).

O índice de diversidade de Simpson, mostra que o tratamento da adubação convencional associado ao uso de fertilizantes especiais é mais diverso quando comparado ao tratamento convencional (Figura 2).

O índice de diversidade de Simpson mostra a resposta fúngica aos efeitos diretos dos regimes de fertilizantes sobre os fungos. Essa mudança na estrutura da comunidade fúngica pode ser causada por suas respostas a variações nos teores de carbono orgânico do solo associados à fertilização (Lazcano *et al*., 2013). Neste estudo é provável que a adubação convencional quando associada a fertilizantes especiais tenha sido uma fonte de carbono para a atividade fúngica, dada a dependência da composição da comunidade fúngica na qualidade e disponibilidade dos recursos.

Os resultados indicam que os fertilizantes especiais promovem a seleção de grupos fúngicos específicos, alterando assim a composição da comunidade fúngica. A adição de fertilizantes especiais associada a adubação convencional promove a mudança na disponibilidade de nutrientes no solo, consequentemente promove a alteração na comunidade fúngica por meio da partição de recursos nutricionais (Hanson *et al*., 2008).

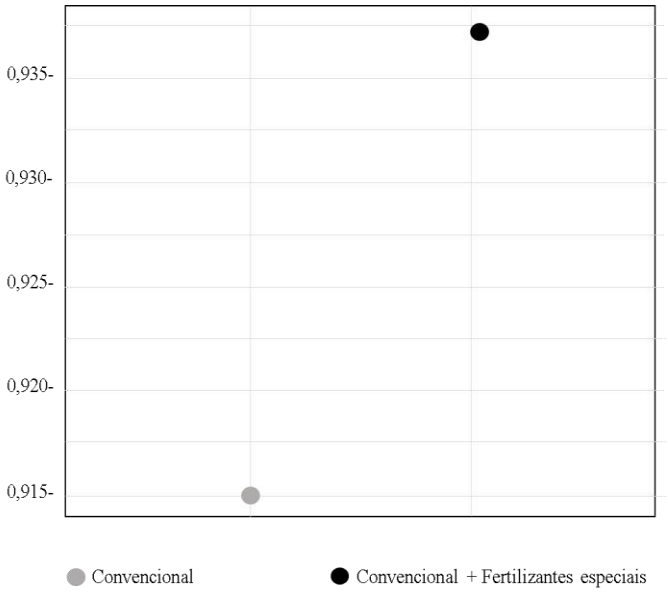


Figura 2 - Diversidade de fungos sob diferentes regimes de fertilizantes em solos cultivados com o mamoeiro.

Os microrganismos desempenham funções diversas e importantes no solo. Os resultados indicam que a adubação nutricional das plantas quando aplicada no solo modula a comunidade de fungos do solo. Provavelmente a diversidade nas fontes de fertilizantes promoveram mudanças significativas na composição da comunidade fúngica dos solos, essa modulação pode resultar em interações complexas, como o favorecimento do crescimento de populações de fungos benéficos ou prejudicais no solo.

Os resultados indicam que a abundância relativa de fungos do gênero *Fusarium* sp. é maior nos solos

submetidos a adubação convencional quando comparado a adição de fertilizantes especiais e, que a presença de fungos benéficos nos solos é maior no solo submetido a adubação com fertilizantes especiais (Figura 1A-B).

Com esse estudo podemos descrever que as comunidades fúngicas responderam de forma diferente aos tratamentos, que o uso de fertilizantes especiais associado a adubação convencional promove maior diversidade de fungos no solo e ainda recomendar o uso de fertilizantes especiais para melhorar a composição da comunidade fúngica.

AGRADECIMENTOS

À Fapes pelo apoio financeiro ao projeto (edital FAPES n° 10/2019 - apoio a projetos inovadores nas áreas de logística e alimentos e bebidas) e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa nº 61, de 8 de julho de 2020. Disponível: https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148.

BISEN, K. Bio stimulants and bio effect or mediated mitigation of a biotic stress in crop plant. **IJARAAS**, v. 2, p. 21-27, 2020.

CAIJIAO, C.; LESHAN, H.; MENGKE, Y.; LEI, S.; MIANSONG, Z.; YAPING, S.: AIRONG, J. Comparative studies on antioxidant, angiotensin-converting enzyme inhibitory and anticoagulant activities of the methanol extracts from two brown algae (*Sargassum horneri* and *Sargassum thunbergii*). **Russian Journal of Marine Biology**, v. 47, p. 380-387, 2021.

GUEDES, W. A.; ARAÚJO, R. H. C. R.; ROCHA, J. L. A.; LIMA, J. F.; DIAS, G. A.; OLIVEIRA, Á. M. F.; LIMA, R. F.; OLIVEIRA, L. M. Production of papaya seedlings using *Spirulina platensis* as a biostimulant applied on leaf and root. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 28, p.1-9, 2018.

HANSON, C. A.; ALLISON, S. D.; BRADFORD, M. A.; WALLENSTEIN, M. D.; TRESEDER, K. K. Fungal taxa target different carbon sources in forest soil. **Ecosystem**, v. 11, p. 1157-1167, 2008.

LAZCANO, C.; GÓMEZ-BRANDÓN, M.; REVILLA, P.; DOMÍNGUEZ, J. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 723-733, 2013.

LI, N.; YAO, S.-H.; QIAO, Y.-F.; ZOU, W.-X.; YOU, M.-Y.; HAN, X.-Z.; ZHANG, B. Separation of soil microbial community structure by aggregate size to a large extent under agricultural practices during early pedogenesis of a Mollisol. **Applied Soil Ecology**, v. 88, p. 9-20, 2015.

MAHUSOOK, S. S.; RAJATHI, F.; MAHARIFA, H.; SHARMILA, R. Comparative study of agarophytes-gracilaria edu-lis and gelidiella acerosa as biostimulant and application of agar for water-holding in soil and plant growth promo-tion. **Agricultural Science Digest-A Research Journal**, v. 41, p. 21-27, 2021.

MAPA-SIPEAGRO. Ministério da Agricultura e Pecuária - **Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários**. Disponível em: https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br /publico/extensions/Fertilizantes/Fertilizantes.html.

OKADA, K.; TAKIZAWA, K.; MAEBAYASHI, Y.; XI, L.; CAMPOS-TAKAKI, G. M.; NISHIMURA, K.; MIYAJI, M.; FUKUSHIMA, K. Ubiquinone systems of the genus *Cladosporium* and morphologically similar taxa. ***FEMS Immunology* and Medical *Microbiology***, v. 16, n. 1, p. 39-43, 1996.

RODRÍGUEZ, G. A. A.; ABREU, M. S.; PINTO, F. A. M. F.; MONTEIRO, A. C. A.; NÚÑEZ, Á. M. P.;; RESENDE, M. L. V.; SOUZA, J. T.; MEDEIROS, F. H. V. *Phialomyces macrosporus* decreases anthracnose severity on coffee seedlings by competition for nutrients and induced resistance. **Biological Control,** v. 103, p.119-128, 2016.

TARGINO, V. A.; LOPES, A. S.; SOUSA, V. F. O.; HENSCHEL, J. M.; SILVA, J. H. B.; RODRIGUES, L. S.; MEDEIROS, W. J. F.; BATISTA, D. S.; DIAS, T. J. Growth and physiology of 'Sunrise' papaya seedlings in response to salinity and humic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 352-358, 2023.

TEJASREE, A.; MIRZA, A. Synergistic effects of silicon and seaweed extract on growth and leaf nutrient content of papaya cv. Red Lady. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 16, p. 1250-1255, 2024.

XIANG, X.; LIU, J.; ZHANG, J.; LI, D.; XU, C.; KUZYAKOV, Y. Divergence in fungal abundance and community structure between soils under long-term mineral and organic fertilization. **Soil and Tillage Research**, v. 196, p. 104491, 2020.

WANG, Y.; GE, T.; KUZYAKOV, Y.; HU, N.; WANG, Z. L.; LI, Z.; TANG, Z.; CHEN, Y.; WU, C.; LOU, Y. Soil aggregation regulates distributions of carbon, microbial community and enzyme activities after 23-year manure amendment. **Applied Soil Ecology**, v. 111, p. 65-72, 2017.

WALTERS, W.; HYDE, E. R.; BERG-LYONS, D.; ACKERMANN, G.; HUMPHREY, G.; PARADA, A.; GILBERT, J. A.; JANSSON, J. K.; CAPORASO, J. G.; FUHRMAN, J. A.; APPRILL, A.; KNIGHT, R. Improved bacterial 16S rRNA gene (V4 and V4-5) and fungal internal transcribed spacer marker gene primers for microbial community surveys. **mSystems,** v. 1, n. 1, p. e00009-15, 2016.

WHITE, T. J.; BRUNS, T.; LEE, S.; TAYLOR, J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics p. 315-322. In: **PCR protocols: a guide to methods and applications**. Academic Press, v.1, 1990.

POTENCIAL DA ÁGUA OZONIZADA NO CONTROLE DE DOENÇAS NO MAMOEIRO

Geraldo Antônio Ferreguetti

Nortes Consultores Associados Ltda. Linhares, ES. E-mail: ferreguetti@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca por práticas agrícolas mais sustentáveis e eficazes tem ganhado destaque diante dos desafios globais de produção de alimentos e conservação ambiental.

Nesse contexto, o uso do ozônio (O_3) na agricultura surge como uma inovação promissora, contribuindo tanto para o aumento da produtividade quanto para a redução do impacto ambiental causado por produtos químicos tradicionais. Além de suas propriedades desinfetantes, o ozônio é reconhecido por seu potencial no manejo de doenças, promovendo uma agricultura mais sustentável e saudável.

O ozônio é um gás com grande capacidade oxidante, conhecido principalmente por sua ação na desinfecção de ambientes e tratamento de água. Na agricultura, seu uso tem se expandido devido à sua eficácia como agente antimicrobiano, capaz de eliminar fungos, bactérias e vírus presentes em plantas, sementes e no solo.

Uma das vantagens mais notáveis do ozônio é que, após sua aplicação, ele se decompõe rapidamente em oxigênio, o que evita o acúmulo de resíduos químicos no ambiente, tornando-se uma alternativa atrativa aos pesticidas e fertilizantes convencionais. Além de seu papel no controle de pragas e doenças, o ozônio também tem sido estudado por suas propriedades que auxiliam na melhoria da qualidade do solo e na oxigenação das raízes, favorecendo o crescimento vegetal.

Ao atuar na decomposição da matéria orgânica e na mineralização de nutrientes, o ozônio contribui para um ambiente mais equilibrado, resultando em plantas mais saudáveis e resistentes.

O uso de ozônio na agricultura alinha-se aos princípios da agricultura orgânica e de baixo impacto ambiental, ao reduzir a dependência de agroquímicos e contribuir para a conservação dos recursos naturais, como água e solo. Essa tecnologia oferece aos agricultores uma ferramenta valiosa para atender à crescente demanda por alimentos seguros e livres de contaminantes, promovendo uma produção mais eficiente e sustentável a longo prazo.

USO DO OZÔNIO (O_3) NA AGRICULTURA

Apesar do uso já consagrado do ozônio em forma de gás, principalmente em armazenamento de frutas, onde o gás é aplicado no ambiente e promove a oxidação do etileno presente na atmosfera da câmara de

armazenagem aumentando a vida útil da fruta pós-colheita pelo retardamento do processo de maturação, aqui trataremos do uso do ozônio dissolvido na água e usado em tratamento pós-colheita e em pulverizações no campo.

Uma das grandes limitações do uso do ozônio na agricultura em substituição aos defensivos agrícolas, ou agrotóxicos, é a sua rápida volatização após dissolvido na água em forma de gás, sendo que a degaseificação do ozônio aplicado na ozonização convencional ocorre em cerca de 45 minutos. Ou seja, em temperaturas da água acima de 20 °C ozonizada pelo processo convencional em cerca de 45 minutos a concentração começa a diminuir e o tempo em que ela pode desaparecer depende da concentração inicial. Associação Brasileira de Ozonioterapia (ABOZ) considera este tempo como sendo no máximo de 3 horas.

Em estudo realizado por Gregório Martinez- Sanchez em 2013 (acesso pelo link: Aspectos prácticos en ozonoterapia: "Comprobación de la concentración de ozono generada /tiempo de vida média del gas en la jeringuilla"), se demonstrou a importância de usar o gás nos primeiros 10 minutos após ser gerado, no qual 10% da dose inicial é perdida.

A velocidade de dissociação de O_3 para O_2 é dependente da temperatura e da concentração de ozônio: ou seja, quanto maior a concentração e maior a temperatura, maior a dissociação, e vice-versa. A 20 °C o tempo de meia-vida do ozônio é aproximadamente 30 minutos.

Para cultura do mamão o uso do ozônio como agente de controle de doenças ocorre em duas formas:

- Tratamento pós-colheita das frutas - aplicação do ozônio com o processo de ozonização executado em linha e aplicação da água ozonizada em forma de aspersão sobre as frutas na esteira logo após a lavagem das mesmas, em condições semelhantes ao uso de fungicidas convencionais;

- Controle de doenças no campo - pulverização das lavouras no campo com água ozonizada e estabilizada.

O diferencial do uso do ozônio nestas condições está no processo de ozonização em que são consideradas as seguintes premissas:

- Uso de oxigênio com nível de pureza superiores a 95%;
- Injeção do ozônio na água com uso de membranas de nanobolhas;
- Ozonização catalítica com adição de íons de Fe, Zn, Ni e Cu na água antes do processo de aplicação do ozônio que ocorre de forma continua com a água passando pelo compartimento de geração de nanobolhas várias vezes até atingir a concentração ideal que para o uso em pulverizações no campo consideramos, nas experiências realizadas, de no mínimo 1 ppm.

O uso de oxigênio concentrado na produção de ozônio garante uma solução sem riscos de componentes tóxicos além de aumentar a eficiência do sistema de produção em termos de quantidade de ozônio gerado por unidade de tempo de operação do sistema.

As membranas nanoporosas são uma técnica física eficiente para gerar nanobolhas, que têm diversas

aplicações em áreas como tratamento de água e efluentes, beneficiamento mineral, indústrias química e de alimentos.

As nanobolhas apresentam propriedades únicas que as tornam atrativas aos processos e ozonização pois: permanecem estáveis em água por longos períodos, não se rompem abruptamente como as microbolhas, possuem menor flutuabilidade, movem-se mais lentamente e são mais estáveis do que bolhas maiores.

As bolhas e as microbolhas quando aplicadas na água sobem rapidamente até a superfície quando então explodem liberando grande parte do ozônio inserido, já nas nanobolhas a ascensão é muito mais lenta aumentando o tempo de permanência do gás na água e consequentemente a eficiência do processo de ozonização.

O uso de catalizadores como os sais metálicos de diferentes naturezas misturados à água antes do processo de ozonização, fato relatado por inúmeros trabalhos (Hewes e Davinson, Gracia *et al.*, Arslan *et al.*), resulta em aumento na capacidade de oxidação da calda e redução no consumo de ozônio no processo de degradação da carga orgânica e ou destruição de microrganismos.

A ozonização catalítica com recirculação da água é utilizada apenas quando se deseja obter água ozonizada para ser utilizada nas pulverizações de campo, quando o objetivo é o tratamento pós-colheita esta etapa de recirculação é suprimida.

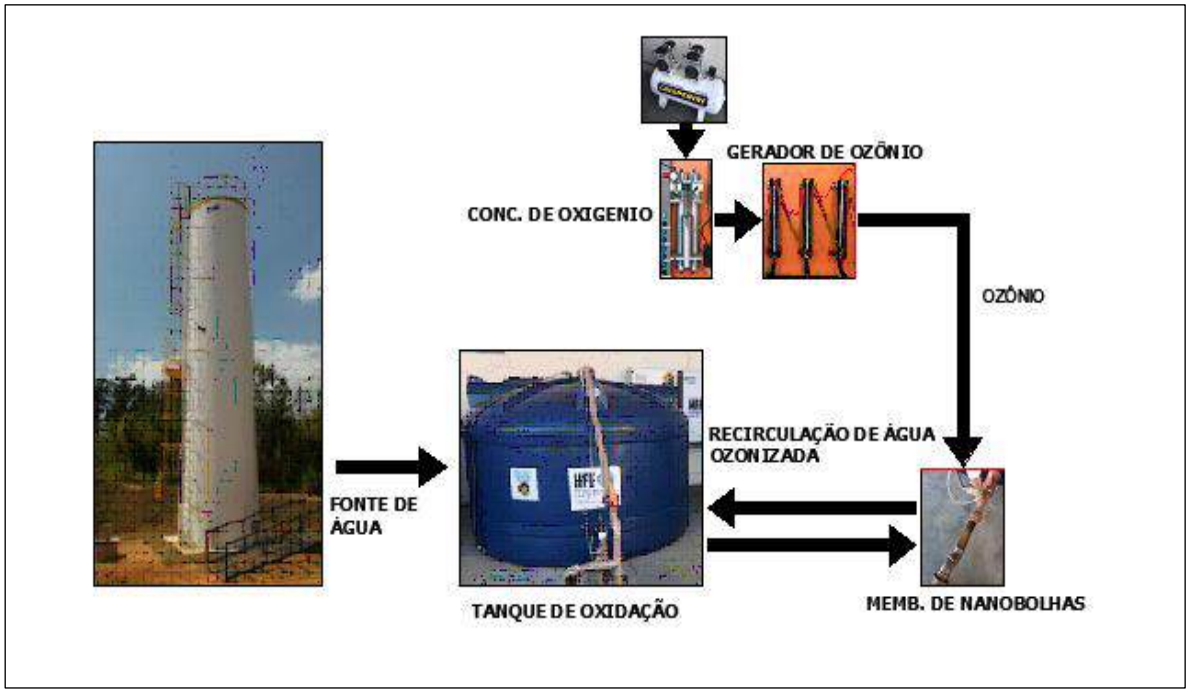


Figura 1 - Lay out do sistema de ozonização da água com recirculação de água.

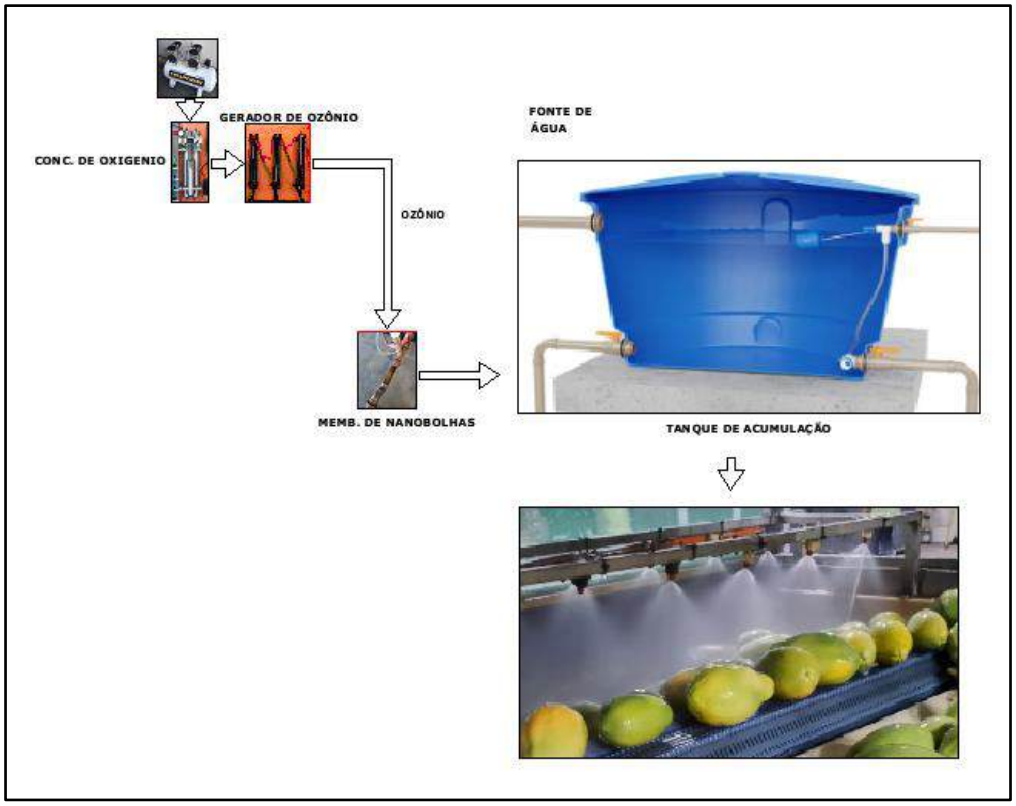


Figura 2 - Lay out do sistema de geração de ozônio em linha utilizado em tratamento pós-colheita de mamão.

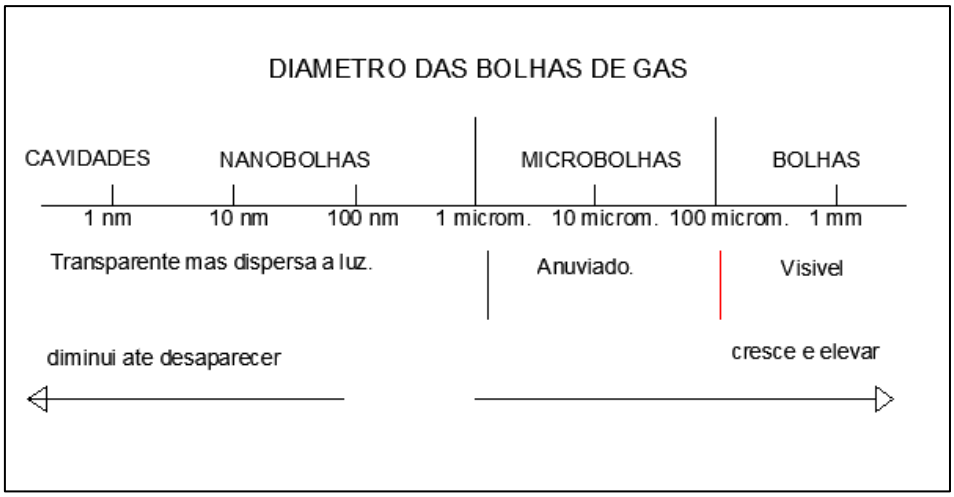


Figura 3 - Diferença de diâmetro e visibilidade de bolas, microbolhas e nanobolhas.

EFETIVIDADE DO OZÔNIO NO CONTROLE DE DOENÇAS DO PAPAIA

O ozônio se destaca por seu alto potencial oxidativo, sendo eficaz na destruição de compostos orgânicos e patógenos. Seu potencial oxidativo é de cerca de 2,07 mV, superior ao do cloro (1,36 mV) e apenas

inferior ao do flúor (3,06 mV) e ao Radical hidroxila (2,08 mV), conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Potencial de oxidação das principais espécies oxidantes

Espécie	mV (milivolts)
Flúor	+ 3,06
Radical hidroxila (OH)	+ 2,80
Ozônio (O_3)	+ 2,07
Peróxido de hidrogênio (H_2O_2)	+ 1,77
Hipoclorito (ClO^-)	+ 1,43
Radical peridoxil (HO_2)	+ 1,42
Cloro (Cl_2)	+ 1,36
Oxigênio (O_2)	+ 1,26

O ozônio atua como um agente antimicrobiano potente, especialmente devido à sua capacidade de oxidar os componentes celulares dos microrganismos. O mecanismo de inativação de microrganismos pelo ozônio envolve processos químicos que destroem as estruturas essenciais para a sobrevivência das células, levando à sua morte, causando:

- Ruptura da membrana celular: O ozônio ataca diretamente a parede celular e a membrana dos microrganismos. Ele oxida lipídios e proteínas presentes nessas estruturas, gerando furos e rompimentos, o que leva ao colapso da célula. Isso é particularmente letal para bactérias, que dependem da integridade de suas paredes celulares para sobreviver.
- Oxidação de componentes intracelulares: Além de atacar a membrana, o ozônio e os radicais livres formados pelo seu colapso (como o oxigênio atômico) entram na célula e oxidam moléculas essenciais, como enzimas, DNA e RNA. Isso impede as funções celulares críticas, como a replicação e a reparação, levando à morte celular.
- Ação específica em microrganismos: As células saudáveis de organismos superiores, como as células humanas, possuem um sistema de defesa antioxidante mais robusto (enzimas como a catalase e a superóxido dismutase), que neutraliza a ação oxidante do ozônio. Por isso, o ozônio afeta mais gravemente células bacterianas e virais, que são menos protegidas contra a oxidação.
- Sensibilidade diferencial: Bactérias gram-positivas, que possuem uma parede celular mais simples e menos resistente, são mais vulneráveis ao ozônio do que bactérias gram-negativas, que possuem uma camada extra de lipopolissacarídeos na parede celular. Fungos e leveduras, por sua vez, têm uma parede celular mais complexa e são um pouco mais resistentes ao ozônio, enquanto esporos bacterianos têm uma resistência ainda maior devido à sua estrutura adaptada para suportar condições adversas.

Morte celular pelo ozônio:

A célula morre por dois principais mecanismos:

- Ruptura da parede celular, o que leva ao vazamento dos conteúdos internos e a falha completa das funções celulares.
- Oxidação de componentes vitais internos, o que inativa funções essenciais e impede a replicação ou reparação celular. Como o ozônio destrói diretamente a célula sem deixar a chance de adaptação, microrganismos não conseguem desenvolver resistência contra ele, ao contrário de alguns agentes antibacterianos tradicionais. Tendo uma ação bactericida fungicida maior que o dobro do poder oxidante do cloro, o ozônio age causando a *lise* das células bacterianas, vírus e fungos através da oxidação da parede celular, membrana citoplasmática e demais componentes da estrutura celular dos microrganismos.

USO DO OZÔNIO NA PÓS-COLHEITA DO PAPAIA

Os trabalhos foram realizados em uma lavoura de mamão papaia da Frutmel Frutas localizada em Sooretama, ES.

Trata-se de uma lavoura da cultivar Aliança implantada em agosto/2020 e sendo que os tratamentos com ozônio foram iniciados em maio/2021, quando as lavouras tinham cerca de 9 meses e iniciavam o processo de colheita.

O experimento consistiu em tratar parte da área com pulverizações de água ozonizada catalisada e estabiliza a uma concentração mínima de 08 a 1,2 ppm.

As pulverizações foram realizadas com turbo atomizador de 2.000 litros com bicos cônicos vazio e volume de calda entre 300 a 400 litros/ha.

As pulverizações em um total de seis, foram realizadas em intervalos semanais nas três primeiras e quinzenal nas três últimas.

Tabela 2 - Datas de realização das pulverizações

Datas das aplicações	Intervalos (dias)
24/mai	-
02/jun	9
09/jun	7
23/jun	14
07/jul	14
17/jul	10

Sendo o restante da área tratada com pulverizações padrão da empresa Frutmel, exceto para o caso de inseticidas e acaricidas que tratavam a área total da lavoura.

Finalizada as pulverizações foram marcados aleatoriamente quatro pontos com cinco plantas cada na área tratada e a padrão (testemunha) e destas parcelas forma colhidos dois frutos por parcela totalizando 10 frutos por parcela e 80 frutos no experimento total sendo 40 tratados com ozônio e 40 tratados pelo método padrão da empresa.

Estes frutos foram levados para a *packing house* e passaram pelo tratamento usual da empresa sendo os da área padrão (testemunha) com produto químico e os da área tratada com uso de ozônio no pós-colheita.

Após tratados na casa de embalagem os frutos foram para o laboratório pós-colheita da Frutmel onde permaneceram por 20 dias em prateleiras sendo avaliados aos: 7, 15 e 20 dias após o tratamento.

Sendo os resultados mostrados abaixo:

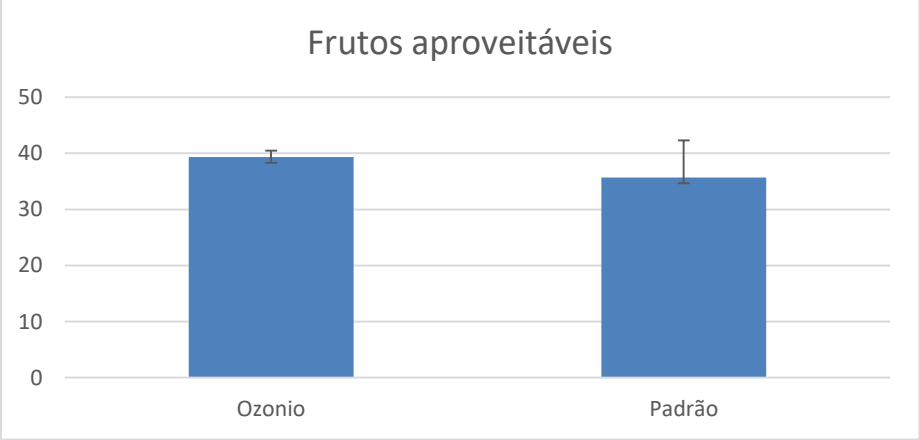


Figura 4 - Frutos aproveitáveis ao final de 20 dias de prateleira.

Figura 5 - Vista das frutas na prateleira no vigésimo dia de avaliação.

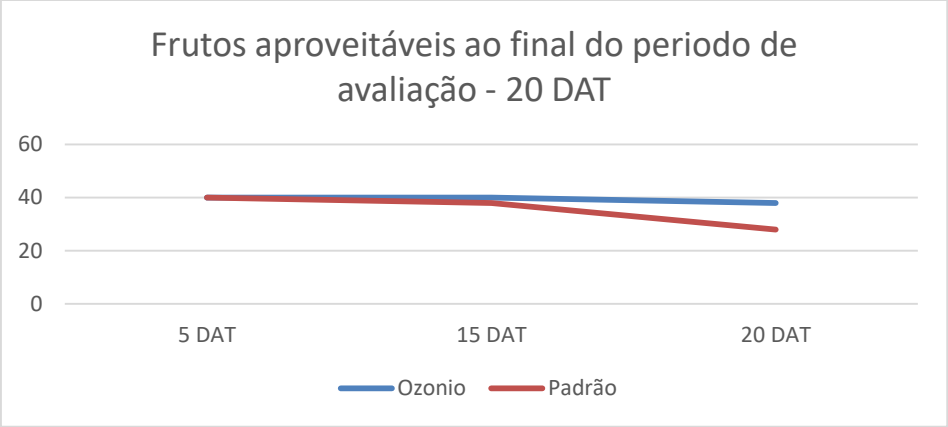


Figura 6 - Aproveitamento geral dos frutos tratados ao final da avaliação.

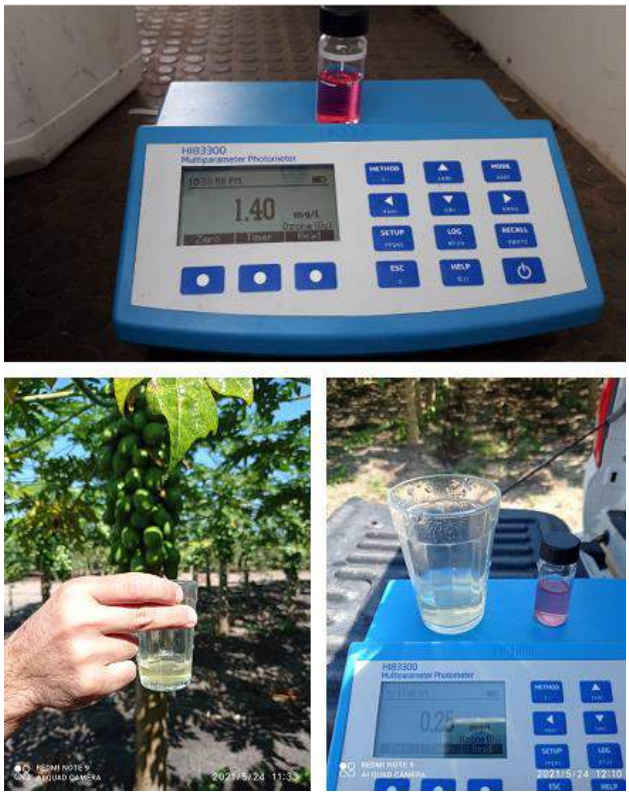


Figura 7 – Concentração de ozônio medida antes e após a pulverização indicando a presença do oxidante no final da operação mostrando que o tratamento foi bem-sucedido.

COMENTÁRIOS E DEFINIÇÕES

Trata-se de um trabalho inicial e que que carece de comprovação com mais pesquisas em diferentes condições de lavouras, épocas e locais, mas fica evidente o potencial do ozônio como sanitizante na cultura do papaia.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALVARES, A. B. C.; DIAPER, C.; PARSONS, S. A. Partial oxidation by ozone to remove recalcitrance from wastewaters-a review. **Environmental Technology**, v. 22, n. 4, p. 409-427, 2001.

CHIRON, S.; FERNANDEZ-ALBA, A.; RODRIGUES, A.; GARCIA-CALVO, E. Pesticide chemical oxidation: state-of-the-art. **Water Research**, v. *34*, n. 2, p. 366-377, 2000.

DOLL, T. E.; FRIMMEL, F. H. Removal of selected persistent organic pollutants by heterogeneous photocatalysis in water. **Catalysis today**, v. 101, n. 3-4, p. 195-202, 2005.

FREIRE, R. S.; PELEGRINI, R.; KUBOTA, L. T.; DURÁN, N.; PERALTA-ZAMORA, P. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química nova**, v. 23, p. 504-511, 2000.

HIRVONEN, A.; TUHKANEN, T.; KALLIOKOSKI, P. Treatment of TCE-and PCE contaminated groundwater using UV/H2O2 and O3/H2O2 oxidation processes. **Water Science and Technology**, v. 33, n. 6, p. 67-73, 1996.

KABRA, K.; CHAUDHARY, R.; SAWHNEY, R. L. Treatment of hazardous organic and inorganic compounds through aqueous-phase photocatalysis: a review. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 43, n. 24, p. 7683-7696, 2004.

MORITA, D. M. **I Encontro sobre Aplicações Ambientais de Processos Oxidativos Avançados**. Águas de São Pedro, Brasil, 2001.

PERALTA-ZAMORA, P.; ESPOSITO, E.; REYES, J.; DURÁN, N. Remediação de efluentes derivados da indústria de papel e celulose: Tratamento Biológico e Fotocatalítico. **Quimica Nova**, v. 20, p. 186-190, 1997.

PERALTA-ZAMORA, P.; WYPYCH, F.; CARNEIRO, L. M.; VAZ, S. R. Remediation of phenol, lignin and paper effluents by advanced oxidative processes. **Environmental Technology**, v. 25, n. 12, p. 1331-1339, 2004.

CETESB, São Paulo. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo 1998-2000**. São Paulo: Cetesb 2001, 194p.

ROBINSON, T.; MCMULLAN, G.; MARCHANT, R.; NIGAM, P. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. **Bioresource Technology**, v. 77, n. 3, p. 247-255, 2001.

VINODGOPAL, K.; PELLER, J.; MAKOGON, O.; KAMAT, P. V. Ultrasonic mineralization of a reactive textile azo dye, remazol black B. **Water Research**, v. 32, n. 12, p. 3646-3650, 1998.

VON GURTEN, U. Ozonation of drinking water: Part I. Oxidation kinetics and product formation. **Water Research**, v. 37, n. 7, p. 1443-1467, 2003.

A TRANSMISSÃO DO COMPLEXO DO VÍRUS DA MELEIRA DO MAMOEIRO

David Shaun Buss[1], Marlonni Maurastoni Araujo[2], Joellington Marinho de Almeida[1], Tathiana Ferreira Sá Antunes[1], José Aires Ventura[1,3], Anna E. Whitfield[2], Patricia Machado Bueno Fernandes[1]

[1]Núcleo de Biotecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, ES. E-mail: dsbuss@gmail.com;
[2]Department of Entomology and Plant Pathology, North Carolina State University. Raleigh, North Carolina, USA;
[3]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Vitória, ES

INTRODUÇÃO

O Brasil representa 12% das exportações mundiais de mamão (42.000 toneladas em 2023, FAO 2024), mas enfrenta forte concorrência no mercado global. Os problemas fitossanitários são um elemento crucial do comércio internacional, não apenas devido à redução da produção envolvida, mas também por causa das restrições quarentenárias de importação, impostas pelos países para proteger sua produção interna de frutas.

A doença da meleira do mamoeiro foi oficialmente relatada no Brasil na década de 1980 (Kitajima *et al*., 1993; Rodrigues *et al.*, 1989) e, posteriormente, no México, Equador e Austrália (Perez-Brito *et al*., 2012; Quito-Ávila *et al*., 2015; Campbell, 2018). O surgimento da meleira em diferentes países produtores de mamão e a ausência de cultivares resistentes à doença demonstram que ela representa um problema potencial e iminente para a cultura do mamoeiro globalmente (Sá Antunes *et al*., 2020).

O QUE CAUSA A MELEIRA?

As pesquisas iniciais demonstraram que a meleira estava associada a um vírus de RNA de dupla fita (dsRNA) denominado posteriormente por Papaya meleira virus (PMeV), colocado provisoriamente na família Totiviridae, (Maciel-Zambolim *et al*., 2003) e, posteriormente, descrito como um "*fusagra-like*" (Maurastoni *et al*., 2023). Isso permitiu as primeiras pesquisas e diagnóstico molecular da doença. Mas é mais complicado do que isso. Em 2016, nosso grupo também descreveu a ocorrência de um segundo vírus, um vírus de RNA de fita simples chamado Papaya meleira virus 2 (PMeV2), classificado como "*umbra-like*", associado a plantas com meleira (Sá Antunes *et al*., 2016). Usando uma combinação de técnicas, foi possível demonstrar que os PMeV e PMeV2 formavam partículas virais com a proteína do capsídeo do PMeV (Sá Antunes *et al*., 2016). Como plantas sintomáticas estão associadas à ocorrência de ambos os vírus PMeV e PMeV2, a etiologia da

meleira foi redefinida (Sá Antunes *et al*., 2020). No entanto, até agora apenas um vírus foi encontrado no México, com 71% de similaridade com o PMeV2 (Garcia-Camera *et al*., 2019) e o vírus equivalente ao PMeV no Equador, tem apenas 56% de similaridade com o PMeV (Quito-Ávila *et al*., 2023).

Como ainda não existem fontes de resistência à meleira em genótipos de mamoeiro, o controle é feito principalmente pela erradicação (remoção e eliminação das plantas doentes), evitando-se que plantas infectadas assintomáticas possam permanecer no campo como fonte de vírus e ocorrer a transmissão para outras plantas nos pomares, desde que um vetor esteja disponível.

COMO A DOENÇA SE DISSEMINA?

Pesquisas iniciais mostraram que a meleira podia ser disseminada mecanicamente, por exemplo, por produtores que utilizam as mesmas ferramentas para cortar árvores consecutivas (Rodrigues *et al*., 1989). No entanto, muitos vírus de plantas são transmitidos por insetos, geralmente uma espécie específica, ou espécies relacionadas (Almeida *et al.*, 2024). Isso parece uma hipótese válida para a meleira. Embora seja importante lembrar que no caso da meleira, os vírus são encontrados principalmente nas células do laticífero, a infecção rompe essas células, presumivelmente tornando o vírus mais disponível para os insetos que se alimentam da planta.

O COMPLEXO PMeV PODERIA SER TRANSMITIDO POR CIGARRINHAS?

Ao monitorar as populações de insetos e a disseminação da doença em plantações de mamão, observou-se uma associação entre a presença de determinadas famílias de insetos e a ocorrência da doença. Estudos relatados anteriormente pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) no Espírito Santo (Ventura *et al*., 2003; Gouvea *et al*., 2018) mapearam a incidência de insetos em relação à meleira. Os insetos foram capturados usando armadilhas adesivas e redes de varredura circular ao longo de um ano, sendo relacionado à incidência de plantas com meleira. Os resultados mostraram uma associação com cigarrinhas, com um pico populacional aproximadamente um mês antes do pico da incidência de meleira, um período de tempo semelhante ao encontrado ao inocular mecanicamente as plantas (Gouvea *et al*., 2018). O mesmo padrão não foi encontrado com moscas-brancas e pulgões.

A descoberta de que o PMeV estava associado à meleira permitiu que técnicas sensíveis de biologia molecular fossem usadas para investigar a presença do vírus, como a reação em cadeia da polimerase (PCR). A PCR de cigarrinhas de um pomar no Espírito Santo, que detectou a presença de PMeV (Benevides, A., comunicação pessoal). Corroborando a ideia de que as cigarrinhas são o vetor, está o trabalho realizado no Centro de Investigación Científica de Yucatán no México (CICY), um colaborador da UFES. Pesquisadores do CICY realizaram um levantamento de insetos em pomares de mamão no México e encontraram que cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) alimentando-se de mamão tinham um alto título de vírus (García-

Cámara *et al*., 2019).

A presença do vírus em um inseto não prova a transmissão, mas apenas que o inseto ~~ele~~ se alimentou de uma planta infectada e adquiriu o vírus. Os insetos podem transmitir os vírus como não persistentes, sobrevivendo segundos ou minutos no estilete do inseto, ou persistentes, sobrevivendo no inseto por dias ou semanas, tipicamente invadindo as glândulas salivares (Dietzgen *et al.*, 2016). Os insetos capazes de hospedar vírus de forma persistentes são mais eficientes como vetores.

Experimentos de transmissão consistem em adicionar insetos a plantas que se sabe estarem infectadas, permitindo que se alimentem nestas plantas, e depois transferi-los para plantas sadias. Se os insetos forem vetores eficientes, ocorrerá a transmissão e as plantas desenvolverão a doença. Essa técnica foi usada com sucesso para provar a transmissão por cigarrinhas adultas no México (García-Cámera *et al*., 2019).

No entanto, embora esses estudos sejam muito interessantes, eles não respondem à questão da transmissão da meleira no Brasil. A variante mexicana do PMeV (PMeV-Mx) não é idêntica à forma brasileira, com variação na sequência (Zamudio-Moreno *et al.*, 2015) e possivelmente um vírus co-inoculante diferente (Quito-Ávila *et al*., 2023). Além disso, as populações de insetos no México e no Brasil são diferentes. Por exemplo, a cigarrinha mais frequente nos pomares de mamão no Espírito Santo é *Solanasca bordia* (Gouvea *et al*., 2018; Martins *et al*., 2022), diferente de *Empoasca papayae* que ocorre no México (García-Cámera *et al*., 2019). Mas as cigarrinhas são fortes candidatas como vetor da doença no Brasil.

O COMPLEXO PMeV PODERIA SER TRANSMITIDO POR MOSCAS-BRANCAS?

Moscas-brancas são comprovadamente transmissoras de vários vírus de plantas (Ghosh *et al*., 2019), e duas foram relatadas em pomares de mamoeiro no Brasil: *Bemisia tabaci* MEAM1 e *Trialeurodes variabilis* (Martins *et al*., 2016). No entanto, não foi encontrada nenhuma relação entre a dinâmica populacional das moscas-brancas em pomares de mamoeiro no Brasil e a incidência da meleira (Lima *et al*., 2003; Gouvea *et al*., 2018). Além disso, experimentos com *Trialeurodes variabilis* no Brasil não conseguiram transmitir a meleira de plantas sintomáticas para plantas assintomáticas (Rodrigues *et al.*, 2009). Há algumas evidências do Equador de que *Bemisia tabaci* pode atuar como vetor do equivalente ao PMeV2 (PpVQ) em laboratório (Cornejo-Franco *et al*., 2018), mas o vetor no campo ainda precisa ser identificado (Quito-Avila *et al*., 2023). Em resumo, é improvável que as moscas-brancas sejam vetores da meleira no Brasil, mas isso ainda precisa ser comprovado.

O COMPLEXO PMeV PODERIA SER TRANSMITIDO POR FUNGOS?

A análise molecular da proteína do capsídeo produzida pelo PMeV e vírus relacionados mostrou que elas são mais semelhantes às proteínas produzidas por vírus que infectam fungos do que às que infectam insetos (Akinyemi *et al*., 2018), levantando a possibilidade de que fungos possam atuar como vetores desse vírus

(Almeida *et al*., 2024). Há um precedente para isso com a transmissão do *Cucumber mosaic virus* (CMV) pelo fungo *Rhizoctonia solani* em *Nicotiana benthamiana* (Andika *et al*., 2017), e sabe-se que vários fungos fitopatogênicos infectam folhas de mamão, embora até agora nenhuma evidência tenha sido encontrada do seu envolvimento com a transmissão dos vírus. Uma possibilidade seriam os fungos endofíticos, que normalmente são considerados inofensivos para as plantas. Fungos endofíticos podem inclusive estar associados a sementes de plantas e ser transmissíveis por sementes (Bamisile *et al*., 2018), o que pode explicar a presença do vírus em sementes no México e na Austrália (Tapia-Tussel *et al*., 2015; Campbell, 2019). No entanto, experimentos no Brasil e no Equador não encontraram evidências de transmissão por sementes (Meissner Filho *et al*., 2021; Quito-Avila *et al*., 2023).

CONCLUSÃO

Os vetores mais prováveis da meleira do mamoeiro no Brasil são as cigarrinhas, possivelmente utilizando outras plantas como fontes de inóculo primário. No entanto, por enquanto, não se pode descartar a possibilidade do envolvimento de outros insetos como vetores, ou até mesmo da transmissão por fungos fitopatogênicos ou endófitos do mamoeiro.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. M. V.; PICCIN, J. G.; RODRIGUES, S. P.; BUSS, D. S.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. 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***, v. 180, n. 1-2, p.11-17, 2012.

AKINYEMI, I. A.; WANG, F.; CHANG, Z. X.; WU, Q. Genome characterisation of the newly identified maize associated totivirus Anhui. **Archives of virology**, v. 163, p. 2929-2931, 2018.

ALMEIDA, J. M.; MAURASTONI, M.; SÁ ANTUNES, T. F.; VENTURA, J. A.; WHITFIELD, A. E; FERNANDES, P. M. B. Efforts to understand transmission of the papaya meleira virus complex by insects. **Tropical Plant Pathology**, v. 49, p. 467-479, 2024.

ANDIKA, I. B.; WEI, S.; CAO, C.; SALAIPETH, L.; KONDO, H.; SUN, L. Phytopathogenic fungus hosts a plant virus: A naturally occurring cross kingdom viral infection. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v. 114, p. 12267-12272. 2017.

BAMISLE, B. S.; DASH, C. K.; AKUTSE, K. S.; KEPPANAN, R.; WANG, L. Fungal endophytes: beyond herbivore management. **Frontiers Microbiology**, v. 9, p. 544, 2018.

CAMPBELL, P. New test to offer early detection of papaya sticky disease. **Papaya Press**, n. 1, p. 1, 2018.

CORNEJO- FRANCO, J. F.; ALVAREZ-QUINTO, R. A.; QUITO-AVILA, D. F. Transmission of the umbra-like papaya virus Q in Ecuador and it's association with meleira-related viruses in Brazil. **Crop Protection**, v.

110, p. 99-102, 2018.

DIETZGEN, R. G.; MANN, K. S.; JOHNSON, K. N. Plant virus-insect vector interactions: current and potential future research directions. **Viruses**, v. 8, n. 11, p. 303. 2016.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Major tropical fruits market review:** Preliminary Results 2023. Rome, 2024. p. 11-13.

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.

GOUVEA, R.; VITÓRIA, R.; ROSA, R.; ALVES, W. D. S.; GIURIATTO, N.; CALATRONI, D.; FANTON, C.; MARTINS, D. S.; QUEIROZ, R. Flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) e ocorrência do vírus da meleira do mamoeiro. p. 1-6. In: MARTINS, D. S. (ed.). Simpósio do Papaya Brasileiro, 7., **Produção e Sustentabilidade**. Vitória: Incaper, Vitória: Incaper, 2018.

KITAJIMA, E. W.; RODRIGUES, C.; SILVEIRA, J.; ALVES, F. L.; VENTURA, J. A.; ARAGÃO, F. J. L.; OLIVEIRA, L. H. R. Association of isometric virus-like particles, restricted to laticifers, with "meleira" ('sticky disease') of papaya (*Carica papaya*). ***Fitopatologia* Brasileira**, v. 18, p. 118-122, 1993.

LIMA, R. C. A.; COUTO, A. O. F.; ANDRADE, J. S.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A.; TATAGIBA, J. S.; COSTA, H. Flutuação populacional de insetos vetores de doenças do mamoeiro e sua relação com a ocorrência de doenças viróticas. p. 539-541. In: MARTINS, D. S. (ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Incaper, Vitória-ES. 2003.

MACIEL-ZAMBOLIM, E.; KUNIEDA-ALONSO, S.; MATSUOKA, K.; DE CARVALHO, M. G.; ZERBINI, F. M. Purification and some properties of papaya meleira virus, a novel virus infecting papayas in Brazil. **Plant Pathology**, v. 52, p. 389-394, 2003.

MAURASTONI, M.; ANTUNES, T. F. S.; ABREU, E. F. M.; RIBEIRO, S. G.; MEHTA, A.; SANCHES, M. M.; FONTES, W.; KITAJIMA, E. W.; CRUZ, F. T.; SANTOS, A. M. C.; VENTURA, J. A.; GOMES, A. C. M. M.; ZERBINI, F. M.; SOSA-ACOSTA, P.; NOGUEIRA, F. C. S.; RODRIGUES, S. P.; ARAGÃO, F. J. L.; WHITFIELD, A. E.; FERNANDES, P. M. B. A capsid protein fragment of a Fusagra-like virus found in *Carica papaya* latex interacts with the 50S ribosomal protein L17. **Viruses**, v. 15, n. 2, p. 541, 2023.

MARTINS, D. S.; DOMINGUEZ NUÑEZ, E. E.; QUEIROZ, R. B.; CULIK, M. P.; FORNAZIER, M. J.; VENTURA, J. A. Cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) associadas ao Mamoeiro (*Carica papaya* L.). p. 223-229. In: MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 8., 2022, Linhares. Papaya Brasil: produção e sustentabilidade. **Anais…** Linhares: Incaper, Cedagro e Brapex, 2022.

MARTINS, D. S.; FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; QUEIROZ, R. B.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S. Pragas do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 293, p. 30-42, 2016.

MEISSNER-FILHO, P. E.; MARTINS, M. V. V.; ANDRADE, E. C.; LIMA, J. S.; DANTAS, A. C. V. L.

Avaliação da transmissão do vírus da meleira do mamoeiro através da semente. **Magistra**, v. 31, p. 727-735, 2021.

NAKAGAWA, J.; TAKAYAMA, Y.; SUZUKAMA, Y. Exudação de látex pelo mamoeiro. Estudo de ocorrência em Teixeira de Freitas, BA. p. 555-559. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 9. Campinas, SP: SBF, **Anais...** Campinas: SBF, 1987.

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, n. 71, p.13564-13570, 2012.

PU, L.: XIE, G., JI, C.; LING, B.; ZHANG, M.; Xu, D.; ZHOU, G. Transmission characteristics of southern rice black-streaked dwarf virus by rice planthoppers. **Crop Protection,** v. 41, p. 71-76, 2012.

QUEIROZ, R. B.; FANTON, C. J.; MARTINS, D. S.; NUÑEZ, E. E. D. Cigarrinhas do mamoeiro e sua relação com o vírus da meleira. p. 127-133. In: MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 8., 2022, Linhares. Papaya Brasil: produção e sustentabilidade. **Anais…** Linhares: Incaper, Cedagro e Brapex, 2022.

QUITO-AVILA, D. F.; ALVAREZ, R. A.; IBARRA, M. A.; MARTIN, R. R. Detection and partial genome sequence of a new umbra-like virus of papaya discovered in Ecuador. **European Journal of Plant Pathology**, v. 143, p. 199-204, 2015.

QUITO-AVILA, D. F.; REYES-PROAÑO, E.; CAÑADA, G.; CORNEJO-FRANCO, J. F.; ALVAREZ-QUINTO, R.; MOREIRA, L.; GRINSTEAD, S.; MOLLOV, D.; KARASEV, A. V. Papaya sticky disease caused by virus couples: a challenge for disease detection and management. **Plant Disease**, v. 107, n. 6, p.1649-1663, 2023.

RODRIGUES, C. H.; VENTURA, J. A.; MAFFIA, L. A. Distribuição e transmissão da meleira em pomares de mamão no Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 14 (Supl.), p. 118, 1989.

RODRIGUES, S. P.; GALVÃO, O. P.; ANDRADE, J. S.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Simplified molecular method for the diagnosis of Papaya meleira virus in papaya latex and tissues. **Summa Phytopathologica**, v. 31, p. 273-275, 2005.

RODRIGUES, S. P.; ANDRADE, J.; VENTURA, J.A.; LINDSEY, G.; FERNANDES, P. M. B. Papaya meleira virus is neither transmitted by infection at wound sites or by the whitefly *Trialeurodes variabilis*. **Journal of Plant Pathology**, v. 91, n. 1, p. 87-91, 2009.

SÁ ANTUNES, T. F.; 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, p. e0155240, 2016.

SÁ ANTUNES, T. F.; 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.

TAPPIA-TUSSEL, R.; MAGANA-ALVAREZ, A.; CORTES-VELASQUEZ, 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.; TATAGIBA, J. D. S.; ANDRADE, J. D. S. Meleira do mamoeiro: Etiologia, sintomas e epidemiologia. p. 267-276. In: MARTINS, D. S. (eds.). **Papaya Brasil:** Qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória: Incaper, 2003.

ZAMUDIO-MORENO, E.; RAMIREZ-PRADO, J. H.; MORENO-VALENZUELA, O. A.; LOPEZ-OCHOA, L. A. Early diagnosis of a Mexican variant of Papaya meleira virus (PMeV-Mx) by RT-PCR**. Genetics and Molecular Research**, v. 14, p. 1145-1154, 2015.

VARIABILIDADE DO VÍRUS DO MOSAICO DO MAMOEIRO E SEUS IMPACTOS NO MANEJO DA DOENÇA

Jorge Alberto Marques Rezende

Departamento de Fitopatologia e Nematologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (*ESALQ*), Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. E-mail: jrezende@usp.br

INTRODUÇÃO

A primeira doença em plantas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) denominada mosaico ("mosaic"), supostamente causada por vírus foi relatada na Jamaica em 1929 (Smith, 1929). Constatações semelhantes de doença do tipo mosaico em mamoeiros foram feitas entre os anos de 1930 e 1980 em países de diferentes continentes como Santo Domingo, Porto Rico, China (Kwangtung), Trinidade, Havaí (Ilha de Oahu), Cuba, Índia (Bombay), Colômbia, Venezuela, entre outros, conforme descrito por Rezende (1984). Embora as denominações variassem ligeiramente, a maioria dos autores naquela época acreditava tratar-se da mesma moléstia na maioria dos países onde ocorria, causada pelo papaya ringspot virus (PRSV). Atualmente, o PRSV é encontrado em 8 países da África, 21 da Ásia, 7 da Europa, 16 da América do Norte, 4 da Oceania e 6 da América do Sul (CABI, 2024).

No Brasil, o mosaico do mamoeiro foi primeiramente constatado em São Paulo (Costa *et al*., 1969) e posteriormente nos estados do Ceará, Paraná e Pernambuco, num intervalo de 10 anos (Rezende, 1984). Atualmente acredita-se que ocorra na maioria dos estados brasileiros onde essa frutífera é explorada economicamente ou em plantas isoladas em chácaras, fundos de quintais etc.

O mosaico sempre foi apontado por todos que o estudaram tratar-se de doença severa, que afeta significativamente o desenvolvimento e a longevidade das plantas e reduz quantitativa e qualitativamente a produção de frutos.

Desde as primeiras contatações do mosaico do mamoeiro, estudos e esforços têm sido empreendidos em quase todas as regiões do globo onde essa frutífera é cultivada para identificar e estabelecer métodos de controle eficientes e duradouros. No entanto, poucos são os exemplos de sucesso, quase 100 anos após o primeiro relato da sua ocorrência na Jamaica (Smith, 1929).

AGENTE CAUSAL, SINTOMAS, TRANSMISSÃO E EPIDEMIOLOGIA DA DOENÇA

O vírus do mosaico do mamoeiro, denominado papaya ringspot virus (PRSV), pertence à espécie *Potyvirus papayanuli*, gênero *Potyvirus* (família *Potyviridae*) (ICVT, 2024). Há dois biótipos de PRSV indistinguíveis sorologicamente: o biótipo P (papaya, mamoeiro) (PRSV-P) que infecta mamoeiro e pode

infectar algumas plantas de espécies de cucurbitáceas e o biótipo W (watermelon, melancia) (PRSV-W) que infecta cucurbitáceas (Gonsalves, 1998).

O PRSV-P possui partículas alongadas e flexuosas, com comprimento médio de 760 - 800 nm e 12 nm de diâmetro. O genoma é constituído por uma molécula de RNA de fita simples, senso positivo (*Purcifull et al*., 1984). Os sintomas induzidos pelo PRSV-P em mamoeiros caracterizam-se pela presença de mosaico, bolhas e deformações foliares, estrias oleosas na haste e nos pecíolos das folhas. Também podem aparecer manchas anelares nos frutos que depreciam sua qualidade junto ao consumidor (Nascimento *et al*., 2021). Os danos de rendimento causados pelo PRSV-P em plantações de mamoeiros podem ser substanciais e variam dependendo de vários fatores, incluindo o estádio das plantas na infecção, a velocidade de disseminação do vírus na plantação, a estirpe viral predominante, as condições ambientais e as práticas de manejo implementadas.

A disseminação do vírus no campo ocorre por diversas espécies de afídeos (pulgões) com relação vírus-vetor do tipo não persistente. Os afídeos não colonizam o mamoeiro, mas o vírus é adquirido e transmitido por eles durante as picadas de provas, com durações de poucos segundos ou minutos. A picada de prova do afídeo tem a finalidade de identificar a planta hospedeira adequada para a sua colonização. Mais de vinte espécies de afídeos já foram avaliadas experimentalmente e consideradas vetoras desse vírus em outros países. No Brasil, *Aphis gossypii*, *A. fabae*, *A. coreopsidis*, *Aphis* sp., *Dactynotus* sp., *Myzus persicae* e *Toxoptera citricidus* foram avaliadas experimentalmente com resultados positivos de transmissão (Costa *et al*., 1969; Barbosa; Paguio, 1982a). Avaliações realizadas por Martins *et al*. (2016) indicam alta diversidade de espécies de afídeos presentes nos pomares de mamoeiro no norte do Espírito Santo, incluindo pelo menos 40 espécies, das quais 22 foram registradas pela primeira vez no Estado. Embora algumas já tivessem sido relatadas como vetoras do PRSV-P, é possível que as demais também o transmitam, variando apenas a eficiência. A transmissão do vírus por sementes de mamão parece ser rara. Há apenas um relato nas Filipinas de transmissão da ordem de 0,15% em sementes de mamão da cultivar Cavite (Bayot *et al*., 1990). Maior taxa de transmissão (48%) foi constatada em sementes de *Robinia pseudoacacia* (Fabaceae) em Arkansas, USA. Plantas dessa espécie podem servir como um reservatório perene do vírus para movimento de curta e longa distâncias via pulgões e pássaros, respectivamente (Laney *et al*., 2012). Experimentalmente o PRSV-P pode ser transmitido através da inoculação mecânica, embora essa modalidade de transmissão não tem significado do ponto de vista epidemiológico da doença.

Além do mamoeiro, o PRSV-P já foi transmitido experimentalmente para plantas de outras espécies do gênero *Carica* (Conover, 1964; Horovitz; Jiménez, 1967), hoje renomeado *Vasconcellea* (Badillo, 2000; 2001). Outras hospedeiras do PRSV-P têm sido encontradas em plantas de diferentes espécies da família *Cucurbitaceae* em testes experimentais de inoculação mecânica e com afídeos. A suscetibilidade dessas plantas, no entanto, é variável em função da origem do isolado viral e das espécies/variedades avaliadas (Adsuar, 1950; Pinto, 1972; Sureka *et al*., 1977; Luque; López, 1977; Mansilla *et al*., 2013; Spadotti *et al*., 2013). Entretanto, pouco se sabe sobre a real importância das plantas de cucurbitáceas na epidemiologia do

mosaico do mamoeiro, devido à escassez de resultados sobre a infecção natural delas com esse potyvirus e alguns resultados contraditórios existentes (Conover, 1964; Barbosa; Paguio, 1982b; Gonsalves, 1998). Por exemplo, análises biológicas e sorológicos de 454 plantas de cucurbitáceas crescendo próximas de mamoeiros infectados com o PRSV-P no nordeste da Tailândia indicaram que 31% delas estavam infectadas com PRSV-W (Gonsalves, 1998), que não infecta mamoeiros. Observações semelhantes foram feitas no Havaí, EUA (Gonsalves, 1998). Na Flórida, testes de recuperação do PRSV-P de plantas de várias cucurbitáceas ocorrendo próximas ou no interior de plantios de mamoeiros doentes produziram resultados negativos (Conover, 1964). Barbosa e Paguio (1982b) não recuperaram o PRSV-P de plantas de *Momordica charantia*, *Cucurbita pepo* e *Melothria fluminensis* desenvolvendo-se próximas ou dentro de plantações de mamoeiros infectados com PRSV-P em Pernambuco, Brasil. Entretanto, Chin *et al*. (2007) recuperaram o PRSV-P de *M. charantia* na Jamaica. Diferentemente, no Brasil, Spadotti *et al*. (2013) constataram que nenhuma planta selvagem ou domesticada (‘nigauri’ ou ‘goya’) de *M. charantia* foi infectada com o PRSV-P em testes de transmissão experimental (inoculações mecânica e com afídeos) ou sob exposição no campo durante 14 meses. Nas Filipinas, Magdalita *et al*. (1990) recuperaram PRSV-P de plantas de *Diplocyclos palmatus* localizadas em abundância perto de plantações de mamoeiros infectados com esse potyvirus. No Brasil, A. S. Costa (J. A. M. Rezende, ESALQ/USP, comunicação pessoal) recuperou o PRSV-P de abóboreiras que estavam presentes em um pomar de mamoeiros infectados. Estudos mais recentes realizados em São Paulo demonstraram que a suscetibilidade de plantas de algumas espécies de cucurbitáceas à infecção natural com o PRSV-P não corresponde necessariamente à obtida na transmissão experimental (Mansilla *et al*., 2013). Esses autores avaliaram a infecção natural de plantas de abobrinha de moita (*Cucurbita pepo* cv. Caserta), melancia (*Citrullus lanatus* híbrido Primepack Plus) e pepino (*Cucumis sativus* cv. Crimson Sweet) à infecção natural quando cultivadas nas entrelinhas de mamoeiros infectados com o PRSV-P. Constataram que as plantas de abobrinha de moita foram infectadas, mas não as de melancia e de pepino. As plantas das três espécies foram infectadas quando inoculadas mecanicamente. Também fizeram várias tentativas sem sucesso de recuperação do PRSV-P de numerosas plantas de abobrinha de moita cv. Caserta cultivadas às distâncias aproximadas de cinco a 80 metros dos mamoeiros doentes no campo. Mais recentemente, Priya *et al*. (2024) investigaram a incidência de infecção natural de mamoeiros e cucurbitáceas com o PRSV-P na Índia e constataram que ele foi detectado predominantemente em mamoeiros. Porém foi transmitido mecanicamente para plantas de diversas espécies de cucurbitáceas, com taxas de infecção de até 45%. Concluíram que plantas de cucurbitáceas não atuam como reservatórios desse potyvirus no campo. Esses resultados, em conjunto, são indicativos de que plantas de algumas espécies de cucurbitáceas exibem resistência de campo, tornando-as sem importância como fontes de inoculo do vírus e na epidemiologia do mosaico do mamoeiro (Mansilla *et al*., 2013; Spadotti *et al*., 2013; Priya *et al*., 2024).

O PRSV-P também infecta plantas de duas espécies da família Chenopodiaceae (*Chenopodium amaranticolor* e *C. quinoa*). Estas reagem apenas com lesões locais quando inoculadas com alguns isolados desse potyvirus (Yeh; Golsalves, 1984). De uma maneira geral, os isolados brasileiros do PRSV-P não causam

lesões nessas plantas, embora Rezende e Costa (1985) tiveram sucesso quando inocularam isolados de São Paulo em *C. quinoa,* cujas sementes eram provenientes dos Estados Unidos da América.

Considerando-se que as plantas de diferentes espécies de cucurbitáceas tem pouco ou nenhuma importância como fontes de inóculo do PRSV-P, a disseminação desse potyvirus dentro e entre plantações ocorre quase que predominantemente a partir de mamoeiros infectados pela ação dos afídeos. A introdução do vírus em plantas sadias de um pomar (infecção primária) ocorre sempre a partir de uma fonte de inóculo externa, isto é, comumente um mamoeiro infectado. Na sequência ocorre a disseminação secundária (dentro da plantação). Esta é rápida, podendo ocasionar a infecção de 100% das plantas do pomar em 3 a 7 meses (Conover, 1976; Barbosa; Paguio, 1982b).

ORIGEM DO PRSV-P

Estudos filogenéticos realizados com sequências de nucleotídeos do gene da proteína capsidial ("coat protein" - CP) de seis isolados do PRSV da Austrália e três da Asia levaram Bateson *et al*. (1994) a concluírem que o PRSV-P, primeiramente relatado na Austrália em 1991, originou do PRSV-W, encontrado pela primeira vez no país em 1978. Usando a mesma metodologia, Bateson *et al*. (2002) ampliaram o estudo e analisaram isolados de ambos os biótipos de PRSV do Vietnã (50), Tailândia (13), Índia (1) e Filipinas (1), juntamente com 28 sequências de nucleotídeos de outros isolados do PRSV já publicadas, para melhor compreensão da evolução desse potyvirus. Os autores concluíram que mutações, juntamente com o movimento local e de longa distância, contribuíram para a variação populacional e confirmaram a conclusão acima de que as populações do biótipo PRSV-P evoluíram em várias ocasiões a partir de populações do biótipo PRSV-W.

Análises filogenéticas posteriores, usando sequências de nucleotídeos do gene que codifica a CP dos potyvirus em geral apontaram que a sua dispersão ocorreu na atual época geológica, o Holoceno, aproximadamente 6.600 anos atrás, durante a qual a agricultura e a complexa civilização humana se desenvolveram (Gibbs *et al*., 2008). No caso particular do PRSV-P, segundo os autores, a sua filogenia indicou que ele migrou, em momentos diferentes, da Índia via Leste Asiático para várias ilhas do Pacífico. Depois, migrou da Índia para as Américas e de lá, recentemente, para duas ilhas do Pacífico e Austrália. Essas migrações, no entanto, segundo eles, somente podem ter ocorrido por meio da transmissão do vírus por sementes, o que não é conhecido para sementes de mamão e cucurbitáceas, apesar do raro relato de Bayot *et al.* (1990). Como os hospedeiros mais antigos desse potyvirus são cucurbitáceas do Velho Mundo, os autores apontaram que ele pode ter sido transportando em sementes de plantas das espécies *C. lanatus*, *Cucumis* spp., *Lagenaria siceraria*, *Luffa* spp., *M. charantia* e *Trichosanthes cucumerina*. Não se pode excluir a possibilidade de transporte do vírus em sementes de plantas hospedeiras ainda não identificadas de outras famílias botânicas, onde a transmissão seja mais robusta, como constatado por Laney *et al*. (2012) em sementes da Fabaceae *R. pseudoacacia*.

De acordo com Basavaraj *et al*. (2023) somente um estudo de recombinação de um grande número de

isolados (tipos P e W), originários de diferentes regiões geográficas, poderá fornecer informações biológicas e moleculares que confirmarão se o PRSV-P evoluiu a partir do PRSV-W, como foi sugerido por Bateson *et al*. (2002). O conhecimento da diversidade genética entre isolados/populações de PRSV-P/W, além do potencial de permitir melhor compreensão sobre origem e evolução, também poderá ser útil na elaboração de estratégias para o manejo do mosaico do mamoeiro.

Estudo de diversidade genética entre isolados de PRSV foi realizado por Wang e Yeh (1997) com sequências completas de nucleotídeos do genoma de um isolado de Taiwan (PRSV YK) e um isolado do Havaí (PRSV HA). As sequências de nucleotídeos dos genomas completos e de aminoácidos da poliproteina compartilharam 83,4% e 90,6% de identidade, respectivamente. Os genes que codificam a proteína P1 foram os de maior variabilidade, com 70,9% de identidade de nucleotídeos e 66,7% nos aminoácidos codificados.

Investigações sobre a diversidade genética para outras regiões do genoma do PRSV-P (genes da inclusão nuclear b - NIb e da CP) foram realizados por Wang *et al*. (1994). A sequência desses genes do isolado PRSV YK de Taiwan foi comparada com aquelas dos isolados PRSV-HA (Havaí), PRSV-HA 5-1 (estirpe fraca obtida por mutação no isolado PRSV-HA com ácido nitroso), PRSV W(fl) (Flórida) e PRSV W (Austrália). Os autores constataram que o gene NIb do PRSV YK exibiu 83,1% e 95,7% de identidade de nucleotídeos e amino ácidos, respectivamente, com as sequências correspondentes do PRSV-HA HA. Comparação do gene que codifica a CP do PRSV-YK com as dos isolados PRSV-HA, PRSV-HA 5-1 e PRSV W(fl) mostrou 89,7%, 89,9% e 89,6% de identidade nas sequências de nucleotídeos e de 93,2%, 93,3% e 93,5% nas sequências de amino ácidos, respectivamente. Somente parte do genoma da CP do isolado PRSV W (Austrália) foi comparada com a do PRSV YK. Elas compartilharam 90,3% e 94,8% de identidade nas sequências de nucleotídeos e de amino ácidos, respectivamente. Os autores apontaram que a maioria das diferenças de nucleotídeos ocorreram em bases oscilantes dos códons que mantiveram as sequências de amino ácidos da proteína conservadas. Isso sugere uma pressão seletiva comum para manter a conformação proteica.

O gene que codifica a CP é a região do genoma do PRSV-P mais estudada, onde mais de 800 sequências de nucleotídeos de isolados de diferentes localidades estão disponíveis no GenBank (Basavaraj *et al*., 2023). Considerando-se isolados brasileiros do PRSV-P, Lima *et al*. (2002) foram os primeiros a analisar a diversidade de 12 isolados desse potyvirus, coletados em oito estados de quatro regiões geográficas do país. Constataram um grau de identidade médio de 97,3% para as sequências de nucleotídeos entre os isolados brasileiros. Quando comparados com 27 isolados de outras regiões do mundo a identidade média foi de 90,7%. Em outro estudo, Martínez *et al*. (2014) avaliaram a diversidade genética de 21 isolados de PRSV-P do Brasil e 7 de Cuba com base no gene que codifica a CP e constaram identidades de 91% a 100% nas sequências de nucleotídeos dos isolados brasileiros. Identidades nas sequências de amino ácidos da CP variaram de 90% a 100%.

DIVERSIDADE GENÉTICA E IMPACTOS NO MANEJO DA DOENÇA

Melhoramento genético para variedades resistentes

A obtenção de variedades resistentes e/ou tolerantes, tanto dentro da espécie cultivada *C. papaya*, como através de tentativas de transferência para esta, de genes de resistência e imunidade encontrados em espécies do gênero *Vasconcellea*, tem sido motivo de investigações há várias décadas, por ser este o método ideal de controle da doença. Os resultados alcançados nessas linhas de abordagem do problema, todavia, ainda não proporcionaram o resultado almejado. No primeiro caso, devido à ausência de genes de resistência dentro de *C. papaya* (Sharma *et al*., 2019; Sharma; Tripathi, 2021), enquanto no segundo, barreiras genéticas têm dificultado as tentativas de cruzamentos. Os primeiros cruzamentos entre *C. papaya* com *V. cauliflora* tiveram início na década de 1950 (Horovitz; Jiménez, 1958). Sucesso inicial, porém, variável na hibridização entre *C. papaya* e *V. cauliflora* foi relatado por pesquisadores de diferentes países (Horovitz; Jiménez, 1967; Manshardt; Wenslaff, 1989a; Magdalita *et al*., 1997; Drew *et al*., 1998), inclusive do Brasil (Nagai; Carvalho, 1974). Problemas de mesma natureza foram encontrados na hibridização entre *C. papaya* e *V. pubescens* e entre *C. papaya* e *V. stipulata* (Drew *et al*., 1998; Manshardt; Wenslaff, 1989b). A incompatibilidade entre *C. papaya* e espécies de *Vasconcellea* resistentes ao PRSV foi o motivo da grande dificuldade em produzir híbridos viáveis com resistência a esse potyvirus. Essa dificuldade foi atribuída às barreiras pós-zigóticas, como desenvolvimento anormal do endosperma ou aborto de óvulos e embriões (Manshardt; Wenslaff, 1989a). Essas barreiras foram sobrepostas por Magdalita *et al*. (1996) com o desenvolvimento de um protocolo de resgate e germinação *in vitro* de embriões imaturos de *C. papaya* vs *V. cauliflora*. Drew *et al*. (2006) foram os primeiros a relatar a obtenção de plantas férteis de retrocruzamento de um híbrido entre *C. papaya* x *V. quercifolia* com *C. papaya.* Algumas plantas desse retrocruzamento exibiram atraso na expressão e na severidade de sintomas quando inoculadas com o PRSV-P. Além disso, frutos comercialmente aceitáveis foram produzidos por plantas da geração BC2.

Outra maneira de sobrepor problemas de incompatibilidade nos cruzamentos entre *C. papaya* e espécies de *Vasconcellea* foi a utilização do conceito de "cruzamentos pontes" estabelecido por O'Brien e Drew (2009) para a transferência da resistência de *V. cundinamarcensis* para *C. papaya*. A espécie ponte utilizada foi *V. parviflora*, considerada a mais próxima de *C. papaya*, porém suscetível ao PRSV-P. Constatou-se que plantas F2 de *V. pubescens* x *V. parviflora*, contendo o alelo de resistência ao PRSV-P, foi retrocruzada com *V. parviflora*, resultando em plantas BC1 férteis. Subsequentemente, foi produzida uma população BC2 com *V. parviflora*, tendo plantas contendo o gene de resistência ao PRSV-P. Espera-se que esse procedimento permita superar a incompatibilidade entre *V. pubescens* e *C. papaya*, permitindo a transferência da resistência ao PRSV-P para *C. papaya* por meio de cruzamentos convencionais.

Apesar dos avanços para superar problemas de incompatibilidade nos cruzamentos entre *C. papaya* e espécies de *Vasconcellea*, até o momento não há conhecimento de plantio comercial de algum desses híbridos para o controle do mosaico do mamoeiro no mundo. Segundo Sharma e Tripathi (2021) o sucesso dessa

tecnologia para solução do mosaico do mamoeiro ainda depende de esforços concentrados de uma equipe com habilidades em reprodução, resgate de embriões, cultura *in vitro*, aclimatação, citologia e virologia.

Mamoeiros transgênicos

O desenvolvimento de mamoeiro transgênico com resistência ao PRSV é uma excelente alternativa para o controle do mosaico que vem sendo investigada em diversos países como Brasil, China, Jamaica, Taiwan, Indonésia, Malásia, Índia, Filipinas, Venezuela e Bangladesh (Kumari *et al*., 2015), porém somente aplicada em campo em escala comercial no Havai, USA desde a década de 1990 (Gonsalves *et al*., 2004; 2010).

O primeiro mamoeiro transgênico, expressando o gene da CP da estirpe fraca PRSV HA 5 foi desenvolvido no Havaí por Fitch *et al*. (1990). Essa estirpe foi produzida através de mutação induzida na estirpe severa PRSV-HA pelo tratamento com ácido nitroso. A linhagem transgênica mostrou alto nível de resistência ao isolado severo PRSV-HA do Havaí, após múltipla inoculação mecânica e por enxertia. No entanto, as plantas não foram resistentes quando inoculadas com isolados do PRSV-P serologicamente relacionados com o PRSV HA 5, inclusive um isolado do Brasil (Tennant *et al*., 1994). Trabalhos subsequentes mostraram que a resistência do mamoeiro transgênico é mediada por RNA e se deve ao silenciamento gênico pós-translacional associado ao alto nível de identidade das sequências de nucleotídeos dos genes que codificam a CP da estirpe PRSV HA 5 e severa do vírus (Gonsalves, 2002). Ensaios de campo mostraram que os mamoeiros transgênicos Rainbow e SunUp, desenvolvidos com essa tecnologia, foram resistentes ao vírus sob alta pressão de inóculo. Em 1998 esses mamoeiros foram liberados para plantios comerciais e comercialização dos frutos no Havaí (Gonsalves, 2002). De acordo com a Hawaii Papaya Industry Association (2015), em 15 anos de cultivo desses mamoeiros foram produzidas aproximadamente 118.000 toneladas de frutos. Além do Havaí, frutos de plantas transgênicas são consumidos no Japão, Canadá e Hong Kong (Baranski *et al*., 2019).

Cinco progênies X17-2 de mamoeiros transgênicos foram desenvolvidas na Florida, USA, e avaliadas para resistência às estirpes severas PRSV H1K, H1C e H1A que ocorrem naturalmente naquele estado. Diferente das plantas não transgênicas, que exibiram sintomas severos de mosaico, os mamoeiros transgênicos foram resistentes à estirpe H1K e tolerantes às outras duas estirpes (Baranski *et al*., 2019). Apesar de o Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) ter afirmado que os produtores de mamão da Flórida poderiam ter sucesso com híbridos oriundos da linhagem X17-2 (Baranski *et al*., 2019), não há notícia de mamoeiros transgênicos resistentes ao PRSV-P cultivados comercialmente nesse estado.

Mamoeiro transgênico expressando o gene da CP do isolado YK de Taiwan foi desenvolvido por Cheng *et al*. (1996). De um total de 45 linhagens transgênicas, 17 foram resistentes, 10 altamente resistentes e duas (18-0-9 e 19-0-1) imunes à infecção com o isolado YK (Bau *et al*., 2003). Essas duas linhagens também apresentaram alto nível de resistência à infecção com isolados da Tailândia, do Havaí e do México. Essa menor especificidade da resistência levou os autores a apontarem que essas linhagens transgênicas poderiam ser eficientes para o controle da doença em outras regiões geográficas, diferente dos resultados obtidos com os

mamoeiros transgênicos do Havaí. No entanto, durante o quarto ensaio de campo para a avaliação da resistência dos mamoeiros surgiram plantas exibindo sintomas severos da doença, posteriormente confirmada ser causada por um outro potyvirus denominado papaya leaf distortion mosaic virus (PLDMV) (Bau *et al*., 2008). Diante desse novo cenário, Kung *et al*. (2009) produziram mamoeiros transgênicos expressando a região codificadora truncada do gene da CP do PLDMV, isolado P-TW-WF e a região 3′ não traduzida completa do isolado PRSV YK, por meio de transformação mediada por *Agrobacterium* para gerar plantas resistentes aos dois potyvirus. Os resultados indicaram que a resistência aos dois vírus nas plantas transgênicas resultou de duas ou mais cópias dos transgenes e a resistência estava associada ao mecanismo de silenciamento gênico pós-transcricional. Além disso, três das nove linhagens resistentes mostraram altos níveis de resistência a isolados heterólogas do PRSV originários do Havaí, da Tailândia e do México. No entanto, em ensaios de campo durante quatro anos, tanto os mamoeiros transgênicos resistentes ao PRSV-P, quanto aqueles resistentes ao PRSV-P + PLDMV mostraram-se suscetíveis a um isolado mais virulento, denominado PRSV 5-19 (Kung *et al*., 2015). Os autores demonstraram que o isolado PRSV 5-19 apresentava forte capacidade de suprimir o silenciamento gênico e quebrar a resistência dos mamoeiros transgênicos.

Na China, desde a década de 1990, vários grupos de pesquisa têm se dedicado a obtenção de mamoeiros transgênicos resistentes ao PRSV-P utilizando diferentes estratégias. O mamoeiro transgênico Huanong No 1, contendo o gene da inclusão nuclear b (NIb) foi licenciado para cultivo comercial em 2006 pelo State Biosafety Committee of Agricultural GM Organisms, Ministry of Agriculture, China (Ye; Li, 2010). Em 2012, mamoeiros transgênicos exibindo sintomas severos de mosaico foram encontrados em Guangdong e Hainan. Caracterização molecular de isolados coletados dessas regiões durante 2012 e 2016 indicaram que eles eram bastante diferentes dos isolados originalmente relatados na China. Os autores concluíram que a variação genética do PRSV e a formação de uma nova variante do vírus podem explicar a perda da resistência do mamoeiro transgênico Huanong No 1 no sul da China (Wu *et al*., 2018).

No Brasil, trabalhos em parceria com pesquisadores da Universidade de Cornell, USA, geraram plantas transgênicas do mamoeiro cultivar Sunrise Solo contendo o gene da CP de um isolado do PRSV-P coletado na Bahia (Souza Júnior *et al*., 2005). Avaliações no campo indicaram que os mamoeiros transgênicos 1/6/59 e 3/46/52 apresentaram resistência ao PRSV-P, exibiram boas características agronômicas e com homozigose do gene da CP (Meissner Filho *et al*., 2021; 2022). Esse estudo parece ter sido descontinuado porque o mamoeiro transgênico continha genes marcadores para resistência a antibióticos que poderiam gerar problemas na comercialização (Silva *et al*., 2021). Segundo Meissner Filho *et al*. (2022), novas variedades de mamoeiros transgênicos que estão em desenvolvimento no Brasil precisam ter resistência ao PRSV-P e ao vírus da meleira (papaya meleira virus – PMeV); os mais importantes na atualidade na cultura do mamoeiro no país.

Premunização

A premunização tem por base o princípio da proteção que ocorre entre vírus de plantas, mais

especificamente entre estirpes de um mesmo vírus, cujos primeiros relatos foram os de Wingard (1928), Mckinney (1929) e Salaman (1937). A indicação da proteção como alternativa de controle de fitoviroses, por meio da premunização, é tão antiga quanto a descoberta desse fenômeno (Salaman, 1937). É uma alternativa ecologicamente segura para o controle de fitoviroses. No entanto, somente na década de 50 foram realizados os primeiros trabalhos experimentais sobre a aplicação prática da premunização para o controle do intumescimento da haste do cacaueiro (cocoa swollen shoot virus - CSSV) na África (Posnette; Todd, 1955) e do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (passion fruit woodiness virus - PWV) na Austrália (Simmonds, 1959). No caso do intumescimento da haste do cacaueiro, apesar dos esforços de décadas de trabalho, a premunização ainda não está consistentemente estabelecida para o controle da doença (Domfeh *et al*., 2019).

Poucos são os casos de aplicação consistente e de sucesso da premunização no controle de fitoviroses. O exemplo mais antigo é o da premunização de plantas de laranja Pêra para o controle da tristeza dos citros (citros tristeza virus – CTV) iniciada na década de 1969. Anos mais tarde, Müller e Costa (1981), Rezende e Müller (1995) e Müller e Rezende (2004) apontaram que o uso da premunização para o controle da tristeza em plantas de laranja Pêra foi praticamente o único caso no mundo em que essa técnica atingiu escala comercial de desenvolvimento, provocando o ressurgimento do cultivo dessa variedade, que quase desapareceu do estado de São Paulo, por causa da sua alta sensibilidade à essa virose. Há relatados da aplicação comercial da premunização para o controle da tristeza em pomares de pomelos na Austrália (Fraser; Broadbent, 1979), no Japão (Sasaki, 1979), na África do Sul (Van Vuuren *et al*., 1993), na Índia e em Israel (Hamilton, 1985).

Outro exemplo de aplicação comercial em larga escala é para o controle do mosaico do tomateiro causado pelo pepino mosaic virus (PeMV), gênero Potexvirus, cujos primeiros estudos são da década de 2010 (De Nayer *et al*., 2011). Em 2015, a European Food Safety Authority. (EFSA) concluiu que não havia risco para o consumidor ao usar a estirpe fraca PepMV CH2 para fins de premunização de tomateiros, desde que o produto aplicado estivesse livre de contaminantes microbianos. Desde então, diferentes produtos (PMV-01, VX1 e V10), constituídos por estirpes fracas do PepMV, estão licenciados pela EFSA e são comercializados em diversos países europeus, protegendo tomateiros plantados em milhares de hectares (Pechinger *et al*., 2019). Todos esses produtos têm em comum a mistura de mais de uma estirpe fraca, uma vez que o PepMV é constituído por quatro grupos genéticos distintos. Assim, diferentes isolados causam sintomas distintos dependendo do hospedeiro e podem causar a quebra de proteção em plantas premunizadas.

O uso da premunização para o controle do mosaico do mamoeiro foi investigado na década de 1980 em Taiwan, no Brasil e nos E.U.A. (Rezende *et al*., 1981; Rezende, 1985; Yeh; Gonsalves, 1984). No entanto, apesar dos esforços dispendidos, os resultados obtidos não permitiram a implantação comercial dessa tecnologia no controle da doença em campo. Problemas de aparente instabilidade das estirpes fracas selecionadas e/ou de quebra na proteção das plantas premunizadas levaram, naquela época, a descontinuidade dos estudos dessa abordagem de controle da doença. Novas tentativas de premunização de mamoeiros com estirpes fracas do vírus coletadas de mamoeiros exibindo sintomas fracos de mosaico em pomares na região Norte do estado do Espírito Santo foram feitas na década de 2010, porém os resultados não foram promissores

(Moreira, 2009). Mais uma vez os trabalhos brasileiros foram interrompidos. Fato semelhante ocorreu no Equador, quando Medina-Salguero *et al*. (2021) caracterizaram molecularmente um isolado fraco do PRSV-P obtido de mamoeiro no campo e avaliaram a proteção de plantas em casa de vegetação. Constataram que o isolado fraco não conferiu proteção duradoura contra um isolado severo do vírus obtido do mesmo campo. Além disso, a detecção específica do isolado em plantas com infecção mista mostrou que o isolado severo se tornava dominante nas infecções, enquanto o isolado fraco ficou indetectável entre 90 - 120 dias após a superinfecção. Acrescenta-se que esse isolado fraco foi detectado por "Reverse Transcription – Polimerase Chain Reaction" (RT-PCR), com primers específicos, em plantações de mamoeiros de duas das cinco províncias pesquisadas no país.

Muitas teorias têm sido propostas para o fenômeno da proteção entre vírus de plantas, porém experimentos adequados para testar algumas delas ainda não foram executados. Entre as teorias existentes, aquela que aponta o envolvimento da CP no mecanismo de proteção já foi demonstrada experimentalmente por Sherwood e Fulton (1982). Em resumo, esses autores, trabalhando com estirpes do vírus do mosaico do fumo (tobacco mosaic virus - TMV) em plantas de *Nicotiana sylvestris*, demonstraram que o mecanismo que provoca a separação da partícula completa em seus dois componentes é específico e fica inoperante para estirpes do mesmo vírus. Isto porque, quando plantas infectadas com uma estirpe causadora de mosaico foram inoculadas com uma segunda estirpe, indutora de lesões locais, na forma de RNA desprovido da capa protéica, a proteção foi quebrada. Esse resultado foi confirmado por Rezende e Sherwood (1991) em trabalho com as mesmas estirpes do TMV, porém utilizando plantas de *N. tabacum*. Resultados semelhantes foram obtidos por Dodds *et al*. (1985) entre estirpes do cucumber mosaic virus (CMV).

O silenciamento do RNA também já foi proposto e demonstrado experimentalmente para explicar a proteção entre vírus de plantas. Nesse caso, o RNA de fita dupla (dsRNA) produzido durante a replicação viral é reconhecido por enzimas semelhantes à Dicer (DCL) e clivado em pequenos fragmentos com 21 a 26 nucleotídeos. Esses fragmentos, denominados RNAs interferentes, são capazes de aumentar a resposta da planta ao silenciamento do RNA através da formação de um complexo silenciador induzido por RNA, denominado "RNA-induced silencing complex" (RISC), juntamente com proteínas Argonaute. RISC tem atividade de RNase III e degrada RNAs que compartilham identidade de sequência de nucleotídeos com os RNAs interferentes que formaram o RISC. Esses RNAs interferentes movem sistemicamente na planta onde atuam no silenciamento viral (Pechinger *et al*., 2019). No entanto, há estudos com isolados de CMV que demonstram que o silenciamento de RNA por si só não é capaz de explicar completamente o mecanismo de proteção (Ziebell *et al*., 2007). Falhas na proteção têm sido atribuídas a diversidades genéticas entre as estirpes dos vírus, como relatado para a estirpe fraca PRSV-P HA 5-1, originária da estirpe severa do Havaí por mutação com ácido nitroso. Essa estirpe fraca ofereceu boa proteção em mamoeiros contra o isolado homólogo (HA), alguma proteção contra isolados do vírus de Taiwan, porém nenhuma contra isolados da Florida, México e Tailandia (Wang *et al*., 1987; Yeh; Gonsalves, 1994). Segundo os autores, essa falha se deve provavelmente ao baixo grau de homologia nas sequências de nucleotídeos da estirpe fraca e dos diferentes isolados, uma vez

que alto grau de homologia é condição *sine qua non* para a ativação do silenciamento gênico.

No caso da premunização de citrus para controle da tristeza causada pelo CTV foi proposto o mecanismo da exclusão da superinfecção, que ocorre entre isolados da mesma população genética, mas não entre isolados de populações diferentes do vírus (Folimonova *et al*., 2010). Homologia entre os isolados seria, portanto, a condição *sine qua non* para a proteção. Há evidências experimentais de que a exclusão da superinfecção entre isolados do CTV requer a produção de uma proteína viral específica, a p33 (Folimonova, 2012) e não parece envolver o silenciamento de RNA (Folimonova *et al*., 2010).

Com base no conhecimento de que as estirpes fracas Pera/IAC (Costa *et al*., 2010) e GFMS-12 (Scott *et al*., 2013) do CTV, utilizadas eficientemente no controle da doença por premunização, são misturas de diferentes genótipos (populações), Pechinger *et al*. (2019) sugerem que um potencial mecanismo de proteção seria a interação de diferentes isolados para alterar a aptidão de um ou mais componentes da população. Pode ser que uma mistura de isolados protetores seja capaz de incorporar um isolado patogênico superinoculado na população, reduzindo sua aptidão de tal forma que não pode acumular ou expressar no nível necessário para causar doença severa.

Esse princípio parece ser utilizado de maneira eficiente na premunização para o controle do mosaico do tomateiro, causado pelo PepMV. O PepMV é classificado em seis estirpes com base em características biológicas e moleculares: estirpe Europeia (EU), norte americana (US1/CH1), Chilena (CH2), recombinante (US2), original do Peru (LP) e uma nova estirpe Peruana (PES). Isolados da mesma estirpe possuem identidades nas sequências de nucleotídeos entre 95 – 100%, enquanto aqueles de diferentes estirpes variam de 78 - 94% (Agüero *et al*., 2018). Experimentos em casa de vegetação na Holanda, com plantas de tomate inoculadas com uma mistura de isolados fracos das estirpes Peruana (LP) e Chilena (CH2), denominados VX1 e VC1, respectivamente, protegeram contra as estirpes severas EU e CH2. A mistura, denominada V10, evitou quase completamente o aparecimento de sintomas virais como necrose de folhas e caules, atrofiamento, perda de qualidade dos frutos e perda de rendimento, causados pelos isolados virulentos. Em contraste, quando apenas um único isolado fraco (CH2) foi usado, não houve proteção (Vermunt; Kaarsemaker, 2017).

Na Espanha, experimentos no campo evidenciaram que dois isolados fracos derivados das estirpes EU e CH2 (predominantes no país), denominados respectivamente PepMV-Sp13 e PepMV-PS5, protegeram eficientemente as plantas quando inoculados em mistura. As estirpes EU e CH2 apresentam identidade de nucleotídeos de 78% (Agüero *et al*., 2018).

É interessante observar que a maioria dos mecanismos propostos para explicar a especificidade da proteção geralmente assume que os eventos que controlam a interação entre as estirpes do vírus são relativamente independentes da hospedeira. No entanto, evidências experimentais obtidas por Rezende *et al*. (1992) mostraram que a espécie vegetal também parece participar da interação ao estudarem a proteção entre duas estirpes do TMV em *Arabidopsis thaliana* cv. Columbia e *Nicotiana tabacum* cvs. Samsun e Xanthi. A proteção em *A. thaliana* cv. Columbia foi expressa como uma prevenção do movimento sistêmico da estirpe superinoculada, independentemente da estirpe protetora do TMV. A proteção em *N. tabacum* cvs. Samsun e

Xanthi resultou da inibição precoce do processo de infecção. O envolvimento da espécie da planta hospedeira na proteção também foi constatado nos estudos de premunização com estirpes fracas do potyvirus cowpea aphid borne mosaic vírus (CABMV), causador do endurecimento dos frutos do maracujazeiro, que não protegeram plantas de maracujá, porém protegeram eficientemente plantas de crotalária (Novaes; Rezende, 2003; 2005). É oportuno constatar que a premunização para controle do mosaico comum das cucurbitáceas, causado pelo biótipo PRSV-W, mostrou-se altamente eficiente na proteção de plantas de abobrinha de moita (Rezende; Pacheco, 1998) abóbora cv. Menina Brasileira (Rezende *et al*., 1999) e abóbora híbrida (Dias; Rezende, 2000), em experimentos em casa de vegetação e no campo. Também se verificou alta estabilidade de estirpes fracas do PRSV-W após passagens sucessivas por abobrinha de moita (Rezende; Pacheco, 1997). Com base em estudos evolutivos do PRSV-P (Bateson *et al*., 1994; 2002) e do CABMV (Barros *et al*., 2011; Nicolini *et al*., 2012; Rodrigues *et al*., 2015), pode-se sugerir que a adaptação do vírus para a planta hospedeira (PRSV-W/Cucurbitaceae e CABMV/Fabaceae) também pode desempenhar papel importante na proteção.

A manipulação do genoma viral pode ser uma aliada para a geração de estirpes fracas estáveis e com maior potencial de proteção. No caso dos potyvirus, essas mutações devem ser direcionadas aos motivos conservados do gene que codifica a "helper component protein" (HC-Pro) (supressora do silenciamento gênico) que é responsável pela patogenicidade viral. Um dos primeiros relatos de mutação no genoma de potyvirus que originou uma variante que induziu sintomas fracos nas plantas foi o de Atreya *et al*. (1992). Esses autores estavam interessados em estudar mutações no gene HC-Pro do tobacco vein mottling virus (TVMV) necessárias para a transmissão de potyvirus por afídeos. Além de confirmar que certas mutações nesse gene aboliram a transmissão pelo vetor, eles constataram, inesperadamente que uma única mutação no nucleotídeo 307 reduziu drasticamente a expressão de sintomas em plantas de fumo. Gal-On (2000), trabalhando com clone infeccioso do potyvirus zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), foi o primeiro a constatar que a substituição de arginina por isoleucina na posição 180 no motivo conservado Phe-Arg-Asn-Lys (FRNK) da proteína HC-Pro desse potyvirus originou uma estirpe que induziu sintomas fracos em plantas de abóbora, pepino, melão e melancia e ainda as protegeu contra a infecção com a estirpe severa do ZYMV. Ainda mais, essa variante induziu sintomas fracos de mosaico por longo período após passagens sucessivas por plantas de abóbora. Na mesma linha, Huang *et al*. (2019) construíram um clone infeccioso do PRSV-W, em que selecionaram dez variantes atenuados obtidos pela introdução de mutações direcionadas no gene HC-Pro e constaram que dois variantes que induziram sintomas fracos em plantas de melão (*Cucumis melo*) protegeram-nas contra a infecção com a estirpe severa do vírus.

Estratégia semelhante foi utilizada por Tran *et al*. (2022) para tentar solucionar o problema de especificidade da estirpe fraca PRSV-P HA 5-1 no poder de proteção contra estipes severas do PRSV-P em mamoeiros. Os autores geraram uma estirpe fraca recombinante usando a estirpe HA 5-1 como "espinha dorsal" contendo o gene da CP e a região 3' não traduzida de um isolado comum do sul do Vietnam (PRSV-TG5). Embora a estirpe fraca recombinante (HA51/TG5-CP3') tenha proporcionado 73% de proteção contra o isolado comum TG5, não foi considerada suficiente para fins práticos. Diante desses resultados, Tran *et al*.

(2023) optaram por gerar três estirpes fracas (TG-d5, Tg-d5I7 e TG-d5L206) a partir de mutações pontuais nos três motivos essenciais (FRNK, NGNF e FWKG) do gene HC-Pro de um clone infeccioso do isolado comum PRSV-TG5 para testes de proteção. Mamoeiros infectados com essas estirpes fracas ficaram totalmente protegidos contra o isolado comum TG-5 e parcialmente protegidos contra outros isolados comuns do sul do Vietnam. No entanto, não houve proteção contra isolados comuns de outras regiões geográficas.

Fica evidente que o gene que codifica a proteína HC-Pro é um forte candidato à mutagênese pois é uma proteína multifuncional responsável pela transmissão por afídeos, movimento viral célula a célula e a longa distância, amplificação viral, alteração da expressão de sintomas, sinergismo com outros vírus, atividade viral de protease *cis e* supressora do silenciamento gênico (Plisson *et al*., 2003; Shiboleth *et al*., 2007). Assim, essa linha de abordagem do problema para tornar viável a premunização para o controle do mosaico do mamoeiro parece promissora.

Práticas culturais

A erradicação sistemática de plantas infectadas, "*roguing*", associada com o isolamento parcial do pomar, foi apontada há décadas como forma de controlar o mosaico do mamoeiro preventivamente em convivência com o patógeno (Harkness, 1967; Namba; Higa, 1977; Costa *et al*., 1978; Martinez, 1980). Ela é acompanhada por recomendações das seguintes práticas culturais: produzir mudas sadias em locais protegidos; eliminar pomares velhos ou abandonados antes do início do novo plantio; eliminar plantas enfermas localizadas na beira de estradas, chácaras, fundos de quintais; evitar o crescimento ou o plantio de cucurbitáceas nas proximidades ou dentro do pomar; e manter o pomar limpo para evitar a formação de colônias de afídeos nas plantas daninhas.

Talvez o exemplo de maior sucesso mundial no controle do mosaico com a erradicação sistemática de mamoeiros doentes é do Brasil, onde vem sendo executado de maneira consistente, e com resultados bastante satisfatórios, desde o início da década de 80. A partir de 1994, com a publicação da Portaria No. 175, de 25/10/1994, da Secretaria de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), essa prática passou a ser obrigatória em todo o estado do Espírito Santo. Em 2002, essa legislação foi estendida ao vírus da meleira. No estado da Bahia, outro grande produtor de mamão, foi instituída em 1998 uma legislação específica (Portaria Seagri/BA nº 086, de 17/03/1998) e semelhante à aplicada no estado do Espírito Santo para o controle dos vírus do mosaico do mamoeiro e da meleira. Em 2010, o MAPA, por meio da Secretaria de Defesa Agropecuária, tornou obrigatória a prática do *roguing* para o controle do mosaico e da meleira nas áreas produtoras de mamão no território nacional que se destinam à exportação (Instrução Normativa nº 17, de 27 de maio de 2010). Como medida adicional de manejo, no Espírito Santo, tem sido recomendada a supressão de plantas daninhas hospedeiras de pulgões das lavouras de mamoeiro, reduzindo a população residente de afídeos (Ventura *et al*., 2004; Lima *et al*., 2003a,b; Martins *et al*., 2007). Isso pode reduzir o número de plantas infectadas e erradicadas durante as inspeções.

No Equador o manejo do mosaico do mamoeiro e feito através do controle dos afídeos vetores e intensiva erradicação de plantas doentes (Medina-Salguero *et al*., 2021). Segundo Dr. Diego F. Quito-Avila (informação pessoal) essa prática prevalece até os dias atuais, onde a erradicação de mamoeiros doentes é aplicada até atingir cerca de 30-40% de árvores removidas. Isso ocorre num período de 18 meses. Após a interrupção da erradicação, colhem-se os frutos viáveis e elimina-se a plantação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apontado inicialmente, já se passaram quase 100 anos do primeiro relato da ocorrência do mosaico do mamoeiro na Jamaica (Smith, 1929) e apesar dos esforços, grupos de pesquisa em diversos países tem falhado para encontrar método eficiente, duradouro e de aplicação mundial para o controle da doença. No entanto, os resultados obtidos até o momento nas diversas linhas de investigação, bem como o conhecimento acumulado nos últimos anos sobre a diversidade genética do PRSV-P e de outros potyvirus, podem servir de bases para a continuidade das investigações através de modificações de abordagens já testadas e outras inovadoras.

A transgenia, utilizando genes do vírus que são introduzidos na planta é uma tecnologia segura e que tem se mostrado viável até o momento no controle do mosaico do mamoeiro no Havaí. É necessário avaliá-la criteriosamente como alternativa de controle da doença.

A premunização de mamoeiros com a mistura de estirpes fracas obtidas de isolados do PRSV-P provenientes de diferentes regiões geográficas do Brasil, representativa da diversidade genética do patógeno, poderá propiciar maior estabilidade dos sintomas fracos e melhor proteção contra a infecção com estirpes severas do vírus.

O uso de RNA interferente (RNAi), mecanismo natural de plantas contra patógenos baseado no silenciamento gênico, é uma estratégia não transgênica que vem sendo amplamente investigada nos últimos anos para o manejo de fitoviroses, e que abre uma nova avenida para o controle do mosaico do mamoeiro (Vadlamudi *et al*., 2020; Jyotika *et al*., 2024). Nesse caso, moléculas de RNA de fita dupla (dsRNA), correspondentes a uma ou mais regiões do genoma viral, são sintetizadas e aplicadas na planta para desencadear o processo de silenciamento gênico quanto ela é infectada pelo vírus. Devido a instabilidade das moléculas de dsRNA, estas necessitam de proteção que pode ser obtida através de nano partículas (Jyotika *et al*., 2024).

A edição gênica, através da técnica de CRISPR/Cas9 é uma ferramenta emergente e potente para gerar plantas não transgênicas resistentes a vírus que pode ser estudada para o mosaico do mamoeiro (Jyotika *et al*., 2024).

Finalmente, na ausência de alguma dessas tecnologias, a erradicação sistemática de mamoeiros doentes, associado com outras práticas culturais já recomendadas, que tem sido sucesso nacional e permitido ao Brasil ser um dos maiores produtores dessa fruta não deve ser descuidada.

REFERÊNCIAS

ADSUAR, J. **Studies on virus diseases of papaya (*Carica papaya*) in Puerto Rico** – IV: Preliminary studies on the host range of papaya mosaic. Techical Paper, no. 5. University of Puerto Rico, Rio Piedras, 1950. 5p.

AGÜERO, J.; GÓMEZ-AIX, C.; SEMPERE, R. N.; GARCÍA-VILLALBA, J.; GARCÍA-NÚÑEZ, J.; HERNANDO, Y.; ARANDA, M. A. Stable and broad spectrum cross-protection against pepino mosaic virus attained by mixed infection. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1810, 2018.

ATREYA, C. D.; ATREYA, P. L.; THORNBURY, D. W.; PIRONE, T. P. Site-directed mutations in the potyvirus HC-PRO gene affect helper component activity, virus accumulation, and symptom expression in infected tobacco plants. **Virology**, v. 191, n. 1, p. 106-111, 1992.

BADILLO, V. M. *Carica* L. vs. *Vasconcella* St. Hil. (Caricaceae) com la rehabilitacion de este ultimo. **Ernstia**, v. 10, n. 2, p. 74-79, 2000.

BADILLO, V. M. Nota corretiva *Vasconcellea* St. Hil. Y no *Vasconcella* (Caricaceae). **Ernstia**, v. 11, p. 75-76, 2001.

BARANSKI, R.; KLIMEK-CHODACKA, M. Approved genetically modifed (GM) horticultural plants: a 25-year perspective. **Folia Horticulturae**, v. 31, p. 3-49, 2019.

BARBOSA, F. R.; PAGUIO, O. R. Identificação do vírus da mancha anelar do mamoeiro no Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, v. 7, p. 37-45, 1982a.

BARBOSA, F. R.; PAGUIO, O. R. Vírus da mancha anelar do mamoeiro: incidência e efeito na produção do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Fitopatologia Brasileira**, v.7, p. 365-373, 1982b.

BARROS, D. R.; ALFENAS-ZERBINI, P.; BESERRA JR, J. E. A.; ANTUNES, T. F. S.; ZERBINI, F. M. Comparative analysis of the genomes of two isolates of Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV) obtained from different hosts. **Archives of Virology**, v. 156, p. 1-7, 2011.

BASAVARAJ, Y. B.; PARAMESHWARIA, B.; KUMARA, A.; JAINA, R. K.; TRIPATHIC, S. Papaya ringspot vírus: status of 80 years of global research. p. 135-172. In: GAUR, R. K.; PATIL, B. L.; SELVARAJAN, R. **Plant RNA Viruses**: Molecular pathogenesis and management. Elsevier, 2023.

BATESON, M. F.; HENDERSON, J.; CHALEEPROM, W.; GIBBS, A. J.; DALE, J. L. Papaya ringspot potyvirus: isolate variability and the origin of PRSV type P (Australia). **Journal of General Virology**, v. 75, p. 3547-3553, 1994.

BATESON, M. F.; LINES, R. E.; REVILL, P.; CHALEEPROM, W.; HA, C. V.; GIBBS, A. J.; DALE, J. L. On the evolution and molecular epidemiology of the potyvirus papaya ringspot virus. **Journal of General Virology**, v. 83, p. 2575-2585, 2002.

BAU, H-J.; CHENG, Y-H.; YU, T-A.; YANG, J-S.; YEH, S-D. Broad-spectrum resistance to different geographic strains of Papaya ringspot virus in coat protein gene transgenic papaya. **Phytopathology**, v. 93, p.

112-120, 2003.

BAU, H-J.; KUNG, Y-J.; RAJA, J. A. J.; CHAN, S-J.; CHEN, K-C.; CHEN, Y-K.; WU, H-W.; YEH, S-D. Potential threat of a new pathotype of Papaya leaf distortion mosaic virus infecting transgenic papaya resistant to Papaya ringspot virus. **Phytopathology**, v. 98, p. 848-856, 2008.

BAYOT, R. G.; VILLEGAS, V. N.; MAGDALITA, P. M.; JOVELLANA, M. D.; ESPINO, T. M.; EXCONDE, S. B. Seed transmission of papaya ringspot virus. **Philippine Journal of Crop Science**, v. 15, p. 107-111, 1990.

CABI. ***Papaya ringspot virus***. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.45962. Acesso em: set. 2024.

CHENG, Y-H.; YANG, J-S.; YEH, S-D. Efficient transformation of papaya by coat protein gene of papaya ringspot virus mediated by Agrobacterium following liquid-phase wounding of embryogenic tissues with caborundum. **Plant Cell Report**, v. 16, p. 127-132, 1996.

CHIN, M.; AHMAD, M. H.; TENNANT, P. *Momordica charantia* is a weed host reservoir for *Papaya ringspot virus* type P in Jamaica. **Plant Disease**, v. 91, p. 1518, 2007.

CONOVER, R. A. Distortion ringspot, a severe virus disease of papaya in Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 77, p. 440-444, 1964.

CONOVER, R. A. A program for development of papaya tolerant to the distortion ringspot virus. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 89, p. 229-231, 1976.

COSTA, A. S.; CARVALHO, A. M.; KAMADA, S. Constatado o mosaico do mamoeiro em São Paulo. **O Agronômico**, v. 21, p. 38-43, 1969.

COSTA, A. S.; DIAS, J. A. C. S.; MÜLLER, G. W.; CARVALHO, A. M. Problemas de controle do mosaico do mamoeiro. In: **I Congresso Paulista de Fitopatologia**. Botucatu, 1978.

COSTA, A. T.; NUNES, W. M. D.; ZANUTTO, C.A.; MULLER, G. W. Stability of citrus tristeza virus protective isolates in field conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 693-700, 2010.

DE NAYER, F.; GOEN, K.; PAELEMAN, A.; PARRA, N.O.; VANACHTER, A.C.R.C.; HANSSEN, I. M.; WITTEMANS, L.; VANDEWOESTIJNE, E. Cross-protection as a control strategy for pepino mosaic virus (PepMV) in greenhouse tomato. **Acta Horticulturae**, v. 914, p. 163-169, 2011.

DIAS, P. R. P.; REZENDE, J. A. M. Premunização da abóbora híbrida Tetsukabuto para o controle do mosaico causado pelo *Papaya ringspot virus* - type W. **Summa Phytopathologica**, v. 26, p. 390-398, 2000.

DODDS, J. A.; LEE, S.Q.; TIFFANY, M. Cross protection between strains of cucumber mosaic virus: effect of host and type of inoculum on accumulation of virions and double-stranded RNA of the challenge strain. **Virology**, v. 144, p. 301-309, 1985.

DOMFEH, O.; AMEYAW, G. A.; DZAHINI-OBIATEY, H. K. Effects of cacao swollen shoot virus mild strains N1 and SS365B on growth and yield of cacao - a follow-up report. **Tropical Plant Pathology**, v. 44, p. 503-510, 2019.

DREW, R. A.; O'BRIEN, C. M.; MAGDALITA, P. M. Development of interspecific *Carica* hybrids. **Acta Horticulturae**, v. 461, p. 285-292, 1998.

DREW, R. A.; SIAR, S. V.; O'BRIEN, C. M.; SAJISE, A. G. C. Progress in backcrossing between *Carica papaya* x *Vasconcellea quercifolia* intergeneric hybrids and *C. papaya*. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 46, p. 419-424, 2006.

FITCH, M. M.; MANSHARDT, R. M.; GONSALVES, D.; SLIGHTOM, J. L.; SANFORD, J. C. Stable transformation of papaya via microprojectile bombardment. **Plant Cell Reports**, v. 9, p. 189-194, 1990.

FOLIMONOVA, S. Y. Superinfection exclusion is an active virus–controlled function that requires a specific viral protection. **Journal of Virology**, v. 86, p. 5554-5561, 2012.

FOLIMONOVA, S. Y.; ROBERTSON, C. J.; SHILTS, T.; FOLIMONOV, A. S.; HILF, M. E.; GARNSEY, S. M.; DAWSON, W. O. Infection with strains of Citrus tristeza virus does not exclude superinfection by other strains of the virus. **Journal of Virology**, v. 84, p. 1314-1325, 2010.

FRASER, L. R.; BROADBENT, P. **Virus and related disease of citrus in New South Wales**. Biochemical and Chemical Research Institute, Rydalmere. Department of Agriculture, N.S.W., Australia, 1979.

GAL-ON, A. A point mutation in the FRNK motif of the potyvirus helper component-protease gene alters symptom expression in cucurbits and elicits protection against the severe homologous virus. **Phytopathology**, v. 90, p. 467-473, 2000.

GIBBS, A. J.; MACKENZIE, A. M.; WEI, K-J.; GIBBS, M. J. The potyviruses of Australia. **Archives of Virology**, v. 153, p. 1411-1420, 2008.

GONSALVES, D. Control of papaya ringspot virus in papaya: a case of study. **Annual Review of Phytophatology**, v. 36, p. 415-437, 1998.

GONSALVES, D. Coat protein transgenic papaya: "acquired" immunity for controlling Papaya ringspot virus. p. 73-83. In: COOPER, M. D.; KOPROWSKI, H. (eds.). **The Interface Innate and Acquired Immunity**, Springer. 2002.

GONSALVES, D.; GONSALVES, C.; FERREIRA, S.; PITZ, K.; FITCH, M.; MANSHARDT, R.; SLIGHTOM, J. **Transgenic virus-resistant papaya: from hope to reality in controlling *Papaya ringspot virus* in Hawaii**. APSnet Feature, p. 1-12, 2004.

GONSALVES, D.; TRIPATHI, S.; CARR, J. B.; SUZUKI, J. Y. ***Papaya ringspot virus***. The Plant Health Instructor 10, 2010.

HAMILTON, R. I. Using plant viruses for disease control. **HortScience**, v. 20, p. 848-852, 1985.

HARKNESS, R. W. **Papaya growing in Florida**. Florida Agricultural Experimental Station, University of Florida. Circ. S-180. 1967. 15p.

HOROVITZ, S.; JIMÉNEZ, H. Cruzabilidad entre especies de *Carica*. **Agricultura Tropical**, v. 7, p. 207-215, 1958.

HOROVITZ, S.; JIMÉNEZ, H. Cruzamientos interspecificos e intergenericos en Caricaceaes y sus implicaciones fitotécnicas. **Agricultura Tropical**, v. 17, p. 323-343, 1967.

HUANG, X. D.; FANGA, L.; GUB, Q. S.; TIANA, Y. P.; GENGA, C.; LIA, X. D. Cross protection against the watermelon strain of *Papaya ringspot virus* through modification of viral RNA silencing suppressor. **Virus Research**, v. 265, p. 166-171, 2019.

ICTC. **Potyviridae**. Disponível em: https://ictv.global/taxonomy. Acesso em: set. 2024.

JIMÉNEZ, H.; HOROVITZ, S. Cruzabilidad entre especies de *Carica*. **Agronomía Tropical**, v. 7, p. 207-215, 1957.

JYOTIKA, R. K.; HARISH, S.; KARTHIKEYAN, G.; KUMAR, K. K.; MURUGAN, M.; JAYAKANTHAN, M.; CHEN, T-C. Molecular approaches for the management of papaya ringspot virus infecting papaya: a comprehensive review. **Molecular Biology Reports**, v. 51, p. 981, 2024.

KUMARI, S.; TRIVEDI, M.; MISHRA, M. PRSV resistance in papaya (*Carica papaya* L.) through genetic engineering: A review. **Journal of Applied Horticulture**, v. 17, p. 243-248, 2015.

KUNG, Y-J.; BAU, H-J.; WU, Y-L.; HUANG, C-H.; CHEN, T-M.; YEH, S-D. Generation of transgenic papaya with double resistance to Papaya ringspot virus and Papaya leaf-distortion mosaic virus. **Phytopathology**, v. 99, p. 1312-1320, 2009.

KUNG, Y-J.; YOU, B-J.; RAJA, J. A. J.; CHEN, K-C.; HUANG, C-H.; BAU, H-J.; YANG, C-F.; HUANG, C-H.; CHANG, C-P.; YEH, S-H. Nucleotide sequence-homology-independent breakdown of transgenic resistance by more virulent virus strains and a potential solution. **Scientific Reports**, v. 5, p. 9804, 2015.

LANEY, A. G.; AVANZATO, M. V.; TZANETAKIS, I. E. High incidence of seed transmission of Papaya ringspot virus and Watermelon mosaic virus, two viruses newly identified in *Robinia pseudoacacia*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 134, p. 227-230, 2012.

LIMA, R. C. A.; COUTO, A. O. F.; ANDRADE, J. S.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A.; TATAGIBA, J. S.; COSTA, H. Flutuação populacional de insetos vetores de doenças do mamoeiro e sua relação com a ocorrência de doenças viróticas. p. 539-541. In: MARTINS, D. S. (ed.). **Papaya Brasil**: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória-ES: Incaper. 2003a.

LIMA, R. C. A.; PANCIERE, G. N.; ROCHA, M. A. M.; PAULA, A.; COUTO, A. O. F.; MARTINS, D. S. Ocorrência de plantas hospedeiras de afídeos em sistemas de produção integrada e convencional de mamão no pólo de fruticultura de Linhares - ES. p. 535-538. In: MARTINS, D. S. (ed.). **Papaya Brasil**: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória-ES: Incaper. 2003b.

LIMA, R. C. A.; SOUZA JR, M. T.; PIO-RIBEIRO, G.; LIMA, J. A. A. Sequences of the coat protein gene from Brazilian isolates of Papaya ringspot virus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 174-180, 2002.

LUQUE, C. S.; LÓPES, G. M. Identificación de plantas hospedantes del virus de la mancha anular del papaya. **Fitopatologia Colombiana**, v. 6, p. 112-121, 1977.

MAGDALITA, P. M.; ADKINS, S. W.; GODWIN, I. D.; DREW, R. A. An improved embryo-rescue protocol for a *Carica* interspecific hybrid. **Australian Journal of Botany**, v. 44, p. 343-353, 1996.

MAGDALITA, P. M.; BAYOT, R. G.; VILLEGAS, V. N. *Diplocyclos palmatus* L. Jeffrey: a new weed host of *Papaya ringspot virus*. **Philippine Journal of Crop Science**, v. 15, p. 163-168, 1990.

MAGDALITA, P. M.; DREW, R. A.; ADKINS, S. W.; GODWIN, I. D. Morphological, molecular and cytological analyses of *Carica papaya* x *C. cauliflora* interspecific hybrids. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 95, p. 224-229, 1997.

MANSHARDT, R. M.; WENSLAFF, T. F. Interspecific hybridization of papaya with other *Carica* species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, p. 689-694, 1989a.

MANSHARDT, R. M.; WENSLAFF, T. F. Zygotic polyembryony in interspecifc hybrids of *Carica papaya* and *C. cauliflora*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, p. 684-689, 1989b.

MANSILLA, P. J.; MOREIRA, A. G.; MELLO, A. P. O. A.; REZENDE, J. A. M.; VENTURA, J. A.; YUKI, V. A.; LEVATTI, F. J. Importance of cucurbits in the epidemiology of *Papaya ringspot virus* type P. **Plant Pathology**, v. 62, p. 571-577, 2013.

MARTÍNEZ, D. R.; DUARTE, P. S. G.; OLMEDO, J. G.; FIGUEIRA, A. R. Molecular and biological studies of Papaya ringspot virus isolates from Brazil and Cuba. **American Journal of Agriculture and Forestry**, v. 2, p. 209-218, 2014.

MARTINEZ, J. A. Estudo da viabilidade prática e econômica do controle das viroses do mamoeiro pela erradicação sistemática das plantas afetadas. p. 211-217. In: **Anais 1 Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro**. Jaboticabal: FCAV. 1980.

MARTINS, D. S.; PAULA, R. C. A. L.; PERONTI, A. L. B. G.; CARVALHO, R. C. Z. Ocorrência de espécies de afídeos em áreas comerciais de mamão no estado do Espírito Santo. cap. 20, p. 496-501. In: MARTINS, D. S.; COSTA, N. A.; COSTA, A. F. S. (eds.). **Papaya Brasil**: manejo, qualidade e mercado do mamão. Vitória-ES: Incaper. 2007.

MARTINS, D. S.; VENTURA, J.A.; PAULA, R. C. A. L.; FORNAZIER, M. J.; REZENDE, J. A. M.; CULIK, M. P.; FERREIRA, P. S. F.; PERONTI, A. L. B. G.; CARVALHO, R. C. Z.; SOUSA-SILVA, C. R. Aphid vectors of Papaya ringspot virus and their weed hosts in orchards in the major papaya producing and exporting region of Brazil. **Crop Protection**, v. 90, p. 191-196, 2016.

MCKINNEY, H. H. Mosaic disease in the Canary Islands, West Africa, and Gilbratar. **Journal of Agricultural Research**, v. 39, p. 557-578, 1929.

MEDINA-SALGUERO, A. X.; CORNEJO-FRANCO, J. F.; GRINSTEAD, S.; MOWERY, J.; MOLLOV, D.; QUITO-AVILA, D. F. Genetic characterization of a mild isolate of *Papaya ringspot virus* type-P (PRSV-P) and assessment of its cross-protection potential under greenhouse and field conditions. **PLoS ONE**, v. 16, p. e0241652, 2021.

MEISSNER FILHO, P. E.; VILARINHOS, A. D.; OLIVEIRA, V. J. S.; SILVA, D. C. S.; SANTOS, V. S.; DANTAS, J. L. L. Resistance of transgenic papaya trees to papaya ringspot in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. e01954, 2021.

MEISSNER FILHO, P. E.; VILARINHOS, A. D.; OLIVEIRA, V. J. S.; SILVA, D. C. S.; SANTOS, V. S.; DANTAS, J. L. L. **Resistência de mamoeiro transgênico à mancha anelar no Brasil**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 134. Embrapa, Cruz das Almas, Bahia. 2022.

MOREIRA, A. G. **Caracterização de novos isolados fracos do vírus do mosaico do mamoeiro (*Papaya ringspot virus* – type P) ocorrendo naturalmente no estado do Espírito Santo; Avaliação da infecção natural de cucurbitáceas com o PRSV-P e caracterização de um isolado do *Alfalfa mosaic virus* (AMV) em infecção natural em mamoeiro (*Carica papaya*) no Brasil**. ESALQ/USP. Tese, 2009. 164p.

MÜLLER, G. W.; COSTA, A. S. Uso da premunização com estirpes fracas do vírus da tristeza reergue a produção comercial de laranja Pêra no Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 301-302, 1981.

MÜLLER, G. W.; REZENDE, J. A. M. Preimmunization: applications and perspectives in virus disease control. p. 361-395. In: **Diseases of Fruits and Vegetables**: Diagnosis and Managment. 1ª ed. Holanda: Kluwer Academic Publishers. 2004.

NAGAI, H.; CARVALHO, A. M. Hybridization between papaya plants (*Carica papaya*) and some wild species of the genus Carica resistant to the papaya ringspot virus. **Fitopatologia (Lima)**, v. 9, p. 64, 1974.

NAMBA, R.; HIGA, S. Y. Papaya mosaic virus transmission as affected by the duration of the preliminary fasting and virus acquisition feeding of *Myzus persicae*. **Proceedigns of the Hawaiian Entomological Society**, v. 22, p. 113-117, 1975.

NASCIMENTO, A. K. Q.; BARBOSA, C. J.; LOPES, F. F.; RABELO FILHO, F. A. C.; REZENDE, J. A. M.; LIMA, J. A. A.; MAIA, L. M.; MEISSNER FILHO, P. E. Viroses. In: OLIVEIRA, A. M. G.; MEISSNER FILHO, P. E. (eds.). **A cultura do mamoeiro**. Brasília, DF. Embrapa, 2021.

NICOLINI, C.; RABELO FILHO, F. A. C.; RESENDE, R. O.; ANDRADE, G. P.; KITAJIMA, E. W.; PIO-RIBEIRO, G.; NAGATA, T. Possible host adaptation as an evolution factor of Cowpea aphid-borne mosaic virus deduced by coat protein gene analysis. **Journal of Phytopathology**, v. 160, p. 82-87, 2012.

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

NOVAES, Q. S.; REZENDE, J. A. M. Protection between strains of Passion fruit woodiness virus in sunnhemp. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 307-311, 2005.

O'BRIEN, C. M.; DREW, R. A. Potential for using *Vasconcellea parviflora* as a bridging species in intergeneric hybridisation between *V. cundinamarcensis* and *Carica papaya*. **Australian Journal of Botany**, v. 57, p. 592-601, 2009.

PECHINGER, K.; CHOOI, K. M.; MACDIARMID, R. M.; HARPER, S. J.; ZIEBELL, H. A new era for mild strain cross-protection. **Viruses**, v. 11, p. 670, 2019.

PINTO, O. L. Identificación de las virosis de la lechosa (*Carica papaya* L.) en Venezuela. **Revista de la Faculdad de Agronomia**, v. 6, p. 5-36, 1972.

PLISSON, C.; DRUCKER, M.; BLANC, S.; GERMAN-RETANA, S.; LE GALL, O.; THOMAS, D.; BRON, P. Structural characterization of HC-Pro, a plant virus multifunctional protein. **Journal of Biological Chemistry**, v. 278, p. 23753-23761, 2003.

POSNETTE, A. F.; TODD, J. M. C. A. Virus diseases of cacao in West Africa. IX. Strain variant and interference in virus 1A. **Annals of Applied Biology**, v. 43, p. 433-453, 1955.

PRIYA, U.; RANJAN, T.; SRINIVASARAGHAVAN, A.; KUSHWAHA, C.; SRIVASTAVA, J. N.; ANSA, M. Molecular detection of papaya ringspot virus and associated complexities in papaya and cucurbits. **Applied Fruit Science**, v. 66, p. 1061-1067, 2024.

PURCIFULL, D.; EDWARDSON, J.; HIEBERT, E.; GONSALVES, D. *Papaya ringspot virus*. CMI/AAB. Descriptions of plant viruses, Wallington, UK: CAB International, n. 292, p. 1-8, 1984.

REZENDE, J. A. M. Mosaico ou mancha anular do mamoeiro: Qual a melhor designação no Brasil? **Fitopatologia Brasileira**, v. 9, p. 455-465, 1984.

REZENDE, J. A. M. **Tentativas de premunização para o controle do mosaico do mamoeiro**. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1985.

REZENDE, J. A. M.; COSTA, A. S. Produção de lesões locais em *Chenopodium quinoa* pelo potyvirus causador do mosaico do mamoeiro no Brasil depende da origem das sementes. **Summa Phytopathologica**, v. 11, p. 39-42, 1985.

REZENDE, J. A. M.; COSTA, A. S.; SOARES, N. B. Ocorrência de um isolado fraco do vírus do mosaico do mamoeiro *Carica papaya* L. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 534, 1981.

REZENDE, J. A. M.; MÜLLER, G. W. Mecanismos de Proteção entre vírus e controle de viroses de vegetais por premunização. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 3, p. 185-226, 1995.

REZENDE, J. A. M.; PACHECO, D. A. Estabilidade de isolados fracos premunizantes do vírus do mosaico do mamoeiro - estirpe melancia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 64-68, 1997.

REZENDE, J. A. M.; PACHECO, D. A. Control of *Papaya ringspot virus* - type W in zucchini squash by cross protection in Brazil. **Plant Disease**, v. 82, p. 171-175, 1998.

REZENDE, J. A. M.; PACHECO, D. A.; IEMMA, A. F. Efeitos da premunização da abóbora 'Menina Brasileira' com estirpes fracas do vírus do mosaico do mamoeiro - estirpe melancia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 1481-1489, 1999.

REZENDE, J. A. M.; SHERWOOD, J. L. Breakdown of cross protection between strains of tobacco mosaic virus due to susceptibility of dark green areas to superinfection. **Phytopathology**, v. 81, p. 1490-1496, 1991.

REZENDE, J. A. M.; URBAN, L.; SHERWOOD, J. L.; MELCHER, U. Host effect on cross protection between two strains of tobacco mosaic virus. **Journal of Phytopathology**, v. 136, p. 147-153, 1992.

RODRIGUES, L. K.; SILVA, L. A.; GARCÊZ, R. M.; CHAVES, A. L. R.; DUARTE, L. M. L.; GIAMPANI, J. S.; COLARICCIO, A.; HARAKAVA, R.; EIRAS, M. Phylogeny and recombination analysis of Brazilian yellow passion fruit isolates of Cowpea aphid-borne mosaic virus: origin and relationship with hosts. **Australasian Plant Pathology**, v. 44, p. 31-44, 2015.

SALAMAN, R. N. Acquired immunity against the "Y" potato virus. **Nature**, v. 139, p. 924-925, 1937.

SASAKI, A. Control of Hassaku dwarf by preimmunization with mild strain. **Review Plant Protection Research**, v. 12, p. 80-87, 1979.

SCOTT, K. A.; HLELA, Q.; ZABLOCKI, O.; READ, D.; VAN VUUREN, S.; PIETERSEN, G. Genotype composition of populations of grapefruit-cross-protecting citrus tristeza virus strain GFMS12 in deferent host plants and aphid-transmitted sub-isolates. **Archives of Virology**, v. 158, p. 27-37, 2013.

SHARMA, S. K.; TRIPATHI, S. Overcoming limitations of resistance breeding in *Carica papaya* L. against *Papaya ringspot virus* – recent approaches. p. 489-506. In: GAUR, R. *et al*. **Plant Virus-Host interaction**, Elsevier. 2021.

SHARMA, S. K.; TRIPATHI, S.; MITRA, S. K. Breeding for resistance against Papaya ringspot virus: history, present status and future prospects in India. ***Acta* Horticulturae**, v. 1250, p. 45-54, 2019.

SHERWOOD, J. L.; FULTON, R. W. The specific involvement of coat protein in tobacco mosaic virus cross protection. **Virology**, v. 119, p. 150-158, 1982.

SHIBOLETH, Y. M.; HARONSKY, E.; LEIBMAN, D.; ARAZI, T.; WASSENEGGER, M.; WHITHAM, S. A.; GABA, V.; GAL-ON, A. The conserved FRNK box in HC-Pro, a plant viral suppressor of gene silencing, is required for small RNA binding and mediates symptom development. **Journal of Virology**, v. 81, p. 13135-13148, 2007.

SILVA, S. O.; NEPOMUCENO, C. F.; SILVA, M. S.; MEISSNER FILHO, P. E.; LEDO, C. A. S. Melhoramento genético. In: OLIVEIRA, A. M. G.; MEISSNER FILHO, P. E. (eds.). **A cultura do mamoeiro**. Brasília, DF. Embrapa. 2021.

SIMMONDS, J. H. Mild strain protection as a means of reducing losses from the Queensland woodiness virus in the passion vine. **Queensland Journal of Agricultural Science**, v. 16, p. 371-380, 1959.

SMITH, F. E. V. Plant disease in Jamaica in 1928. **Annual Report of the Department of Agriculture of Jamaica**, p. 17-20 (Consultado Abstract no R.A.M. VIII, p. 631-6232, 1929.

SOUZA JÚNIOR, M. T.; NICKEL, O.; GONSALVES, D. Development of virus resistant transgenic papayas expressing the coat protein gene from a Brazilian isolate of Papaya ringspot virus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 657-365, 2005.

SPADOTTI, D. M. A.; BURIOLLA, J. E.; REZENDE, J. A. M.; SOUZA, V. C. The wild type of *Momordica charantia* is not infected by potyviruses that cause disease in papaya and cucurbit crops. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 447-451, 2013.

SUREKA, S. K.; MATHUR, K.; SHUKLA, D. D. Virus diseases of papaya (*Carica papaya*) in Udaipur. Indian **Journal of Mycology and Plant Pathology**, v. 7, p. 115-121, 1977.

TENNANT, P. F.; GONSALVES, C.; LING, K. S.; FITCH, M. M.; MANSHARDT, R.; SLIGHTOM, L. J.; GONSALVES, D. Differential protection against papaya ringspot virus isolates in coat protein gene transgenic papaya and classically cross-protected papaya. **Phytopathology**, v. 84, p. 1359-1366, 1994.

TRAN, T. T. Y.; CHENG, H-W.; NGUYEN, V-H.; YEH, S-D. Modification of helper component proteinase of *Papaya ringspot virus* Vietnan isolate to generate attenuated mutants for disease management by cross protection. **Phytophatology**, v. 113, p. 334-344, 2023.

TRAN, T. T. Y.; LIN, T. T.; CHANG, C. P.; CHEN, C. H.; NGUYEN, V. H.; YEH, S. D. Generation of mild recombinant of papaya ringspot virus to minimize the problem of strain-specific cross protection. **Phytopathology**, v. 112, p. 708-719, 2022.

VADLAMUDI, T.; PATIL, B. L.; KALDIS, A.; GOPAL, D. V. R. S.; MISHRA, R.; BERBATI, M.; VOLOUDAKIS, A. DsRNA-mediated protection against two isolates of *Papaya ringspot virus* through topical application of dsRNA in papaya. **Journal of Virological Methods**, v. 275, p. 113750, 2020.

VAN VUUREN, S. P.; COLLINS, R. P.; GRAÇA, J. V. Evaluation of citrus tristeza virus isolates for cross protection of grapefruit in South Africa. **Plant Disease**, v. 77, p. 24-28, 1993.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S. Papaya diseases and integrated control. p. 201-268. In: NAQVI, S. A. M. H. (ed.). **Diseases of fruits and vegetables**: diagnosis and management. London: Klumer Academic Publishers. 2004.

VERMUNT, A. M. W.; KAARSEMAKER, R. C. Multi-genotype cross-protection against *Pepino mosaic virus* in tomato. **Crop Protection**, v. 96, p. 116-122, 2017.

WANG, C. H.; BAU, H. J.; YEH, S. D. Comparison of the nuclear inclusion b protein and coat protein genes of five papaya ringspot virus strains distinct in geographic origin and pathogenicity. **Phytopathology**, v. 84, p. 1205-1210, 1994.

WANG, C. H.; YEH, S. D. Divergence and conservation of the genomic RNAs of Taiwan and Hawaii strains of papaya ringspot potyvirus. **Archives of Virology**, v. 142, p. 271-285, 1997.

WANG, H-L.; YEH, S-D.; CHIU, R-J.; GONSALVES, D. Effectiveness of cross protection by mild mutants of papaya ringspot virus for control of ringspot disease of papaya in Taiwan. **Plant Disease**, v. 71, p. 491-497, 1987.

WINGARD, S. A. Host and symptoms of ringspot, a virus disease of plants. **Journal of Agricultural Research**, v. 37, p. 127-153, 1928.

WU, Z.; MO, C.; ZHANG, S.; LI, H. Characterization of *Papaya ringspot virus* isolates infecting transgenic papaya 'Huanong No.1' in South China. **Scientific Reports**, v. 8, p. 8206, 2018.

YE, C.; LI, H. 20 Years of transgenic research in China for resistance to *Papaya ringspot virus*. **Transgenic Plant Journal**, v. 4, p. 58-63, 2010.

YEH, S. D.; GONSALVES, D. Evaluation of induced mutants of papaya ringspot virus for control by cross protection. **Phytopathology**, v. 74, p. 1086-1091, 1984.

YEH, S. D.; GONSALVES, D. Practices and perspective of control of *Papaya ringspot virus* by cross protection. p. 237-257. In: HARRIS, K. F. (ed.). **Advances in disease vector research**, v. 10. 1994.

ZIEBELL, H.; PAYNE, T.; BERRY, J. O.; WALSH, J. A.; CARR, J. P. A Cucumber mosaic virus mutant lacking the 2b counter-defense protein gene provides protection against wild-type strains. **Journal of General Virology**, v. 88, p. 2862-2871, 2007.

USO DE TESTES RÁPIDOS COMO ESTRATÉGIA PARA O CONTROLE DE PRAGAS AGRÍCOLAS

Emanuel Felipe Medeiros Abreu[1], Camila Ivo Conceição Vilarinho Fernandes Junqueira[2], Viviana Ramírez Ríos[1], Nicolau Brito Da Cunha[2]

[1]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF. E-mail: emanuel.abreu@embrapa.br; [2]Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de tecnologias de diagnóstico rápido e portátil, conhecidas como *Point of Care Testing* (PoCT), tem revolucionado tanto a medicina quanto a agricultura. Essas tecnologias oferecem a vantagem de diagnósticos precisos no local, sem a necessidade de equipamentos volumosos e caros ou de pessoal altamente especializado. Isso fornece uma solução eficiente e acessível em diversas aplicações, especialmente em ambientes com recursos limitados, onde ferramentas de diagnóstico portáteis são essenciais para detectar doenças, monitorar o ambiente e garantir a segurança alimentar.

Embora o conceito de PoCT não seja uniforme entre os países e instituições, alguns padrões internacionais e regionais ajudam a definir essa prática. Em 2016, a *International Organization for Standardization* (ISO) descreveu PoCT como um teste realizado próximo ao local de atendimento, com resultados capazes de modificar o cuidado ao paciente (ISO, 2016). A União Europeia, no Regulamento 746/2017, trouxe a noção de dispositivos NPT (*Near-Patient Testing*), que são testes realizados fora de laboratórios convencionais por profissionais de saúde (Buchta *et al*., 2023). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regula esses dispositivos com o conceito de Teste Laboratorial Remoto (TLR) e PoCT, ressaltando o uso por profissionais de saúde fora de laboratórios clínicos (RDC 302/2005 e RDC 36/2015).

Nos últimos 10 anos, as tecnologias PoCT têm visto um aumento significativo em suas aplicações na agricultura. Elas desempenham um papel essencial no diagnóstico de fitopatógenos, doenças animais, identificação de organismos geneticamente modificados, além de monitorar a qualidade da água, solo e alimentos. Essas tecnologias são fundamentais para aumentar a eficiência e sustentabilidade na agricultura e áreas correlatas, como medicina veterinária e controle ambiental.

TESTES DE FLUXO LATERAL

Os testes de fluxo lateral (LFAs, do inglês *Lateral Flow Assays*), são fitas fabricadas de um material carreador com reagentes a seco que são ativados através do contato com uma amostra fluida e já são

amplamente utilizados para diagnosticar gravidez, falha interna de órgãos, infecção ou contaminação com patógenos específicos (Sajid *et al*., 2015), e mais recentemente, se popularizou pela presença nas prateleiras para diagnóstico de Covid-19.

Os testes de fluxo lateral são projetados para uso único e *point of care/need*, fora de laboratórios. A simples confirmação de presença ou ausência da molécula/patógeno avaliado já é amplamente comercializada e possui infinitas aplicações, a mais famosa é o teste rápido de gravidez, nesse caso, os produtos já conseguem revelar o resultado a partir de um minuto do contato entre a solução e a tira teste, outros já podem demorar de 10 a 20 minutos. Os testes possuem alta sensibilidade e especificidade que na maioria das vezes são garantidas por meio da combinação entre cromatografia, uso de anticorpos específicos para a amostra ou para sequências de DNA/RNA e a rotulação da amostra ou reconhecimento do elemento (Verheijen, 2002).

Os testes de imunoensaio de fluxo lateral (LFIA, do inglês *Lateral Flow (Immuno Assays*) são muito parecidos com os imunoensaios enzimáticos, entretanto, não os substitui. Nos primeiros LFIAs relatados, o anticorpo foi imobilizado em uma tira de papel cromatográfico permitindo que o reconhecimento fosse feito por cromatografia além do sistema de reconhecimento imunológico. Além disso, os primeiros testes utilizavam enzimas já usadas nos imunoensaios enzimáticos, mas rapidamente foram substituídos por partículas. Atualmente, quando novos métodos de LFIAs são apresentados, uma forma de avaliar o desempenho do teste é compará-lo com os imunoensaios enzimáticos (Verheijen, 2002; Sajid *et al*., 2015).

TIPOS DE TESTE DE FLUXO LATERAL

A eficácia dos testes de fluxo lateral é predominantemente determinada pela força da interação antígeno-anticorpo, que depende principalmente da quantidade de antígeno presente na planta ou organismo analisado. Quando o teste utiliza exclusivamente anticorpos para o reconhecimento de antígenos, os testes são chamados de *Lateral flow immunoassays* (LFIA). Testes que se concentram na amplificação e detecção de ácido nucleico de fita dupla (ds-amplicon), são nomeados *Nucleic acid lateral flow immunoassay* (NALFIA). Além disso, a hibridação específica de ácidos nucleicos com sondas complementares conhecidos como *Nucleic acid lateral flow assay* (NALF), são outra possibilidade de teste (Verheijen, 2002; Koczula; Gallotta, 2016).

Testes LFIA

Os testes LFIA são designados para confirmar a presença ou ausência de um composto quando a amostra é de baixa massa molecular e possui apenas um epítopo, neste caso apenas um formato é válido: o competitivo. O formato competitivo possui dois layouts, considerando que a amostra que está sob análise pode ser o composto em si ou um derivado do composto. No primeiro layout, o anticorpo é pulverizado na linha teste, uma mistura de amostra e conjugado (anticorpo marcado com uma nanopartícula) é aplicada no *Conjugate pad* e competem por sítios de ligação com o anticorpo na linha teste. No segundo layout, o conjugado é pulverizado na linha teste e uma mistura do anticorpo marcado e a amostra são aplicadas no

Conjugate pad, permitindo que a amostra tenha uma vantagem inicial para ligação ao anticorpo (Koczula; Gallotta, 2016; Khlebtsov *et al*., 2019).

Para amostras com mais de um epítopo, o formato sanduíche é o mais aplicável. Neste formato, a linha teste é preparada utilizando um anticorpo específico para amostra e o *Conjugate pad* contém um segundo anticorpo anti-antígeno marcado. Nesse caso, a amostra se ligará, durante a passagem pela tira, ao anticorpo anti-antígeno e o epítopo livre se ligará ao anticorpo imobilizado na linha teste. Nessa situação, a resposta é diretamente proporcional à quantidade de moléculas (antígenos) da amostra (Koczula; Gallotta, 2016; Verheijen, 2002).

Testes NALFIA

O teste **NALFIA** detecta sequências específicas de ácidos nucleicos de cadeia dupla (ds-amplicons), amplificadas a partir da amostra alvo. A amostra, uma sequência de ácidos nucleicos específica do patógeno em questão, é obtida por meio da amplificação via PCR com primers que possuem *tags* distintas (Van Dijk *et al*., 2023). O reconhecimento da amostra ocorre por meio de um anticorpo específico para uma dessas *tags*, que é imobilizado na linha teste do dispositivo.

Um exemplo típico de aplicação do NALFIA é a detecção de bactérias patogênicas em alimentos, patógenos que possuem alta diversidade genotípica associada a variação de sintomas e severidade da doença. Um teste NALFIA para o diagnóstico do agente da malária em amostras de sangue, permitiu a detecção rápida e diferenciada de infecções de *Plasmodium falciparum* e outras espécies de *Plasmodium. Entretanto, esse teste é dependente de uma reação de PCR numa fase inicial, que em geral é mediada por uma polimerase isotermal* (Moon *et al*., *2022).* O ds-amplicon obtido após a amplificação é composto por uma fita marcada com biotina e a outra com uma segunda *tag*, como isotiocianato de fluoresceína ou digoxigenina (Van Dijk *et al*., 2023). O anticorpo específico para a segunda *tag* é pulverizado na linha teste, enquanto a biotina da fita se liga a nanopartículas de avidina, que proporcionam a geração de um sinal colorido. A intensidade desse sinal é diretamente proporcional à quantidade de amostra presente. Este método é altamente sensível, sendo capaz de detectar níveis baixos de contaminação bacteriana ou outros patógenos (Verheijen, 2002; Moon *et al*., *2022*).

Testes NALF

Os testes NALF também se baseiam na hibridização de ácidos nucleicos, mas sem o uso de anticorpos para detecção. Diferentes formatos podem ser aplicados, dependendo da configuração das sondas, sendo elas: (i) formato com sonda repórter e sonda de captura: A sonda repórter, marcada com nanopartículas, e a sonda de captura, marcada com biotina, hibridizam com o amplicon da amostra. A sonda de captura se liga a uma linha de teste contendo avidina, resultando na visualização de um sinal colorido proporcional à quantidade de amostra; (ii) formato com albumina: A sonda repórter é marcada com nanopartículas, enquanto a sonda de captura é marcada com albumina, sendo utilizada uma linha de teste sensibilizada com um anticorpo anti-

albumina; (iii) formato de adsorção passiva: A sonda repórter é marcada com nanopartículas, enquanto a sonda de captura é imobilizada diretamente na linha de teste por adsorção passiva. Neste caso, a resposta é gerada pela interação direta entre a sonda capturada e o amplicon hibridizado, resultando em um sinal proporcional à quantidade de material alvo presente na amostra (Verheijen, 2002; Akineden *et al*., 2020).

Assim como no NALFIA, o NALF oferece alta sensibilidade e especificidade para a detecção de patógenos e outros organismos-alvo, mas com a vantagem de dispensar o uso de anticorpos, o que pode reduzir o custo e a complexidade do teste.

TESTES ADAPTADOS À AMPLIFICAÇÃO ISOTERMAL

A amplificação isotérmica de ácidos nucleicos utiliza uma temperatura constante com baixo consumo de energia, permitindo um diagnóstico mais vantajoso ao PCR (Asiello; Baeumner, 2011), facilitando a sua execução em dispositivos isotérmicos simples.

As técnicas de amplificação isotérmica de ácidos nucleicos são frequentemente integradas a dispositivos miniaturizados ou portáteis, incluindo chips microfluídicos, plataformas capilares e tiras de teste. Os sistemas microfluídicos têm sido desenvolvidos e observados com bastante expectativa devido a seus avanços em redução de consumo de amostras e reagentes, além de funções integradas, alta portabilidade e curto tempo de resposta. As plataformas capilares, são consideradas vantajosas aos microchips, que podem requerer produtos relativamente complexos e de alto custo para sua fabricação, os tubos capilares podem ser produtos convenientes e de baixo custo para realizar amplificações isotérmicas em pequenos volumes.

Teste LAMP

A tecnologia LAMP permite a síntese *in vitro* de DNA a partir de uma fita molde em quantidade reduzida, que consiste de quatro primers principais, nomeados de F3 (externo), B3 (externo), *Foward Inner Primer* (FIP) (interno) e *Backward Inner Primer* (BIP) (interno) que reconhecem um total de seis sequências no DNA alvo, sendo que os primers externos atuam na parte não cíclica da reação e os internos na parte cíclica e não cíclica e são os responsáveis pela formação de uma alça de DNA durante a reação, que é a responsável pelo nome “Loop-mediated” (Ribeiro *et al*., 2021).

A amplificação eficiente do DNA depende do desenho dos primers LAMP. Eles devem ter ausência de sequências palindrômicas no DNA alvo, possuir temperaturas de anelamento não muito baixas (gerando especificidade do método), primers internos com poucas bases nitrogenadas AT em suas extremidades, o conteúdo de bases GC deve ser de cerca de 50 a 60%, a temperatura de fusão entre 60 e 65 ºC para sequências ricas em GC e entre 55 a 60 ºC para sequências ricas em AT, assim como evitar a dimerização.

O método demanda uma temperatura constante de 60 a 65 ºC e a reação dura entre 45 e 60 minutos (Fakruddin, 2011) e o aquecimento pode ser gerado por meio de um aquecedor simples como um banho-maria, eliminando a dependência de eletricidade para a realização do diagnóstico. Dessa forma, o LAMP pode ser

conduzido em qualquer ambiente (Mori *et al*., 2013). Além disso, a formulação do teste a seco, assim como já é realizado para reagentes de PCR (kits prontos para uso), conferem vantagens como aumento do tempo de armazenamento e maior estabilidade dos componentes da reação, pois não há mais a necessidade de manter o produto em freezer, o que torna possível produzir diversos produtos comerciais. Cada vez mais, os testes LAMP estão associados a outros dispositivos como chips microfluídicos, plataformas capilares e papel cromatográfico, o que o permite participar ainda mais do mercado de diagnóstico PoCT (Mori *et al*., 2013; Rohatensky *et al*., 2018).

O LAMP, possui alta aplicação na área clínica e sua eficiência é comparável às detecções realizadas em laboratório. A sua validação é realizada por comparação de eficiência e acurácia com outros testes diagnósticos já bem estabelecidos, como a reação em cadeia da polimerase (PCR), ELISA (*Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay*), dot-blot, western blot e qPCR (*Quantitative* PCR). Isto possibilitou a adoção da tecnologia por meio de um kit de detecção para aplicação ao agronegócio, especialmente, para a detecção de fitopatógenos e monitoramento da qualidade da água e de alimentos, além da detecção de resistência, como será possível observar com a revisão a seguir.

Teste RPA

RPA é outra técnica de amplificação isotérmica de ácido nucleico realizada a uma temperatura constante de 37 ºC a 42 ºC. A amplificação consta do estabelecimento de um filamento de recombinase, que constitui um complexo que integra um primer específico (de 30 e 35 nucleotídeos de comprimento) do alvo ao lado de uma enzima recombinase (Craw; Balachandran, 2012). No início da reação RPA, na presença de ATP e um agente de aglomeração (polietilenoglicol), a proteína recombinase se integra aos primers para formar um complexo recombinase-primer. Este complexo identifica a sequência complementar no molde e permite que o primer se anele após a separação das fitas de dsDNA pela recombinase (Bhat *et al*., 2022). Ao encontrar a sequência específica do alvo, o filamento recombinase executa uma troca de fita, incorporando assim o primer no alvo. O d-loop deslocado resultante que separa as fitas de DNA é então estabilizado pela proteína de ligação de fita simples (SSB-gp32), formando um novo dsDNA que atua como um molde para amplificação posterior A desmontagem do filamento recombinase subsequente à troca de fita torna o híbrido primer/alvo disponível para alongamento por meio da atividade da polimerase de deslocamento de fita e a reação pode ser concluída em 20 minutos com vantagens de alta eficiência, amplificação rápida e temperatura operacional constante (Bhat *et al*., 2022).

A técnica do RPA é pratica, fácil e eficaz além de ser mais tolerante a inibidores típicos de PCR, como polissacarídeos, sais e detergentes iônicos (DeShields *et al*., 2019), pelo que tem sido combinada aos sistemas de fluxo lateral permitindo estabelecer um método de diagnostico PoCT econômico, específico e altamente sensível que não requer de equipamento auxiliar, e que fornece resultados confiáveis em apenas 1 hora (Yu *et al*., 2019).

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço das tecnologias PoCT tem um potencial transformador no agronegócio, trazendo soluções inovadoras para diversos desafios enfrentados pelo setor. As aplicações abrangem desde a análise de solo, monitoramento da saúde das plantas e do gado até a segurança alimentar e o controle ambiental. Com o desenvolvimento de metodologias mais sensíveis e específicas, como os testes de fluxo lateral (LFAs), imunoensaios (LFIA), e ensaios de fluxo lateral com ácidos nucleicos (NALFIA e NALF), é possível realizar diagnósticos rápidos e precisos, reduzindo o tempo de resposta e permitindo decisões mais ágeis e informadas no campo.

Essas tecnologias oferecem uma maneira eficiente de detectar patógenos, monitorar condições ambientais e de saúde e garantir a segurança alimentar, com um impacto direto na produtividade e sustentabilidade do agronegócio. A capacidade de realizar testes diretamente no local, sem a necessidade de laboratórios sofisticados, democratiza o acesso a diagnósticos e reduz custos operacionais, permitindo que produtores e técnicos tomem decisões em tempo real.

No entanto, para maximizar o impacto dessas tecnologias, é essencial investir em pesquisas que melhorem a robustez e a acessibilidade dessas ferramentas. Além disso, é crucial estabelecer regulamentações claras para garantir a qualidade e confiabilidade dos dispositivos PoCT no setor agropecuário. A implementação contínua dessas tecnologias permitirá o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes, consolidando o PoCT como uma peça fundamental para o futuro do agronegócio.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal pelo financiamento do projeto (00193-00002395/2023-23).

REFERÊNCIAS

AKINEDEN, Ö. *et al*. Nucleic acid lateral flow immunoassay (NALFIA) with integrated DNA probe degradation for the rapid detection of *Cronobacter sakazakii* and *Cronobacter malonaticus* in powdered infant formula. **Food Control**, v. 109, p. 106952, 2020.

ASIELLO, P. J.; BAEUMNER, A. J. Miniaturized isothermal nucleic acid amplification, a review. **Lab on a Chip**, v. 11, n. 8, p. 1420-1430, 2011.

BHAT, A. I.; AMAN, R.; MAHFOUZ, M. Onsite detection of plant viruses using isothermal amplification assays. **Plant Biotechnology Journal**, v. 20, n. 10, p. 1859-1873, 2022.

BUCHTA, C. *et al*. Classification of “Near-patient” and “Point-of-Care” SARS-CoV-2 Nucleic Acid Amplification Test Systems and a first approach to evaluate their analytical independence of operator activities.

Journal of Clinical Virology, v. 165, p. 105521, 2023.

CRAW, P.; BALACHANDRAN, W. Isothermal nucleic acid amplification technologies for point-of-care diagnostics: A critical review. **Lab on a Chip**, v. 12, n. 14, p. 2469-2486, 2012.

DESHIELDS, J. B.; MOROZ, N.; BRALEY, L. E.; MORA-ROMERO, G. A.; TANAKA, K. Recombinase Polymerase Amplification (RPA) for the Rapid Isothermal Detection of *Spongospora subterranea* f. sp. subterranea and Potato Mop-Top Virus. **American Journal of Potato Research**, v. 96, n. 6, p. 617-624, 2019.

FAKRUDDIN, M. D. Loop mediated Isothermal Amplification (LAMP) - An Alternative to Polymerase Chain Reaction (PCR). **Bangladesh Research Publications Journal**, v. 5, n. 4, p. 425-439, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 22870:2016. **Point-of-care testing (POCT) Requirements for quality and competence**, 2016. Disponível em: https://www.iso.org/standard/71119.html. Acesso em: 25 nov. 2023.

KHLEBTSOV, B. N.; BRATASHOV, D. N.; BYZOVA, N. A. *et al.* SERS-based lateral flow immunoassay of troponin I by using gap-enhanced Raman tags. **Nano Research**, v. 12, p. 413-420, 2019.

KOCZULA, K. M.; GALLOTTA, A. Lateral flow assays. *Essays in Biochemistry*, v. 60, n. 1, p. 111-120, 2016.

MARTÍN-RAMÍREZ, A. *et al*. Usefulness of a commercial LAMP assay for detection of malaria infection, including *Plasmodium knowlesi* cases, in returning travelers in Spain. BMC Research Notes, v. 15, n. 1, p. 147, 2022.

MOON, Y.-J.; LEE, S.-Y.; OH, S.-W. A Review of isothermal amplification methods and food-origin inhibitors against detecting food-borne pathogens. *Foods*, v. *11*, n. 3, p. 322, 2022.

MORI, Y.; KANDA, H.; NOTOMI, T. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP): recent progress in research and development. **Journal of Infection and Chemotherapy**, v. 19, n. 3, p. 404-411, 2013.

NOTOMI, T. *et al*. Loop-mediated isothermal amplification of DNA. **Nucleic Acids Research**, v. 28, n. 12, p. e63, 2000.

RIBEIRO, S. A.; CRUZ, A. S.; CRUZ, A. D. Loop mediated isothermal amplification assay (LAMP): uma revisão detalhada sobre a técnica. Revista Estudos - Vida e Saúde (Revista de Ciências Ambientais e Saúde), v. 48, n. 1, p. 8809-8809, 2021.

ROHATENSKY, M. G. *et al*. Assessing the performance of a Loop Mediated Isothermal Amplification (LAMP) assay for the detection and subtyping of high-risk suptypes of Human Papilloma Virus (HPV) for Oropharyngeal Squamous Cell Carcinoma (OPSCC) without DNA purification. BMC Cancer, v. 18, n. 1, p. 166, 2018.

SAJID, M.; KAWDE, A.-N.; DAUD, M. Designs, formats and applications of lateral flow assay: A literature review. Journal of Saudi Chemical Society, v. 19, n. 6, p. 689-705, 2015.

VAN DIJK, N. J.; MENTING, S.; WENTINK-BONNEMA, E., M., S. *et al.* Laboratory evaluation of the miniature direct-on-b R nucleic acid lateral flow immunoassay (mini-dbPCR-NALFIA), a simplified molecular diagnostic test for *Plasmodium*. Malaria Journal, v. 22, p. 98, 2023.

VERHEIJEN, R. Immunological Strip Tests. p. 134-166. In: SCHALKHAMMER, T. G. M. (ed.). **Analytical Biotechnology. Methods and Tools in Biosciences and Medicine**. Basel: Birkhäuser, 2002.

YU, J.; SHEN, D.; DAI, T.; LU, X.; XU, H.; DOU, D. Rapid and equipment-free detection of *Phytophthora capsici* using lateral flow strip-based recombinase polymerase amplification assay. **Letters in Applied Microbiology**, v. 69, n. 1, p. 64-70, 2019.

ZHAO, Y. *et al*. Isothermal amplification of nucleic acids. **Chemical Reviews**, v. 115, n. 22, p. 12491-12545, 2015.

MERCADO E REGULAMENTAÇÃO DE MAMÃO GENETICAMENTE EDITADO

Antonio Alberto Ribeiro Fernandes[1], Luíza Favaratto[1], Patricia Machado Bueno Fernandes[1]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, ES. E-mail: alberto.fernandes@ufes.br

O desenvolvimento e comercialização de mamões geneticamente editados enfrentam desafios regulamentares complexos, caracterizados por legislações heterogêneas entre diferentes países. A edição gênica, no entanto, oferece uma solução promissora para os problemas fitossanitários enfrentados pelos produtores, como a resistência a pragas e doenças virais (Vieira *et al*., 2024). É essencial discutir essas questões regulatórias e mercadológicas para promover um comércio justo entre países produtores e consumidores.

A regulamentação de organismos geneticamente editados (GEds) varia substancialmente entre nações, influenciando diretamente a viabilidade comercial desses produtos. Em vários países, os GEds são tratados de forma distinta dos organismos geneticamente modificados (OGMs), criando incertezas e lacunas regulatórias (Fernandes *et al*., 2022a). No caso do *Carica papaya*, plantas geneticamente editadas com a tecnologia CRISPR estão sendo desenvolvidas para resistir aos vírus da mancha anelar e da meleira (Vieira *et al*., 2024). No Brasil e nos Estados Unidos, caso essas plantas não recebam material genético exógeno, não são classificadas como OGMs e passam por um processo regulatório mais ágil. Por outro lado, países como o México tratam os mamoeiros geneticamente editados com o mesmo rigor regulamentar destinado aos transgênicos (Fernandes *et al*., 2023; Fernandes *et al*., 2024).

A evolução dessas regulamentações reflete as dinâmicas políticas, sociais e culturais de cada país, além da percepção pública sobre a segurança e os benefícios dos GEds, o que também influencia a aceitação de mercado. O comércio internacional de mamões geneticamente editados é incipiente, mas com grande potencial, com os Estados Unidos, Brasil e Austrália como os principais *players*. O Brasil, por meio da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e do Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), tem sido central na criação de um ambiente regulatório que favorece a inovação com segurança (Fernandes *et al*., 2023).

Este estudo busca apresentar uma visão abrangente sobre as oportunidades e desafios da introdução do mamão geneticamente editado nos mercados interno e externo, destacando a importância da inovação científica e de regulamentações adequadas.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de cunho documental, baseada na análise criteriosa de documentos emitidos por governos e organizações de relevância nacional e internacional. A

seleção dos documentos considerou o acesso a fontes confiáveis e a adequação das informações às necessidades da pesquisa (Godoy, 1995).

A DIFERENÇA ENTRE TRANSGÊNICOS E ORGANISMOS GENETICAMENTE EDITADOS

Os organismos geneticamente modificados (OGMs) e os geneticamente editados (GEds) representam inovações distintas na biotecnologia agrícola. Os OGMs, como os mamoeiros transgênicos desenvolvidos no Havaí para combater o vírus da mancha anelar, foram fundamentais para resolver crises agrícolas, mas levantaram controvérsias sobre segurança alimentar e impacto ambiental. Em contrapartida, os GEds, que utilizam ferramentas como CRISPR-Cas9, permitem edições precisas no genoma sem a introdução de material genético exógeno, o que pode atenuar muitas das preocupações associadas aos transgênicos (Fernandes *et al*., 2023). Além do CRISPR-Cas9, as técnicas de edição gênica do tipo TALEN (*Transcription Activator-Like Effector Nucleases*) e ZFN (*Zinc Finger Nucleases*) utilizam proteínas para criar quebras específicas no DNA. TALENs reconhecem sequências de DNA com repetidos domínios proteicos que se ligam a bases específicas, enquanto ZFNs utilizam "dedos de zinco" que se ligam a regiões específicas de DNA (Fernandes *et al*., 2023). Ambas as técnicas induzem quebras de fita dupla no DNA, permitindo a introdução ou remoção de genes. Entretanto, CRISPR tem sido a principal técnica de escolha na edição gênica de plantas, por ser mais simples e eficiente (Figura 1).

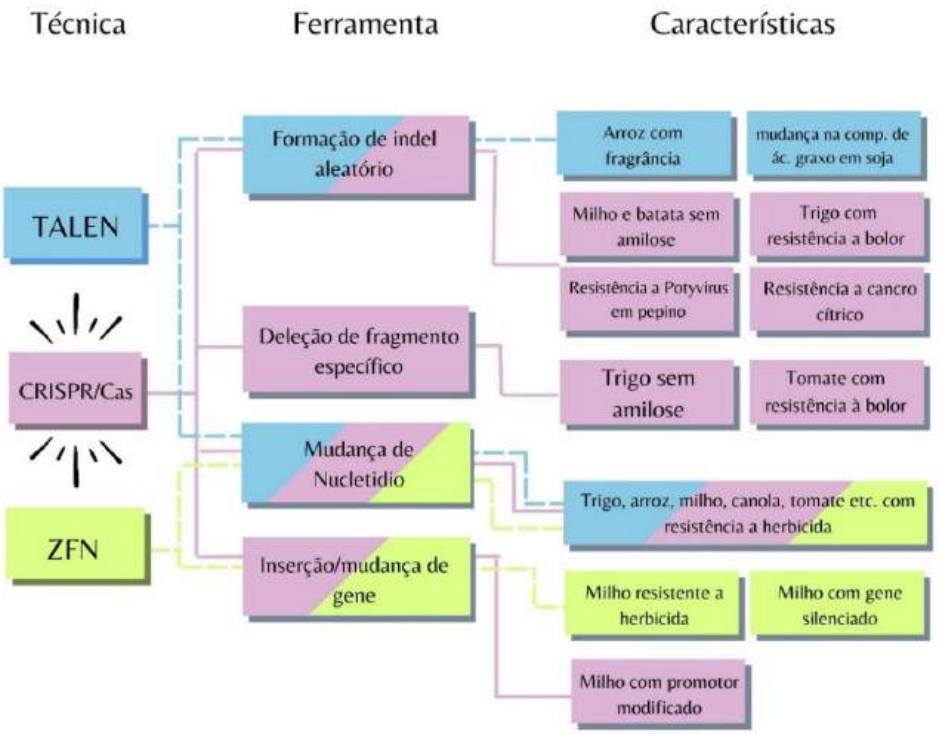


Figura 1 - Fluxograma de técnicas de edição gênica e a cultura resultante. Fonte: Jansing *et al*. (2019), modificado.

Essa diferença técnica tem implicações diretas na regulamentação e na aceitação pública dos GEds. A ausência de DNA externo em GEds reduz preocupações, como a transferência de genes entre espécies, influenciando regulamentações menos rígidas em países como os Estados Unidos e o Brasil, que classificam GEds de maneira distinta dos OGMs tradicionais (Fernandes *et al*., 2022a; Fernandes *et al*., 2024).

REGULAMENTAÇÃO E ACEITAÇÃO DOS GEDS

A simplificação do processo regulatório para os organismos geneticamente editados é uma consequência direta dessa distinção técnica. Nos Estados Unidos, por exemplo, organismos geneticamente editados que não introduzem DNA exógeno enfrentam menos barreiras regulatórias, acelerando sua introdução no mercado (Fernandes *et al*., 2024).

No Brasil, da mesma forma, o processo regulatório é mais ágil e simplificado em comparação com os transgênicos tradicionais. A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) avalia os organismos geneticamente editados de maneira diferenciada, reconhecendo que eles não apresentam os mesmos riscos potenciais que os transgênicos convencionais. Isso representa uma grande oportunidade para o desenvolvimento da agricultura no país, permitindo que novas variedades de cultivos geneticamente editados possam ser introduzidas no mercado com maior facilidade, ao mesmo tempo que mantêm altos padrões de segurança (Fernandes *et al*., 2023).

ROTULAGEM, IMPACTO ECONÔMICO, QUESTÕES ÉTICAS E DE CONSUMO

A questão da rotulagem de organismos GEd envolve uma série de desafios e considerações que abrangem os domínios científico, regulatório, econômico e ético. Diferentemente dos OGMs, que frequentemente envolvem a introdução de material genético de outras espécies, os GEds são criados por técnicas como CRISPR-Cas9, que permitem edições precisas e direcionadas no genoma. Essa distinção técnica alimenta o debate sobre a necessidade e a forma de rotulagem desses produtos, refletindo em abordagens regulatórias diversas ao redor do mundo (Fernandes *et al*., 2022b).

Do ponto de vista ético, a rotulagem é frequentemente vista como uma questão de direito à informação e autonomia do consumidor. Muitos defendem que os consumidores têm o direito de saber como os alimentos que compram são produzidos, permitindo-lhes tomar decisões informadas com base em suas crenças pessoais, valores culturais e considerações de saúde. Esse argumento é sustentado por princípios de transparência e escolha, fundamentais em sociedades democráticas (GMO Compass, 2006).

Por outro lado, alguns especialistas alertam que a rotulagem obrigatória pode inadvertidamente sugerir que os organismos GEds são inerentemente perigosos ou diferentes de seus equivalentes convencionais, potencialmente gerando desinformação e medo infundado entre os consumidores (Lynch; Vogel, 2001). Tal percepção pode retardar a aceitação de tecnologias que têm o potencial de proporcionar benefícios substanciais, como aumento da produtividade agrícola e melhor resistência a doenças, especialmente em regiões vulneráveis

à insegurança alimentar (Fernandes *et al*., 2022a).

CONTEXTO REGULATÓRIO GLOBAL

A regulação e rotulagem dos organismos GEds variam significativamente entre diferentes jurisdições. A União Europeia adota uma abordagem rigorosa, onde o princípio da precaução desempenha um papel central. A regulamentação europeia sobre OGMs, estabelecida pela Diretiva 2001/18/EC e pelo Regulamento (EC) nº 1829/2003, exige rotulagem clara de todos os produtos que contêm OGMs. A aplicação desses regulamentos aos GEds está em debate, principalmente após uma decisão do Tribunal de Justiça da União Europeia (TJUE), em 2018, que determinou que GEds devem ser regulados da mesma forma que OGMs, considerando o potencial de riscos desconhecidos para a saúde humana e o meio ambiente (Court of Justice of the European Union, 2018).

Nos Estados Unidos, a abordagem regulatória é mais flexível. A *Food and Drug Administration* (FDA) considera que, se uma edição genética não introduz DNA de outras espécies, o produto resultante pode ser tratado de forma semelhante aos produtos convencionais. A *National Bioengineered Food Disclosure Standard*, estabelecida pelo Departamento de Agricultura dos EUA (USDA), em 2016, exige rotulagem apenas para alimentos que contêm um genótipo que não ocorreria naturalmente, excluindo assim muitos organismos GEds (USDA, 2016).

Em regiões como a África e partes da Ásia, a regulação está em desenvolvimento. Países como Quênia e Nigéria têm avançado em suas políticas de biotecnologia agrícola, mas ainda enfrentam desafios na implementação de sistemas de rotulagem que atendam tanto às necessidades de proteção dos consumidores quanto à facilitação do comércio internacional (Karembu; Nguthi; Islamil, 2019).

ASPECTOS ECONÔMICOS E COMERCIAIS

A rotulagem de organismos GEds tem implicações diretas para o comércio global. As exigências rigorosas de rotulagem na União Europeia podem criar barreiras comerciais para produtos de países onde as regulamentações são menos exigentes. Por exemplo, os produtores agrícolas de países em desenvolvimento que desejam exportar para o mercado europeu podem enfrentar custos adicionais para garantir a conformidade com as normas de rotulagem, o que pode impactar sua competitividade (Gruère; Rao, 2007).

Além disso, o comportamento do consumidor é fortemente influenciado pela rotulagem. Pesquisas indicam que consumidores tendem a preferir produtos rotulados como "livres de OGMs" ou "livres de GEds", muitas vezes devido à percepção de que esses produtos são mais naturais ou seguros, apesar da falta de evidências científicas que sustentem essas crenças (Costa-Font; Gil, 2012). Essa preferência afeta a adoção dos GEds no mercado, especialmente em regiões onde a conscientização pública sobre biotecnologia é limitada e/ou distorcida. As questões levantadas acima estão sumarizadas para OGM transgênico na Tabela 1 e Organismos GEds na Tabela 2.

Tabela 1 - Opinião pública e regulamentação de organismos geneticamente modificados (OGMs)

	Estados Unidos	União Europeia	África	América do Sul	China
Opinião Pública	O público tende a ser a favor dos transgênicos e confia nos órgãos reguladores	O público tende a ser contra os transgênicos	Forte divisão de opiniões, com alguns países adotando OGMs e outros banindo	Forte divisão de opiniões, com alguns países adotando OGMs e outros banindo	O público se mostra cauteloso em relação aos transgênicos
Interesse Econômico	As condições são favoráveis para a exportação e o uso de transgênicos	Não têm muitos ganhos econômicos devido à relutância do público	Países como África do Sul, Nigéria e Sudão tem condições favoráveis	Países como Argentina, Brasil, Chile e Colômbia tem condições favoráveis	As condições são favoráveis para a exportação e o uso de transgênicos.
Influência de políticos e ONGs	Influência mínima de políticos e ONGs	ONGs têm uma influência significativa na formulação de políticas	A influência política é maior em alguns países como Zâmbia e Quênia	A influência de políticos e ONGs é maior em alguns países como México, Equador, Bolívia, Peru e Venezuela	Influência política alta
Tentativas de regulamentação	Os transgênicos são regulamentados pela EPA, USDA e FDA. Também é possível solicitar o status de isenção	Os transgênicos devem ser regulamentados pela EFSA e aprovados pela Comissão Europeia	Regulamentação em desenvolvimento	Não há unanimidade na regulamentação. Alguns aprovam, outros restringem, outros banem	OGMs passam por rigorosos testes antes de serem aprovados
Decisão regulatória	Foca apenas em evidências científicas	Evidências científicas e preocupação pública	Evidências científicas e preocupação pública	Evidências científicas e preocupação pública	Evidências científicas e preocupação pública
Rotulagem	Rotulagem com o termo “alimento bioengenheirado”	Todos os alimentos com >0,9% de conteúdo transgênico devem ser rotulados	Falta de consistência nas regulamentações de rotulagem de OGMs	Falta de consistência nas regulamentações de rotulagem de OGMs	Soja, milho, algodão, canola e tomate GM devem ser obrigatoriamente rotulados

Tabela 2 - Opinião pública e regulamentação de organismos geneticamente editados (GEds)

	Estados Unidos	União Europeia	África	América do Sul	China
Opinião Pública	O público é amplamente a favor dos GEds e confia nos órgãos reguladores	O público é mais aberto aos GEds do que aos transgênicos	Percebido como mais "natural" ou menos invasivo	Forte divisão de opiniões: alguns países desregulam e outros consideram como OGMs	Visto como uma solução mais natural e precisa para problemas agrícolas do que OGMs
Interesse Econômico	Condições favoráveis para a exportação e uso de GEds	Não têm muitos ganhos econômicos devido à relutância do público	Países como Nigéria, Gana, Quênia, Uganda e Etiópia tem maior potencial	Países como Argentina, Brasil, Chile e Colômbia tem condições favoráveis	As condições são favoráveis para a exportação e o uso de GEds
Influência de políticos e ONGs	Influência mínima de políticos e ONGs	ONGs têm uma influência significativa na formulação de políticas	Maior influência política em países como Zâmbia, Zimbábue, Malawi, Tanzânia e Benin	A influência de políticos e ONGs é maior em alguns países como México, Equador, Bolívia, Peru e Venezuela	Influência política alta
Tentativas de regulamentação	Os GEds que não possuem DNA exógeno são desregulamentados	Passam por análises rigorosas assim como os transgênicos	Regulamentação em desenvolvimento	Não há unanimidade na regulamentação. Alguns aprovam como cruzamento tradicional, outros como OGM, outros restringem o uso	Regulação de GEds em desenvolvimento
Decisão regulatória	Foca apenas em evidências científicas	Evidências científicas e preocupação pública	Evidências científicas e preocupação pública	Evidências científicas e preocupação pública	Evidências científicas e preocupação pública
Rotulagem	Sem requisitos de rotulagem	Mesmas regras de rotulagem que os OGMs	Não há regulamentação específica, embora existam discussões em andamento	Falta de consistência nas regulamentações de rotulagem de GEds	Ainda não existe uma regulamentação específica e separada para a rotulagem de GEds

Observa-se que as questões apresentadas nas Tabelas 1 e 2 demonstram que não há consenso no caso de organismos geneticamente editados na maior parte das regiões investigadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados apresentados, conclui-se que, para a consolidação dos mamões geneticamente editados no mercado consumidor global, é imprescindível uma ação ágil e assertiva. Tal ação deve abordar questões ideológicas e políticas mal fundamentadas, que possam dificultar o avanço tecnológico e a competitividade desse setor no mercado. A questão da rotulagem de organismos geneticamente editados é multifacetada e continua a evoluir à medida que novas tecnologias e produtos chegam ao mercado. As abordagens regulatórias variam amplamente, refletindo diferentes prioridades em termos de proteção do consumidor, promoção da inovação e facilitação do comércio. Enquanto a rotulagem é considerada essencial para a transparência e a autonomia do consumidor, também levanta preocupações sobre potenciais barreiras comerciais, interpretações equivocadas por parte dos consumidores e os impactos econômicos sobre diferentes grupos de interesse. À medida que a biotecnologia avança, a harmonização das regulamentações e a educação pública serão fundamentais para equilibrar esses interesses divergentes e promover um ambiente de mercado justo e informado.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela concessão de bolsa de pesquisador capixaba (AARF) e concessão da bolsa de LF nº 725/2022 edital PROFIX nº 15/2022. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa (PMBF nº 308306/2021-0). À FAPES, CNPq e CAPES pelo apoio financeiro aos projetos do Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio da Universidade Federal do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

COURT OF JUSTICE OF THE EUROPEAN UNION. **Judgment in Case C-528/16**. Luxembourg: Court of Justice of the European Union. 2018.

COSTA-FONT, M.; GIL, J. M. Meta-attitudes and the local and global determinants of GMO opposition. **Environment and Planning C: Government and Policy**, v. 30, n. 4, p. 707-723, 2012.

FERNANDES, P. M. B.; FAVARATTO, L.; FERNANDES, A. A. R.; VICIEN, C.; CAPALBO, D. M.; ZERBINI, F. M. To become more sustainable organic agriculture needs genome editing technology. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 10, p. 912793, 2022a.

FERNANDES *et al*., 2022b. **Transgênicos e a questão da Rotulagem**, ed. ILSI Brasil, São Paulo, SP.
GMO COMPASS, GMO Food Database. 2006. Disponível em: https://www.feedipedia.org/node/7494.

Acesso em: 19 set. 2024.

FERNANDES, A. A. R.; FAVARATTO, L.; FERNANDES, P. M. B.; RODRIGUES, S. P.; ARAUJO, M. M. **Técnicas inovadoras de melhoramento de precisão para produção de Organismos Geneticamente Editados**. São Paulo: ILSI Brasil. 2023.

FERNANDES, P. M.; FAVARATTO, L.; MERCHÁN-GAITÁN, J. B.; PAGLIARINI, R. F.; ZERBINI, F. M.; NEPOMUCENO, A. L. Regulation of CRISPR-edited plants in Latin America. p. 197-212. In: **Global Regulatory Outlook for CRISPRized Plants**, Academic Press. 2024.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, p. 20-29, 1995.

LYNCH, D.; VOGEL, D. **The regulation of GMOs in Europe and the United States: A case-study of contemporary European regulatory politics**. Council on Foreign Relations. 2001.

GRUÈRE, G. P.; RAO, S. R. A review of international labeling policies of genetically modified food to evaluate India's proposed rule. **AgBioForum**, v. 10, n. 1, p. 51-64, 2007.

JANSING, J.; SCHIERMEYER, A.; SCHILLBERG, S.; FISCHER, R.; BORTESI, L. Genome Editing in Agriculture: Technical and Practical Considerations. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 12, p. 2888, 2019.

KAREMBU, M.; NGUTHI, F.; ISMAIL, H. **Biotech crops in Africa: the final frontier**. ISAAA AfriCenter. 2019.

USDA. **National bioengineered food disclosure standard**. Washington, DC: United States Department of Agriculture. 2016.

VIEIRA, M. S.; CABRAL, R. L. R.; FAVARATTO, L.; MACIEL, L. S.; XAVIER, A. D. S.; ZERBINI, F. M.; FERNANDES, P. M. Tropical Fruit Virus Resistance in the Era of Next-Generation Plant Breeding. **SynBio**, v. 2, n. 3, p. 267-284, 2024.

Papaya Brasil

Seção 2

Trabalhos Técnico-científicos

BIOTECNOLOGIA

EFEITO DA TEMPERATURA NA CONSERVAÇÃO DO LÁTEX DE *Carica papaya* PARA DIAGNÓSTICO DA MELEIRA DO MAMOEIRO

Andressa Moratti[1], Gabriella Mata[1], Ava de Faria Giubertti[1], Laura Storch Fezer[1], Marcella Silva Vieira[1], Luíza Favaratto[1], Patrícia Machado Bueno Fernandes[1]

[1]Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, ES. E-mail: patricia.fernandes@ufes.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma árvore frutífera amplamente cultivada em climas tropicais e subtropicais, destacando-se pela sua importância econômica e valor nutricional (Koul *et al*., 2022). O Brasil se posiciona como o quarto maior produtor mundial de mamão, alcançando uma produção de 1,1 milhões de toneladas em 2022 (Faostat, 2022). No entanto, a cultura do mamoeiro enfrenta desafios significativos devido a patógenos como fungos e vírus. Esses agentes causadores de doenças resultam em perdas anuais estimadas em US$ 220 bilhões (Jones, 2019). Entre os patógenos mais críticos estão o papaya meleira virus (PMeV) e o papaya meleira virus 2 (PMeV2), que em associação formam o complexo PMeV, responsável pela meleira do mamoeiro. Essa doença provoca a exsudação espontânea de látex nos frutos, deixando-o com um aspecto "pegajoso", e lesões necróticas nas pontas das folhas jovens (Sá Antunes *et al*., 2020).

As infecções virais representam uma série de problemas econômicos e fitossanitários na cultura do mamoeiro. O manejo dessa doença é frequentemente realizado por meio da técnica conhecida como *roguing*, que envolve a remoção mecânica das plantas sintomáticas, impedindo a propagação da doença. A ausência de medidas de controle pode resultar na perda total da área cultivada (Galeano *et al*., 2022).

O diagnóstico da meleira do mamoeiro pode ser inicialmente feito por observação visual dos sintomas (Rodrigues, 2005). Contudo, a confirmação da doença requer técnicas moleculares, como a Transcrição Reversa-Reação em Cadeia da Polimerase (RT-PCR), que é eficaz para detectar o complexo PMeV em diferentes tecidos do mamoeiro. A identificação pode ser realizada em amostras de folhas jovens, especialmente nas regiões próximas às nervuras centrais, e no látex extraído dos frutos, onde há uma concentração significativa do patógeno. O látex do mamoeiro oferece uma fonte confiável para o diagnóstico da doença, uma vez que a sua análise permite a detecção de partículas isométricas dos vírus, que se acumulam nos vasos laticíferos de plantas infectadas (Maciel-Zambolim *et al*., 2003; Sá Antunes *et al*., 2020).

No entanto, um dos principais desafios logísticos no uso do látex para diagnóstico é o transporte das amostras do campo para o laboratório. O látex deve ser mantido sob condições adequadas de temperatura,

geralmente refrigerado a 4 ºC, até a realização da análise molecular, sem comprometer a qualidade das amostras.

Logo, este estudo tem como objetivo avaliar a conservação do látex de mamoeiro sob diferentes condições de temperatura, visando identificar a melhor forma de armazenamento das amostras coletadas para posterior análise, minimizando a degradação do material e garantindo a eficácia da detecção do complexo viral PMeV. Além disso, o estudo visa quantificar a concentração de material genético presente em cada amostra, buscando correlacionar as condições de armazenamento com a preservação da quantidade de RNA.

MATERIAL E MÉTODOS

A amostra utilizada neste estudo foi coletada no estado de Minas Gerais (MG), sendo mantida à 4 ºC durante o trajeto para o laboratório, e ao chegar ao Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, UFES, foi diagnosticada com a presença do complexo viral PMeV. A amostra foi dividida em alíquotas e armazenadas em duplicata sob diferentes condições de temperatura: 4 ºC (refrigeração), 25 ºC (condição térmica), -20 ºC (congelador) e -80 ºC (ultrafreezer). É importante salientar que apenas a condição de temperatura durante o armazenamento foi alterada, os demais processos do protocolo experimental permaneceram os mesmos. O material de estudo foi mantido nas diferentes condições de temperatura por um período de 10 dias antes de ser processado para o diagnóstico molecular por RT-PCR.

As amostras foram centrifugadas a 12.000 g por 10 minutos a 4 °C e seguiu-se com a adição do reagente TRIzol™. Em seguida, o sobrenadante foi coletado e submetido à adição de clorofórmio gelado. A solução resultante foi homogeneizada utilizando um agitador Vortex por 15 s e incubada à temperatura ambiente por 2 minutos. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas novamente, e 400 µL da fase superior foram cuidadosamente coletadas. Essa fração foi então precipitada com 400 µL de isopropanol gelado, incubada à temperatura ambiente por 10 minutos, seguida de uma nova centrifugação. A fase aquosa foi descartada, e o pellet resultante foi lavado com 1 mL de etanol a 70%. Após a centrifugação, o etanol foi removido, e o pellet foi seco à temperatura ambiente por aproximadamente 30 minutos. Finalmente, o pellet seco foi ressuspendido em 25 µL de água ultra-pura.

O RNA total extraído foi quantificado utilizando um espectrofotômetro NanoDrop (NanoDrop™ 2000 Spectrophotometer, ThermoFisher Scientific). Em seguida, o material genético foi tratado com DNase I (Invitrogen, ThermoFisher) de acordo com as instruções do fabricante, para garantir a remoção de qualquer contaminação de DNA e preservar o RNA. Para a síntese de cDNA (DNA complementar), 11 µL de RNA total foram utilizados juntamente com a enzima M-MLV Reverse Transcriptase (Invitrogen, ThermoFisher). O cDNA gerado foi então empregado na reação de PCR, utilizando a Taq DNA Polymerase Recombinant e oligonucleotídeos específicos conforme descrito por Sá Antunes *et al*. (2016). A reação de PCR foi preparada com 2 µL de cDNA em um volume final de 25 µL, e as amostras foram submetidas ao termociclador (Veriti, Applied Biosystems™). Os produtos amplificados foram visualizados em gel de agarose a 1%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as concentrações de RNA total extraído das amostras armazenadas sob diferentes temperaturas.

Tabela 1 - Concentração de RNA total extraído das amostras de látex

Amostras	Temperatura (ºC)	Concentração de RNA Total (ng/µl)
1	25	95,2
2		155,5
3	4	199,0
4		174,6
5	-20	235,0
6		725,9
7	-80	754,8
8		344,2

A quantidade de ácidos nucleicos sugere que baixas temperaturas favorecem uma melhor preservação do RNA extraído, conforme evidenciado pela análise no gel de agarose (Figura 1). É possível observar que as amostras 1 e 2, armazenadas na condição térmica de 25 ºC, não tiveram nenhum fragmento amplificado, sugerindo, assim, sinais de degradação do material genético viral. No entanto, as bandas amplificadas das amostras 3 e 4 apresentaram uma intensidade perceptível para determinar a presença do PMeV2. Nas amostras 5, 6, 7 e 8 também foi possível a visualização de *amplicons*.

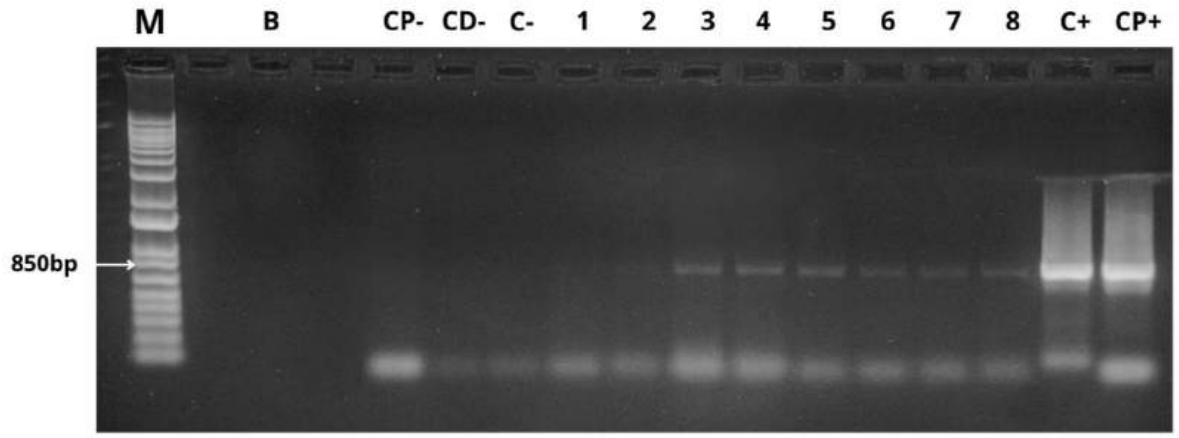


Figura 1 - Eletroforese em gel de agarose (1%) para detecção do efeito da temperatura na conservação do PMeV2 por RT-PCR em amostras de látex armazenadas em diferentes condições, sendo M (marcador 1kb plus DNA laddder); B (branco); CP- (controle negativo da PCR); CD- (controle negativo da DNAse); C- (controle negativo da reação); Amostras 1 e 2 (25 ºC), 3 e 4 (4 ºC), 5 e 6 (-20 ºC), 7 e 8 (-80 ºC); C+ (controle positivo da reação); CP + (controle positivo da PCR).

Os resultados apresentados, evidenciam que a temperatura de armazenamento do látex é fundamental para garantir a conservação do material genético, assim como para um diagnóstico confiável da doença. As amostras armazenadas nas temperaturas de 4 °C, -20 °C e -80 °C, demonstram uma conservação mais eficiente do RNA, evidenciado pela quantificação do ácido nucleico e pelas bandas aparentes observadas no gel de agarose. Essas temperaturas de armazenamento irão garantir uma melhor estabilidade na conservação do RNA (Rodrigues *et al*., 2009). Ademais, os ácidos nucleicos de fita simples exibem menor estabilidade em comparação aos de fita dupla. Amostras de látex armazenadas à temperatura de 25 ºC apresentaram degradação química do RNA, atribuída às enzimas presentes no material (Chheda *et al*., 2024). Além disso, tanto a temperatura quanto o pH são fatores cruciais que afetam a integridade do RNA.

Em coletas de látex, onde o acesso a baixas temperaturas é limitado, o armazenamento deste a 4 °C continua sendo uma alternativa viável para a preservação do material por um curto período de tempo. Portanto, a fim de garantir um resultado eficiente, é essencial que as amostras sejam analisadas ou transferidas para condições mais baixas de temperatura. Além disso, o armazenamento a -20 °C também continua sendo uma alternativa viável para laboratórios que não possuem ultrafreezers, oferecendo uma preservação mais prolongada do látex sem a necessidade de equipamentos de maior custo e infraestrutura complexa.

CONCLUSÃO

A temperatura de armazenamento do látex é um dos fatores determinantes para a preservação do RNA viral e eficácia do diagnóstico molecular por RT-PCR. Logo, baixas temperaturas são fundamentais para garantir a preservação do material genético sem provocar a sua degradação. Quando o armazenamento a baixas temperaturas não é possível, a conservação a 4 °C mostra-se viável por curtos períodos, desde que o processamento das amostras ocorra imediatamente.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa de PMBF (# 308306/2021-0) e pelas bolsas de Iniciação Científica de AM e GM (# 173082/2023-8 e 163958/2022-0, respectivamente), e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pela bolsa de pós-doutoramento de LF (#725/2022). Também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado de MSV (#88887.920990/2023-00) e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) pela bolsa de iniciação científica de AG (#00193-00002048/2023-09).

REFERÊNCIAS

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, p. e0155240, 2016.

ANTUNES, T. F. S.; MAURASTONI, M.; MADROÑERO, L. J.; FUENTES, G.; SANTAMARIA, 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, n. 11, p. 2754-2763, 2020.

CHHEDA, U.; PRADEEPAN, S.; ESPOSITO, E.; STREZSAK, S.; FERNANDEZ-DELGADO, O.; KRANZ, J. Factors affecting stability of RNA–temperature, length, concentration, pH, and buffering species. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 113, n. 2, p. 377-385, 2024.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Top 10 Country Production of Papayas**. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em: 18 ago 2024.

JONES, R. A. C.; NAIDU, R. A. Global dimensions of plant virus diseases: current status and future perspectives. **Annual Review of Virology**, v. 6, n. 1, p. 387-409, 2019.

KOUL, B.; PUDHUVAI, B.; SHARMA, C.; KUMAR, A.; SHARMA, V.; YADAV, D.; JIN, J.-O. *Carica papaya* L.: a tropical fruit with benefits beyond the tropics. **Diversity**, v. 14, n. 8, p. 683, 2022.

MACIEL-ZAMBOLIM, E.; KUNIEDA-ALONSO, S.; MATSUOKA, K.; CARVALHO, M. G.; ZERBINI, F. M. Purification and some properties of Papaya meleira virus, a novel virus infecting papaya in Brazil. **Plant Pathology**, v. 52, n. 3, p.389-394, 2003.

RODRIGUES, S. P.; GALVÃO, O. P.; ANDRADE, J. S.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Método molecular simplificado para o diagnóstico da meleira do mamoeiro em látex e tecidos de plantas infectadas. **Summa Phytopathologica**, v. 31, n. 3, p. 281-283, 2005.

RODRIGUES, S. P.; ANDRADE, J. S.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. New approach for papaya latex storage without virus degradation. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 40, p. 122-124, 2009.

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. 172p.

ANÁLISE FILOGENÉTICA EM ISOLADOS DE *Papaya meleira virus* NA AMÉRICA LATINA USANDO O GENE *RdRp*

Ava de Faria Giubertti[1], Viviana Ramírez Ríos[2], Emanuel Felipe Medeiros Abreu[2], Patrícia Machado Bueno Fernandes[1]

[1]Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, ES. E-mail: pmbfernandes@gmail.com; [2]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF. E-mail: emanuel.abreu@embrapa.br.

INTRODUÇÃO

A meleira é uma doença viral que atinge a espécie *Carica papaya* L. e tem como principal sintoma a exsudação do látex que promove a aparência melada ao fruto. A produção de *C. papaya* no Brasil é altamente significativa, posicionando-o entre os maiores produtores mundiais (Faostat, 2022). Essa virose já foi identificada em diversos países, tais como Brasil (Sá Antunes *et al*., 2020), México (Perez-Brito *et al*., 2012), Equador (Quito-Avila *et al*., 2015), Austrália (Pathania *et al*., 2019), Colômbia e Costa Rica (Quito-Avila *et al*., 2023) demonstrando grande dispersão em regiões de clima tropical e subtropical. A meleira possui potencial de causar grandes perdas para a colheita (Almeida *et al*., 2024) sendo o *roguing* a forma utilizada para prevenir a propagação da doença (Ventura *et al*., 2004).

A Meleira é causada no Brasil por um complexo viral, formado pelo papaya meleira virus (PMeV) e papaya meleira virus 2 (PMeV2). Atualmente sabe-se que o PMeV pertence à família Fusagraviridae e se caracteriza por ser composto por RNA de fita dupla, codificando uma proteína capsidial e uma *RdRp* (RNA Polimerase Dependente de RNA); e que o PMeV2 é composto por um RNA fita simples e codifica uma *RdRp*, e pertence a família Tombusviridae (Maurastoni *et al*., 2023).

O gene *RdRp* é essencial para a replicação do genoma e a transcrição, desempenhando papel fundamental no silenciamento gênico pós-transcricional (Venkataraman *et al*., 2018). Com domínios conservados entre cepas virais, é amplamente utilizado em filogenias, vacinas e testes rápidos; entretanto, apresenta altas taxas de mutação em regiões não conservadas, favorecendo a adaptabilidade (Lu *et al*., 2022) e dificultando o desenvolvimento de antivirais (Farias *et al*., 2017). A compreensão da relação filogenética atual entre as cepas virais é essencial para otimizar as metodologias que estão sendo desenvolvidas com base no fragmento de *RdRp*. Desta forma, esse estudo visa determinar a filogenia do PMeV e do PMeV2 usando um fragmento parcial do gene *RdRp* de diversos isolamentos da América Latina, com o objetivo de contribuir para a melhoria das estratégias de controle da meleira.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com os genes disponíveis na plataforma National Center for Biotechnology Information (NCBI - https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/virus/vssi/#/). Foram recuperadas um total 31 sequências parciais e completas do gene *RdRp* para a realização das análises filogenéticas.

Inicialmente as sequencias dos genes foram submetidas ao programa *BioEdit* (https://bioedit.software.informer.com/download/). Nessa plataforma os genes foram trimados com objetivo de gerar fragmentos do gene *RdRp* do mesmo tamanho. Após a trimagem, as sequências foram carregadas no programa *MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11* (https://www.megasoftware.net) no qual foram submetidas a um alinhamento global usando o algoritmo *Clustal W*. Posteriormente, utilizou-se o programa *JModelTest* (Posada, 2008) para determinar o melhor modelo de substituição nucleotídica para cada grupo de sequências e continuar com a construção das árvores filogenéticas usando a aproximação de máxima semelhança (Guindon, 2003**)** no programa *MEGA 11*. Em casos de inconsistência entre sequências foram feitos alinhamentos locais no programa *Geneious prime* versão 2024.0.5 (www.geneious.com) para determinar a porcentagem de identidade entre as sequências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O melhor modelo de substituição nucleotídica determinado no *JmodelTest* para o grupo de sequências do PMeV foi o modelo TPM3uf+G e para o PMeV2 foi o TPM2uf+G (Kimura, 1980), usados como parâmetro para obter as árvores filogenéticas da Figura 1.

Na filogenia inferida a partir do gene *RdRp* do PMeV foi possível apenas comparar sequências isoladas no Equador e no Brasil, sendo duas dessas sequências de babaco meleira-associated virus (BabMelV 1 - EQ ON226841 e EQ MN654371) que diferente do PMeV, infecta o babaco (*Vasconcellea* × *heilbornii*). Observou-se que a sequência do papaya sticky fruit-associated virus (PSFaV - EQ ON226840) ficou geneticamente mais próximo das sequências de babaco meleira formando um mini clado que agrupa essas duas sequências, que apresenta uma distância genética mínima (0.1) com o clado das sequências pertencentes ao Brasil. Isto permite inferir que ambos os vírus (BabMelV 1 e PSFaV) estão estreitamente relacionados com o PMeV do Brasil. Isto foi confirmado pelo alinhamento local onde foram encontradas altas porcentagem de identidade de 66,6% e 64% para as sequências do BabMelV e de 65,2% para a sequência do PSFaV com a sequência do PMeV do Brasil. Recentemente, (Cornejo-Franco *et al.*, 2024) classificaram esses vírus na família Fusagraviridae e obtiveram uma filogenia similar à resultante do presente estudo.

A filogenia inferida a partir do gene *RdRp* do PMeV2 revela que, em geral, os genes isolados dentro do mesmo país estão mais próximos entre si do que em relação aos isolamentos de outros países. Esse modelo é corroborado pelo monofiletismo de cada grupo, conforme indicado pelas barras coloridas na parte direita de cada imagem. Entretanto, dois grupos se desviam desse modelo, os isolados mexicanos e brasileiros. Ambos

formaram grupos polifiléticos, o que sugere uma maior divergência do gene dentro desses grupos. Sá Antunes *et al*. (2016) mostraram esses vírus estão numa evolução contínua, possivelmente impulsionada por uma alta taxa de mutação do gene da *RdRp*. Também foi realizado um alinhamento local entre os isolados brasileiros BR KT186130 e BR KT921785, com 66,6% de identidade. Assim, apesar da polifilia, há uma considerável proximidade genética entre os isolados. No entanto, as sequências analisadas são majoritariamente parciais, geradas por pirosequenciamento, o que pode reduzir a acurácia e causar inconsistências nas análises filogenéticas. Diante disso, torna-se necessário usar novas tecnologias de sequenciamento para obter sequências virais completas e de alta qualidade

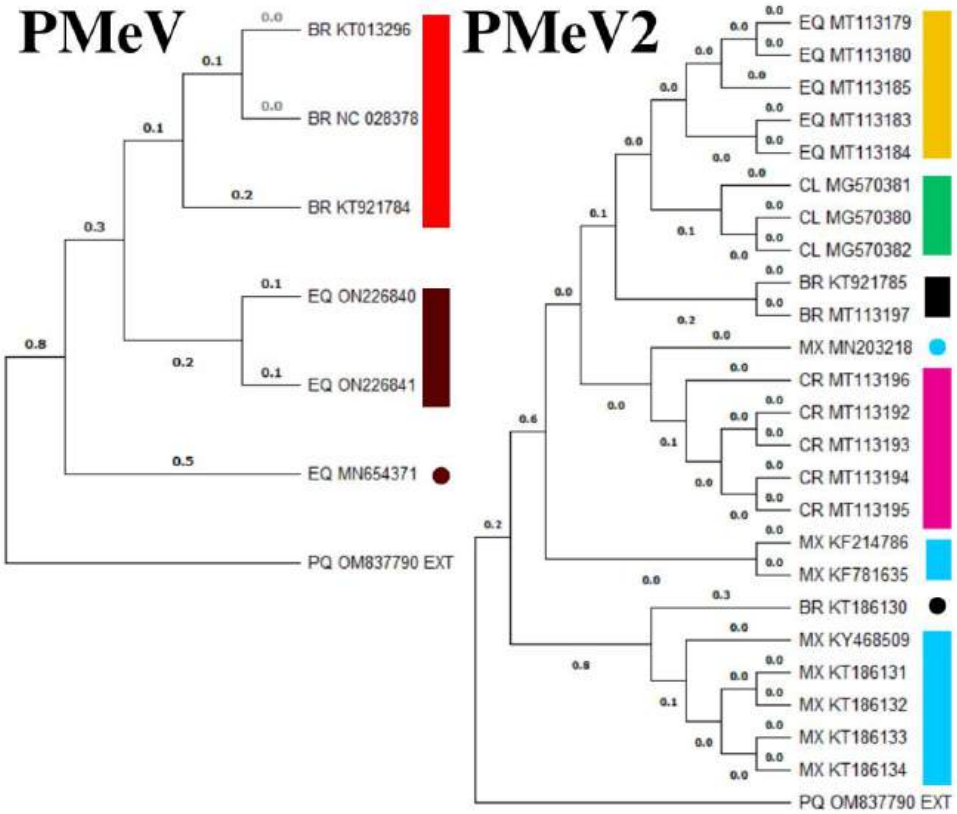


Figura 1 - Filogenia do PMeV e PMeV2 a partir de sequências *RdRp* dos isolados da América Latina. Os táxons indicam o local de origem: BR (Brasil), MX (México), EQ (Equador), CR (Costa Rica), CL (Colômbia) e PQ (Paquistão). O PQ foi usado como grupo externo (EXT). A segunda parte do nome refere-se ao número de acesso do gene no NCBI.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados deste trabalho, conclui-se que o PMeV apresenta proximidade genética entre os isolados do Brasil e Equador, especialmente BabMelV 1 e PSFaV, evidenciada pela formação de um mini clado e altas porcentagens de identidade. Sugere-se o sequenciamento de amostras regionalmente diversas para aprofundar as análises. Além disso, o PMeV2 mostra sinais de divergência, impulsionada pela alta taxa de

mutação genética, refletida na polifilia dos isolados mexicanos e brasileiros. No entanto, a monofilia observada na maioria dos grupos reforça a tendência de agrupamento por país, indicando uma relação genética mais próxima dentro de cada região. O gene *RdRp* demonstra grande potencial para o desenvolvimento de metodologias de silenciamento gênico e detecção da meleira, especialmente em isolados monofiléticos. Para grupos polifiléticos, há uma necessidade urgente de avançar essas metodologias, antes que o vírus se torne excessivamente divergente, dificultando o controle e a detecção.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal pela concessão de bolsas de AG e VRR (00193-00002048/2023-09) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa de PMBF (# 308306/2021-0).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. M.; FERNANDES, P. M. B.; MAURASTONI, M.; SÁ-ANTUNES, T. F.; VENTURA, J. A.; WHITFIELD, A. E. Efforts to understand transmission of the papaya meleira virus complex by insects. **Tropical Plant Pathology**, v. 49, p. 467-479, 2024.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Top 10 country production of papayas**. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em: 21 ago. 2024.

FARIAS, S. T. Origin and evolution of RNA-dependent RNA polymerase. **Frontiers in Genetics**, v. 8, p. 125, 2017.

GUINDON, S.; GASCUEL, O. A simple, fast and accurate method to estimate large phylogenies by maximum-likelihood. **Systematic Biology**, v. 52, p. 696-704, 2003.

KIMURA, M. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. **Journal of Molecular Evolution**, v. 16, p. 111-120, 1980.

LU, H.; LI, J.; YANG, P.; JIANG, F.; LIU, H.; CUI, F. Mutation in the RNA-Dependent RNA Polymerase of a symbiotic virus is associated with the adaptability of the viral host. **Frontiers in Microbiology**, v. 13: 883436, 2022. doi: 10.3389/fmicb.2022.883436 2022

MAURASTONI M.; SÁ ANTUNES T. F.; ABREU E. F. M.; RIBEIRO S. G.; MEHTA A., SANCHES M. M.; FONTES W.; KITAJIMA E. W.; CRUZ F. T.; SANTOS A. M. C.; VENTURA J. A.; GOMES A. C. M. M.; ZERBINI F. M.; SOSA-ACOSTA P.; NOGUEIRA F. C. S.; RODRIGUES S. P.; ARAGÃO F. J. L.; WHITFIELD A. E.; FERNANDES P. M. B. A capsid protein fragment of a Fusagra-like virus found in *Carica papaya* latex interacts with the 50S ribosomal protein L17. **Viruses**, v. 15, n. 2, 541, 2023.

PATHANIA, N.; JUSTO, V.; MAGDALITA, P.; DE LA CUEVA, F.; HERRADURA, L.; WAJE, A.; LOBRES, A.; CUETO, A.; DILLON, N.; VAWDREY, L.; HUCKS, L.,; CHAMBERS, D.; SUN, G.; CHEESMAN, J. Integrated disease management strategies for the productive, profitable and sustainable production of high quality papaya fruit in the southern Philippines and Australia FR2019-89. ACIAR. Australia: **Australian Centre for International Agricultural Research-ACIAR**, 2019. 64 p. Disponível em: https://www.aciar.gov.au/project/hort-2012-113. Acesso em: 21 ago. 2024.

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.

POSADA, D. jModelTest: phylogenetic model averaging. **Molecular Biology and Evolution**, v. 25, n. 7, p. 1253-1256, 2008.

QUITO-AVILA, D. F.; ALVAREZ-QUINTO, R. A.; MARTIN, R. Detection and partial genome sequence of a new umbra-like virus of papaya discovered in Ecuador**. European Journal of Plant Pathology**, v. 143, n. 1, p. 199-204, 2015.

SÁ ANTUNES, T. F.; 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, n. 5, p. e0155240, 2016.

SÁ ANTUNES, T. F.; MAURASTONI, M.; MADROÑERO, L. J.; FUENTES, G.; SANTAMARÍA, J. M.; VENTURA, J. A.; ABREU, E. F.; FERNANDES, A. A. R.; FERNANDES, P. M. B. A multiplex RT-PCR method to detect papaya meleira virus complex in adult pre-flowering plants. **Plant Disease**, v. 104, n. 11, p. 2754-2763, 2020.

VENKATARAMAN, S.; PRASAD, B.; SELVARAJAN, R. RNA Dependent RNA Polymerases: insights from structure, function and evolution. **Viruses**, v. 10, n. 2, p. 76, 2018.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S. Papaya diseases and integrated control. p.201-268. In: NAQVI, S. A. M. H. **Diseases of fruits and vegetables**, New York: Springer, v. 2. 2004.

ANÁLISE METABOLÔMICA DO LÁTEX DE *Carica papaya* L. INFECTADO PELO COMPLEXO PAPAYA MELEIRA VÍRUS (PMeV)

João Henrique Leite Mendes[1], Nicole Rosa Alves Moreira[1], Gisele Amorim[1], Maíra Fasciotti[2], José Aires Ventura[3], Patrícia Machado Bueno Fernandes[4], Silas Pessini Rodrigues[1]

[1]Núcleo Multidisciplinar de Pesquisa em Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Duque de Caxias, RJ; E-mail: profjoaoleite.bio@gmail.com**;** [2] Laboratório de Análise Orgânica, Instituto de Metrologia (Inmetro). Duque de Caxias, RJ; [3]Instituo Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Vitória, ES; [4]Núcleo de Biotecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, ES.

INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é um dos principais frutos tropicais exportados mundialmente (FAO, 2022). No Brasil, sua produção é concentrada na Bahia e no Espírito Santo (IBGE, 2022), mas enfrenta desafios devido à meleira do mamoeiro, uma doença causada pelo complexo Papaya meleira virus (PMeV), que envolve os vírus PMeV (dsRNA de ~8 Kb) e PMeV2 (ssRNA de ~4,5 Kb) (Sá Antunes *et al*., 2020). Esses vírus foram purificados a partir do látex de plantas sintomáticas e são encontrados nos laticíferos.

O látex, um fluido leitoso rico em proteases, é produzido e armazenado em células chamadas laticíferos. Em plantas afetadas pela meleira, o látex exsuda espontaneamente e apresenta menor viscosidade em comparação com plantas saudáveis. No entanto, o mecanismo de movimentação dos vírus entre os tecidos ainda não é claro (Merchán-Gaitán, 2023), sugerindo que os laticíferos possam atuar como vias de transporte e transmissão de partículas virais. O látex possui uma complexa composição bioquímica, incluindo macromoléculas (proteínas e açúcares) e diversos metabólitos secundários, como fenóis, terpenos, cardenolídeos e alcaloides (Merchán-Gaitán, 2023). Entretanto, o metaboloma do látex de *C. papaya* e as variações na abundância de seus metabólitos em resposta ao estresse, especialmente durante a meleira, são desconhecidos.

Elucidar os componentes químicos do látex e suas rotas bioquímicas pode oferecer uma compreensão mais aprofundada dos eventos biológicos em plantas afetadas pela meleira, além de contribuir para o desenvolvimento de métodos de diagnóstico precoce e acessível. Assim, este estudo visa analisar o metaboloma qualitativo e quantitativo do látex de *C. papaya* com e sem sintomas de meleira, utilizando técnicas de ressonância magnética nuclear (RMN) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). O objetivo é construir um banco de dados de metabólitos secundários de *C. papaya* e identificar biomarcadores ou rotas metabólicas que respondam à infecção pelo complexo Papaya meleira virus.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta: O látex foi coletado de frutos de *C. papaya* com e sem sintomas de meleira, em fazendas produtoras de mamão no norte do Espírito Santo. O látex exsudado foi imediatamente congelado em nitrogênio líquido. No laboratório, as amostras foram liofilizadas e armazenadas em refrigerador até a análise.

RMN: Foram utilizados 30 mg de látex liofilizado, suspensos em 1 ml de tampão fosfato (90 mM, pH 6,0). As suspensões foram agitadas em vórtex por 1 minuto, seguidas por ultrassom por 15 minutos à temperatura ambiente (25 ºC). Em seguida, os tubos foram centrifugados a 17.000 g por 10 minutos. Foram transferidos 480 µl do sobrenadante para tubos de RMN de 5 mm (Bruker), contendo 60 µl de D_2O e 60 µl de DSS (referência). O espectrômetro de 500 MHz (Bruker Advanced), localizado no Centro Nacional de Ressonância Magnética Nuclear da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CNRMN / UFRJ), foi utilizado para adquirir espectros de ^{1}H e ^{1}H - ^{13}C. O processamento dos espectros foi realizado no software TopSpin (Bruker).

GC-MS: Para a extração de compostos orgânicos voláteis, 10 mg de látex foram suspensos em 1 ml de metanol (100%). As suspensões foram agitadas em vórtex por 1 minuto e submetidas a ultrassom por 5 minutos à temperatura ambiente (25 ºC). Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 12.000 g por 5 minutos antes da análise cromatográfica em GCMS-QP2010 Ultra (Shimadzu) do Instituto de Metrologia (Inmetro), equipado com uma coluna CP-WAX 52CB (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm, Agilent). A corrida cromatográfica durou 70 minutos por amostra, com split 2:1 e volume de injeção de 2 µl.

Todos os experimentos de GC-MS e RMN foram realizados em triplicata (n = 3) para cada amostra de látex (saudável e doente).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os espectros de RMN oferecem uma análise detalhada dos núcleos de hidrogênio em moléculas orgânicas, refletindo a complexidade de suas ligações químicas e auxiliando na elucidação de componentes em misturas (Callaghan, 1991). Para traçar o perfil metabólico do látex de *C. papaya*, amostras saudáveis foram submetidas a um campo magnético de 500 MHz. Na Figura 1, o espectro 1D de ^{1}H do látex revela três regiões principais: compostos alifáticos predominantes entre 0,5 e 3,0 ppm; carboidratos distribuídos entre 3,0 e 5,8 ppm; e compostos aromáticos menos prevalentes entre 5,9 e 8,6 ppm. Essa distribuição é similar à observada por Maravi *et al.* (2022) em folhas de feijão infectadas com o vírus do mosaico amarelo. Gogna *et al.* (2015) também relataram espectros 1D de ^{1}H de RMN em sementes de mamoeiro, com poucos sinais na região aromática, sugerindo uma baixa presença de compostos fenólicos, similar ao observado no látex. Em contrapartida, a abundância de cadeias alifáticas e carboidratos pode indicar potenciais diferenças metabólicas entre mamoeiros saudáveis e afetados pela meleira.

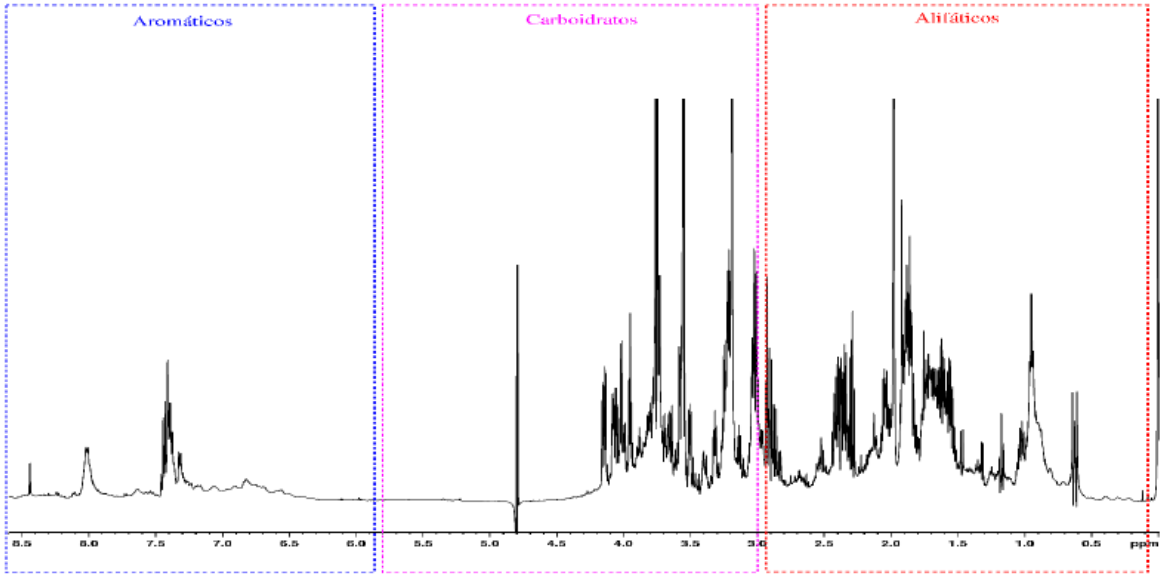


Figura 1 - Espectro de RMN 1D de ^{1}H do látex saudável de *Carica papaya*, demonstrando a distribuição e identificação de grupos orgânicos extraídos com solvente aquoso.

A comparação dos espectros 1D de ^{1}H de RMN entre plantas saudáveis e doentes (Figura 2) mostrou que, apesar das diferenças fisiopatológicas, os perfis de metabólitos extraídos são bastante semelhantes. Isso sugere que as diferenças entre as amostras podem ser muito pequenas. No entanto, as intensidades dos compostos parecem ser mais altas no látex de mamoeiros doentes em comparação com os saudáveis. Para entender melhor as rotas bioquímicas afetadas, é essencial identificar os compostos presentes. A identificação e análise detalhada dos compostos está em andamento.

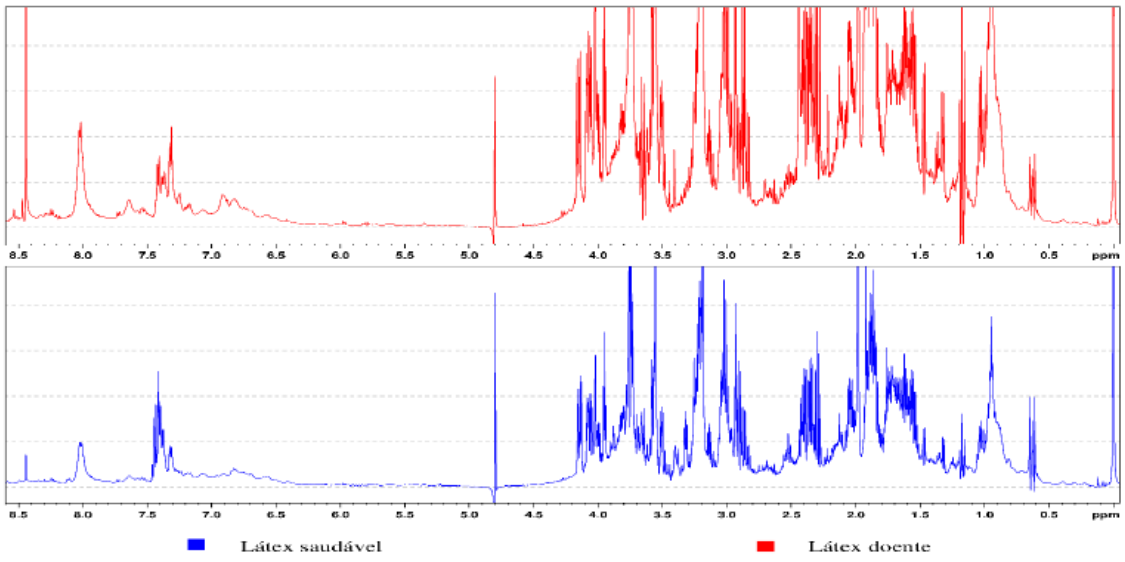


Figura 2 - Espectro de RMN 1D de ^{1}H mostrando um comparativo entre amostras saudáveis e doentes do látex de *Carica papaya*.

Uma análise 2D de RMN em busca de perfis oscilantes foi realizada. Espectros 2D de ^{13}C - ^{1}H mostram a correlação entre os hidrogênios (^{1}H) e os carbonos (^{13}C) ligados a eles, em abundância natural, nas cadeias orgânicas presentes na amostra analisada. A Figura 3 compara os espectros 2D de látex saudável e doente, mostrando pequenas diferenças nos sinais. Deslocamentos químicos de 29,22 ppm x 2,1 ppm e 34,40 ppm x 2,4 ppm foram encontrados nas amostras saudáveis e estão ausentes nas doentes, sugerindo pequenas diferenças no látex. No entanto, mais repetições e uma identificação precisa desses compostos são necessárias para confirmar essas diferenças.

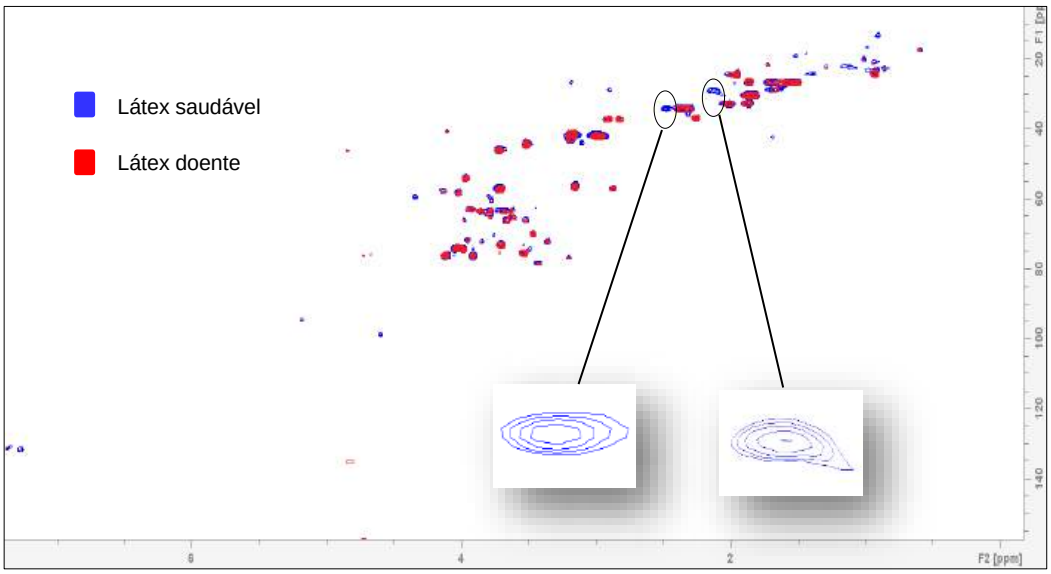


Figura 8 - Espectro de RMN 2D de ^{13}C - ^{1}H, mostrando alguns picos que diferem nas amostras de látex saudáveis e doentes de *Carica papaya*. O eixo F1 equivale ao deslocamento químico do carbono e o F2 corresponde ao deslocamento químico do hidrogênio.

A técnica de GC-MS foi empregada para se obter um perfil de metabólitos no látex de mamoeiro, visando a identificação de moléculas que podem não ter sido detectadas por RMN, ou para complementar as informações obtidas com a combinação das duas técnicas. Abarca *et at*. (2020) combinaram GC-MS e RMN e identificaram metabólitos da classe dos ácidos orgânicos que podem estar relacionados com a coagulação rápida do látex de diversas famílias de plantas. Neste sentido, a Figura 4 demonstra os cromatogramas de amostras de mamoeiros saudáveis (A) e doentes (B), sinais dos compostos químicos e seus tempos de retenção na coluna cromatográfica. Foram observados perfis cromatográficos bastante semelhantes entre as amostras, com exceção de um pico distinto (seta vermelha) observado no minuto 70 da corrida cromatográfica da amostra doente (B). A identificação dos sinais obtidos ainda está em andamento.

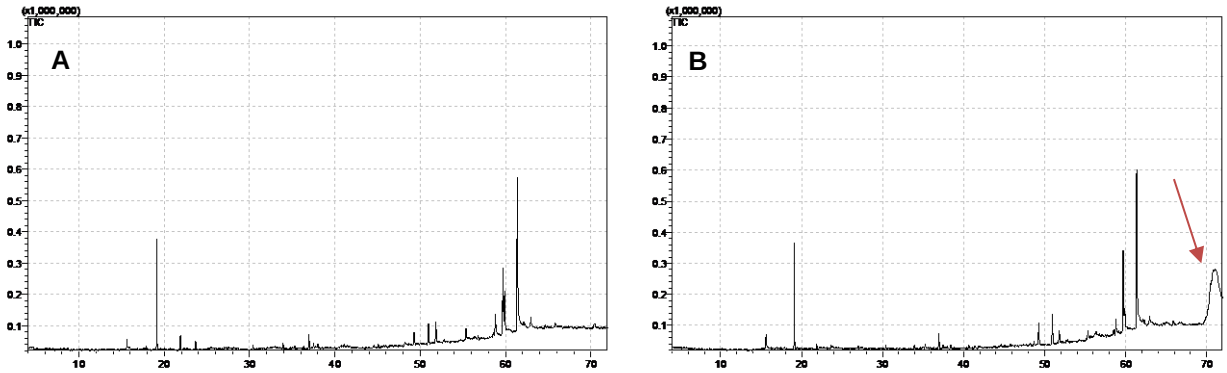


Figura 9 - Cromatograma de GC-MS obtidos para amostra de látex de *Carica papaya*. Amostras de látex de plantas sem (A) ou com (B) sintomas de meleira foram comparados.

CONCLUSÃO

De uma forma geral, a análise do látex de *Carica papaya* por RMN revelou a predominância de moléculas de cadeias alifáticas, seguidas por carboidratos. Já os compostos aromáticos apareceram com menor abundância. A comparação dos espectros 1D de RMN de mamoeiros sadios x doentes, revelou muita semelhança entre eles. A diferenças entre eles esteve relacionada a intensidade dos sinais, mostrando um acúmulo diferencial de compostos. Os espectros 2D de RMN mostraram algumas diferenças tanto na ocorrência, quanto na abundância entre as amostras. Através de GC-MS, alguns picos específicos para as amostras de látex sadio ou doente foram observados nos 70 minutos de separação cromatográfica. A identificação específica dos compostos detectados por RMN e GC-MS está em andamento.

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela bolsa TCT 5 (E-26/201.986/2022 -275813) de JHLM e pelo Auxílio à Pesquisa (APQ 1) (SPR nº 210.334/2024).

REFERÊNCIAS

ABARCA, L. F. S.; KLINKHAMER, P. G. L.; CHOI, Y. H. Plant Latex, from ecological interests to bioactive chemical resources. **Planta Med**, v. 85, p. 856-868, 2019.

CALLAGHAN, P. T. **Principles of nuclear magnetic resonance microscopy**. Oxford: Oxford University Press, 1991.

GOGNA, N.; HAMID, N.; DORAI, K. Metabolomic profiling of the phytomedicinal constituents of *Carica papaya* L. leaves and seeds by ^{1}H NMR spectroscopy and multivariate statistical analysis. **Journal of**

Pharmaceutical and Biomedical Analysis, v. 114, p. 106-116, 2015.

MARAVI, D. K.; KUMAR, S.; SAHOO, L. NMR-based metabolomic profiling of mungbean infected with Mungbean yellow mosaic India virus. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 194, p. 5808-5826, 2022.

MERCHÁN-GAITÁN, J. B.; MENDES, J. H. L.; NUNES, L. E. C.; BUSS, D. S.; RODRIGUES, S. P.; FERNANDES, P. M. B. The role of plant latex in virus biology. **Viruses**, v. 16, n. 1, p. 47, 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agropecuária de mamão**. Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mamao/br. Acesso em: 30 ago. 2024.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Principais frutas tropicais**: análise do mercado. Resultados preliminares. 2022. Disponível em: https://www.fao.org/publications/foa. Acesso em: 30 ago. 2024.

SÁ ANTUNES, T. F.; MAURASTONI, M.; MADROÑERO, L. J.; FUENTES, G.; SANTAMARIA, 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**, St. Paul, v. 104, n. 11, p. 2754-2763, 2020.

DESENVOLVIMENTO DE UM MAMOEIRO RESISTENTE À MELEIRA POR EDIÇÃO GÊNICA: SELEÇÃO DE GENES ALVO E DESIGN DE RNAS GUIA

Luíza Favaratto[1], Gabriella Mata[1], Andressa Moratti[1], Mirielson Loures[1], Oeber Quadros[1], Silas Pessini Rodrigues[1,2], Patricia Machado Bueno Fernandes[1]

[1]Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, ES. E-mail: patricia.fernandes@ufes.br; [2] Núcleo Multidisciplinar de Pesquisa em Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ. E-mail: srodrigues@xerem.ufrj.br

INTRODUÇÃO

Os vírus que afetam as plantas são grandes adversários da agricultura moderna, com impactos profundos na produtividade e na qualidade das colheitas (Abreu *et al.*, 2015). No caso do mamoeiro, a doença da meleira, causada pelos vírus PMeV e PMeV2 (Sá Antunes *et al*., 2020), é especialmente preocupante, levando a perdas significativas, tanto econômicas quanto sociais, em regiões tropicais (Vieira *et al*., 2024). Países como Brasil e México, que juntos representam mais de 16% da produção mundial de mamão (FAO, 2024), são duramente afetados pela meleira (Rodrigues *et al*., 2005; Perez *et al*., 2012). Em 2022, o Brasil produziu 1,1 milhão de toneladas de mamão, enquanto o México cultivou 19.613 hectares (FAO, 2024), destacando a relevância econômica da cultura. A doença, relatada pela primeira vez no Brasil na década de 1980 (Rodrigues *et al.*, 2005), tem se espalhado para outros países, como o México (Perez *et al*., 2012), Austrália (GOVERNMENT OF WEST AUSTRALIA, 2020) e Equador (Quito-Avila *et al*., 2023), sendo um obstáculo para a exportação devido ao comprometimento da qualidade dos frutos (Magaña-Alvarez *et al*., 2016).

Os sintomas da meleira, que incluem exsudação de látex e lesões nos frutos e folhas, aparecem tardiamente (Abreu *et al*., 2015; Antunes *et al*., 2016), o que torna o controle mais difícil. A erradicação de plantas infectadas, ainda que seja a principal estratégia de manejo, não tem sido suficiente para conter a disseminação da doença (Sá Antunes *et al*., 2020). A falta de um genótipo resistente ao vírus é um dos maiores desafios enfrentados por produtores e pesquisadores.

Nesse cenário, a tecnologia de edição genética CRISPR-Cas9 desponta como uma ferramenta promissora para o desenvolvimento de mamoeiros resistentes à meleira (Loures, 2022; Fernandes *et al*., 2024). A escolha precisa dos genes alvo para edição, com base em análises detalhadas de expressão gênica em plantas em estágio sintomático e assintomático (Madroñero *et al.*, 2018), é uma etapa crítica para o sucesso dessa abordagem. Além disso, o desenho dos RNAs guia (gRNA) que direcionam a proteína Cas9 para o alvo

selecionado representa uma fase fundamental no processo de edição. A aplicação dessa tecnologia pode revolucionar o manejo da meleira, garantindo maior segurança alimentar e sustentabilidade para a produção de mamão.

Este trabalho tem como foco a escolha dos genes alvo e o desenho dos RNAs guia para CRISPR-Cas9, visando conferir ao mamoeiro resistência à meleira, representando um avanço crucial na biotecnologia agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

Os genes candidatos para edição foram selecionados com base no estudo de expressão gênica realizado por Madroñero *et al*. (2018) em plantas de *Carica papaya* infectadas pelos vírus da meleira (PMeV e PMeV2), considerando os estados assintomático (pré-florescimento) e sintomático (pós-florescimento). A seleção foi baseada em genes que são super-expressados quando a planta apresenta sintomatologia, mas que estão silenciados quando a planta está assintomática para a doença. Isso sugere que estes genes estejam relacionados à resposta imune da planta, especialmente para aqueles envolvidos na interação planta-patógeno.

Os RNAs guia (gRNAs) foram desenhados a partir de sequências gênicas obtidas na plataforma Phytozome (https://phytozome-next.jgi.doe.gov/), focando nas regiões codificantes (éxons) dos genes de interesse (Loures *et al*., 2022). A seleção das regiões-alvo foi realizada com base nas sequências PAM (*Protospacer Adjacent Motif*) preferenciais do organismo em estudo, priorizando a sequência PAM “NGG”. Regiões com PAM contendo excesso de guaninas, como “NGGG”, foram evitadas, dado o risco de efeitos adversos na eficiência de ligação da proteína Cas9 (Xing *et al*., 2014; Loures, 2022).

Para o desenho do gRNA foram selecionadas 19 pares de bases (pb) anteriores à sequência PAM, na direção 5' - 3', sem incluir a sequência PAM no gRNA. As características dos gRNAs, como a temperatura de anelamento (Ta), temperatura de *melting* (Tm) e o conteúdo de GC, foram otimizadas utilizando a plataforma Primer3Plus, priorizando aqueles com um conteúdo de GC entre 50% e 80%. gRNAs com mais de quatro bases idênticas consecutivas ou com formação de estruturas secundárias, como *hairpins* e dímeros, foram descartados, considerando o risco de interrupção prematura da transcrição e baixa eficiência de edição.

Em seguida, foi realizada uma análise de alinhamento (BLAST) para confirmar que os gRNAs desenhados não apresentavam homologia significativa com outras regiões do genoma, tanto do organismo alvo quanto de plasmídeos e bactérias vetores utilizadas no processo de transformação. Esta etapa é fundamental para garantir a especificidade da edição gênica e evitar efeitos fora do alvo (*off-targets*).

Quando o gRNA não possuía uma base guanina (G) como a primeira posição na direção 5', foi adicionado um G, visando a otimização do início da transcrição, já que a RNA polimerase apresenta preferência por iniciar a transcrição com G. Adicionalmente, foi incluído um C no *primer* reverso, na posição 3', para complementar o G adicionado no início do gRNA.

Os gRNAs que apresentavam uma base adenina (A) ou timina (T) na quarta posição após a sequência

PAM (NNNNANNN-NGG) foram priorizados, devido à melhora na eficiência de ligação da Cas9, embora gRNAs sem essa característica não tenham sido descartados. Além disso, foram evitados gRNAs localizados nas extremidades dos genes, dando-se preferência às regiões centrais dos éxons, que apresentam maior probabilidade de afetar a função proteica.

Por fim, foi adicionada à sequência do gRNA uma extremidade compatível com os "*sticky ends*" gerados pela enzima de restrição utilizada no plasmídeo de clonagem (e.g., “CCAT” no plasmídeo, “GGTA” no gRNA). Assim, o *primer* final foi composto pelo gRNA e pela sequência de *sticky end* complementar. A sequência complementar do gRNA foi utilizada para o desenho da fita complementar, garantindo a correta ligação das extremidades durante o processo de clonagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genes selecionados para a indução de resistência à doença da meleira do mamoeiro em *Carica papaya* foram: *Reticulon-Like B4*, *Glicoproteína Mitocondrial*, *Uricase I/Fator Independente de Urato Hidroxilase*, *Proteína da Família Subtilase*, *Kinase de (d)CMP/Deoxicitidilato Kinase* e *Peroxina de Membrana Peroxissomal Integral*. As informações detalhadas sobre cada gene estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Informações sobre os genes utilizados no CRISPR-Cas9 para edição genética de *Carica papaya*

PAC ID	Gene	Tamanho sequência (pb)	Região codificante (pb)
16416866	*Reticulon-Like B4*	2.002	768
16420361	*Glicoproteína Mitocondrial*	2.468	765
16422371	*Uricase I/Fator Independente de Urato Hidroxilase*	11.718	927
16415919	*Relacionado à Protease Serina Subtilisina*	2.741	2.316
16419589	*Kinase de (d)CMP/Deoxicitidilato Kinase*	3.670	651
16427270	*Peroxina de Membrana Peroxissomal Integral*	2.466	1.035

Para cada gene, os gRNAs foram projetados e avaliados quanto à sua eficácia. O gene *Reticulon-Like B4* (PAC ID 16416866), com 2.002 pb e uma região codificante de 768 pb, teve inicialmente onze pares de gRNAs gerados. No entanto, apenas quatro pares atenderam aos critérios de qualidade, e nenhum apresentou parâmetros excelentes.

Para o gene *Glicoproteína Mitocondrial* (PAC ID 16420361), com 2.468 pb e uma região codificante de 765 pb, foram gerados onze pares de gRNAs, dos quais dois pares foram classificados como excelentes e dois como bons.

O gene *Uricase I/Fator Independente de Urato Hidroxilase* (PAC ID 16422371), com 11.718 pb e uma região codificante de 927 pb, teve dez pares de gRNAs projetados, dos quais quatro pares foram considerados bons.

No caso do gene *Proteína da Família Subtilase* (PAC ID 16415919), que possui 2.741 pb e uma região codificante de 2.316 pb, foram gerados dezoito pares de gRNAs, com quatro pares atendendo aos critérios de qualidade.

Para o gene *Kinase de (d)CMP/Deoxicitidilato Kinase* (PAC ID 16419589), de 3.670 pb e uma região codificante de 651 pb, sete pares de gRNAs foram gerados. Dentre estes, um par foi classificado como excelente e dois como bons.

Finalmente, para o gene *Peroxina de Membrana Peroxissomal Integral* (PAC ID 16427270), com 2.466 pb e uma região codificante de 1.035 pb, foram gerados doze pares de gRNAs, dos quais um par foi considerado excelente e dois pares, bons.

Os gRNAs que não atenderam aos requisitos mínimos foram descartados. A análise cuidadosa dos gRNAs e a seleção dos mais eficientes são essenciais para garantir o sucesso da edição genética e a potencial resistência dos mamoeiros à meleira. Na Tabela 2 estão os gRNAs que tiveram parâmetros excelentes.

Tabela 2 - Sequência 5'-3' dos gRNAs com parâmetros excelentes desenhados a partir dos seis genes-alvo para conferir resistência à meleira em *C. papaya*

Gene		Sequência gRNA	%GC	Tm ºC
Glicoproteína Mitocondrial	F	ATTGGTTTCTCTTCTCCGCAAAT	39,1	58,9
	R	CAAAGAGAAGAGGCGTTTACAAA	39,1	57,6
	F	ATTGACATGCCTGATCTTGTTAC	39,1	57,2
	R	TGTACGGACTAGAACAATGCAAA	39,1	58,4
Kinase de (d)CMP /Deoxicitidilato Kinase	F	ATTGAGTCCTTCGCCAAATTCCA	43,5	60,8
	R	TCAGGAAGCGGTTTAAGGTCAAA	43,5	60,4
Peroxina de Membrana Peroxissomal Integral	F	ATTGAGAGTCTTCGTATCGTCCT	43,5	58,8
	R	TCTCAGAAGCATAGCAGGACAAA	43,5	59,7

CONCLUSÕES

A escolha criteriosa dos genes-alvo para a aplicação da tecnologia CRISPR-Cas9 em *C. papaya* com o objetivo de conferir resistência viral é fundamental para o sucesso do processo de edição genética. Nem todas as regiões gênicas possuem as características ideais para o desenho de gRNAs eficientes, tornando indispensável uma avaliação cuidadosa das regiões codificantes e das propriedades dos gRNAs. Para maximizar as chances de sucesso na obtenção de plantas resistentes é recomendada a análise de múltiplos

genes em paralelo. Além disso, é importante utilizar um protocolo rigoroso para o desenho dos gRNAs, visto que plataformas amplamente utilizadas, como o CHOPCHOP, ainda não incluem o genoma de *C. papaya*, inviabilizando a criação direta de gRNAs por meio dessas ferramentas. Isso reforça a necessidade de procedimentos manuais e uma maior atenção na escolha dos alvos genéticos. Os genes-alvo que apresentaram os gRNAs mais promissores para a aplicação da tecnologia CRISPR-Cas9 em *C. papaya*, visando à indução de resistência à meleira, foram *Glicoproteína Mitocondrial*, *Kinase de (d)CMP/Deoxicitidilato Kinase*, e *Peroxina de Membrana Peroxissomal Integral*.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa (PMBF nº 308306/2021-0) e pelas bolsas de Iniciação Científica de AM (173082/2023-8) e GM (163958/2022-0), à Fundação de Amparo à pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo Auxílio à Pesquisa (APQ 1) (SPR nº 210.334/2024), e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro ao projeto e concessão da bolsa de LF nº 725/2022 edital PROFIX nº 15/2022.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. M.; ANTUNES, T. F.; MAGAÑA-ÁLVAREZ, A.; PÉREZ-BRITO, D.; TAPIA-TUSSELL, R.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, A. A.; FERNANDES, P. M. A current overview of the Papaya meleira virus, an unusual plant virus. **Viruses**, v. 7, n. 4, 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, p. e0155240, 2016.

FERNANDES, P. M.; FAVARATTO, L.; MERCHÁN-GAITÁN, J. B.; PAGLIARINI, R. F.; ZERBINI, F. M.; NEPOMUCENO, A. L. Regulation of CRISPR-edited plants in Latin America. p. 197-212. In: **Global Regulatory Outlook for CRISPRized Plants**. Academic Press. 2024.

GOVERNMENT OF WESTERN AUSTRALIA. Papaya sticky disease: biosecurity alert. **Agriculture and Food**. 2022. Disponível em: https://www.agric.wa.gov.au/plant-biosecurity/papaya-sticky-disease-declared-pest#:~:text=Papaya%20sticky%20disease%20is%20absent,unsightly%20and%20flavour%20is%20compromised. Acesso em: 12 set. 2024.

LOURES DA SILVA, M.-Silenciamento do gene da β-1,3-glucanase de *Carica papaya* por Crispr-Cas9. 80p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2021.

MADROÑERO, J., RODRIGUES, S. P., ANTUNES, T. F., ABREU, P. M., VENTURA, J. A., FERNANDES, A. A. R.; FERNANDES, P. M. B. Transcriptome analysis provides insights into the delayed sticky disse symptoms in *Carica papaya*. **Plant cell reports**, v. 37, p. 967-980, 2018.

MAGAÑA-ÁLVAREZ, A.; VENCIONECK DUTRA, J. C.; CARNEIRO, T.; PÉREZ-BRITO, D.; TAPIA-TUSSELL, R.; VENTURA, J. A.; HIGUERA-CIAPARA, I.; FERNANDES, P. M. B.; FERNANDES, A. A. R. Physical characteristics of the leaves and latex of papaya plants infected with the Papaya meleira virus. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 4, p. 574, 2016.
CAÑADA

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, n. 71, p. 13564-13570, 2012.

QUITO-AVILA, D. F.; REYES-PROAÑO, E. G.; CORNEJO-FRANCO, J. F.; ALVAREZ-QUINTO, R.; MOREIRA, L.; GRINSTEAD, S.; MOLLOV, D.; KARASEV, A. V. Papaya sticky disease caused by virus "couples": a challenge for disease detection and management. **Plant disease**, v. 107, n. 6, p.1649-1663, 2023.

RODRIGUES, S. P.; GALVAO, O. P.; ANDRADE, J. S.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Simplified molecular method for the diagnosis of Papaya meleira virus in papaya latex and tissues. **Summa Phytopathol**, v. 31, p. 281-283, 2005.

SA ANTUNES, T. F.; MAURASTONI, M.; MADROÑERO, L. J.; FUENTES, G.; SANTAMARÍA, J. M.; VENTURA, J. A.; ABREU, E. F.; FERNANDES, A. A. R.; FERNANDES, P. M. Battle of three: the curious case of papaya sticky disease. **Plant Disease**, v. 104, n. 11, p. 2754-2763, 2020.

VIEIRA, M. S.; CABRAL, R. L. R.; FAVARATTO, L.; MACIEL, L. S.; XAVIER, A. D. S.; ZERBINI, F. M.; FERNANDES, P. M. Tropical fruit virus resistance in the era of next-generation plant breeding. **SynBio**, v. 2, n. 3, p. 267-284, 2024.

XING, H. L.; DONG, L.; WANG, Z. P.; ZHANG, H. Y.; HAN, C. Y.; LIU, B.; WANG, X. C.; CHEN, Q. J. A CRISPR/Cas9 toolkit for multiplex genome editing in plants. **BMC plant biology**, v. 14, p. 1-12, 2014.

HETEROSE EM PROTEÍNAS FOTOSSINTÉTICAS DE BOTÕES FLORAIS DE MAMOEIRO: ESTUDO PROTEÔMICO DO HÍBRIDO UC-01 E SEUS PARENTAIS

Rafaela Pereira Duarte[1], Helaine Christine Cancela Ramos[1], Ellen Moura Valle[1], Alex Souza Rodrigues[1], Messias Gonzaga Pereira[1], Vanildo Silveira[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ.
E-mail: rafaelapd19@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma árvore frutífera que se destaca por suas características reprodutivas peculiares. Sendo uma planta trioica, apresenta indivíduos femininos, masculinos e hermafroditas. As plantas hermafroditas são classificadas como autógamas facultativas com cleistogamia (Damasceno Junior *et al*., 2009), o que permite ao mamoeiro se autopolinizar sem perda significativa de vigor. Além disso, os cruzamentos artificiais são facilitados nas plantas femininas, dispensando a emasculação, o que representa uma grande vantagem para a cultura e possibilita a obtenção eficiente de linhagens e híbridos.

Embora a trioicia ofereça vantagens para o melhoramento genético, a segregação sexual representa um desafio para a produção comercial, pois os frutos de qualidade comercial são produzidos por plantas hermafroditas. Portanto, a sexagem, que é uma etapa onerosa, é necessária para garantir que apenas essas plantas sejam mantidas no campo. Além disso, entre os três sexos da espécie, as plantas hermafroditas são as mais instáveis. Sob condições de estresse térmico e de umidade, podem ocorrer variações nas flores hermafroditas, resultando em formas carpeloides e pentândricas, ou até mesmo em reversão sexual. Essas variações, conhecidas como anomalias florais, além de representar mais um gargalo para a produção, reduzem a produtividade e aumentam a sazonalidade, provocando flutuações na oferta e, consequentemente, no preço do mamão no mercado (Damasceno Junior; Pereira; Pereira, 2018). Dessa forma, compreender as bases do desenvolvimento floral e da diferenciação sexual é de extrema importância.

As flores, nesse contexto, oferecem uma oportunidade ideal para investigar a base genética da heterose no mamoeiro, embora estudos sistemáticos nesse sentido ainda sejam escassos. A heterose, explorada extensivamente em diversas culturas de interesse comercial, ainda não tem suas bases moleculares completamente compreendidas. Perspectivas genômicas indicam que a heterose resulta de interações alélicas entre os genomas parentais, levando à alteração na programação de genes que promovem o crescimento, a tolerância ao estresse e a maior aptidão dos híbridos. Recentemente, técnicas mais avançadas vêm mostrando que o fenômeno da heterose pode ser estudado não apenas no nível transcricional, mas também no nível

proteômico, ampliando a compreensão desse processo (Xing; Sun; Ni, 2016).

Muitos estudos transcricionais foram realizados em botões florais de mamoeiro, focando principalmente na compreensão das bases genéticas da diferenciação sexual. No entanto, o presente trabalho estudou, pela primeira vez, a heterose em flores de mamoeiro hermafroditas por meio da análise proteômica diferencial de um híbrido (UC-01) em comparação com seus parentais (JS12 x Sunrise Golden 7212).

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Botões florais do híbrido UC-01 e de seus parentais JS12 e Sunrise Golden 7212 foram analisados. Sementes de cada genótipo foram germinadas em casa de vegetação e transplantadas para a área experimental do Colégio Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes, RJ, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e plantas. Após cinco meses, realizou-se a sexagem e coleta dos botões florais hermafroditas em estágio inicial de desenvolvimento, selecionados com base no tamanho (7 mm), conforme (Urasaki *et al*., 2012).

Extração e digestão de proteínas

Para a extração de proteínas, foram usadas três repetições biológicas de 300 mg de matéria fresca por amostra, maceradas em nitrogênio líquido e ressuspendidas em tampão de ácido tricloroacético e acetona. Após centrifugação e incubação, o sobrenadante foi descartado e o pellet lavado em acetona fria com 20 mM de DTT. As amostras foram então ressuspensas em 1 mL de tampão (7 M de ureia, 2 M tioureia, 2% de Triton X-100, 1% de DTT, 1 mM de fluoreto fenilmetanossulfonil e coquetel completo de inibidores de protease). Após a coleta dos sobrenadantes, realizou-se a quantificação das proteínas utilizando o 2-D Quant Kit (GE Healthcare). Para a digestão tríptica das proteínas, 100 µg de proteínas foram previamente precipitadas utilizando a metodologia metanol/clorofórmio para remoção de interferentes. As proteínas foram então ressuspendidas em solução de ureia e tioureia e digeridas com tripsina usando a metodologia FASP.

Espectrometria de massas e análise dos dados

A análise por espectrometria de massas foi conduzida em um sistema nanoAcquity upLC acoplado a um Q-TOF SYNAPT G2-Si, utilizando três repetições biológicas de proteínas digeridas. A separação cromatográfica foi realizada por um gradiente binário de fases. A aquisição dos espectros de massa foi realizada em modo HDMSE e DIA, sendo os dados adquiridos pelo software MassLynx. A identificação das proteínas foi feita comparando-se com o banco de dados Phytozome 10.2, e as análises quantitativa label-free foram realizadas utilizando o software ISOQuant versão 1.7. Após o processamento dos dados e para garantir a qualidade dos resultados, apenas proteínas presentes em pelo menos três execuções foram utilizadas para análise de abundância diferencial.

Finalmente, as proteínas identificadas foram submetidas a caracterização funcional utilizando o

software OmicsBox. As proteínas que não foram identificadas automaticamente pelo OmicsBox tiveram suas funções previstas manualmente usando as ferramentas BLAST disponíveis online: UniprotKB, NCBI e Phytozome. Para análise de heterose dos botões florais hermafroditas, a comparação entre a média do híbrido e suas linhagens parentais foi medida usando teste t de Student assumindo a seguinte hipótese nula (H0): H = (P1+ P2)/2, em que H é a média híbrida e P1 e P2 são as médias dos dois pais correspondentes, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises proteômicas realizadas em botões florais hermafroditas do híbrido UC-01 e seus genitores, 1398 proteínas foram identificadas. Dessas, 1372 eram comuns aos três genótipos, enquanto quatro proteínas foram exclusivas do genitor feminino JS12 e duas exclusivas do genitor masculino 7212. Entre as proteínas identificadas, 647 apresentaram acúmulo não aditivo em botões florais hermafroditas do híbrido JS12 × Sunrise Golden 7212 (p-valor < 0,05). A análise de enriquecimento dos termos de ontologia gênica (GO) e das vias KEGG das proteínas com acúmulo não aditivo indicou que a maioria dos termos enriquecidos estava associada ao "Componente Celular", incluindo o estroma de cloroplasto, vacúolo, vesícula secretora, tilacoide, nucléolo e ribossomo. As vias KEGG enriquecidas estavam relacionadas ao metabolismo de carbono, carboidratos e energia, além da biossíntese de aminoácidos (Figura 1).

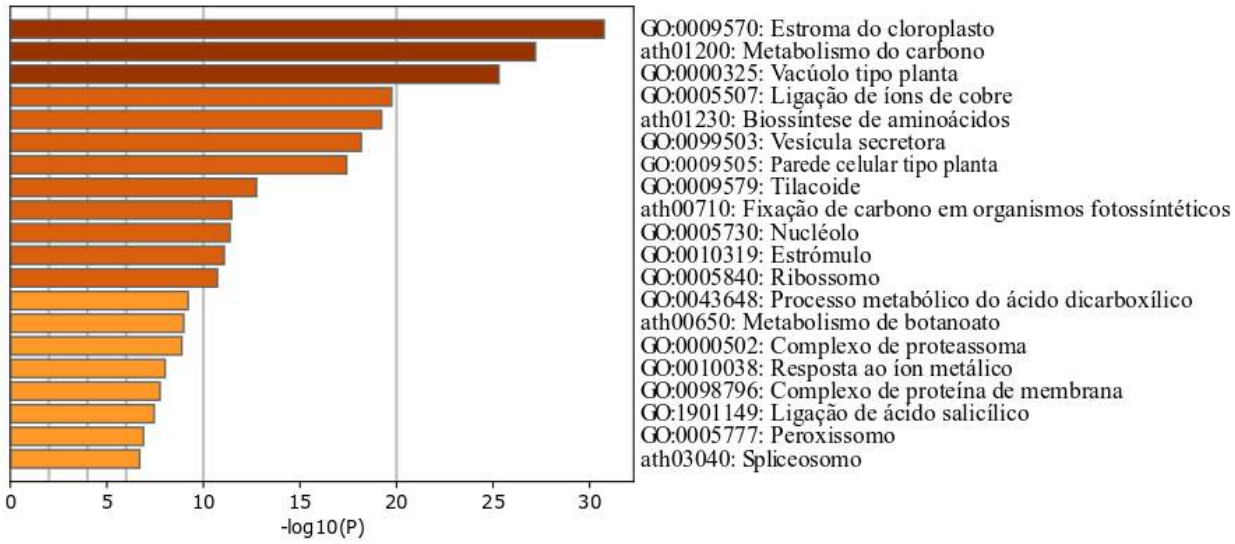


Figura 1 - Termos de antologia de gene e vias KEGG mais enriquecidas para as proteínas não aditivas de botões florais hermafroditas de mamoeiro em estágio inicial de desenvolvimento.

A manifestação da heterose em proteínas com papel importante nos cloroplastos foi evidente. Dentre essas proteínas, a Uracil fosforibosiltransferase (upP) catalisa o passo inicial na biossíntese de pirimidinas e é

necessária para o estabelecimento da fotossíntese. Estudos já demonstraram que a perda de função da upP causa distúrbios cloroplásticos (Mainguet *et al*., 2009). A proteína de ligação haste-loop do cloroplasto de 41 kDa (CSP41a) estimula tanto a transcrição quanto a tradução no cloroplasto, passos essenciais para o acúmulo de complexos fotossintéticos (Bollenbach *et al*., 2009). Além disso, a proteína Tioredoxina M tipo 1 (THM1) regula a atividade de várias proteínas cloroplásticas, desempenhando um papel importante na ativação das enzimas do ciclo de Calvin (Okegawa; Motohashi, 2015). Pode-se destacar outras proteínas não aditivas identificas em botões florais hermafroditas que também participam do ciclo de Calvin, como a Triosefosfato isomerase (TIM) e a fosforibuloquinase (PRK) (Graciet; Lebreton; Gontero, 2004; López-Castillo; Jiménez-Sandoval; Baruch-Torres, 2016).

Outras proteínas envolvidas na fotossíntese, mas também com papel chave na tolerância a estresses abióticos exibiram padrão de heterose no presente estudo. Dentre elas, duas proteínas extrínsecas do fotossistema II (PSBO-1 e PSBQ-2) e a Rubisco ativase (RCA). Um destaque especial é feito para a RCA, a qual garante que o sítio ativo da Rubisco não seja bloqueado por inibidores. Devido à baixa temperatura ideal para a atividade da ATPase e a uma instabilidade térmica inerente, essa proteína não atua bem durante períodos de estresse térmico. Além disso, estudos mostram que maiores níveis endógenos de RCA podem desempenhar um papel importante na produtividade da planta sob condições de temperatura acima do ideal (Ristic *et al*., 2009).

Esses resultados sugerem que o maior acúmulo de proteínas fotossintéticas pode indicar um melhor desempenho fotossintético de botões florais hermafroditas do híbrido UC-01, em comparação aos botões de seus parentais. As folhas são os principais órgãos para a captura de luz e fotossíntese, mas a importância desse processo em outros órgãos vegetais também é significativa. Essas vias de fotossíntese não foliar estão frequentemente associadas à necessidade de recapturar carbono, especialmente em órgãos de armazenamento que possuem altas taxas de respiração. Além disso, podem ser especialmente importantes no suporte ao crescimento das plantas sob estresse, sendo um fator chave para o crescimento e sobrevivência das plantas. Os caminhos da fotossíntese evoluíram muitas vezes em diferentes linhagens de plantas em resposta à seleção ambiental e também parecem ter se diferenciado em partes específicas da planta. Essa consideração pode ser útil no melhoramento de plantas, especialmente diante das mudanças climáticas (Henry; Furtado; Rangan, 2020).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nas análises proteômicas dos botões florais hermafroditas do híbrido UC-01 e seus genitores evidenciam a complexidade e importância das proteínas com acúmulo não aditivo. Uma proporção significativa de proteínas associadas ao cloroplasto e ao ciclo de Calvin apresentou acúmulo não aditivo, sugerindo a manifestação da heterose, particularmente em proteínas relacionadas ao metabolismo energético e à fotossíntese. Os resultados também indicam um potencial melhor desempenho fotossintético e

de uma melhor resposta a estresses abióticos em botões florais híbrido UC-01, o que pode contribuir para sua superioridade agronômica.

REFERENCIAS

BOLLENBACH, T. J.; SHARWOOD, R. E.; GUTIERREZ, R.; LERBS-MACHE, S.; STERN, D. B. The RNA-binding proteins CSP41a and CSP41b may regulate transcription and translation of chloroplast-encoded RNAs in Arabidopsis. **Plant Molecular Biology**, *[S. l.]*, p. 541-552, 2009.

DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G. Estimation of genetic parameters for flower anomalies in papaya. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, *[S. l.]*, v. 18, n. 1, p. 9-15, 2018.

DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G.; SILVA, F. F.; SOUZA, M. M.; NICOLI, R. G. Preferential reproduction mode of hermaphrodite papaya plant (*Carica papaya* L; Caricaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, *[S. l.]*, v. 31, n. 1, p. 182-189, 2009.

GRACIET, E.; LEBRETON, S.; GONTERO, B. Emergence of new regulatory mechanisms in the Benson-Calvin pathway via protein-protein interactions: a glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase/CP12/ phosphoribulokinase complex. **Journal of Experimental Botany**, *[S. l.]*, v. 55, n. 400, p. 1245-1254, 2004.

HENRY, R. J.; FURTADO, A.; RANGAN, P. Pathways of photosynthesis in non-leaf tissues. **Biology**, *[S. l.]*, v. 9, n. 12, p. 1-13, 2020.

LÓPEZ-CASTILLO, L. M.; JIMÉNEZ-SANDOVAL, P.; BARUCH-TORRES, N. Structural basis for redox regulation of cytoplasmic and chloroplastic triosephosphate isomerases from *Arabidopsis thaliana*. **Frontiers in Plant Science**, *[S. l.]*, v. 7, n. December, p. 1-17, 2016.

MAINGUET, S. E.; GAKIÈRE, B.; MAJIRA, A.; PELLETIER, S.; BRINGEL, F.; GUÉRARD, F.; CABOCHE, M.; BERTHOMÉ, R.; RENOU, J. P. Uracil salvage is necessary for early Arabidopsis development. **The Plant Journal**, *[S. l.]*, v. 60, n. 2, p. 280-291, 2009.

OKEGAWA, Y.; MOTOHASHI, K. Chloroplastic thioredoxin m functions as a major regulator of Calvin cycle enzymes during photosynthesis *in vivo*. **The Plant Journal**, *[S. l.]*, v. 84, n. 5, p. 900-913, 2015.

RISTIC, Z.; MOMČILOVIĆ, I.; BUKOVNIK, U.; PRASAD, P. V. V.; FU, J.; DERIDDER, B. P.; ELTHON, T. E.; MLADENOV, N. Rubisco activase and wheat productivity under heat-stress conditions. **Journal of Experimental Botany**, *[S. l.]*, v. 60, n. 14, p. 4003-4014, 2009.

URASAKI, N.; TARORA, K.; SHUDO, A.; UENO, H.; TAMAKI, M.; MIYAGI, N.; ADANIYA, S.; MATSUMURA, H. Digital transcriptome analysis of putative sex-determination genes in papaya (*Carica papaya*). **PLoS ONE**, *[S. l.]*, v. 7, n. 7, p. e40904, 2012.

XING, J.; SUN, Q.; NI, Z. Proteomic patterns associated with heterosis. **BBA - Proteins and Proteomics**, *[S. l.]*, v. 1864, n. 8, p. 908-915, 2016.

ENTOMOLOGIA

FORMIGAS CORTADEIRAS ASSOCIADAS A CULTURA DO MAMOEIRO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

David dos Santos Martins[1], Carlos Daniel Assis dos Santos[2], Renan Batista Queiroz[1], Maurício José Fornazier[1], José Aires Ventura[1]

[1]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Vitória, ES. E-mail: davidentomol@gmail.com; renan.queiroz@incaper.es.gov.br; mauriciofornazier@gmail.com; ventura@incaper.es.gov.br; [2]Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG.

INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras pertencem à tribo Attini (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) e cultivam fungos para se alimentar, utilizando uma variedade de substratos, como folhas verdes ou secas, casca de caules, flores, frutos, fezes e insetos mortos (Lima *et al*., 2001; Fowler *et al*., 1993; Araújo *et al*., 1997; Lima *et al*., 2001). As espécies destas formigas de Attini são consideradas 'Attina', um agrupamento subtribal informal, chamadas de 'formigas attine' (Hanisch *et al*., 2022).

As principais espécies representantes desse grupo de insetos, que tem a sua distribuição na região Neotropical, pertencem aos gêneros *Acromyrmex* Mayr, 1865 (quenquéns) e *Atta* Fabricius, 1804 (saúvas), causadoras de sérios prejuízos aos setores agrícola, pecuária e florestal nos países da região neotropical (Marlconi, 1970; Maciel *et al*., 1995; Araújo *et al*., 1997). O Brasil possui o maior número de espécies de formigas cortadeiras (Forti; Boaretto, 1997) com 29 espécies e subespécies de *Acromyrmex* e 13 espécies e subespécies de *Atta* (Della Lúcia *et al*., 1993; Pinto, 2016). Essas espécies ocorrem em boa parte do território brasileiro e apresentam atividade de forrageamento durante todo o ano, sendo constante ameaça para a agricultura (Gallo *et al*., 2002).

Pouco se sabe das espécies de formigas cortadeiras no Estado do Espírito Santo. Na literatura são citadas para o estado nove espécies do gênero *Acromyrmex*: *Ac. aspersus* (Smith, 1858), *Ac. balzani* (Emery, 1894), *Ac. brunneus* (Forel, 1912), *Ac. coronatus* (Fabricius, 1804), *Ac. diasi* (Gonçalves, 1983), *Ac. muticinodus* (Forel, 1901), *Ac. niger* (Smith, 1858), *Ac. rugosus rugosus* (Smith , 1858) e *Ac. subterraneus molestans* (Santschi, 1925), bem como quatro espécies do gênero *Atta*: *A. bisphaerica* (Forel, 1908) *A. laevigata* (Smith, 1858), *A. robusta* (Borgmeier, 1939) e *A. sexdens* (Linnaeus, 1758) (Santos, 1985; Della Lucia *et al*., 1993; Forti e Boaretto,1997; Lima *et al*. 2001; Culik *et al*., 2003; Teixeira e Schoereder, 2003; Oliveira *et al*., 2005; Zanuncio *et al*., 2010; Vicente *et al*., 2023; Martins *et al*., 2024).

Mudas de mamoeiro no viveiro, na fase de implantação e formação da lavoura (Martins *et al*., 2016), além de folhas e frutos de plantas adultas do mamoeiro em produção podem ser danificadas pelas formigas

cortadeiras das espécies *Ac. balzani*, *Ac. octospinosus* (Reich, 1793), *Ac. rugosus rugosus* e *A. sexdens* (Oliveira *et al*., 2005; Pinto, 2016).

Este estudo teve como objetivo dar continuidade ao estudo de Oliveira *et al*. (2005) na região Norte do Estado do Espírito Santo, onde a cultura do mamão é explorada comercialmente com alta tecnologia, para identificar as espécies de formigas cortadeiras associadas e que causam danos ao mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas das formigas foram realizadas, periodicamente e de forma aleatória, nos períodos de 03 a 10/2016 e 07/2022 a 04/2023, em lavouras comerciais de mamão, na região norte do estado do Espírito Santo, nos municípios de Boa Esperança, Jaguaré, Linhares, Pedro Canário, Pinheiros, Rio Bananal, São Mateus e Vila Valério. Formigas operárias, de maior tamanho, foram coletadas diretamente do ninho e em trilhas de forrageamento dentro das lavouras de mamoeiro. Dados como data de coleta, localidade, tipo de ninho e substrato carregado pelas formigas, foram registrados. Os espécimes coletados foram depositados em frascos individuais, por amostra, e fixados em álcool 70%. As amostras de formigas foram separadas por gênero no Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovações de Linhares (CPDI Linhares)/Incaper, utilizando a chave de identificação de Della Lúcia *et al*. (1993).

A identificação das espécies foi realizada pelo segundo autor, taxonomista parceiro no Laboratório de Ultraestrutura Celular, do Departamento de Biologia Geral, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais. Foram utilizadas referências específicas para a identificação a nível de espécie (Santschi, 1925; Gonçalves, 1942; 1961; Forti *et al*., 2022), além de bancos de dados online, como o AntWeb (Bolton, 2024), e espécimes comparativos depositados na Coleção Entomológica do Laboratório de Sistemática de Coleoptera (CELC)/UFV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 80 amostras de formigas cortadeiras em lavouras comerciais de mamoeiro. Todas as 25 amostras de formigas que estavam cortando parte das plantas do mamoeiro pertenciam a tribo Attini, três delas pertenciam ao gênero Acromyrmex, identificada como Ac. landolti (Forel, 1885), e 22 ao gênero Atta, todas da espécie A. sexdens (Linnaeus, 1758). A espécie Acromyrmex rugosus rugosus (Smith), formiga cortadeira já constatada na região Norte do Espírito Santo causando danos ao mamoeiro (Oliveira et al., 2005), foi observada em 11 lavouras de mamoeiro, porém sem ocasionar danos as plantas. Além das espécies de formigas cortadeiras, foram coletadas outras quatro espécies: Brachymyrmex sp. 1 e Brachymyrmex sp. 2 (Formicinae: Myrmelachistini), Cephalotes atratus (Linnaeus, 1758) (Myrmicinae: Attini) e Hylomyrma balzani (Emery, 1894) (Myrmicinae: Pogonomyrmecini). Estas quatro espécies não possuem hábito de cortar folhas/partes da planta, portanto não causam danos ao mamoeiro (Tabela 1).

A espécie *A. sexdens* foi a formiga cortadeira mais frequente nas lavouras de mamão, presente em 45% das amostras coletadas. De acordo com Forti (2000) o gênero *Acromyrmex*, é o que possui o maior número de espécies e as que causam maiores prejuízos para a agricultura.

Tabela 1 - Número de amostras coletadas de formigas (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) associadas a cultura do mamão no norte do estado do Espírito Santo

TRIBO[1] / Espécie	Total de amostras avaliadas		Amostras com danos ao mamoeiro		Local/Municípios
	(Nº)	Frequência (%)	(Nº)	Frequência (%)	
TRIBO ATTINI					
Acromyrmex landolti (Forel)	29	36,25	3	12,00	Boa Esperança, Linhares, Rio Bananal, São Mateus, Vila Valério
Acromyrmex rugosus rugosus (Smith)	11	13,75	0	0	Jaguaré, Linhares, Rio Bananal, Sooretama
Atta sexdens (Linnaeus)	36	45,00	22	88,00	Boa Esperança, Jaguaré, Linhares, Pedro Canário, Pinheiros, Rio Bananal, São Mateus, Sooretama
Cephalotes atratus (Linnaeus)*	1	1,25	0	0	Linhares
TRIBO MYRMELACHISTINI					
Brachymyrmex sp. 1*	1	1,25	0	0	Pinheiros
Brachymyrmex sp. 2*	1	1,25	0	0	Pinheiros
TRIBO POGONOMYRMECINI					
Hylomyrma balzani (Emery)*	1	1,25	0	0	Pinheiros
Total de amostras	80	100,00	25	100,00	

* Espécies de formigas não fungívoras.
[1]Tribo (Subfamília): Attini (Myrmicinae), Myrmelachistini (Formicinae), Pogonomyrmecini (Myrmicinae).

As formigas cortadeiras *Ac. landolti* foi observada cortando e transportando parte de folhas do mamoeiro; *Atta sexdens* também foi observada cortando e transportando parte de folhas e sementes de fruto de mamão. *Atta sexdens* foi a mais importante espécie coletada no mamoeiro, respondendo por 88% dos casos onde houve danos nas folhas e transporte de sementes nas lavouras avaliadas. Os danos dessas formigas foram observados tanto nos três primeiros meses da lavoura (transplantio das mudas até o início da floração), quanto na fase de frutificação e produção/colheita dos frutos (Tabela 2).

Estes resultados confirmam que as espécies de formigas cortadeiras *Ac. landolti* e *A. sexdens* também podem atacar plantas de mamão em produção, como constatado por Oliveira *et al*. (2005) e não somente nas fases de viveiro e de formação inicial no campo como comumente é relatado para cultura (Martins, 2003; Martins *et al*., 2016).

Tabela 2 - Espécies de formigas cortadeiras e parte da planta do mamoeiro observadas no forrageamento nas fases inicial e de frutificação/produção da cultura, no Norte do Estado do Espírito Santo

Espécie	Nº de amostras observadas no forrageamento/período da cultura			
	Culturas com até 3 meses de plantio[1]	Culturas após 3 meses de plantio[2]		Total
	Folha	Folha	Semente	
Acromyrmex landolti (Forel)	0	3	0	3
Atta sexdens (Linnaeus)	11	8	3	22

[1]Fase inicial da cultura (do transplantio até o início da floração).
[2]Fase de frutificação e produção/colheita de frutos.

Este é o primeiro registro da espécie *Ac. landolti* causando danos ao mamoeiro. As espécies de formigas cortadeiras até então conhecidas causando danos ao mamoeiro são *Ac. balzani*, *Ac. octospinosus* (Reich, 1793), *Ac. rugosus rugosus* e *A. sexdens* (Oliveira *et al*., 2005; Pinto, 2016).

Estas constatações evidenciam a importância do monitoramento contínuo e da atualização das práticas de manejo, de modo a preservar a produtividade das lavouras de mamão na região.

CONCLUSÃO

Atta sexdens é a principal espécie de formiga cortadeira que causa danos no mamoeiro no Estado do Espírito Santo.

A espécie *Acromyrmex landolti* foi constatada pela primeira vez causando danos ao mamoeiro.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - Fapes pelo apoio financeiro ao projeto (Fapes/Seag 593/2020) e concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor. Às empresas associadas à Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya - Brapex e outros produtores de mamão por disponibilizarem suas lavouras para coleta das amostras.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J. Levantamento de Attini (Hymenoptera, Formicidae) em povoamento de *Eucalyptus* na região de Paraopeba, Minas Gerais, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 2, p. 323-328, 1997.

BOLTON, B. **AntWeb, an online catalog of the ants of the world**. Disponível em: https://www.antweb.org/. Acesso em: 05 set. 2024.

CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. **Índice de artrópodes pragas do mamoeiro (*Carica Papaya* L.).** Vitória: Incaper, 2003, 29p.

DELLA LÚCIA, T. M. C.; FOWLER, H. G.; MOREIRA, D. D. O. Espécies de formigas cortadeiras no Brasil. p. 26-30, 1993. In: DELLA LÚCIA, T. M. C. (ed.). **As formigas cortadeiras.** Viçosa: Folha de Viçosa. cap. 3.

FORTI, L. C. Se o produtor vacilar, o exército das formigas invade a lavoura. **Revista A Granja**, v. 618. p. 12-17, 2000.

FORTI, L. C.; BOARETTO, M. A. C. **Formigas cortadeiras:** biologia, ecologia, danos e controle. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1997. 61p.

FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; SILVA, R. C.; MOTA FILHO, T. M. M.; SCUDILLIO, T. T.; ZANUNCIO, J. C.; SOUSA, K. K. A.; CALDATO, N. Taxonomic revision of the leaf-cutting ant *Acromyrmex subterraneus* (Forel, 1893). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 42, p. 2897-2908, 2022.

FOWLER, H. G.; DELLA LÚCIA, T. M. C.; MOREIRA, D. D. O. Posição taxonômica das formigas cortadeiras. In: DELLA LÚCIA, T. M. C. (ed.). **As Formigas cortadeiras.** Viçosa: Folha de Viçosa. 1993. cap. 2, p. 4.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI. R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920 p.

GONÇALVES, C. R. O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hym. Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 4, p. 113-180, 1961.

GONÇALVES, C. R. Contribuição para o conhecimento do gênero *Atta* Fabr. das formigas saúvas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia**, v. 5, p. 333-358, 1942.

HANISCH, P. E.; SOSA-CALVO, J.; SCHULTZ, T. R. The last piece of the puzzle? Phylogenetic position and natural history of the monotypic fungus-farming ant genus *Paramycetophylax* (Formicidae: Attini). **Insect Systematics and Diversity**, v. 6, n. 1, p. 1-17, 2022.

LIMA, C. A.; DELLA LÚCIA, T. M. C.; SILVA, N. A. **Formigas cortadeiras:** biologia e controle. Boletim de Extensão. Viçosa: MG. n. 44. p. 28, 2001.

MACIEL, M. A. F.; DELLA LÚCIA, T. M. C.; ARAÚJO, M. S.; OLIVEIRA, M. A. Ritmo diário de atividade forrageadora da formiga cortadeira *Acromyrmex subterraneus subterraneus*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 2, p.371-378, 1995.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 167p.

MARTINS, D. S. Manejo de pragas do mamoeiro. p. 311-344. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (eds.). **A cultura do mamoeiro:** tecnologias de produção. Vitória: Incaper, 2003.

MARTINS, D. S.; FORNAZIER, M. J.; ABONIZIO-SANTOS, M. R.; GUARÇONI, R. C.; TEIXEIRA, A. F. R.; MAGALHÃES, F. S.; SOUZA-CAMPANA, D. R.; MORINI, M. S. C. Can season and intercropping conilon coffee favor predatory ant species? **Coffee Science**, v. 19, p. e192187, 2024.

MARTINS, D. S.; FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; QUEIROZ, R. B.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S. Pragas do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 293, p. 30-42, 2016.

OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, D. S.; FANTON, C. J.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; PANCIERI, G, N.; PAULA, R. C. A. L. Registro da ocorrência de formigas cortadeiras na cultura do mamão na região produtora do estado do Espírito Santo. p. 483-486. In: MARTINS, D. S. (ed.). **Papaya Brasil:** mercado e inovações tecnológicas para o mamão. Vitória-ES: Incaper, 2005.

PINTO, C. R. S. **Formigas-cortadeiras:** distribuição geográfica no Brasil, plantas atacadas e estimadores de densidade. Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2016. 46p. (Monografia Curso de Gestão Ambiental).

SANTOS, E. Os insetos. **Coleção Zoologia Brasílica**. Belo Horizonte: Itatiaia, v. 2, n. 10, 1985, p. 243.

SANTSCHI, F. Revision du genre *Acromyrmex* Mayr. **Revue Suisse de Zoologie**, v. 31, p. 355-398, 1925.

TEIXEIRA, M. C.; SCHOEREDER, J. H. The effect of plant on *Atta robusta* (Hymenoptera: Formicidae) distribuition in restinga vegetation. **Sociobiolgy,** v. 41, n. 3, p. 615-623, 2003.

VICENTE, R. E.; SOUZA, J. L. P.; PRADO, L. P. Capixaba ant species inventory is far from complete: a local scale assessment of the ants (Formicidae) reveals the importance of diversity studies and entomological collections. **Sociobiology**, v. 70, n. 2, p. e9601, 2023.

ZANUNCIO, A. J. V.; ZANUNCIO, J. Z.; MAYHÉ-NUNES, A.; ZANETTI, R.; POLANCZYK, R. A.; SERRÃO, J. E. Occurrence of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) in the South of Espírito Santo State, Brazil. Recently introduced or endangered species? **Sociobiology**, v. 56, n. 2, p. 559-564, 2010.

FITOPATOLOGIA

REPOSITÓRIO DO VÍRUS DA MELEIRA EM PLANTAS DE MAMOEIRO EM ÁREAS URBANAS E RURAIS NÃO COMERCIAIS

Gabriella Mata[1], Andressa Moratti[1], Ava de Faria Giubertti[1], Laura Storch[1], Marcella Silva Vieira[1], Luíza Favaratto[1], Patrícia Machado Bueno Fernandes[1]

[1]Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, ES. E-mail: patricia.fernandes@ufes.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta tropical, que produz como fruto o mamão, produto muito encontrado no cotidiano da população brasileira. Sua relevância está atrelada à sua importância econômica para o Brasil, já que o país é o segundo maior exportador e o quarto maior produtor mundial de mamão, tendo exportado 49,7 milhões de dólares e produzido 1,1 milhões de toneladas em 2022 (FAOSTAT, 2022). O estado do Espírito Santo se destaca em território nacional como o maior produtor deste fruto, sendo responsável por aproximadamente 38,5% de toda a produção brasileira de 2022 (SEAG, 2024).

A produção de mamão no Brasil é afetada por algumas doenças, como as viroses, sendo uma delas a meleira do mamoeiro. Seu agente causador é um complexo viral composto por dois vírus diferentes, o papaya meleira virus (PMeV), um *Fusagraviridae* que possui um RNA fita dupla (dsRNA), e o papaya meleira virus 2 (PMeV2), com RNA fita simples (ssRNA), tentativamente classificado como *umbravirus*, que utiliza o capsídeo do PMeV. Os sintomas característicos da doença, como a exsudação espontânea do látex e a necrose na ponta das folhas, são desencadeados em plantas suscetíveis ao PMeV2. Essa exsudação confere ao fruto um aspecto melado, origem do nome da doença, e quando em contato com o ar, o látex sofre oxidação, impossibilitando a venda nacional e exportação do fruto afetado (Sá Antunes *et al.*, 2020; Maurastoni *et al.*, 2023).

Estudos sobre a meleira estão em contínuo avanço (Merchán-Gaitán *et al.*, 2023; Rodrigues *et al.*, 2024) a fim de elucidar mecanismos eficazes de controle da doença. Apesar dos desafios para atribuir um vetor específico à meleira, pesquisas recentes sugerem a cigarrinha (Cicadellidae), como o potencial transmissor desta (Almeida *et al.*, 2024). No momento, a técnica de *roguing*, que consiste na remoção mecânica de plantas sintomáticas, tem se mostrado a alternativa mais eficiente para controlar a enfermidade em áreas de plantação.

Portanto, como forma de melhor compreender a dispersão da meleira do mamoeiro, o presente trabalho teve como objetivo estudar a incidência dessa doença fora de áreas de plantação, onde já é muito encontrada.

Para isso, realizou-se o diagnóstico da meleira via reação em cadeia da polimerase - PCR convencional, através de amostras coletadas em diferentes localidades urbanas e rurais do estado do Espírito Santo.

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas de folhas de *C. papaya* foram realizadas nos municípios de Vitória, Vila Velha, Serra, Afonso Cláudio, João Neiva e Domingos Martins em locais afastados de áreas de plantações comerciais, entre os meses de julho e agosto de 2024 (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição dos municípios selecionados no Espírito Santo para coleta de amostras para diagnóstico do papaya meleira vírus 2

Amostra	Município	Categoria	Coordenadas	
1	Vila Velha	Urbana	20° 19' 50,8"S	40° 18' 4,8"W
2	Vila Velha	Urbana	20° 19' 54,2"S	40° 18' 02,2"W
3	Vila Velha	Urbana	20° 20' 05,9"S	40° 17' 58,6"W
4	Vitória	Urbana	20° 16’ 30,3"S	40° 18’ 12,9"W
5	Vitória	Urbana	20° 15' 01,5"S	40° 16' 02,6"W
6	Serra	Urbana	20° 14' 41,0"S	40° 16' 4,9"W
7	Vitória	Urbana	20° 16' 59,8"S	40° 17' 42,1"W
8	Vitória	Urbana	20° 17' 52,9"S	40° 18' 59,5"W
9	Serra	Urbana	20° 13' 05,0"S	40° 16' 01,0”W
10	Serra	Urbana	20° 13' 05,0"S	40° 16' 01,0”W
11	Domingos Martins	Rural	20° 23' 55,3"S	40° 37' 22,3"W
12	Domingos Martins	Rural	20° 23' 51,6"S	40° 37' 33,8"W
13	Domingos Martins	Rural	20° 22' 54,0"S	40° 37' 40,6"W
14	Domingos Martins	Rural	20° 24' 24,1"S	40° 38' 00,9"W
15	Domingos Martins	Rural	20° 24' 24,2"S	40° 38' 00,2"W
16	João Neiva	Rural	19° 42' 18,8"S	40° 21' 13,7"W
17	João Neiva	Rural	19° 42' 21,0"S	40° 21' 21,1"W
18	Afonso Claúdio	Rural	20º 10’ 13,0"S	41º 02’ 51,0"W
19	Afonso Claúdio	Rural	20º 10’ 12,0"S	41º 02’ 51,0"W
20	Afonso Claúdio	Rural	20º 10’ 13,0"S	41º 02’ 51,0"W

As amostras de folhas foram guardadas em sacos plásticos hermeticamente fechados e armazenadas em ultrafreezer, a temperatura de -80 ºC, no Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio (LBAA), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), onde todos os experimentos foram executados.

Para o diagnóstico do complexo viral foi realizada a extração do RNA total utilizando o reagente TRIzol™. O material genético (1 ug/uL) foi submetido a tratamento com DNase I (Invitrogen, ThermoFisher), seguindo as orientações do fabricante, para garantir a permanência apenas de RNA nas amostras, e em seguida submetido a reação de transcrição reversa, utilizando a enzima M-MLV *Reverse Transcriptase* (Invitrogen, ThermoFisher) para a síntese do DNA complementar (cDNA). Por fim, o cDNA foi usado como molde usando a enzima *Taq* DNA *Polymerase Recombinant* para a reação de PCR. Foram utilizados primers específicos que amplificam uma região do genoma do PMeV2 (Sá Antunes *et al*., 2016). O resultado da PCR foi visualizado por eletroforese em de gel de agarose à 1% e o 1 kB plus DNA ladder foi usado como marcador de corrida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar através do diagnóstico molecular por PCR que houve amplificação do fragmento de 850 bp do PMeV2 em todas as amostras coletadas (Figura 1), com exceção da amostra 8 (Figura 1-A), o que indica que há uma alta ocorrência da doença tanto em áreas urbanas como rurais.

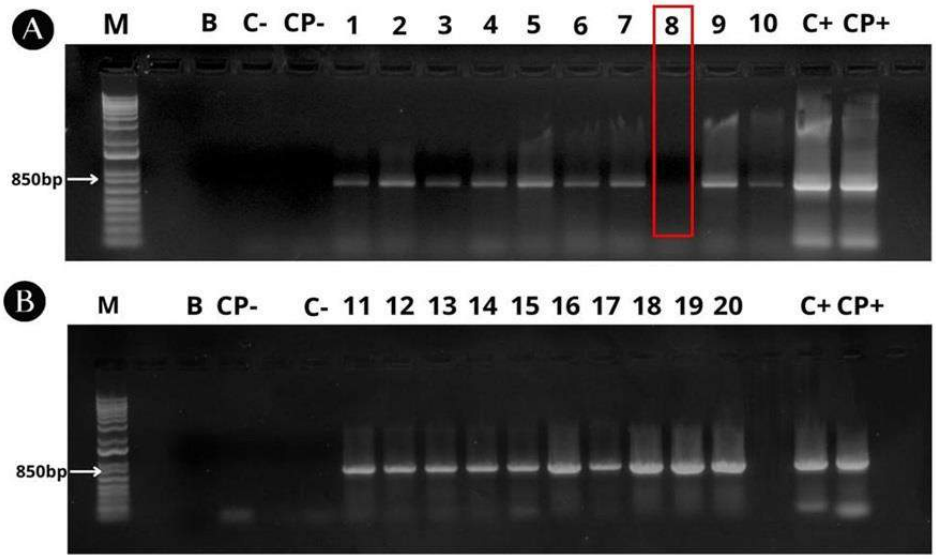


Figura 1 - Eletroforese em gel de agarose (1%) das amostras A) urbanas; B) rurais; com amplificação para a região específica do PMeV2. M) marcador genético 1kB plus DNA laddder; B) branco da reação; CP-) controle negativo da PCR; C-) controle negativo da reação; (1 - 10) amostras urbanas; (11 - 20) amostras rurais; C+) controle positivo da reação; CP+) controle positivo da PCR; amostra 8 isolada em casa de vegetação (quadro vermelho).

A partir dos resultados expostos, duas hipóteses podem ser propostas. A primeira é que a grande ocorrência da doença pode estar relacionada aos prováveis agentes de transmissão do complexo viral PMeV entre árvores de *C. papaya*, os insetos. Esses artrópodes são os vetores mais comuns de viroses em plantas

(Almeida *et al*., 2024) e estão presentes em ambas as áreas pesquisadas neste estudo. A ocorrência do vírus PMeV2 em locais distantes uns dos outros e, principalmente, de áreas de plantações de *C. papaya* poderia ser resultado da transmissão horizontal por esses insetos.

A segunda hipótese refere-se à presença de partículas virais nas sementes dessas árvores no momento da plantação, caracterizando uma transmissão vertical (Tapia-Tussel *et al*., 2014). Por serem plantas provenientes de ambientes domésticos e públicos, como ruas, canteiros, casas e sítios, as sementes que as deram origem presumivelmente não eram certificadas, logo a possibilidade da doença ter sido transmitida entre gerações, e não por um vetor externo, também deve ser considerada.

A ausência da meleira na amostra 8 (Figura 1-A) corrobora com ambas hipóteses, visto que esta foi retirada de um mamoeiro oriundo de sementes certificadas, em casa de vegetação. Portanto, a única amostra que não apresentou a doença, de um n=20, permaneceu durante todo seu ciclo de vida em ambiente isolado e livre de interferência de agentes externos, como insetos.

A ocorrência do PMeV2 em 95% das plantas estudadas, representa um alerta para produtores e exportadores desse fruto, visto que essas plantas infectadas podem se tornar repositórios do vírus para futuras lavouras e plantações. A legislação do estado do Espírito Santo estabelece que plantas infectadas com meleira devem ser eliminadas através do *roguing*, sendo cargo do proprietário da lavoura realizar essa retirada (IDAF, 2019). No entanto, mamoeiros fora de plantações não são inspecionados para detecção da meleira, além disso a maior parte das plantas ainda não apresentavam sintomas da doença no momento da coleta, tornando ainda mais difícil o controle da doença.

Os resultados expostos atestam a importância de pesquisas relacionadas não somente ao agente transmissor da meleira do mamoeiro, mas também estratégias eficazes para promover a resistência a essa doença. Técnicas de edição genética cada vez mais avançadas, como o CRISPR-Cas9 que permite a edição precisa do genoma de plantas, oferecem uma solução promissora para desenvolver variedades de mamoeiro resistentes geneticamente à meleira. Avanços como esse reduziria os prejuízos econômicos de plantações de mamão de diferentes escalas, beneficiando tanto pequenas lavouras, quanto grandes plantações voltadas para exportação.

CONCLUSÃO

Os resultados do diagnóstico molecular via PCR realizados com amostras de folhas de *C. papaya* coletadas em áreas urbanas e rurais do Espírito Santo, evidenciam uma alta incidência da meleira do mamoeiro em áreas afastadas de plantações. A amplificação de regiões do genoma do PMeV2 na maioria das amostras reforça a necessidade de estudos contínuos sobre a transmissão do complexo viral por insetos e demonstra a importância do desenvolvimento de pesquisas a respeito da resistência de plantas de *C. papaya* à meleira, sendo a edição genética, com o uso de técnicas modernas como o CRISPR-Cas9, uma solução promissora.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa de PMBF (# 308306/2021-0) e pelas bolsas de Iniciação Científica de AM e GM (# 173082/2023-8 e 163958/2022-0, respectivamente), e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pela bolsa de pós-doutoramento de LF (#725/2022). Também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado de MSV (#88887.920990/2023-00) e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) pela bolsa de iniciação científica de AG (#00193-00002048/2023-09).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. M. *et al*. Efforts to understand transmission of the papaya meleira virus complex by insects. **Tropical Plant Pathology**, p. 1-13, 2024.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Top 10 country production of papayas**. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em: 21 ago. 2024.

IDAF. Disciplina os procedimentos para inspeção fitossanitária nos pomares de mamão *Carica papaya* L., com o objetivo de identificar e eliminar as plantas infectadas pelos vírus da meleira e do mosaico ou mancha anelar no Espírito Santo. **Instrução Normativa Idaf nº 002 de 24 de abril de 2019.** Disponível em: https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Acesso%20r%C3%A1pido/2.%20%C3%81rea%20vegetal/Mam%C3%A3o/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20002,%20de%2024%20abr%202019%20-%20Mam%C3%A3o%20-%2084315954.pdf . Acesso em: 05 set. 2024.

MAURASTONI, M. *et al*. A capsid protein fragment of a fusagra-like virus found in *Carica papaya* latex interacts with the 50S ribosomal protein L17. **Viruses**, v. 15, n. 1, p. 541, 2023.

MERCHÁN-GAITÁN, J. B. *et al*. The role of plant latex in virus biology. **Viruses**, v. 16, n. 1, p. 47, 2023.

RODRIGUES, S. P. *et al*. Insights on *Carica papaya* L. proteomic, ultrastructural and physiological changes associated with pre-flowering-related tolerance to papaya sticky disease. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4523827/v1. 2024.

SÁ ANTUNES, T. F. *et al*. The dsRNA virus papaya meleira virus and an ssRNA virus are associated with papaya sticky disease. **PLoS One**, v. 11, n. 5, p. e0155240, 2016.

SÁ ANTUNES, T. F. *et al*. Battle of three: the curious case of papaya sticky disease. **Plant Disease**, v. 104, n. 11, p. 2754-2763, 2020.

Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG). **Espírito Santo é o maior produtor e exportador de mamão do Brasil.** Priscila Contarini. Disponível em:

https://seag.es.gov.br/Not%C3%ADcia/espirito-santo-e-o-maior-produtor-e-exportador-de-mamao-do-brasil#:~:text=Em%20 termos%20de%20volume%20produzido,Unidos%20(EUA)%20em%202023. Acesso em: 28 ago. 2024.

TAPIA-TUSSELL, R. *et al*. Seed transmission of Papaya meleira virus in papaya (*Carica papaya*) cv. Maradol. **Plant pathology**, v. 64, n. 2, p. 272-275, 2015.

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE MAMOEIRO JOVENS EM FUNÇÃO DE DOSES DE NEMATICIDAS QUÍMICOS APLICADO NO SOLO

Inorbert de Melo Lima[1], Ismael Rodrigues Silva[1], Kelmara de Souza Araújo[2]

[1]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Linhares, ES. E-mail: inorbert@incaper.es.gov.br; [2]Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Campus de São João Evangelista. São João Evangelista, MG.

INTRODUÇÃO

O cultivo consorciado de mamoeiro (*Carica papaya* L.) com cafeeiro Conilon (*Coffea canephora*) tem se destacado como uma prática agrícola promissora, especialmente em regiões tropicais onde ambos os cultivos são comuns. Esse consórcio agrícola proporciona vantagens relevantes, como o uso otimizado dos recursos naturais, incremento da biodiversidade e melhoria da sustentabilidade agrícola (Koutouleas *et al*., 2022; Torrez *et al*., 2023). No entanto, é importante monitorar as possíveis interações negativas, como o aumento de pragas e doenças decorrente do consórcio.

Ambas as culturas são suscetíveis aos nematoides das galhas (*Meloidogyne* sp.). No entanto, embora o mamoeiro multiplique algumas espécies desse gênero com eficiência, ele apresenta uma tolerância relativa, não refletida em perdas de produtividade. Essa característica pode retardar as decisões de controle dos nematoides, o que contribui para o aumento de sua população no solo até o momento do plantio do cafeeiro, que geralmente ocorre entre 70 a 150 dias após o plantio do mamoeiro.

Considerando que o cafeeiro é a cultura principal e que há clones de cafeeiro Conilon suscetíveis aos nematoides das galhas, falhas no manejo desses patógenos, como a utilização de uma planta suscetível (mamoeiro) antes do plantio do cafeeiro, aliadas ao controle tardio, podem causar perdas irreparáveis no estabelecimento, desenvolvimento e produtividade do cafeeiro. No manejo integrado de nematoides, o controle deve ser praticado precocemente, não somente a partir do plantio da muda de cafeeiro, que no caso do consórcio mamoeiro e cafeeiro ocorre, comumente, após a sexagem.

Embora a fitotoxicidade causada por nematicidas em mamoeiros não seja amplamente documentada, é possível que a cultura apresente sensibilidade a aplicações inadequadas desses produtos. Ingredientes ativos (i.a.) recentes, como fluopiram, fluensulfona e ciclobutrifluram (ainda em fase de registro no Brasil), foram desenvolvidos para oferecer controle eficaz contra nematoides com um perfil de segurança aprimorado para as plantas. No entanto, os efeitos desses i.a. no desenvolvimento de plantas jovens de mamoeiro ainda não foram suficientemente estudados.

Diante do exposto, com o intuito de tratar o solo precocemente com nematicidas, visando à redução da população inicial de nematoides das galhas no plantio das mudas de cafeeiro, objetivou-se avaliar diferentes doses de nematicidas químicos no desenvolvimento das plantas e registrar possíveis efeitos negativos no desenvolvimento vegetativo (fitotoxicidade) em plantas jovens de mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições controladas (estufa), localizada no Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Norte (CPDI-Norte) do Incaper, Linhares-ES. Utilizou-se sementes do hibrido Tainung N° 1 do grupo Formosa. As mudas foram produzidas em substrato comercial e transplantadas para vasos de 1 litro, contendo uma mistura de solo e areia (2:1). O substrato teve o pH corrigido e a fertilidade ajustada para atender a demanda nutricionais do mamoeiro.

Após 10 dias de transplantio, quando as mudas atingiram a altura média de 13 cm, aplicou-se 50 mL de calda da dose de nematicida correspondente. Esse volume de calda foi distribuído ao redor do caule, a 3 cm de distância. Os ingredientes ativos dos nematicidas avaliados foram ciclobutrifluram (Tymirium), fluensulfona (Nimitz EC) e fluopiram (Verango Prime SC). Para ciclobutrifluram avaliou-se as doses de 0,1 L (apesar de não oficial, adotou-se essa dose como a dose recomendada (DR); 0,15; 0,2 e 0,3 $L.ha^{-1}$, já para fluensulfona e fluopiram utilizou-se as doses de 1 L (DR para o cafeeiro), 1,5; 2,0 e 3 $L.ha^{-1}$.

Durante o período avaliativo, as plantas receberam todos tratos fitossanitários e nutricionais adequados. O substrato foi mantido na capacidade de campo, evitando a saturação do solo e lixiviação de nutrientes.

Trinta e cinco dias após a aplicação (DAA) da calda com os i.a, foram realizadas as medições biométricas das plantas. A altura final das plantas (ALTF) foi medida com uma régua milimetrada, correspondente à distância entre o solo e o ápice da muda. A altura inicial (ALTI) foi registrada no momento da aplicação dos nematicidas, e o delta de crescimento (DALT) foi calculado como a diferença entre ALTF e ALTI. O número de folhas/planta (NFOL) foi feito por contagem de todas as folhas expandidas. O diâmetro do caule rente ao solo (DCAU) e o diâmetro da raiz principal (DRP), 3 cm abaixo da inserção das primeiras raízes secundárias, foram medidos com um paquímetro. O volume do sistema radicular (VSR) foi determinado pelo deslocamento de volume de água em proveta graduada (Rossiello *et al.*, 1995). O sistema radicular e a parte aérea foram secos em estufa a 70 ºC por 72 horas. A matéria seca da parte aérea (MSPA) foi obtida pela soma da matéria seca do caule (MSC) e das folhas (MSFO), enquanto a matéria seca do sistema radicular (MSSR) incluiu raízes finas e a pivotante.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com esquema fatorial 3 x 4 + 1, onde 3 ingredientes ativos de nematicidas químicos foram testados em 4 doses cada, além de um tratamento controle sem nematicida, com sete repetições por tratamento. Cada vaso continha uma planta e representou uma unidade experimental. Os dados foram analisados por análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-

Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho pode-se constatar que plantas de mamoeiro nos estágios iniciais de desenvolvimento, pós transplantio, podem apresentar fitoxicidade a aplicação de nematicida químico no solo. Lesões nas plantas características de fitotoxicidade podem se manifestar de várias maneiras, ocorrendo tanto em órgão da parte aérea quanto do sistema radicular, assim como a fitoxicidade podem ocasionar atraso no crescimento e desenvolvimento da planta (Gasson, 2000).

Quando a calda do nematicida químico é aplicado no solo com mamoeiro com até de 15 cm de altura, constatou-se que fluensulfona e fluopiram promoveram ao menos um efeito negativo nas variáveis do desenvolvimento vegetativo mensuradas (Tabela 1 e 2). A ocorrência de fitotoxicidade é um aspecto importante da aplicação de nematicidas (Tayal; Agarwal, 1982; Giannakou; Panopoulou, 2019) e a cultura do mamoeiro apresenta alta suscetibilidade a determinados i.a. (Vieira; Ruggiero; Marin, 2001).

Tabela 1 - Altura inicial (ALTI), altura final (ALTF), delta da altura (DALT), índice de SPAD (SPAD), número de folhas (NFOL) e área Foliar (AFOL) de plantas de mamoeiro hibrido Tainung N° 1 aos 40 dias pós aplicação de nematicida no solo

TRATAMENTOS[1]	ALTI	ALTF	DALT	SPAD	NFOL	AFOL
Testemunha	13,6 a	32,6 a	19,0 a	38,5 a	8,7 a	444,9 a
0,1 L ciclobutrifluram.ha^{-1}	13,1 a	34,0 a	20,9 a	41,5 a	8,7 a	472,1 a
0,15 L ciclobutrifluram.ha^{-1}	13,6 a	32,3 a	18,6 a	40,2 a	8,7 a	480,2 a
0,2 L ciclobutrifluram.ha^{-1}	13,3 a	32,0 a	18,7 a	42,4 a	9,0 a	447,1 a
0,3 L ciclobutrifluram.ha^{-1}	14,6 a	35,1 a	20,6 a	40,9 a	8,9 a	484,8 a
1,0 L fluopiram.ha^{-1}	12,5 a	33,1 a	20,6 a	32,2 b	8,7 a	488,6 a
1,5 L fluopiram.ha^{-1}	13,1 a	33,3 a	20,1 a	30,4 b	9,0 a	471,3 a
2,0 L fluopiram.ha^{-1}	13,5 a	35,6 a	22,1 a	30,2 b	9,4 a	494,1 a
3,0 L fluopiram.ha^{-1}	14,4 a	35,1 a	20,8 a	31,9 b	9,3 a	498,1 a
1,0 L fluensulfona.ha^{-1}	13,8 a	27,1 b	13,4 b	42,0 a	7,3 b	344,9 b
1,5 L fluensulfona.ha^{-1}	13,2 a	23,9 b	10,6 b	39,1 a	7,0 b	322,9 b
2,0 L fluensulfona.ha^{-1}	14,4 a	22,6 b	8,2 b	39,6 a	6,7 b	307,4 b
3,0 L fluensulfona.ha^{-1}	12,9 a	21,9 b	8,9 b	37,9 a	5,7 b	273,3 b
CV(%)	16,2	13,0	28,0	10,2	14,5	20,96

[1]As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Dentre os três princípios ativos analisados, fluensulfona, independente da dose aplicada, ocasionou redução significativas na ALTF, DCAU, NFOL, AFOL (Tabela 1), e nas doses 1,5; 2 e 3 vezes superiores a dose recomendada (1 L.ha^{-1}), esse princípio ativo ocasionou a redução significativa nas variáveis do sistema

radicular e na parte aérea (Tabela 2). Estes resultados corroboram com as observações de Giannakou e Panopoulo (2019), que indicam que fluensulfona atua como um inibidor do desenvolvimento radicular em estágios iniciais de crescimento. Estudos prévios com tomate e berinjela também demonstraram fitotoxicidade associada à fluensulfona (Morris *et al.*, 2015).

Tabela 2 - Diâmetro do caule (DCAU), diâmetro da raiz pivotante (DRP), Volume do sistema radicular (VSR), matéria seca do sistema radicular (MSSR),), matéria seca do caule (MSC),), matéria seca das folhas (MSF) e), matéria seca da parte aérea (MSPA) denplantas de mamoeiro hibrido Tainung n° 1 aos 40 dias pós aplicação de nematicida no solo

TRATAMENTOS[1]	DCAU	DRP	VSR	MSSR	MSC	MSF	MSPA
Testemunha	11,4 a	7,8 a	21,2 a	1,4 a	1,5 a	2,0 a	3,6 a
0,1 L ciclobutrifluram.ha^{-1}	11,5 a	9,3 a	20,4 a	1,6 a	1,8 a	2,3 a	4,1 a
0,15 L ciclobutrifluram.ha^{-1}	11,4 a	9,4 a	21,1 a	1,7 a	1,8 a	2,3 a	4,2 a
0,2 L ciclobutrifluram.ha^{-1}	10,9 a	9,2 a	17,0 a	1,3 a	1,6 a	2,1 a	3,7 a
0,3 L ciclobutrifluram.ha^{-1}	11,3 a	9,3 a	21,9 a	1,4 a	1,8 a	2,2 a	4,1 a
1,0 L fluopiram.ha^{-1}	10,0 b	8,2 a	16,0 a	1,0 b	1,2 b	1,4 b	2,6 b
1,5 L fluopiram.ha^{-1}	10,2 b	8,3 a	17,4 a	1,1 b	1,2 b	1,7 b	2,9 b
2,0 L fluopiram.ha^{-1}	10,5 b	8,7 a	17,6 a	1,0 b	1,3 a	1,7 b	3,0 b
3,0 L fluopiram.ha^{-1}	9,9 b	8,0 a	18,6 a	1,1 b	1,1 b	1,6 b	2,8 b
1,0 L fluensulfona.ha^{-1}	8,3 c	5,9 b	9,2 b	0,7 c	1,0 b	1,5 b	2,5 b
1,5 L fluensulfona.ha^{-1}	7,3 c	4,8 b	7,3 b	0,5 c	0,8 c	1,1 c	1,9 c
2,0 L fluensulfona.ha^{-1}	7,1 c	4,1 b	4,9 b	0,4 c	0,8 c	1,2 c	2,0 c
3,0 L fluensulfona.ha^{-1}	7,4 c	4,7 b	5,9 b	0,5 c	0,7 c	1,0 c	1,7 c
CV(%)	12,3	17,3	30,3	27,1	29,7	25,1	26,0

[1]As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Por outro lado, o i.a. fluopiram, não apresentou diferenças significativas em comparação com a testemunha nas variáveis ALTF, DALT, NFOL, DRP e VSR (Tabela 1), indicando que até 35 DAA não observou-se diferenças significativas ao desenvolvimento da planta, No entanto, detectou-se que o DCAU, MSSR, MSC, MSF e MSPA (Tabela 2), independente da dose, foi significativamente reduzido quando comparada a testemunha porém significativamente superior ao i.a. fluensulfona (Tabela 1 e 2).

Nos estágios inicias de plantio, o i.a. ciclobutrifluram não ocasionou qualquer efeito prejudicial significativo ao desenvolvimento das plantas de mamoeiro (Tabela 1 e 2), indicando que a fitoxidez não foi registrada nos estágios iniciais de desenvolvimento do mamoeiro.

Em solos infestados com nematoides das galhas, onde clones suscetíveis de cafeeiro conilon serão cultivados, medidas preventivas e eficientes de controle desses vermes devem ser adotadas o quanto antes.

Nesse sentido, essa pesquisa tem seu valor para avaliar o risco da aplicação precoce de um nematicida químico na cultura que antecederá o plantio do cafeeiro. Ademais, o uso de ingredientes ativos inadequados pode interferir no desenvolvimento das plantas (Udo *et al.*, 2014) e além de causas bióticas a fitotoxicidade, causada por produtos químicos, pode ser tão danosa e reduzir a produtividade (Ogle, 1997).

Destaca-se ainda que mais ensaios devem ser realizados para esclarecer o nível de fitotoxicidade no nível celular e também no campo, ao menos até a sexagem do mamoeiro.

CONCLUSÃO

Os ingredientes ativos testados apresentaram efeitos diferentes no desenvolvimento de plantas jovens de mamoeiro.

Dentre os três ingredientes ativos avaliados, fluensulfona foi o mais prejudicial ao desenvolvimento vegetativo tanto da parte aérea quanto do sistema radicular do mamoeiro.

O ingrediente ativo fluopiram, interferiu no desenvolvimento radicular, porém essa redução não refletiu na parte aérea.

O ingrediente ativo ciclobutrifluram até 35 dias após a aplicação não apresentou nenhuma fitotoxicidade no desenvolvimento vegetativo do mamoeiro.

REFERÊNCIAS

GIANNAKOU, I. O.; PANOPOULOU, S. The use of fluensulfone for the control of root-knot nematodes in greenhouse cultivated crops: Efficacy and phytotoxicity effects. **Cogent Food Agric**. v. 5, p. 1643819, 2019.

KOUTOULEAS, A.; SARZYNSKI, T.; BORDEAUX, M.; BOSSELMANN, A. S.; CAMPA, C.; ETIENNE, H.; TURREIRA-GARCÍA, N.; RIGAL, C.; VAAST, P.; RAMALHO, J. C.; MARRACCINI, P.; RAEBILD, A. Shaded-coffee: a nature-based strategy for coffee production under climate change? a review**. Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, a. 877476, p. 1-21, 2022.

MORRIS, K. A.; LANGSTON, D. B.; DICKSON, D. W.; DAVIS, R. F.; TIMPER, P.; NOE, J. P. Efficacy of fluensulfone in a tomato-cucumber double cropping system. **Journal of Nematology**, v. 47, p. 310-315, 2015.

OGLE, H. J. Abiotic Diseases of Plants. In: Brown, J. F., Ogle, H. J. (eds.). **Plant Pathogens and Plant Diseases**. University of New England Printery: Armidale, Australia, 1997, p. 156-171.

TAYAL, M. S.; AGARWAL, M. L. Phytotoxicity of two nematicides, oxamyl and EDB, and its interaction with GA3 on the process of germination and amylase activity in *Solanum melongena* L. ***Bulletin* of the *Bot*anical *Society* of *France***, v. 129, p. 277-281, 1982.

TORREZ, V.; BENAVIDES-FRIAS, C.; JACOBI, J.; SPERANZA, C. I. Ecological quality as a coffee quality enhancer. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 43, n. 19, p. 1-34, 2023.

VIEIRA, A.; RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D. Toxic effects of fungicides, acaricides and insecticides, on

papaya plant (*Carica papaya* L.) cv. Sunrise Solo Improved Line 72/12, under field conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 315-319, 2001.

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE MICRORGANISMOS BIOFUNGICIDAS NO CONTROLE DE DOENÇAS FÚNGICAS NO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DO MAMOEIRO

Laylla Pinheiro Silva[1], Felipe de Tássio Gonçalves de Oliveira[2], Rafael Zucateli da Vitória[3], Carolaine Kruger da Silva[4], Thales Gomes dos Santos[5]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Ceunes. Linhares, ES. E-mail: laylla.silva@edu.ufes.br; [2]Agrobiológica Sustentabilidade. Linhares, ES; [3]Interfuit Alimentos. Linhares, ES. E-mail: zucateli.rafael@gmail.com; [4]Faculdades Integradas Espírito Santenses. Linhares, ES. E-mail: carolainekruger5841@gmail.com; [5]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Ceunes. São Mateus, ES. E-mail: thales.g.santos@edu.ufes.br

INTRODUÇÃO

O cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) destaca-se pela sua relevância econômica e nutricional, sendo uma das principais frutas exportadas pelo Brasil, contribuindo significativamente para a balança comercial do país" (Santos *et al*., 2019). O Espírito Santo é um dos maiores produtores de mamão do Brasil, destacando-se como o segundo maior estado produtor, contribuindo significativamente para a economia local. Em 2023, o estado foi responsável por uma produção que ultrapassou 550 mil toneladas, representando um aumento de 30% em relação ao ano anterior (Faostat, 2023; Fresh Plaza, 2023).

O mamoeiro é uma fruta do tipo climatérica, o que significa que sua maturação continua após a colheita, tornando-o suscetível a diversas doenças que se manifestam no período de pós-colheita, apesar de as infecções geralmente se iniciarem durante a fase de pré-colheita (Souza *et al*., 2005; Alves; Santos, 2010). No entanto, apesar da relevância expressiva da cultura, o setor enfrenta desafios para o cultivo em campo e no pós-colheita devido as doenças que atacam os frutos, entres essas, destacam-se a pinta-preta, a antracnose e a podridão peduncular. As doenças causadas por fungos geram grandes perdas econômicas, tornando essenciais medidas de controle, como a limpeza adequada dos equipamentos e o uso de fungicidas, para reduzir esses danos.

No contexto pós-colheita, as doenças fúngicas do mamão, como a podridão peduncular e a antracnose, representam sérios desafios para a conservação da qualidade dos frutos. *Botrytis cinerea* e *Alternaria* spp. são os principais responsáveis pela podridão peduncular, enquanto *Colletotrichum* spp. é um agente chave da antracnose, ambos causando prejuízos econômicos significativos (Gomes *et al*., 2019). Ambos os grupos de patógenos podem levar a uma deterioração acelerada dos frutos, resultando em perdas econômicas consideráveis para os produtores.

O manejo fitossanitário em mamões após a colheita é tradicionalmente feito com a aplicação de

fungicidas. No entanto, o emprego desses compostos químicos está sendo cada vez mais restrito devido ao seu potencial risco à saúde humana e ao impacto ambiental. Além disso, alguns tratamentos afetam o processo de amadurecimento natural dos frutos e podem levar ao aparecimento de espécies resistentes de fungos devido ao seu uso permanente (Gamagae *et al*., 2003), sendo assim, uma necessidade de buscar novas alternativas de manejo para garantir frutos bons ao mercado interno e externo. O controle biológico é uma importante estratégia de manejo para doenças fúngicas, tendo como princípio básico a utilização de microrganismos antagonistas para reduzir e/ou manter a população de um fitopatógeno abaixo dos níveis que causam perda econômica (Carmona-Hernandez *et al*., 2019).

O controle biológico tem se mostrado uma estratégia promissora para o manejo de doenças fúngicas no pós-colheita de mamão. O uso de biofungicidas, como *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus subtilis*, demonstrou eficácia na redução da incidência de antracnose e podridão peduncular, oferecendo uma alternativa sustentável e menos prejudicial ao meio ambiente comparada aos fungicidas químicos convencionais (Santos *et al*., 2020). Essa informação é crucial para a implementação de práticas de manejo integrado de doenças, pois a utilização de biofungicidas pode minimizar os impactos negativos associados ao uso excessivo de produtos químicos, como a resistência dos patógenos e os efeitos adversos sobre o meio ambiente. O estudo sugere que a adoção de estratégias de controle biológico pode ser uma solução eficaz e sustentável para melhorar a qualidade dos frutos e a viabilidade econômica no cultivo do mamoeiro do norte do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no *packing-house* Interfruit Alimentos, localizado no município de Linhares, ES, no período de 16 de julho a 30 de julho. Foram selecionados 30 frutos de mamão, com tamanho e fase de maturação homogêneos (maturação 02, com até 25% da superfície amarela), após a passagem pela esteira de lavagem. Os frutos foram distribuídos aleatoriamente em três grupos experimentais, cada um contendo 10 frutos. O primeiro grupo foi apenas lavado com um sanitizante à base de óleo de laranja. O segundo grupo recebeu pulverização com o biofungicida Amanzi, que contém *Bacillus amyloliquefaciens* (isolado CBMAI 1301). O terceiro grupo foi pulverizado com o biofungicida Provilar contendo *Bacillus velezensis* cepa RTI301 e *Bacillus subtilis* cepa RTI477. Após a separação dos frutos, estes foram transportados para o laboratório de pesquisa da InterFruit Alimentos. Os frutos foram inicialmente armazenados em um ambiente refrigerado a 16 °C por um período de 6 dias. Após este período de refrigeração, os frutos foram armazenamento a temperatura ambiente de 22 °C. Durante o armazenamento, foram realizadas avaliações periódicas para monitorar e registrar o grau de infestação das doenças fúngicas que se manifestaram nos frutos. As avaliações incluíram a observação dos sintomas visuais, a identificação dos tipos de infecções fúngicas presentes e a quantificação da extensão da deterioração para cada tratamento. Esses dados foram coletados para analisar o impacto dos diferentes tratamentos sobre a incidência e severidade das doenças fúngicas ao longo do tempo.

As avaliações dos tratamentos foram conduzidas em dois momentos: 7 dias e 14 dias após a aplicação

dos microrganismos. Os parâmetros analisados incluíram a porcentagem de incidência de doenças, como podridão peduncular, antracnose e pinta preta. Para análise estatística dos dados, utilizou-se o teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados, não revelou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. Na Figura 1, é apresentado o percentual de infestação observado nos diferentes tratamentos: Amanzi (formulado com *Bacillus amyloliquefaciens*), Provilar (formulado com *Bacillus velezensis e Bacillus subtilis*) e a testemunha. A análise dos dados demonstra que o tratamento com Amanzi se destacou, proporcionando um controle mais eficaz dos patógenos avaliados em comparação aos outros tratamentos.

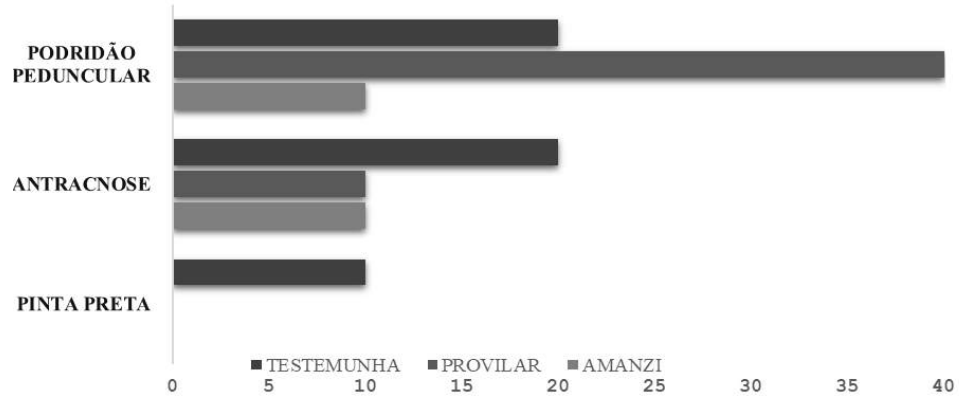


Figura 1 - Avaliação da porcentagem de incidência de doenças no pós-colheita de frutos do mamoeiro.

O *Bacillus amyloliquefaciens* é eficiente no controle de patógenos pois essa bactéria produz uma variedade de compostos antimicrobianos, como lipopeptídeos (surfactina, iturina e fengicina), que têm a capacidade de inibir o crescimento de fungos fitopatogênicos. Além disso, o *Bacillus amyloliquefaciens* é conhecido por induzir resistência sistêmica, ativando os mecanismos de defesa naturais contra uma ampla gama de patógenos inclusive no contexto de pós-colheita. Outro importante fator é a capacidade dessa bactéria de colonizar eficientemente a rizosfera e outros tecidos vegetais, formando biofilmes que atuam como barreiras físicas contra a invasão de patógenos.

Os resultados obtidos reforçam a viabilidade do uso de microrganismos como uma alternativa promissora e sustentável aos fungicidas químicos tradicionais, especialmente em um cenário de restrições crescentes ao uso de produtos químicos na agricultura.

CONCLUSÃO

Apesar de não haver diferenças estatísticas significativas na incidência de doenças em alguns tratamentos, existe relação no controle promovido pelo *Bacillus amyloliquefaciens* em doenças de pós-colheita do mamoeiro, reforçando seu potencial para ser incorporado em práticas agrícolas sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

À InterFruit Alimentos por ceder o espaço necessário para a realização desta pesquisa e à Agrobiológica Sustentabilidade pela contribuição e apoio.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. A.; SANTOS, F. M. Doenças do mamoeiro: da pré à pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 134-140, 2010.

FAOSTAT. **Papaya production in brazil: regional analysis and market dynamics**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2023.

FRESH PLAZA **Papaya harvest should exceed 550,000 tons in Espírito Santo**. 2023. Disponível em: https://www.freshplaza.com. Acesso em: 19 ago. 2024.

GAMAGAE, S. U.; SIVAKUMAR, D.; WILSON-WIJERATNAM, R. S.; WIJESUNDERA, R. L. C. Use of sodium bicarbonate and *Candida oleophila* for controlling anthracnose in papaya during storage. **Crop Protection**, v. 22, n. 8, p. 775-779, 2003.

GOMES, A. R.; ALVES, F. A.; PEREIRA, T. J. Fungal pathogens and post-harvest diseases of papaya: identification, effects, and control methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, n. 6, p. 1674-1685, 2019.

GOMES, T. C.; QUEIROZ, A. G.; BARBOSA, L. F.; SILVA, L. E. P.; SOUZA, B. B.; SASAKI, F. F. C. Uso de cobertura à base de fécula de mandioca na conservação da qualidade pós-colheita de mamões. In: Jornada Científica Embrapa Mandioca e Fruticultura, 17., 2017, Cruz das Almas. Ciência e Empreendedorismo. **Resumos...** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017. 137p. 1p. Qualidade Fruto e Raiz.

MARTINS, J. A.; FERREIRA, D. M.; SOUZA, R. L. Biological control of post-harvest fungal diseases in papaya using *Pseudomonas* and *Bacillus* species. **Horticultural Science & Technology**, v. 37, n. 4, p. 455-463, 2019.

OLIVEIRA, M. R.; SILVA, A. T.; SANTOS, L. B. Effectiveness of biological control agents in managing post-harvest fungal diseases of papaya. **Postharvest Biology and Technology**, v. 179, p. 111590, 2021.

SANTOS, F. R.; SILVA, L. M.; OLIVEIRA, A. L. A importância econômica e nutricional do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 1, p. 1-10, 2019.

SOUZA, J. M.; ALVES, J. A.; SANTOS, F. M. Aspectos fitopatológicos do mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 385-392, 2005.

RESPOSTAS MORFOLÓGICAS E ULTRAESTRUTURAIS DE MAMOEIROS *(Carica papaya* L.) AO COMPLEXO PAPAYA MELEIRA VIRUS

Lucas Estevão Constantino Nunes[1], Giovanni Ferreira Montovaneli[1], Brunno Renato Farias Verçoza[1], Juliany Cola Fernandes Rodrigues[1], José Aires Ventura[3], Patricia Machado Bueno Fernandes[2], Silas Pessini Rodrigues[1]

[1]Núcleo Multidisciplinar de Pesquisa em Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Duque de Caxias, RJ. E-mail: srodrigues@xerem.ufrj.br; [2]Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, ES; [3]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Vitória, ES

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta frutífera amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo. No entanto, as viroses representam um dos maiores entraves à produção de mamão (Oliveira *et al*., 2011). Entre elas, destaca-se a meleira do mamoeiro, uma doença viral de fácil disseminação causada pela infecção combinada de dois vírus, o Papaya meleira virus (PMeV) e Papaya meleira virus 2 (PMeV2), que juntos são denominados de complexo PMeV (Sá Antunes *et al*., 2016). Foi revelado, através de experimentos de transcriptômica e de proteômica conduzidos pelo nosso grupo, que muitas proteínas moduladas em resposta ao complexo PMeV estão envolvidas no remodelamento de parede celular, sugerindo que o complexo PMeV induz alterações nas estruturas das paredes celulares de *C. papaya*, inclusive dos laticíferos (Soares *et al*., 2017). Estes últimos são células especializadas que produzem e armazenam látex (Merchán-Gaitán *et al*., 2024). Evidências experimentais sugerem que, quando infectados pelo complexo do PMeV, os laticíferos captam água, que aumenta a pressão de turgência, levando a ruptura dos laticíferos e a exsudação espontânea do látex (Rodrigues *et al*., 2009). Entretanto, os efeitos do vírus na estrutura das células, sobretudo nas paredes celulares, ainda são desconhecidos. Este trabalho teve por objetivo caracterizar as respostas morfológicas e ultraestruturais de células de folhas de mamoeiros ao complexo PMeV.

MATERIAL E MÉTODOS

Fragmentos foliares de mamoeiros adultos com e sem sintomas de meleira foram coletados no campo, em uma colaboração com o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Foi feito um protocolo de fixação *Karnovsky*, que consistiu em preservar amostras biológicas para microscopia eletrônica de transmissão (MET) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Yeung *et al*., 2015). As amostras foram fixadas por 24 horas e depois, para que fossem enviadas para o Núcleo Multidisciplinar de Pesquisa em Biologia da Universidade Federal do Rio

de Janeiro (UFRJ), Campus Duque de Caxias (NUMPEX-BIO). Para MEV, os fragmentos foram fixados, pós-fixados, desidratados em séries crescentes de etanol e secos pelo método do ponto crítico. Em seguida, foram metalizados com ouro e observados no microscópio *VEGA 3 LMU*. Para MET, os fragmentos foram fixados, pós-fixados com tetróxido de ósmio, desidratados em acetona e infiltrados com resina epóxi, seguido de cortes ultrafinos corados com acetato de uranila e citrato de chumbo. As amostras foram observadas em microscópio eletrônico de transmissão *FEI TECNAI SPIRIT*. Análises de microscopia óptica foram realizadas com cortes semi-finos corados com azul de toluidina e observados em microscópio óptico *LEICA DM 2500*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observação microscópica dos fragmentos foliares de mamoeiros pós-floração revelou diferenças significativas entre plantas assintomáticas e sintomáticas. A análise por microscopia óptica de campo claro (Figura 1 A-D) mostrou que os laticíferos das folhas assintomáticas estavam preenchidos com látex, diferente dos laticíferos das folhas sintomáticas que pareciam quase vazios, corroborando os sintomas da 'meleira'. Essa diferença foi confirmada pela microscopia eletrônica de varredura (Figura 1 E-H), onde cortes de folhas assintomáticas revelaram laticíferos com conteúdo preservado, enquanto nas folhas sintomáticas foi difícil identificar a presença de laticíferos, observando-se ainda paredes celulares mais espessas e desorganizadas.

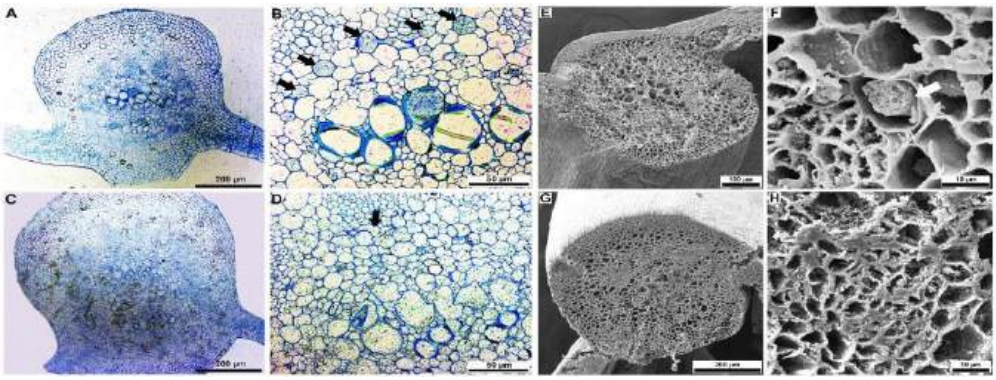


Figura 1 - (A, B, C, D) Microscopia óptica de campo claro (MO) de amostras de tecidos de folhas de mamoeiro com e sem sintomas de meleira. (A) Corte transversal do feixe vascular de folhas assintomáticas. (B) Aumento em 40 vezes da imagem dos tecidos de plantas assintomáticas evidenciando a presença de laticíferos (setas) distribuídos pelo feixe vascular. (C) Corte transversal do feixe vascular de folhas sintomáticas de mamoeiro com sintomas de meleira. (D) Aumento, também em 40 vezes, da folha sintomática indicando células vazias, que dificultam a identificar a ocorrência de laticíferos. Em D, a seta aponta para um laticífero em anastomose, sendo possível identificá-lo desde o seu conteúdo vazio. (E, F, G, H) Corte transversal de folha de mamoeiro analisados por microscopia eletrônica de varredura. (E) Corte transversal do feixe vascular de folhas assintomáticas de mamoeiros observado por microscopia eletrônica de varredura. (F) Grande aumento da seção transversal do feixe vascular de folha assintomática, indicando a presença de laticífero (seta) com seu conteúdo vesicular. (G-H). Um corte transversal do feixe vascular de folhas sintomáticas mostra várias células vazias onde é difícil identificar a presença de laticíferos. Em grande aumento, alterações na parede celular puderam

ser observadas quando comparadas com as folhas sintomáticas.

A microscopia eletrônica de transmissão (Figura 2) trouxe detalhes adicionais sobre as alterações ultraestruturais nas paredes celulares dos laticíferos. Em folhas assintomáticas, as paredes celulares dos laticíferos apresentaram lamelas primárias, secundárias e medianas bem definidas, com microfibrilas de celulose organizadas de maneira paralela (Figuras 2A e 2B). Em contraste, nas folhas sintomáticas, houve uma desorganização significativa das paredes celulares, incluindo a degradação das microfibrilas de celulose e vacuolização na parede celular secundária, indicando uma perda de integridade estrutural (Figuras 2C e 2D). Essa deterioração estrutural, aliada à alta pressão osmótica dentro dos laticíferos infectados (Rodrigues *et al*., 2009), provavelmente contribui para o vazamento espontâneo de látex, característica da meleira.

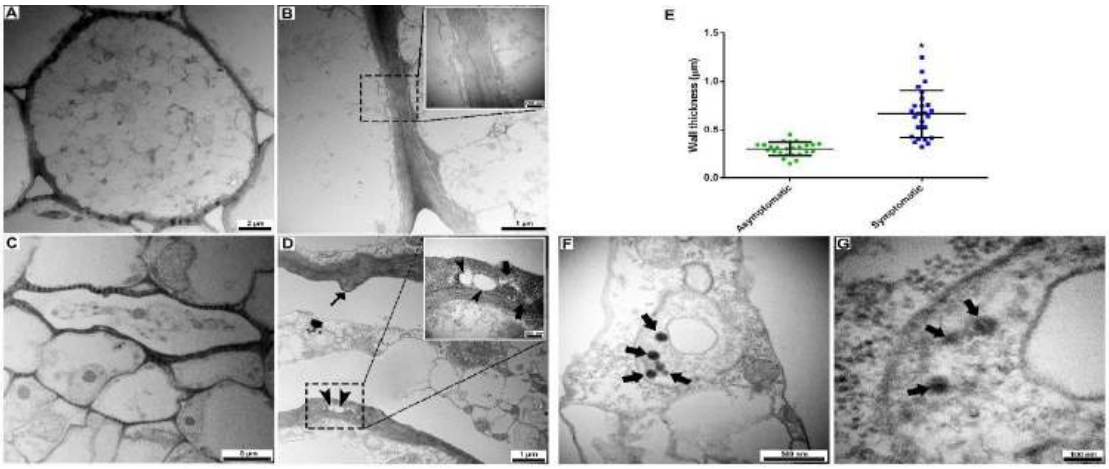


Figura 2 - Microscopia eletrônica de transmissão. (A) Uma célula laticífera saudável foi observada em um corte transversal de um feixe vascular de folhas assintomáticas de *C. papaya*. (B) Alta ampliação da parede celular laticífera saudável mostra uma parede primária bem definida e preservada, parede secundária e regiões de lamela mediana. A inserção desta imagem mostra a organização paralela das microfibrilas de celulose na parede do laticífero de plantas assintomáticas. (C) Um laticífero doente foi observado em um corte transversal de um feixe vascular de folhas sintomáticas, mostrando diferenças significativas no conteúdo de látex em comparação com laticíferos saudáveis. (D) Grande aumento da parede celular do laticífero doente mostrando: (1) desorganização da parede celular do laticífero (seta fina); e (2) vacuolização na região da parede secundária. Na inserção, é possível observar regiões de vacuolização da parede onde são observados sinais de degradação das microfibrilas de celulose e perda da organização ultraestrutural da parede celular. (E) A análise morfométrica da espessura da parede celular mostra o aumento sintomático da parede. (F) Microscopia eletrônica de transmissão de mamoeiro com sintomas de meleira revela partículas virais dentro de laticíferos de plantas sintomáticas (setas). Os laticíferos de folhas sintomáticas foram analisados e o grande aumento (G) permite determinar o tamanho das partículas virais em aproximadamente 50 nm.

A análise por microscopia eletrônica de transmissão (Figura 2F e 2G) revelou a presença de diversas partículas virais apenas dentro das células laticíferas de plantas sintomáticas, conforme descrito por Rodrigues *et al*. (2009). Durante análise, foi observado que algumas dessas partículas estão localizadas próximas a estruturas de membrana, sugerindo uma possível associação com perfis de retículo endoplasmático. Observações em maior ampliação, conforme mostrado na Figura 2G, permitiram determinar que o tamanho dessas partículas virais é de aproximadamente 50 nm, confirmando que se tratam de partículas do complexo PMeV (Maurastoni *et al*., 2023).

CONCLUSÃO

Existem diferenças morfológicas significativas, que incluem desorganização da parede celular do laticífero, aumento da espessura da parede celular e quantidade de conteúdo de látex, entre as amostras de plantas assintomáticas e plantas com sintomas de meleira, sobretudo nos laticíferos. Os laticíferos de plantas doentes apresentaram aspecto mais flexuoso, paredes celulares colabadas e menos rígidas, além de possíveis degradações.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ pelas bolsas de mestrado de LECN (Processo #202.725/2024) e GFM (Processo #202.402/2024) e pelo financiamento APQ1-FAPERJ coordenado por SPR (Processo #210.334/2024).

REFERÊNCIAS

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, p. e0155240, 2016.

MAGAÑA-ÁLVAREZ, A.; DUTRA, J. C. V.; CARNEIRO, T.; PÉREZ-BRITO, D.; TAPIA-TUSSELL, R.; VENTURA, J. A.; HIGUERA-CIAPARA, I.; FERNANDES, P. M. B.; FERNANDES, A. A. R. Physical characteristics of the leaves and latex of papaya plants infected with the Papaya meleira virus. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, p. 574, 2016.

MAURASTONI, M.; ANTUNES, T. F. S.; ABREU, E. F. M.; RIBEIRO, S. G.; MEHTA, A.; SANCHES, M. M.; FONTES, W.; KITAJIMA, E. W.; CRUZ, F. T.; SANTOS, A. M. C.; VENTURA, J. A.; GOMES, A. C. M. M.; ZERBINI, F. M.; SOSA-ACOSTA, P.; NOGUEIRA, F. C. S.; RODRIGUES, S. P.; ARAGÃO, F. J. L.; WHITFIELD, A. E.; FERNANDES, P. M. B. A capsid protein fragment of a Fusagra-like virus found in *Carica papaya* latex interacts with the 50S ribosomal protein L17. **Viruses**, v. 15, n. 2, p. 541, 2023.

MERCHÁN-GAITÁN, J. B.; MENDES, J. H. L.; NUNES, L. E. C.; BUSS, D. S.; RODRIGUES, S. P.; FERNANDES, P. M. B. The role of plant latex in virus biology. **Viruses**, v. 16, p. 47, 2024.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS, H. P. F.; MEISNER, P. E. F. Manejo de doenças do mamoeiro. In: Simpósio do Papaya Brasileiro, 2011, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.

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.

SOARES, E.; WERTH, E. G.; MADROÑERO, L. J.; VENTURA, J. A.; RODRIGUES, S. P.; HICKS, L. M.; FERNANDES, P. M. B. Label-free quantitative proteomic analysis of pre-flowering PMeV-infected *Carica papaya* L. **Journal of Proteomics**, v. 151, p. 275-283, 2017.

YEUNG, E. C. T.; STASOLLA, C.; SUMNER, M. J.; HUANG, B. Q. (eds.). **Plant microtechniques and protocols**. New York: Springer, 2015.

EFICIÊNCIA DA NANOEMULSÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE AROEIRA (*Schinus terebinthifolia*) NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE MAMÃO

Nataly Senna Gerhardt Barraqui[1], Plucia Franciane[1], Hildegardo Seibert França[1,2], José Aires Ventura[1,3]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Goiabeiras. Vitória, ES. E-mail: nataly.gerhardt@gmail.com; [2]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Vila Velha. Vila Velha, ES; [3]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Vitória, ES.

INTRODUÇÃO

Schinus terebinthifolia é uma espécie originária da América do Sul, popularmente conhecida como aroeira e pimenta-rosa. O óleo essencial extraído do fruto apresenta uma composição química predominante de *α*-pineno; *β*-myrcene; *α*-phellandrene; *δ-3*-carene; Limonene; *β*-phellandrene (Barraqui *et al*., 2023). O óleo essencial de *S. terebinthifolia* apresenta diversas atividades biológicas, entre elas, antifúngico (Mohamed *et al*., 2020); inseticida (Belhoussaine *et al*., 2022) e antibacteriana (Costa *et al*., 2023). Em relação aos fungos, o óleo essencial desta espécie pode promover atividades fungistáticas ou fungicidas, podendo contribuir com o estabelecimento de medidas de controle das doenças de plantas, com potencial em aplicações em pós-colheita (Bernardi *et al*., 2024).

No intuito de potencializar as atividades dos componentes ativos, a nanotecnologia contribui para produção de nanoformulações apresentando melhora na biodisponibilidade de compostos ativos e aumento da permeabilidade de substâncias com baixa solubilidade quando comparadas aos sistemas de emulsões convencionais. As nanoemulsões podem ser destinadas a diversas aplicações, como cosméticos, medicamentos de uso tópico, filmes poliméricos e produtos fitossanitários, no intuito de potencializar o tratamento de doenças em humanos, animais e plantas. Além disso, a nanoemulsão aumenta a biodisponibilidade e eficácia, constituindo estratégias promissoras para o desenvolvimento de novos biocidas (Sheth *et al*., 2020).

Essa tecnologia permite uma distribuição mais uniforme e uma maior eficácia dos ingredientes ativos, além de reduzir a quantidade necessária de produto aplicado, aliando vantagens em relação a estabilidade e melhoria da ação antimicrobiana, sendo promissor na área da fitossanidade

O controle das doenças em pós-colheita do mamoeiro, deve ser iniciado no campo e está geralmente associado ao uso de fungicidas sintéticos. No entanto, o uso constante das mesmas moléculas químicas pode induzir a resistência aos fungicidas químicos, além de causar resíduos tóxicos e ser prejudicial ao ser humano. Assim, é necessário buscar tratamentos que se apresentam de forma mais eficaz, segura e natural (Ventura; Rezende, 2016).

O uso de óleos essenciais para prevenir propagação de doenças tem sido apresentado como fungicida

natural, sendo um possível recurso para controle de patógenos apresentando uma abordagem emergente para o setor da agricultura. O objetivo deste estudo foi desenvolver nanoemulsões com o óleo essencial da planta *Schinus terebinthifolia*, no intuito de avaliar o potencial de controle de fungos do complexo *Colletotrichum gloerosporoides* em frutos de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

O óleo essencial de *S. terebinthifolia* foi obtido da Nativa da Foz, empresa que representa agricultores familiares da região de São Mateus, Espírito Santo, Brasil. O óleo essencial de *S. terebinthifolia* foi analisado por cromatografia gasosa-espectroscopia de massas (GC-MS). Os compostos foram identificados por seus índices de retenção e seus espectros de massa. Uma série de n-alcanos foi analisada sob as mesmas condições cromatográficas para o cálculo do índice de retenção das substâncias. Os principais constituintes químicos das amostras foram propostos comparando os espectros de massa com o banco de dados da biblioteca NIST, posteriormente comparando os índices de retenção com a literatura (Adams, 2009).

Em seguida, foram preparadas as nanoemulsões através do processo de baixa energia pelo método de inversão de fase. A fase oleosa é composta pelo óleo essencial de aroeira na concentração de 5% e os emulsificantes polisorbato 20 e trioleato de sorbitano. Os emulsificantes foram combinados a fim de obter misturas com valor do equilíbrio hidrofílico-lipofílico (EHL) de 15, utilizando 15% de emulsificante à temperatura ambiente. Para completar a fase aquosa, foi inserido água, completando o volume final de 1,0 g da solução. A fase aquosa foi vertida na fase oleosa sob agitação com barra magnética e placa agitadora.

O teste de susceptibilidade foi realizado em placas de fundo chato, com 96 poços, esterilizadas. Foram adicionados 100 µL do caldo de Batata-dextrose, 100 µL da nanoemulsão e 100 µL inóculo fúngico de um isolado do fungo E-893, do Complexo *Colletotrichum gloeosporioides*. O volume de 100 µL de nanoemulsão de *S. terebinthifolia* foi acrescentado nas concentrações 5%; 2,5%; 1,25%, 0,62%, 0,31%, 0,15%; 0,07%; 0,019%; 0,009% e 0,004%.

Como controle negativo (testemunha) foi utilizado o caldo batata dextrose e o fungo, para o controle positivo foi utilizado o fungicida tebuconazole 200 EC, grupo químico triazol. Também foi realizado um controle com os emulsificantes polisorbato 20 e trioleato de sorbitano. As placas foram incubadas a 28 °C por oito dias. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições, sendo a avaliação realizada pela observação visual da inibição de crescimento em cada poço.

Os ensaios microbiológicos também foram realizados em placas de Petri (60 x 15 mm), contendo o meio BDA, adicionado de 100 µL das nanoemulsões nas concentrações de 0,005%; 0,05%; 0,13%; 0,26%; 0,5%. Após a solidificação do meio, foram adicionados em furos de 3mm de diâmetro, 3µL de suspensão de esporos do fungo na concentração de 1,0 x 10^6 conídios mL^{-1}. As placas foram incubadas em BOD a temperatura de 28 °C. As medições dos diâmetros radiais de crescimento do fungo foram realizadas com paquímetro digital, aos 2, 4, 6 e 8 dias após a inoculação.

Após esse processo, foram realizados testes *in vivo* com os frutos do mamão, avaliando a ação preventiva e curativa. Para execução desta etapa, utilizou-se mamão do grupo Solo no primeiro estádio de maturação, proveniente de um cultivo orgânico da agricultura familiar, no município de Aracruz, Espírito Santo. Os frutos foram selecionados visualmente quanto ao tamanho, cor e aparência.

O delineamento experimental foi realizado em esquema fatorial 8 x 3, envolvendo oito tratamentos: A) Curativo (0,13% e 0,26%), Controle positivo (fungicida) e controle negativo (água destilada esterilizada); B) Preventivo (0,13% e 0,26%), Controle positivo (fungicida) e controle negativo (água destilada esterilizada), em três períodos de avaliação (2, 4, 6 dias de avaliação) com quatro repetições para cada tratamento.

O tratamento preventivo dos mamões foi realizado por imersão do fruto por 5 minutos na nanoemulsão, nas concentrações de 0,13% e 0,26%. Após a imersão, o fruto foi seco à temperatura ambiente por 2 horas e posterior incubação. A inoculação foi realizada com a deposição de 100 µL da suspensão de esporos na concentração de 1,0 x 10^6 conídios/mL, em um orifício de 5mm de diâmetro e de 1mm de profundidade. Após a inoculação os frutos foram acondicionados em caixas e mantidos por oito dias em ambiente com temperatura controlada a 25 ºC. Como controle positivo, foi realizado o tratamento convencional com a imersão dos frutos em fungicida do grupo triazol (tebuconazol 200 CE). O controle negativo consistiu no tratamento com água destilada esterilizada. Na avaliação do modo de ação curativo, os mesmos procedimentos foram aplicados, contudo, a inoculação dos mamões ocorreu 24 horas antes da aplicação da nanoemulsão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de GC/MS do óleo essencial de *S. terebinthifolia* apresentou os componentes majoritários *o*-Cymeno (30,6%), *α*-Pineno (16,9%), Sylvestreno (15,3%); e os componentes minoritários *δ*-3 Careno (2,7 %); Myrcene (2,3%), *α*-Phellandrene (1,4%).

Nos testes em microplaca e placas de Petri a nanoemulsão do óleo essencial de *S. terebinthifolia* apresentou propriedade antifúngica para o fungo *C. gloeosporioides*, em que o crescimento micelial reduziu significativamente com o aumento da concentração do óleo. As concentrações de 0,50%, 0,25% e 0,13% não apresentaram crescimento micelial (Figura 1).

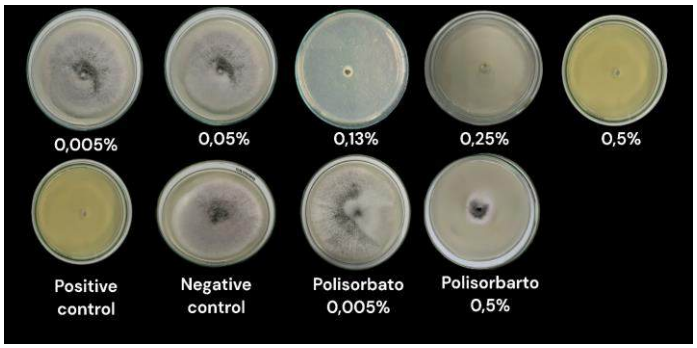


Figura 1 - Atividade biológica da nanoemulsão do óleo essencial de *S. terebinthifolia* para o fungo E-893 do Complexo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Durante a avaliação *in vivo* dos frutos de mamão, apenas os tratamentos do controle negativo mostraram sintomas de antracnose ao redor do local de inoculação. Isso indica que as nanoemulsões do óleo essencial de *S. terebinthifolia* nas concentrações de 0,26% e 0,13% foram eficazes tanto na atividade curativa e preventiva contra o fungo *C. gloeosporioides* (Figura 2).

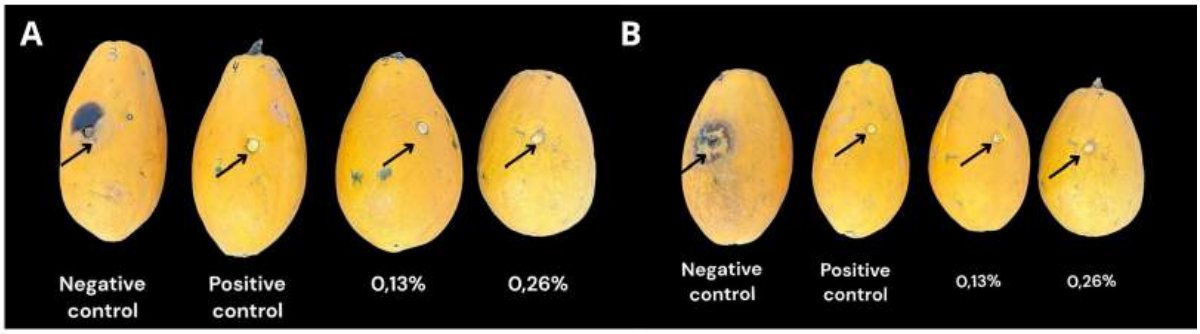


Figura 2 - Tratamento curativo (A) e tratamento preventivo (B) da nanoemulsão do óleo essencial de *S. terebinthifolia* para o fungo E-893 do Complexo *Colletotrichum gloeosporioides* nos frutos de mamão.

De acordo com os estudos de Grippa *et al*. (2010), os frutos tratados com o óleo essencial de *S. terebinthifolia* diluído em BDA e polisorbato 80, não foram infectados pelo fungo *C. gloeosporioides*, porém não foi indicado comercialmente pois apresentaram injúrias nas concentrações de 0,05%, 0,10%, 0,25% e 0,50%, que foram relacionadas ao efeito de fitotoxidade nos frutos do mamão em relação às emulsões do óleo essencial, tornando-os impróprios para o comércio. No entanto, na presente pesquisa, após a aplicação da nanoemulsão do óleo essencial de *S. terebinthifolia* não foram constatadas injúrias, demonstrando assim, que a nanoemulsão, preparada conforme nossa proposta, foi segura na aplicação na superfície dos frutos, sem demonstrar fitoxidez.

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, a aplicação de nanoemulsões de óleo essencial de *S. terebinthifolia* demonstrou ser uma alternativa inovadora e eficaz para o controle da antracnose em frutos de mamão. A nanoemulsão nas concentrações de 0,13% e 0,26% mostraram-se eficientes para o controle do fungo *C. gloeosporioides*, com a ação curativa e preventiva significativa, proporcionadas pelo tamanho nanométrico das partículas sem causar danos na aparência dos frutos para o mercado.

A concentração de 0,13% foi sugerida por permitir o uso de uma menor quantidade de óleo essencial, resultando em uma alternativa mais econômica para os produtores de mamão, sendo uma estratégia promissora para prolongar a vida útil dos frutos de mamão e preservar a qualidade em pós-colheita, representando uma contribuição para o manejo de doenças fúngicas do mamoeiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CNPq), ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) campus de Vila Velha, o Centro Multiusuário para Desenvolvimento Tecnológico e Inovação de Vila Velha (CMVV), a Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG), Fundação de Amparo à Pesquisa e inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Instituto Capixaba de Pesquisa e Assistência Técnica e extensão Rural (Incaper).

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil Components by gas chromatography/ mass spectrometry**. Carol Stream: *Allured Publishing Corporation*, v. 4, 2009. 804 p.

BARRAQUI, N. S. G; VENTURA, J. A; RUAS, F. G; GOMES, R. B. A; LOVATTI, B. P; SILVA, R. C.; FILGUEIRAS, P. R.; KUSTER, R. M. Physical and chemical characteristics of *Schinus terebinthifolia* Raddi (Brazilian peppertree) fruits at different stages of maturation. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 110, p. 1-7, 2023.

BELHOUSSAINE, O; KOURCHI, C; HARHAR, H; BOUYAHYA, A; YADINI, A; FOZIA; F; ALOTAIBI, A; ULLAH; TABYAOUI, A; M. Chemical composition, antioxidant, insecticidal activity, and comparative analysis of essential oils of leaves and fruits of *Schinus molle* and *Schinus terebinthifolius.* **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, p. 1-12, 2022.

BERNARDI, J. B.; FERREIRA, J. A.; PUTON, B. M. S.; CAMARGO, S. B.; MAGRO, J. D.; JUNGES, A.; CANSIAN, R.L.; STEFFENS, C.; ZENI, J.; PAROUL, N. Potential agrochemical applications of *Schinus terebinthifolius* essential oil. **Journal of Stored Products Research,** v. 105, p. 1-9, 2024.

COSTA, M. M.; BEZERRA, J.; SANTOS, A.T.; MORAIS, C.D.; ARAÚJO, A. C. J.; FREITAS, P. R.; SILVA, L. E.; AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; AZEVEDO, F. R. Antibiotic-potentiating activity of the *Schinus terebinthifolia* Raddi essential oil against MDR bacterial strains. **Plants,** v. 12, p. 1-10, 2023.

GRIPPA, G. A.; REIS, F. O.; OLIVEIRA JUNIOR, L. F.; SANTOS, R. B.; BISPO, W. M. S.; MACHADO, L. P.; NASCIMENTO, V. L.; MATSUMOTO, S. T. Avaliação do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* no controle de *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e *in vivo*. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 35, p. 46-53, 2010.

MOHAMED, A. A.; BEHIRY, S. I.; ALI, H. M.; EL-HEFNY, M.; SALEM, M. Z. M.; ASHMAWY, N. A. Phytochemical compounds of branches from *P. halepensis* oily liquid extract and *S. terebinthifolius* essential oil and their potential antifungal activity. **Processes**, v. 8, p. 1-18, 2020.

SHETH, T.; SESHADRI, S.; PRILESZKY, T.; HELGESON, M. E. Multiple nanoemulsions. **Nature Reviews Materials**, v. 05, p. 214-228, 2020.

VENTURA, J. A.; REZENDE, J. A. M. Doenças do mamoeiro. p.497-509. In: AMORIM, L; REZENDE, J. A. M.; BERBAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 5ª ed. v.1. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016.

FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO

EFEITO DO TRATAMENTO COM BIOESTIMULANTE NAS TROCAS GASOSAS DE *Carica papaya* CV. ALIANÇA

Ana Júlia Câmara Jeveaux Machado[1], Fernando Gomes Hoste[1], Janyne Soares Braga Pires[1], Marcos Antonio Cezario Dias[1], Cristhiane Tatagiba Franco Brandão[2], Sara Dousseau Arantes[3]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Goiabeiras (UFES). Vitória, ES. E-mail: ana.jeveaux@edu.ufes.br; fernando.hoste@edu.ufes.br; janyne.braga@edu.ufes.br; marcos.a.dias@edu.ufes.br; [2]Faculdades Integradas Espírito Santenses (FAESA). Linhares, ES. E-mail: ctatagiba10@gmail.com; [3]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Linhares, ES. E-mail: saradousseau@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), é uma planta frutífera tropical pertencente à família Caricaceae (Aneesa *et al.*, 2024). É uma espécie de destaque no Brasil, com significativa produção nacional (Paixão *et al*., 2023), com destaque para o Espírito Santo e a Bahia, sendo o estado do Espírito Santo responsável por 35% da produção nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2021).

A via seminal é a principal forma de propagação do mamoeiro (Al-Shara; Taha; Rashid, 2018) e o seu cultivo apresenta desafios devido à sua exigência de nutrientes e água (Santos *et al.*, 2020). Estudos sobre trocas gasosas podem ser realizados com o objetivo de avaliar a qualidade das mudas, uma vez que a fotossíntese é fundamental para a assimilação de carbono, essencial ao crescimento e rendimento das plantas (Torres Netto *et al*., 2009). Compreender a assimilação de carbono em *C. papaya* é crucial para desenvolver estratégias eficazes de manejo em plantios comerciais dessa espécie (Reis; Campostrini, 2008). Portanto, os fatores que influenciam positivamente nas trocas gasosas e na fotossíntese, podem possuir a capacidade de potencializar o crescimento e desenvolvimento das plantas.

O Stimulate® é um bioestimulante composto por uma mistura de hormônios vegetais sintéticos, com 0,009% de citocinina, 0,005% de ácido giberélico, 0,005% de ácido indolbutírico e 99,981% de substâncias inertes (Gonçalves *et al*., 2018; Santos *et al*., 2023). Devido à presença de hormônios essenciais para o desenvolvimento inicial das plantas, seu uso pode melhorar a absorção e utilização de nutrientes, além de favorecer o desenvolvimento radicular, aumentando a eficiência na captação de água e nutrientes (Gonçalves *et a*l., 2018).

Devido à alta demanda hídrica do mamoeiro (Campostrini *et al.*, 2018), a utilização do Stimulate® pode ser uma opção viável, pois pode incrementar o desenvolvimento radicular e influenciar de forma positiva na captação de água. De acordo com Campostrini *et al*. (2018), a duração e intensidade da falta de água podem

afetar processos fisiológicos essenciais, como a condução estomática e a fotossíntese. Portanto, estratégias que aprimoram a captação de água podem beneficiar os processos fisiológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi iniciado em 25 de julho de 2023, conduzido no Viveiro da Fazenda Experimental de Linhares (FEL), no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), do Espírito Santo, localizado no município de Linhares, norte do Espírito Santo. As sementes utilizadas no experimento foram cedidas por um produtor local, e permaneceram armazenadas em geladeira doméstica a 6º ± 8 ºC, até a realização do tratamento.

As sementes da cultivar Aliança foram previamente tratadas através da pré-embebição, com o bioestimulante comercial Stimulate® (0,005% de ácido indolbutírico, 0,009% de cinetina e 0,005% ácido giberélico), nas respectivas doses: 0, 100, 200, e 800 mL de stimulate por quilograma de sementes, com tempo de contato imediato. Assim, logo após o tratamento foi realizada a semeadura.

O plantio foi realizado em tubetes com volume de 50 cm^3 preenchidos com substrato orgânico comercial (Bioplant®), enriquecido com adubo de liberação lenta Osmocote® 3M. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 doses de Stimulate em 4 repetições, contendo 15 plantas cada. Duas folhas totalmente expandidas por parcela foram escolhidas para a realização da análise de trocas gasosas, utilizando o infravermelho LI-COR 6400 - Analisador de gases IRGA (LI-COR Inc., Lincoln, NE, EUA), pela manhã.

A taxa fotossintética (*A*), transpiração (*E*), índice de carbono interno (Ci), relação entre carbono interno e externo (Ci/Ca) e condutância estomática (g_s) foram determinados pelo Irga e a eficiência do uso da água (EUA= *A/E*) foi calculada. As análises estatísticas foram realizadas mediante o uso do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011) e os dados foram submetidos à análise de variância, no qual as médias referentes aos produtos doses foram comparadas pelo teste de Tukey, e as doses, submetidas à regressão polinomial ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o aumento das doses de Stimulate, a taxa fotossintética (*A*), e condutância estomática (g_s) responderam de forma semelhante, com ajuste quadrático em todas as variáveis. O ponto máximo da fotossíntese foi em aproximadamente 5,52 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} para a dose de 180.24 mL de Stimulate por quilograma de sementes (Figura 1 - A), enquanto para a condutância estomática o ponto máximo foi em 0,0443 mol (H_2O) m^{-2} s^{-1}, aproximadamente para a dose de 151,59 mL kg^{-1}. (Figura 1B)

Após o pico da fotossíntese e da condutância estomática, houve um declínio de acordo com o aumento das doses de Stimulate, indicando que há um ponto ideal de dosagem de Stimulate para a eficiência das trocas gasosas e fotossíntese.

A explicação fisiológica para o comportamento observado nos gráficos pode estar relacionada à resposta das plantas ao Stimulate®. Em doses baixas a moderadas, o Stimulate® pode promover a condutância estomática e a fotossíntese. No entanto, em doses elevadas, pode ocorrer um efeito inibitório, devido à superestimulação ou toxicidade. De acordo com Farhat *et al.* (2022) altas concentrações de bioestimulantes podem fazer com que os estômatos se fechem ou funcionem de forma inadequada, limitando a quantidade de dióxido de carbono (CO_2) que entra na folha, afetando a atividade fotossintética.

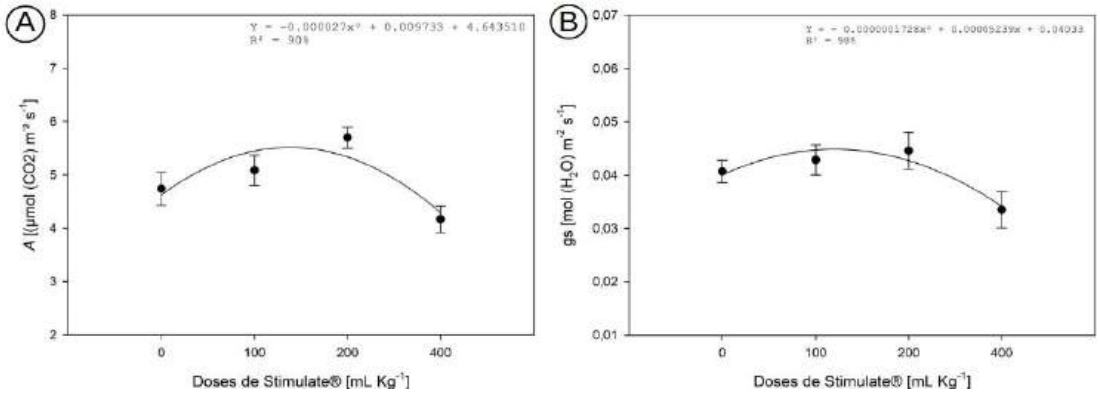


Figura 1 - Efeito de diferentes doses de Stimulate® nas trocas gasosas do mamoeiro. Taxa fotossintética (*A*); B) Condutância estomática (g_s).

Albrecht *et al*. (2012) destacam que o efeito benéfico das substâncias biorreguladoras são limitadas, pois possuem dose máxima recomendada. Assim, o uso excessivo pode prejudicar a planta, possivelmente devido a um desequilíbrio hormonal, corroborando os resultados de outros estudos.

A eficiência interna de carboxilação (EiC) se ajustou à uma curva quadrática (Figura 2), com a dose ideal de Stimulate em aproximadamente 174,10 mL kg^{-1}, e a eficiência instantânea de carboxilação máxima em 0,03260 µmol mol^{-1}

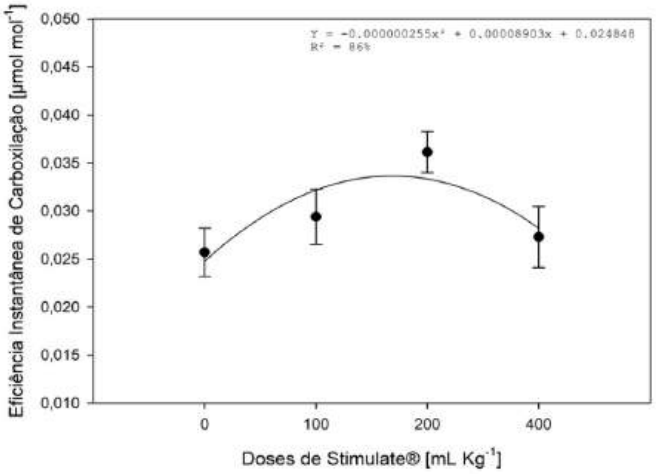


Figura 2 - Efeito das doses de Stimulate® na eficiência instântanea de carboxilação (EiC).

A curva quadrática sugere que doses moderadas de Stimulate® aumentam a eficiência da carboxilação (EiC), provavelmente otimizando a atividade da enzima Rubisco. No entanto, em doses mais altas, a eficiência diminui, provavelmente ocasionado pela baixa disponibilidade de CO_2 na folha, devido à redução da condutância estomática (Figura 1B). Como resultado, a concentração de CO_2 ao redor da Rubisco pode ser insuficiente para maximizar a fixação de CO_2, consequentemente diminuindo a EiC.

CONCLUSÃO

Doses moderadas de Stimulate demonstraram efeitos benéficos nas trocas gasosas de *Carica papaya*. No entanto, concentrações mais altas comprometeram a fotossíntese, a condutância estomática e a eficiência instantânea de carboxilação. Esses resultados indicam que ainda há lacunas no entendimento sobre a dosagem ideal deste bioestimulante para a espécie estudada. Recomenda-se a realização de pesquisas adicionais para avaliar os efeitos de doses intermediárias não abordadas neste estudo, bem como explorar o uso de aplicações foliares durante a fase de plântulas. Além disso, é fundamental investigar aspectos morfológicos das plântulas para confirmar a eficácia do tratamento na promoção de mudas vigorosas.

REFERÊNCIAS

AL-SHARA, B.; TAHA, R. M.; RASHID, K. Biotechnological methods and limitations of micropropagation in papaya (*Carica papaya* L.) production: a review. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 28, n. 5, p. 1208-1226, 2018.

ANEESA, M. S.; GURDEEP, R.; SINGH, N.; KUMAR, D. Effect of gibbrellic acid, kinetin and potassium nitrate on seed germination of papaya (*Carica papaya* L.) cv. Red Lady. **Asian Journal of Advances in Agricultural Research**, v. 24, n. 7, p. 53-60, 2024.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012.

FARHAT, F.; ARFAN, M.; WANG, X.; TARIQ, A.; KAMRAN, M.; TABASSUM, H.N.; TARIQ. I.; MORA-POBLETE, F.; IQBAL, R.; EL-SABROUT, A.M.; ELANSARY, H.O. The impact of bio-stimulants on cd-stressed wheat (*Triticum aestivum* L.): insights into growth, chlorophyll fluorescence, cd accumulation, and osmolyte regulation. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1-15, 2022.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal - PAM**. Sistema IBGE de Recuperação Automática de Dados – SIDRA IBGE-PAM. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. Acesso em: 27 ago 2024.

GONÇALVES, B. H. L.; SOUZA, J. M. A.; FERRAZ, R. F.; TECCHIO, M. A.; LEONEL, S. Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 147-155, 2018.

RANI, M.; SINGH, G.; SINGH, N.; KUMAR, D. Effect of gibbrellic acid, kinetin and potassium nitrate on seed germination of papaya (*Carica papaya* L.) cv. Red Lady. **Asian Journal of Advances in Agricultural Research**, v. 24, n. 7, p. 53-60, 2024.

PAIXÃO, M. V. S.; BORSOI NETO, A. C.; MOTA, L. A.; SINFRÔNIO, L. L.; GUIMARÃES, A. M. S.; FERNANDES, A. R. Giberelina na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Aliança. **Contemporânea – Revista de Ética e Filosofia Política**, v. 3, n. 6, p. 6415-6424, 2023.

SANTOS, N. A.; FREIRE, J. L. O.; SILVA, J. E.; BARRETO NETO, J. G.; DIAS, C. S.; NASCIMENTO, G. S. Qualidade de mudas de mamoeiro Formosa (*Carica papaya* L.) produzidas em substratos com rejeitos de mica na composição e fertilização com urina de vaca. **Revista Principia: Inovação, Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 52, p. 9-19, 2020.

REIS, F, O.; CAMPOSTRINI, E. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica potencial em mamoeiro do grupo 'Formosa' cultivado em condição de campo. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 815-822, 2008.

CAMPOSTRINI, E.; SCHAFFER, B.; RAMALHO, J. D.C.; GONZÁLEZ, J. C.; RODRIGUES, W. P.; SILVA, J. R.; LIMA, R. S.N. Environmental factors controlling carbon assimilation, growth, and yield of papaya (*Carica papaya* L.) under water-scarcity scenarios. Chapter 19. p. 481-505. In: Editores. **Water Scarcity and Sustainable Agriculture in Semiarid Environment.** Cambridge: Academic Press, 2018.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; AZEVEDO, L. C.; SOUZA, M. A.; RAMALHO, J. C.; CHAVES, M. M. Morphological analysis and photosynthetic performance of improved papaya genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 3, p. 209-222, 2009.

COMPORTAMENTO DE MAMOEIRO GOLDEN 'THB' TRATADO COM PROTETOR SOLAR NO LITORAL NORDESTE DO RIO GRANDE DO NORTE

Jaeveson da Silva[1], Cátia Aparecida Simon[2], Maria Eduarda Lopes Guerra[3], Giselly Medeiros de Araújo[3], Moisés Eduardo Dantas Ginani[3], Ítalo Mateus Duarte de Souza[3], Maurício Antônio Coelho Filho[1]

[1]Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMF). Cruz das Almas, BA. E-mail: jaeveson.silva@embrapa.br; mauricio-antonio.coelho@embrapa.br; [2]Litho Plant, Linhares, ES. E-mail: pesquisa@lithoplant.com.br; [3] Universidade Federal Rural do Semiárido, Campus Mossoró. Mossoró, RN. E-mail: maria.guerra@alunos.ufersa.edu.br; giselly_m_araujo@hotmail.com; moiseseduardodg@hotmail.com; italomateus14101999@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), apesar de ser cultivado em vários ambientes, tem baixa tolerância a ambientes com altas temperaturas comparadas com outras frutíferas tropicais, sendo que nas temperaturas mais quentes do ano e em ambiente semiárido é comum o abortamento de flores, a má formação dos frutos (pentândricos, garrafinhas, carpelóides etc.) e queima na superfície causando manchas fisiológicas (Fisher *et al*., 2022; Damasceno Junior, 2008; Costa *et al*., 2003), desqualificando-os comercialmente.

Com o aumento constante das temperaturas médias, o prolongamento dos períodos de estiagem, há um grande impacto nos plantios (Ballaré *et al*., 2011), como previstos nos cenários de mudanças climáticas pelo aquecimento global (Coelho Filho *et al*., 2011). Nesse aspecto, práticas que aumentam o conforto térmico das plantas e resiliência é essencial para o adequado desenvolvimento das plantas, permitindo uma melhor adaptação e tolerância a esses estresses abióticos, principalmente por levar a uma menor interferência no seu metabolismo fisiológico (Taiz; Zenger, 2002).

As observações em pomares de mamão têm demonstrado que os principais efeitos esperados para mamoeiros tratados com protetor térmico tem sido um menor abortamento de flores, um melhor desenvolvimento das plantas e a redução de manchas fisiológicas. O protetor térmico tem permitido a redução de até 5 ºC a temperatura das plantas, e age como barreira protetora contra queimaduras e danos nos frutos e folhas, melhorando seu desenvolvimento (Campos, 2013; Belmiro, 2022; Freire *et al*., 2023), sendo, portanto, uma alternativa artificial para o aperfeiçoando de mecanismos fisiológicos naturais de proteção solar das plantas (Barnes *et al*., 2016).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de protetor solar à base de carbonato de cálcio em pomar irrigado de mamoeiro e seus efeitos na qualidade de frutos, produção e crescimento de mamoeiro

Golden ‘THB’ nas condições do Litoral Nordeste do Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Pureza, RN (05°20'34.0"S, 35°28'59.5"W, 37 m de altitude), microrregião Litoral Nordeste, utilizando sistema irrigado por gotejamento, em área da fazenda Caliman, pertencente a empresa Caliman Agrícola S.A. A microrregião Litoral Nordeste predomina o solo do tipo Neossolo Quartzarênico (Embrapa Solos, 1971). O clima, na classificação de Köppen, é do tipo Am, Tropical Chuvoso (megatérmico), com verão seco, precipitação média anual de 1.535 mm, concentrando-se de março a agosto, temperatura média anual de 25,3 °C e umidade relativa do ar média anual de 79% (Souza *et al*., 2011).

O experimento foi delineado em duas linhas de plantio, com bordaduras em ambos os lados e entre si, considerando pelo menos 100 plantas do mamoeiro Golden ‘THB’. Numa das linhas foi aplicado um protetor solar (protetor solar à base de carbonato de cálcio, desenvolvido pelas empresas Embrapa e Litho Plant), na dose de 1 L ha^{-1}, diluído no tanque de 1.000 L (aplicava-se em 1,5 ha) e distribuído via atomizador em frequência quinzenal, com a vazão de 0,75 L/minuto e utilizando-se bico de cone cheio. As covas constaram no plantio inicial três mudas, e finalizando com uma planta (após sexagem). Utilizou-se o arranjo espacial 3,6 m x 1,2 m (2.315 plantas/ha). Todo o manejo de irrigação, adubação, sexagem, desbastes e de pragas e doenças seguiu-se o utilizado pela fazenda. As colheitas dos frutos foram realizadas considerando os estádios de maturação de 1 a 2.

Para tomadas de dados do experimento, mediu-se a alturas da planta (do solo ao ponto de crescimento), do primeiro fruto formado, do último fruto formado e o comprimento do cacho, com trena graduada em centímetros; o diâmetro do caule (à 25 cm de altura), com paquímetro de madeira; o número de frutos com padrão comercial (contagem); a massa média de frutos (pesagem em balança de mesa, ±0,5 g, realizada no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Universidade Rural do Semiárido, com um fruto/planta). Posteriormente, a produtividade de frutos foi estimada, em t ha^{-1}, utilizando-se a massa média de frutos x número de frutos x população de plantas por hectare. Outras características qualitativas de fruto, também com amostras de um fruto por planta, foram quantificadas em laboratório: o comprimento, o diâmetro, a relação comprimento/diâmetro, a espessura da casca, o diâmetro da cavidade interna e a espessura da polpa (por diferença), medidas obtidas com uso de paquímetro digital (±0,03 mm). A firmeza foi medida com o texturômetro da marca Stable Micro Systems, TAXT Express Enhanced, em que o fruto foi perfurado sem retirar a casca, em duas medidas (um furo por lado) com um analisador de textura de 5 mm. Nas análises colorimétricas da casca (fruto verde e maduro) e da polpa (fruto maduro), utilizou-se colorímetro da marca Konica Minolta, modelo CR-410, que foi pulsado sobre duas partes do fruto com incidência de amadurecimento regular. O parâmetro de luminosidade (L*) com valores mais altos indica maiores distâncias da cor preta. Os sólidos solúveis totais foram obtidos do suco de frutos totalmente maduros (casca totalmente

amarelada) e expressos em ºBrix, utilizando-se refratômetro digital da marca Atago, modelo pocket PAL-1.

Os dados foram submetidos a uma análise descritiva, e as médias dos dois tratamentos comparados pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade, utilizando como apoio nas análises o software R (R Core Team, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de mamoeiro que receberam o protetor solar apresentaram maiores pesos, comprimento e diâmetro de frutos, menores espessuras de casca, maiores cavidade interna, espessura de polpa e firmeza, reduziu o tempo de amadurecimento e o pH e uma leve elevação de sólidos solúveis. Não houve efeito para características de crescimento das plantas (Figura 1).

Com a aplicação do protetor solar houve ganho de 23% para a massa do fruto, 49% para o número de frutos/planta e 83% para a produtividade de frutos. O comprimento e diâmetro de fruto aumentaram em 6 e 8%, respectivamente. A espessura de casca reduziu em 20%, a cavidade interna de polpa aumentou em 9%, a firmeza de polpa também aumentou em 18%. Houve redução também do tempo de amadurecimento (7%) e pH (2%), além de um leve aumento nos sólidos solúveis totais (2%). A manutenção da coloração é importante para garantia de qualidade visual dos frutos.

A semelhança dessa pesquisa, características de crescimento, produção e qualidade, também se positivas em manejo com protetor solar, indicam melhorias nos parâmetros fisiológicos das plantas. Com a cultura do tomate na região central do Espírito Santo, em que recebeu doses crescentes do protetor solar a base de nanopartículas de carbonado de cálcio, durante período com temperaturas mais amenas do ano, não se verificou diferenças em características de crescimento, produção e qualidade de frutos (Belmiro, 2022), no entanto, em outro estudo, variando o número de aplicações de protetor também a base de carbonato de cálcio, verificou-se tendência de aumento no rendimento de frutos, altura de plantas e número de entrenós, para a cultura do pimentão. Para tomate houve tendência de aumento somente para rendimento de frutos (Campos, 2013). As mudanças de comportamento na resposta a aplicação do protetor solar podem estar associadas a região de avalição, em que sob condições climáticas mais extremas pode se verificar melhor seu efeito na proteção das plantas a radiação solar e altas temperaturas (Belmiro, 2022; Campos, 2013).

Parâmetros fisiológicos avaliados, principalmente ligados a fotossíntese, quando positivos em resposta a aplicação de protetor solar, indicam que o manejo deve ser utilizado, para melhorar a eficiência produtiva das plantas. Barros (2021) observou efeito do uso de antitranspirante a base de silicato hidratado de alumínio, somente na maior dose (5%) e sobre o fluxo de seiva, de mamoeiros Tainung Nº 1 avaliados em Cruz das Almas, BA, mas sem influência em processos de trocas gasosas, temperatura foliar e índice de clorofila nas folhas. No entanto, as aplicações de Caulin em folhas de uva ‘Ruby Red’, afetaram positivamente a fotossíntese e o uso eficiente da água (Jifon; Syverten, 2003), e de cal virgem sobre folhas de bananeira manteve estável a fluorescência máxima da clorofila ao longo do dia (Sousa, 2012).

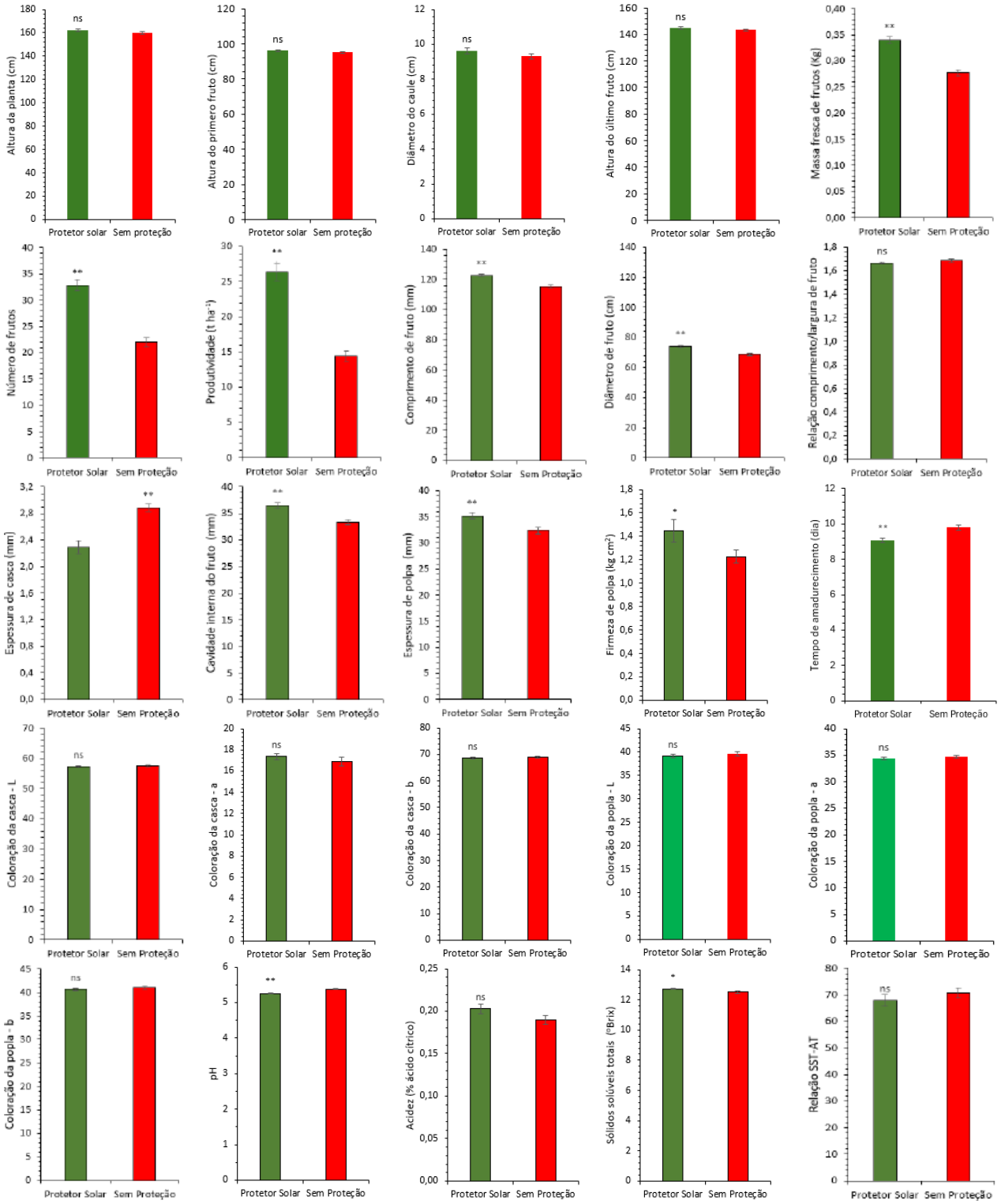


Figura 1 - Características de crescimento de plantas e físicas e químicas de frutos de mamoeiro Golden 'THB' manejados com protetor solar. Pureza, RN. 2024. (*, **, ns = significativo a 5%, 1% ou menos, e não-significativo, respectivamente).

Os diferentes resultados encontrados na literatura demostram que o uso de protetor solar é uma prática preventiva que veio para mitigar os efeitos dos estresses abióticos e reduzir os riscos climáticos, aumentando a resiliência das plantas (Santos; Coelho Filho, 2024), havendo necessidade de ajustes do manejo de doses e frequências de aplicações em função das diferentes culturas, épocas de aplicação e clima da região.

CONCLUSÃO

A aplicação do protetor solar a base de carbonato de cálcio influenciou positivamente nas características de rendimento e de qualidade de frutos de mamoeiro Golden 'THB' nas condições do Litoral Nordeste do Rio Grande do Norte. A proteção solar é uma prática que deve ser considerada pelos produtores a fim de aumentar a resiliência das plantas e riscos associados ao estresse térmico e luminoso, mesmo em se tratando de pomar irrigado.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Mandioca e Fruticultura e ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto e concessão de bolsas de ITI-A, à Caliman Agrícola S.A. pela logística para coleta de dados e disponibilizar suas lavouras para avaliações e a Ufersa pela disponibilidade do laboratório e apoio técnico nas análises. Ao CNPq pela Bolsa de produtividade de pesquisa (311318/2022-3) de MACF. Resultados fazem parte de projeto de cooperação entre Embrapa Mandioca e Fruticultura e a Litho Plant Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda, liderado por MACF.

REFERÊNCIAS

BALLARÉ, C. L.; CALDWELL, M. M.; FLINT, S. D.; ROBINSON, S. A.; BORNMAN, J. F. Effects of solar ultraviolet radiation on terrestrial eco-systems. Patterns, mechanisms, and interactions with climate change. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 10, n. 2, p. 226-241, 2011.

BARNES, P. W.; FLINT, S. D.; TOBLER, M. A.; RYEL, R. J. Diurnal adjustment in ultraviolet sunscreen protection is widespread among higher plants. **Physiological Ecology**, v. 181, p. 55-63, 2016.

BELMIRO, S. L. **Eficiência de nanopartículas de carbonato de cálcio no crescimento e produção de tomate.** Colatina, IFES, 2022. 34p. (Monografia).

CAMPOS, V. E. C. **Efecto de Purshade® (Carbonato de Calcio 62.5%) en el rendimiento comercial de los cultivos de tomate (*Lycopersicum esculentum* cv. Iker) y chile (*Capsicum annuum* cv. Aristóteles) bajo invernadero.** Zamorando, Escuela Agrícola Panamericana, 2013. 23p. (Monografia).

COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M.; ALMEIDA, C. O.; ALBUQUERQUE, A. F. A.; SILVA, O. S.

M. **Impacto do aquecimento global na aptidão do estado da Bahia para o cultivo do mamoeiro.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 52.)

COSTA, A. F. S.; BALBINO, J. M. S.; ANDRADE, J. S.; COUTO, A. O. F.; LIMA, R. C. A.; VENTURA, J. A.; COSTA, A. N.; MARTINS, D. S. Efeito das condições climáticas na frutificação do mamoeiro do grupo Solo no Norte do Espírito Santo. p. 440-442. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 1., 2003, Vitória: Incaper, 2003.

DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; SILVA, F. F.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Comportamento floral de híbridos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) avaliados no verão e na primavera. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 310-316, 2008.

EMBRAPA. Mapa exploratório - Reconhecimento de solos. In: Levantamento exploratório – Reconhecimento de solos do Rio Grande do Norte. Embrapa Solos/MA/SUDEVE, Recife, 1971.

FISHER, G.; ORDUZ-RODRIGUEZ, J. O.; AMARANTE, C. V. T. Sunburn disorder in tropical and subtropical fruits. A review**. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 16, n. 3, p. e15703, 2022.

FREIRE, M. M.; DUARTE, S. N.; RODRIGUES, P. H. V.; BRITO, G. B. S.; FRANCO, L. B.; ARAÚJO, A. C. S. Desenvolvimento do hibisco medicinal sob diferentes níveis de salinidade e doses de fotoprotetor. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 32. 2023. Disponível em: https://icolibri.com.br. Acesso em: 13 set. 2024.

JIFON, J. L.; SYVERTSEN, J. P. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of 'Ruby Red' grapefruit leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 128, n. 1, p. 107-112, 2003.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2024.

SANTOS, V. P.; COELHO FILHO, M. A. Effects of sunscreen protection and water management on the physiology and production of 'Pera' sweet Orange orchards in sub-humid climate. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 46, e-612, 2024.

SOUSA, R. P. N. **Eficiência fotoquímica de plantas de bananeira submetidas à aplicação de cal virgem sobre a folha.** São Luís, UEMA, 2012. 59p. (Dissertação).

SOUZA, P. A.; PINTO, K. S. O.; SENHOR, R. F.; GUIMARÃES, A. A.; SILVA, M. S. Avaliação da qualidade de mamões 'Golden' submetidos a diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 184-189, 2011.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Plant physiology.** 3 ed. Sinauer Associates, Sunderland, 2002. 690p.

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA EM GENÓTIPOS DE MAMOEIRO SOB ESTRESSE INDUZIDO PELO *PAPAYA RINGSPOT VIRUS* (PRSV-P)

Juliana Saltires Santos[1], Catiane dos Santos Braga[1], Gabriel Jovêncio Ribeiro[1], Rayssa Minguta Tavares[1], Alex Souza Rodrigues[1], Ronaldiane Pereira da Silva[1], Renato Santa-Catarina[1], Helaine Christine Cancela Ramos[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: julianasaltiresdossantos@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), pertencente à família *Caricaceae*, é uma das espécies frutíferas mais relevantes economicamente em regiões tropicais e subtropicais. Apesar disso, a cultura do mamoeiro enfrenta grandes desafios devido à vulnerabilidade a diversas doenças, principalmente as virais. Entre as doenças que afetam o mamoeiro, as virais são as mais preocupantes, causando uma queda significativa na produtividade.

Três vírus principais ameaçam o cultivo nas Américas: *Papaya ringspot virus* (PRSV-P), *Papaya mosaic virus* (PapMV), e o complexo viral da meleira. O PRSV-P, em particular, causa a doença mancha anelar, que pode reduzir a produtividade em mais de 70% (Tennant *et al*., 2007). A transmissão do vírus ocorre por meio de pulgões, e os sintomas incluem deformação foliar, clorose, e manchas nos frutos, prejudicando o desenvolvimento e a produção das plantas infectadas (Ordaz-Pérez *et al*., 2017). Plantas que são infectadas em estádios jovens de desenvolvimento permanecem atrofiadas e não chegam a ser economicamente produtivas (Gonsalves *et al*., 2010).

Estudos têm mostrado que infecções virais causam severas alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas, incluindo danos nos cloroplastos, redução na fixação de CO_2 e eficiência no transporte de elétrons, todos fatores que comprometem a fotossíntese (Siddique *et al*., 2015, Morina *et al*., 2020). Dado o impacto significativo do PRSV-P na cultura do mamoeiro, pesquisas sobre a interação entre o vírus e a planta são essenciais, mas ainda incipientes. Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi investigar a interação entre o vírus PRSV-P e o mamoeiro, por meio da análise de parâmetros fisiológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem do material vegetal

O material genético avaliado foram cinco indivíduos selecionados por sua resistência ao vírus da mancha anelar do mamoeiro (PRSV-P), provenientes de um ensaio com 12 famílias. Dentre essas, 10 famílias

originaram-se de frutos dioicos e duas de frutos hermafroditas, coletados em cidades representativas das regiões Norte e Noroeste do Rio de Janeiro e Noroeste e Sul do Espírito Santo. Este trabalho insere-se na linha de pesquisa dedicada à identificação de fontes de resistência ao PRSV-P em genótipos de mamoeiro.

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ. Para representar cada família, foram avaliados 15 indivíduos, organizadas em um esquema de blocos casualizados com três repetições.

Inoculação de PRSV-P e confirmação viral nas plantas de mamoeiro

A inoculação mecânica artificial nas plantas foi realizada aos 120 dias, com o isolado atestado quanto a identidade viral PRSV-P/UENF01. Para inoculação foi obtido um extrato, composto por uma mistura de 1 g de folhas infectadas trituradas, 13 ml de um tampão de fosfato de potássio dibásico e sulfatode sódio (pH 7,0) e 0,7 g de carborundum (malha 600). O extrato foi friccionado com uma gaze na folha mais novas e completamente expandida de cada planta. Após a inoculação os genótipos foram mantidos em casa de vegetação para o desenvolvimento dos sintomas.

A confirmação do vírus nos indivíduos avaliados foi obtida por RT-PCR aos 45 dias após a inoculação. O processo consistiu na extração do RNA do vírus usando o Reagente TriZol (Invitrogen) de acordo com o protocolo do fabricante. Em seguida foi realizada a síntese de cDNA usando o kit de Transcrição Reversa de Alta Capacidade (Applied Biosystems). As reações de reação em cadeia da polimerase (PCR) foram obtidas usando 2,5 µL de cDNA e 1,0 µL do iniciador que amplifica um fragmento de cerca de 700 pb correspondente à proteína citoplasmática de inclusão cilíndrica do PRSV-P (Ha *et al.*, 2008).

Características avaliadas

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram a eficiência quântica máxima do PSII (F_v/F_m) e o índice dedesempenho fotossintético do PSII (PI_{abs}) obtidos a partir de uma medição por planta, usando o fluorímetro portátil não-modulado Pocket PEA (*Plant Efficiency Analyser*, Hansatech, Inglaterra). As medidas foram feitas especificamente aos 5 dias antes da inoculação e aos 18, 46 e 61 dias após a inoculação.

O índice de doença (ID%) foi estimado conforme proposto por Mckinney (1923) e para o cálculo foram utilizados dados de severidade da doença, obtidos por meio de uma escala de classificação de 1 a 5, baseada nos sintomas observados nas plantas avaliadas em casa de vegetação. O ID% foi calculado em diferentes intervalos de tempo, selecionados como períodos específicos para a análise: aos 18, 46 e 61 dias após a inoculação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As menores estimativas de ID% possibilitaram a seleção de cinco indivíduos das famílias 12, 9, 5, 6 e 7, cujos índices de doença variaram entre 0% e 24,29% (Figura 1). Os primeiros sintomas da doença

apareceram nos indivíduos das famílias 9, 6, 5 e 7 aos 18, 20, 22 e 32 dias após a inoculação, respectivamente. Um indivíduo da família 12 não apresentou sintomas até o final do experimento, que durou 56 dias (dados não apresentados).

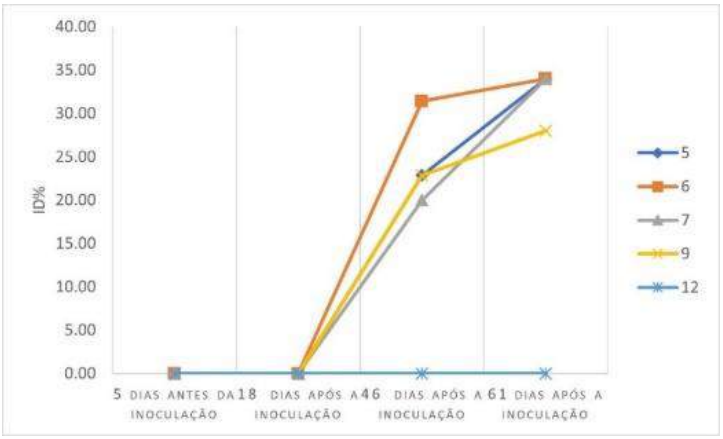


Figura 1 - Índice de doença (ID%) obtidos aos 5 dias antes da inoculação,e aos 18, 46 e 61 dias após a inoculação em cinco indivíduos de mamoeiro selecionados, quanto a resistência ao vírus PRSV-P.

A clorose, caracterizada pelo amarelecimento das folhas devido à perda de clorofila e danos aos cloroplastos, é o sintoma mais evidente da infecção por PRSV-P em plantas de mamoeiro. Para avaliar as mudanças estruturais e funcionais nos aparelhos fotossintéticos, o rendimento quântico do fotossistema II (PSII), expresso como a relação entre a fluorescência variável (Fv) e a fluorescência máxima (Fm), é um importante parâmetro, pois permite detectar alterações na eficiência do PSII e identificar danos fotoinibitórios, indicando como a planta responde ao estresse com o vírus.

Aos 18 dias após a inoculação, observou-se um aumento nos valores de F_v/F_m para os indivíduos das famílias 6 e 9, enquanto o indivíduo da família 7 apresentou uma redução nessa variável (Figura 2).

Em contraste, os genótipos 5 e 12 mantiveram valores semelhantes aos do período anterior à inoculação. No geral, todos os genótipos mostraram um pequeno aumento nos valores de F_v/F_m aos 46 e 61 dias em comparação com os valores antes da inoculação (Figura 2). Embora os indivíduos tenham apresentado sintomas e esses sintomas tenham evoluído ao longo do tempo, a eficiência fotoquímica do PSII não foi negativamente afetada para esses indivíduos, pois os valores de F_v/F_m ao longo do tempo se mantiveram dentro da faixa típica para plantas saudáveis (entre 0,80 e 0,83) (Nanda; Biswal, 2008).

Plantas inoculadas com vírus apresentam uma redução nos valores de F_v/F_m, refletindo mudanças fisiológicas devido ao estresse causado pela infecção (Choudhury *et al.*, 2019; Soni *et al.*, 2022). Em contrapartida, plantas que mantêm valores de F_v/F_m, mesmo após a inoculação, podem estar demonstrando uma melhor capacidade de adaptação ao estresse viral, como foi possível observar nos resultados apresentados para os indivíduos selecionados.

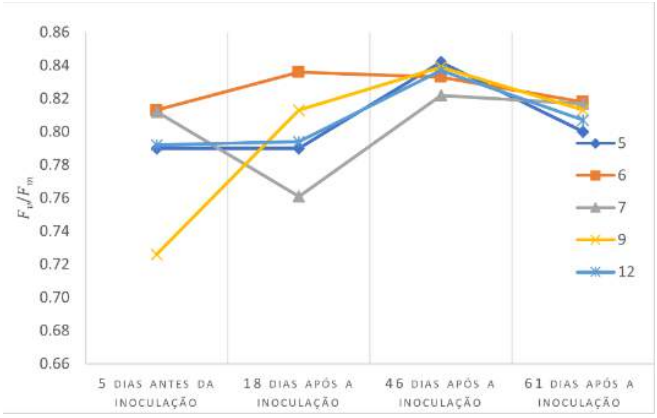


Figura 2 - Eficiência quântica máxima do PSII (F_v/F_m) obtidos aos 5 dias antes da inoculação,e aos 18, 46 e 61 dias após a inoculação em cinco indivíduos de mamoeiro selecionados quanto a resistência ao vírus PRSV-P.

O PI_{abs} é um parâmetro indicador da fluorescência da clorofila, tornando-se um dos mais representativos para compreender o fluxo energético na cadeia de transporte de elétrons durante o processo fotossintético (Yusuf *et al*., 2010). Alterações nesses parâmetros são indicadores da atividade fotossintética das plantas ou mesmo de possíveis estresses que possam estar afetando o aparato fotossintético, seja de forma direta ou indireta.

Aos 18 dias os indivíduos da família 6, 9 e 12 demonstraram um aumento significativo no PI_{abs}, enquanto o genótipo 7 registrou uma redução e o genótipo 5 manteve-se estável em relação ao período antes da inoculação (Figura 3). Aos 46 dias, todos os indivíduos revelaram um aumento no PI_{abs}, com exceção do genótipo 6. É importante ressaltar que, entre todos os genótipos selecionados, o genótipo 6 exibiu o maior Índice de Doença aos 46 dias após a inoculação (Figura 3), o que pode explicar a redução observada nessas estimativas.

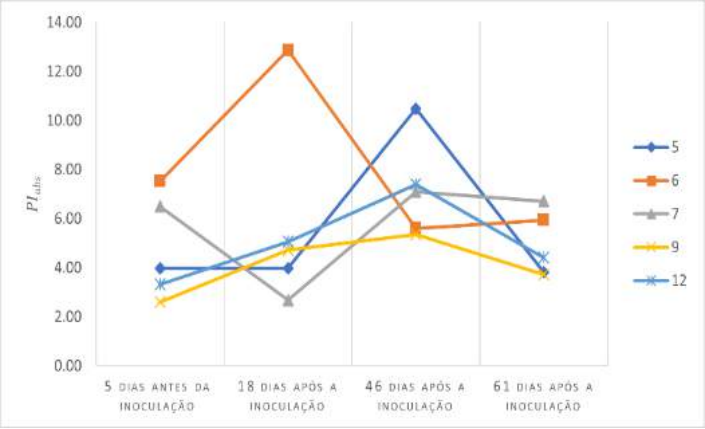


Figura 3 - Índice dedesempenho fotossintético do PSII (PI_{abs}) obtidos aos 5 dias antes da inoculação,e aos 18, 46 e 61 dias após a inoculação em cinco indivíduos de mamoeiro selecionados quanto a resistência ao vírus PRSV-P.

Ao longo do período de infecção, verificou-se uma redução nas estimativas de PI_{abs} para todos os genótipos, exceto para o genótipo 6, que conseguiu manter as estimativas obtidas aos 46 dias após a inoculação. Entretanto, ao comparar as estimativas aos 61 dias com o período pré-inoculação, constatou-se que os genótipos 9 e12 apresentaram um aumento no PI_{abs} (Figura 3), enquanto exibiram menor percentual de ID% aos 61 dias após a inoculação (Figura 3). Essa resposta sugere que, apesar das variações na taxa fotossintética durante o período de infecção, nos estágios mais avançados da doença, os genótipos mais resistentes demonstraram uma maior taxa fotossintética.

CONCLUSÃO

Os indivíduos avaliados conseguiram preservar a integridade do sistema fotossintético durante o período de infecção. A estabilidade e o aumento nos parâmetros F_v/F_m sugerem que essas plantas mantiveram sua capacidade de captar energia luminosa de forma eficiente, sem comprometer o transporte de elétrons ao longo do tempo de infecção com o vírus PRSV-P.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj) pelo apoio financeiro ao projeto e concessão de bolsas. À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) pela infraestrutura.

REFERÊNCIAS

CHOUDHURY, S.; LARKIN, P.; MEINKE, H.; HASANUZZAMAN, M. D.; JOHNSON, P.; ZHOU, M. Barley yellow dwarf virus infection affects physiology, morphology, grain yield and flour pasting properties of wheat. **Crop and Pasture Science**, v. 70, p. 16-25, 2019.

GONSALVES, D. S.; TRIPATHI, J. B.; SUZUKI, J. Y. *Papaya Ringspot virus*. The Plant Health Instructor. Disponível em: https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/viral/pdlessons/Pages/PapayaRingspotvirus.aspx. Acesso em: 25 ago. 2024.

HA, C.; COOMBS, S.; REVILL, P. A.; HARDING, R. M.; VU, M.; DALE, J. L. Design and application of two novel degenerate primer pairs for the detection and complete genomic characterization of potyviruses. **Archives of Virology**, v. 153, p. 25-36, 2008.

MCKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v. 26, p. 195-218, 1923.

MORINA, F.; MISHRA, A.; MIJOVILOVICH, A.; MATOUŠKOVÁ, Š.; BRÜCKNER, D.; ŠPAK, J.; KÜPPER, H. Interaction between Zn deficiency, toxicity and turnip yellow mosaic virus infection in *Noccaea ochroleucum*. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 739, 2020.

NANDA, R. M.; BISWAL, B. Biotic stress induced demolition of thylakoid structureand loss in photoelectron transport of chloroplasts in papaya leaves. **Plant physiology and biochemistry**, v. 46, n. 4, p. 461-468, 2008.

SONI, S. K.; MISHRA, M. K.; MISHRA, M.; KUMARI, S.; SAXENA, S.; SHUKLA, V., TIWARI, S.; SHIRKE, P. *Papaya leaf curl virus* (PaLCuV) infection on papaya (*Carica papaya* L.) plants alters anatomical and physiological properties and reduces bioactive components. **Plants**, v. 11, n. 5, p.579, 2022.

ORDAZ-PÉREZ, D.; GÁMEZ-VÁZQUEZ, J.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J.; ESPINOSA-TRUJILLO, E.; RIVAS-VALENCIA, P.; CASTRO-MONTES, I. *Vasconcellea cauliflora* resistance to *Papaya ringspot potyvirus* (PRSV-P) and its introgression in *Carica papaya*, **Mexican Journal of Phytopathology**, v. 35, p. 571-590, 2017.

SIDDIQUE, Z.; AKHTAR, K. P.; HAMEED, A.; UL-HAQ, I.; ASHRAF, M. Y.; SARWAR, N.; KHAN, M. K. R. Physiological response of cotton leaf curl burewala virus-infected plants of tolerant and susceptible genotypes of different *Gossypium* species. **Journal of Plant Pathology**, v. 97, p. 483–490, 2015.

TENNANT, P. F.; FERMIN, G. A.; ROYE, M. E. Viruses infecting papaya *(Carica papaya* L.): etiology, pathogenesis, and molecular biology. **Plant Viruses**, v. 1, p. 178-188, 2007.

YUSUF, M. A.; KUMAR, D.; RAJWANSHI, R.; STRASSER, R. J.; TSIMILLI-MICHAEL, M.; SARIN, N. B. Overexpression of y-totopherol methyl transferase gene in transgenic *Brassica juncea* plants alleviates abiotic stress: physiological and chlorophyll a fluorescence measurements. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1797, p. 1428-1438, 2010.

USO DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA E OS REFLEXOS NOS ATRIBUTOS FISIOLÓGICOS EM MUDAS DE MAMOEIRO

Karin Tesh Kuhlcamp[1], Sara Dousseau Arantes[1], Enilton Nascimento de Santana[1], Letícia Galvão Morais[2]

[1]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Linhares, ES. E-mail: karin.agronomia@gmail.com; saradousseau@gmail.com; enilton@incaper.es.gov.br. [2]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus. São Mateus, ES. E-mail: leticia.g.morais@edu.ufes.br

INTRODUÇÃO

O mamão ou papaia (*Carica papaya* L.) é uma fruta amplamente consumida e cultivada pelo mundo, principalmente em regiões tropicais e também subtropicais (Serrano; Cattaneo, 2010). De acordo com o IPEA (2024), o estado do Espírito Santo lidera a produção brasileira de mamão, contando com 426.616 toneladas obtidas e juntamente com o estado da Bahia é responsável por cerca de 70% da produção do país. Os países República Dominicana, México, Índia e Brasil, se destacam como os maiores produtores de mamão, alcançando juntos um percentual de 75% da produção mundial (FAO, 2024).

Ainda que o mamão seja produzido em larga escala pelas regiões do mundo, algumas barreiras impedem que a produção se mantenha economicamente saudável desde sua produção até o consumidor final, dentre estas as doenças fúngicas são um entrave principal, acometendo as plantas e também os frutos. É possível citar a antracnose, a mancha chocolate, a pinta-preta ou varíola, podridão peduncular, Phytophthora, Phoma e a mancha de *Corynespora*, como as principais doenças fúngicas na produção do mamoeiro (Oliveira *et al*., 2011).

O controle químico praticado nos mamoeiros, com o uso de fungicidas comerciais, é uma técnica já conhecida, porém há uma busca constante para principiar esse uso sem que se comprometa a produção agrícola (Barboza *et al.*, 2013). Pois, como descrito por Marin *et al*. (2018), o mamão é uma planta sensível à exposição de fungicidas, podendo acarretar problemas de fitotoxidez. Além disso, nos últimos anos é perceptível a mudança nos padrões de consumo das populações, nacional e internacional, onde a qualidade intrínseca dos alimentos tornou-se um parâmetro importante. Segundo Martins (2021) além da qualidade física dos produtos, os consumidores estão exigindo atributos de dimensão ética, isto é, a forma pela qual os processos de produção e comércio impactam a sociedade e o meio ambiente, incluindo as questões sociais e ambientais.

Desse modo, estudos como este são importantes meios de alcançar o uso adequado e eficiente dos produtos comerciais, a fim de promover um controle fitossanitário bem-sucedido e promover melhorias no desempenho da planta. Neste sentido, com o presente trabalho objetivou-se analisar o efeito de fungicidas

comerciais distintos quando aplicados sobre as mudas de mamão, no que diz respeito ao desenvolvimento da planta. Para tal foram avaliadas características morfológicas e fisiológicas dessas mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no município de Linhares, situado no Norte do estado do Espírito Santo, Brasil, sobre as seguintes coordenadas geográficas: 19°16'01,1"S e 40°03'17,6"W (Rosa *et al.*, 2018). A precipitação média anual é de 1193 mm e temperatura média anual de 23,4 ºC (Silva *et al*., 2016).

Foram utilizadas mudas de mamão, cultivar Aliança, dispostas em tubetes apropriados para o cultivo do mamão, espaçados de forma alternada na própria bancada do viveiro, seguindo o delineamento em blocos casualizados (DBC). Adaptaram-se 4 blocos e 11 tratamentos, que foram: T1 - 3 ml.L^{-1} de Phos k. 60 Plus; T2 - 1,5 ml.L^{-1} de Actilase ZM; T3 - 1,5 ml.L^{-1} de Acticrop; T4 - 1,5 ml.L^{-1} de Agro Mos; T5 - 1,5 ml.L^{-1} de Aminofosfito de Cobre; T6 - 1,5 ml.L^{-1} de Ignus; T7 - 1 ml.L^{-1} de Alga +; T8 - 1,5 ml.L^{-1} de Bokashi; T9 - 1,5 ml.L^{-1} de Phosphilux Super; T10 - 1,5 ml.L^{-1} de Stater Mn; T11 - Não houve aplicação de produto (testemunha absoluta).

Cada tratamento contou com 20 plantas (parcelas), totalizando 880 mudas avaliadas. A aplicação da calda de cada tratamento, se deu por meio de um pulverizador manual com capacidade de 2 L, com os jatos direcionados de forma adequada sobre as mudas, a fim de a pulverização atingir toda a planta e evitar que as gotículas da calda entrassem em contato com as mudas vizinhas.

A fim de quantificar o desempenho das mudas em relação a exposição de produtos fungicidas comerciais, utilizou-se de cálculos propostos por Poorter (2012) para estabelecer o padrão de alocação da biomassa para as folhas, caules e raízes que ocorre durante a fase vegetativa da planta.

Tem-se as seguintes variáveis calculadas: área foliar (AF); comprimento do caule (CC); diâmetro do caule (DC); massa seca foliar (MSF); comprimento específico do caule (CEC); massa seca do caule (MSC); índice de robustez medido pela relação do comprimento do caule e diâmetro do caule (CC/DC); comprimento de raiz (CR); comprimento específico da raiz (CER); massa seca de raiz (MSR); massa seca da parte aérea (MSPA); relação do comprimento de caule e comprimento de raiz (CC/CR) e; massa seca total (MST).

Para efeito de cálculo, as fórmulas usadas foram: CEC = CC/MSC (m g^{-1}) (Poorter, 2012); índice de robustez = CC/DC (cm cm^{-1}); CER = CR/MSR (m g^{-1}) (Kramer, 2016).

Além dos cálculos realizados para obter respostas sobre as variáveis em questão, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade e ao teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 representa as médias obtidas após as avaliações dos tratamentos feitos sobre as mudas do

mamoeiro (*C. papaya*), mostrando o desempenho adquirido pelas plantas após as aplicações. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) e, com o intervalo de erro padrão.

Tabela 1 - Desenvolvimento das mudas do mamoeiro (*Carica papaya* L.) 'Aliança' submetidas a 4 aplicações de diferentes indutores de resistência

TRAT.	AF	MSF	CC	DC	CC/DC	MSC	CEC	MSPA	CR	MSR	CER	MST	SPAD
1	76,13 b	0,20 c	11,73 a	4,14 a	28,60 b	0,07 c	1,60 b	0,27 c	19,19	0,07 b	2,80 b	0,34 c	40,89 a
2	79,61 a	0,21 c	12,65 a	4,29 a	29,72 a	0,08 b	1,57 b	0,29 b	21,17	0,07 b	3,05 b	0,36 c	41,08 a
3	53,62 c	0,16 d	10,24 b	3,76 b	27,44 b	0,06 d	1,80 a	0,21 d	21,51	0,05 c	4,38 a	0,26 d	37,64 b
4	69,45 b	0,18 c	10,85 b	4,08 b	26,74 b	0,07 d	1,67 a	0,25 c	21,20	0,07 b	3,30 b	0,31 c	37,93 b
5	78,33 b	0,21 c	11,93 a	4,27 a	28,10 b	0,08 c	1,57 b	0,28 c	21,46	0,07 b	3,10 b	0,35 c	40,41 a
6	81,97 a	0,24 a	12,65 a	4,43 a	28,80 b	0,09 b	1,41 c	0,33 a	21,13	0,09 a	2,50 c	0,41 b	40,90 a
7	89,46 a	0,26 a	13,81 a	4,51 a	30,89 a	0,10 a	1,35 c	0,36 a	20,79	0,09 a	2,22 c	0,45 a	43,25 a
8	83,79 a	0,22 b	13,03 a	4,26 a	30,76 a	0,09 b	1,54 b	0,31 b	21,14	0,07 b	2,91 b	0,38 b	41,50 a
9	72,94 b	0,19 c	12,06 a	3,94 b	31,73 a	0,07 c	1,67 a	0,26 c	20,18	0,06 c	3,38 b	0,32 c	41,24 a
10	83,05 a	0,21 b	12,81 a	4,22 a	31,08 a	0,08 b	1,59 b	0,30 b	20,10	0,07 b	2,90 b	0,37 c	41,40 a
11	75,82 a	0,19 c	12,37 a	3,92 b	31,96 a	0,07 c	1,78 a	0,26 c	20,17	0,06 c	3,41 b	0,32 c	40,96 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$); Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).
Legenda: NF = número total de folhas, AF = área foliar (cm^2), AFU = área foliar unitária (cm^2), MSF = massa seca total das folhas (g), CC = comprimento do caule (cm), DC = diâmetro do caule (mm), CC/DC = índice de robustez ($cm\ cm^{-1}$), MSC = massa seca do caule (g), CEC = comprimento específico do caule ($m\ g^{-1}$), MSPA = massa seca da parte aérea (g), CR = comprimento radicular (cm), MSR = massa seca radicular (g), CER = comprimento específico radicular ($m\ g^{-1}$), CC/CR = relação entre o comprimento do caule e o comprimento radicular ($cm\ cm^{-1}$), MST = massa seca total (g), IQD = índice de qualidade de Dickson, SPAD = teor relativo de clorofila.

É possível notar que o tratamento com Acticrop (T3) reduziu o desempenho da muda e o teor relativo de clorofila (SPAD), no entanto houve aumento no comprimento específico radicular (CER) o que pode ser um indicativo de maior eficiência da planta em absorver água e nutrientes (Gong; Zhao, 2019).

Já o tratamento com Alga + (T7) proporcionou maior desenvolvimento da muda. Observa-se que o comprimento específico do caule (CEC) e o comprimento específico da raiz (CER) são menores, por reflexo do maior acúmulo de massa seca (MS) em detrimento do comprimento desses órgãos, resultando possivelmente num maior teor de clorofila (SPAD).

Nota-se ainda que o índice de robustez, promovido pela relação do comprimento de caule e diâmetro de caule (CC/DC), se apresentou com menor desenvolvimento nos tratamentos Phos K. 60 Plus (T1), Actitrop (T3), Agro Mos (T4), Aminofosfito de Cobre (T5) e Ignus (T6).

Ainda que pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, os dados referentes ao comprimento de raiz (Tabela 1) não diferem entre si, é possível observar que os tratamentos T3 e T5, apresentaram valores ainda mais baixos se comparados com os tratamentos que tiveram resultados similares. Tal fato pode ser explicado pela presença do cobre (Cu) na composição desses produtos, visto que o cobre (Cu) possui absorção regulada pela sua disponibilidade externa (Fernandes *et al.*, 2018). E, segundo Souza *et al.* (2012), o cobre é

um elemento essencial requerido em baixas quantidades por maioria dos seres vivos, contudo quando em excesso pode acarretar em toxidez.

CONCLUSÃO

O tratamento com Alga + (T7) foi capaz de proporcionar melhor desenvolvimento das mudas.

Os resultados obtidos com Actitrop (T3) e Aminofosfito de Cobre (T5) são um indicativo de toxidade por cobre, conforme a literatura.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (FAPES – Processos nº 2021 – KCGDP - Edital Universal).

REFERÊNCIAS

BARBOZA, H. T. G. *et al*. Controle de patógenos pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) pela utilização das fosforilidrazonas: um estudo de caso. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 21, p. 344-386, 2013.

DAHL, M. *et al*. Efeitos do sombreamento e do pastejo simulado sobre o sequestro de carbono em um prado de ervas marinhas tropicais. **Revista de Ecologia**, v. 104, n. 3, p. 654-664, 2016.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa, Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018, 670p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The agricultural production.** 2019. Disponível em: http://www.faostat.org/. Acesso em: 19 set. 2023.

IPEA - IBGE (IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Relatório econômico**. Brasília: Ipea; IBGE, 2024.

KRAMER-WALTER, K. R. *et al*. As características radiculares são multidimensionais: o comprimento específico da raiz é independente da densidade do tecido radicular e do espectro econômico da planta. **Revista de Ecologia**, v. 104, n. 5, p. 1299-1310, 2016.

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S. **A Cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. In: MARTINS, D. S. (ed.). Simpósio do Papaya Brasileiro, 7., 2018, Vitória, ES. Produção e Sustentabilidade hídrica: **Anais...** Vitória, ES: Incaper, 2018. CD-ROM.

MARTINS, M. V. M. **Dilemas no uso de defensivos agrícolas**: diferenças nas práticas e políticas ligadas aos limites máximos de resíduos. Brasília: Livraria Ipea, 2021.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P.; MEISSNER FILHO, P. E**. Manejo de doenças do mamoeiro**. 2011. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/910300. Acesso em: 19 set. 2023.

POORTER, H. *et al*. Alocação de biomassa em folhas, caules e raízes: meta-análises de variação

interespecífica e controle ambiental. **O novo fitologista**, v. 193, n. 1, p. 30-50, 2012.

ROSA, R. *et al*. **Flutuação populacional de cigarrinhas em mamoeiro no Norte do Espírito Santo**. 2018. Disponível em: Resumo-IC-15.pdf (incaper.es.gov.br). Acesso em: 19 set. 2023.

SERRANO, L. A. L.; Cattaneo, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 657-959, 2010.

SILVA, C. A. **Correlações fenotípicas e análise de trilha em caracteres morfoagronômicos de mamoeiro**. Revista Agro@mbiente On-line, v. 10, n. 3, p. 217-227, 2016.

SOUZA, R. A. S.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J.; FONTOURA, R. C. Extração sequencial de zinco e cobre em solos tratados com lodo de esgoto e composto de lixo. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 308-314, 2012.

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GIBERELINA NAS TROCAS GASOSAS DE MUDAS DE MAMÃO DA CV. ALIANÇA

Marcos Antonio Cezario Dias[1], Fernando Gomes Hoste[1], Ana Júlia Câmara Jeveaux Machado[1], Janyne Soares Braga Pires[1], Cristhiane Tatagiba Franco Brandão[2], Sara Dousseau Arantes[3]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Goiabeiras. Vitória, ES. E-mail: marcos.a.dias@edu.ufes.br; fernando.hoste@edu.ufes.br; ana.jeveaux@edu.ufes.br; janyne.braga@edu.ufes.br; [2]Faculdades Integradas Espírito Santense (FAESA). Linhares, ES. E-mail: ctatagiba10@gmail.com; [3]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Linhares, ES. E-mail: saradousseau@gmail.com

INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura do mamão (*Carica papaya* L.), ocupa um lugar de destaque na fruticultura comercial. O país se destaca não apenas como um dos maiores produtores, mas também como um dos principais exportadores desse fruto no cenário mundial (Embrapa, 2019; Faostat, 2021; IBGE, 2021; TRIDGE, 2021). O sucesso no cultivo do mamoeiro está diretamente relacionado à qualidade das mudas, que depende de uma germinação eficiente e de um desenvolvimento inicial vigoroso (Burns, 2022). As trocas gasosas, que incluem processos como a fotossíntese, a transpiração e a respiração, são fundamentais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, pois determinam a capacidade da planta em captar CO_2, regular a temperatura foliar e manter o equilíbrio hídrico (Florian *et al*., 2024).

A giberelina é um fitohormônio amplamente utilizado para promover a germinação de sementes e o crescimento inicial das plantas. Estudos de Hamza *et al*. (2024), Severino (2024) e Kim *et al*. (2024), demonstraram que a aplicação de giberelina pode melhorar a emergência e o vigor das plântulas, além de potencialmente influenciar as trocas gasosas através da regulação da abertura estomática e da eficiência fotossintética. No entanto, a resposta das mudas ao tratamento com giberelina pode variar dependendo da dose aplicada, sendo essencial determinar a dose ótima para maximizar os benefícios fisiológicos sem causar efeitos adversos (Liu *et al*., 2024).

Estudos de Kuryata; Kuts; Prysedisky (2020) destacaram que a avaliação das trocas gasosas fornece insights valiosos sobre como a giberelina afeta processos cruciais para o desenvolvimento inicial das mudas, sendo estas essenciais para a otimização de práticas de manejo que visam melhorar a qualidade das mudas de mamoeiro. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do tratamento pré-germinativo de sementes de mamoeiro com diferentes doses de giberelina nas trocas gasosas das mudas, utilizando um analisador de gás infravermelho (IRGA).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro da Fazenda Experimental de Linhares (FEL), que pertence ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), localizado em Linhares, ES. As sementes de mamão da cultivar Aliança, fornecidas por um produtor local, foram tratadas com Ácido Giberélico P.A (ACS Científica). Antes do tratamento, as sementes foram armazenadas em sacos de papel, dentro de uma geladeira doméstica a uma temperatura de 6 ± 8 ºC, e tinham 7,3% de umidade, medida conforme o método de estufa a 105 ºC por 24 horas (Brasil, 2009).

Para o tratamento, as sementes foram pré-embebidas por 12h em diferentes concentrações de giberelina: 0, 200, 400 e 800 mg L^{-1}, sendo utilizado água destilada como controle. O plantio ocorreu em 25 de julho de 2023, logo após o tratamento das sementes. Foram utilizados tubetes de 50 cm^3, preenchidos com substrato orgânico comercial (Bioplant®), enriquecido com adubo de liberação lenta Osmocote® 3M na proporção de 11,2 kg por metro cúbico, conforme recomendado na literatura (Serrano *et al*., 2010). Em cada tubete, foram plantadas 3 sementes, em uma profundidade equivalente a 2,5 vezes o tamanho da semente.

As trocas gasosas foram avaliadas 55 dias após a semeadura, em duas folhas totalmente expandidas por parcela, utilizando o analisador de gases por infravermelho LI-COR 6400 – IRGA (LI-COR Inc., Lincoln, NE, EUA). Foram medidos a taxa fotossintética (*A*), transpiração (*E*), índice de carbono interno (Ci), relação entre carbono interno e externo (Ci/Ca) e condutância estomática (g_s). A eficiência do uso da água (EUA = A/E) também foi calculada. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Os dados foram submetidos à análise de variância, com as médias dos diferentes produtos e doses comparadas pelo teste de Tukey. As doses também foram avaliadas por meio de regressão polinomial ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que o aumento nas doses de ácido giberélico (GA_3) tende a intensificar a taxa de fotossíntese nas plantas (Figura 1A). Esse aumento pode estar relacionado à maior eficiência na captura de luz e na assimilação de carbono, processos essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetativo. A elevação da taxa fotossintética sugere que, ao receber doses crescentes de GA3, as plantas ajustam seus mecanismos metabólicos para otimizar a conversão de energia, resultando em melhor desempenho fisiológico.

Adicionalmente, observou-se que as doses crescentes de GA_3 se correlacionam com um aumento na condutância estomática, sendo que a dose de 800 mg L^{-1} foi a que mais favoreceu a abertura estomática entre todas as concentrações testadas (Figura 1B). Essa ampliação da condutância estomática parece estar intimamente associada ao aumento da taxa de fotossíntese nas doses mais elevadas, evidenciando uma interdependência crucial entre esses processos fisiológicos.

Os resultados deste estudo estão alinhados com os de Ravishankar *et al*. (2020), que mostraram que a aplicação de ácido giberélico (GA_3) em plantas de mamoeiro resultou em aumentos significativos na eficiência

fotossintética. De forma semelhante, Sergio *et al.* (2022) também observaram efeitos positivos da aplicação de GA, tanto na condutância estomática quanto na eficiência fotossintética das plantas de mamoeiro. Esses achados sugerem que a giberelina desempenha um papel crucial na preservação da atividade estomática e na promoção das trocas gasosas, contribuindo para a manutenção da fotossíntese.

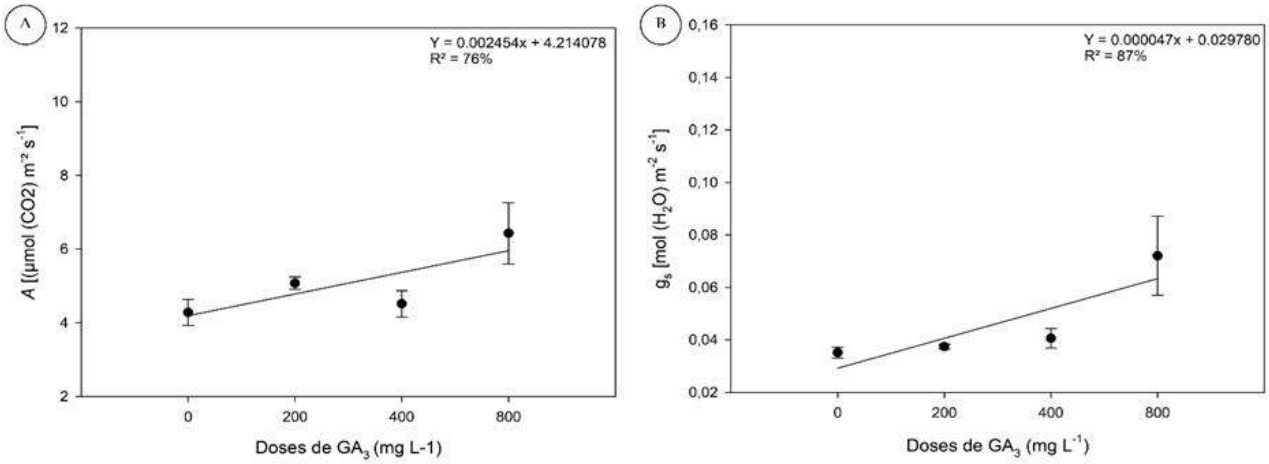


Figura 1 - Respostas fotossintéticas em relação às doses de ácido giberélico (GA_3). (A) Taxa de assimilação de CO_2 (A) em função das doses de GA_3. (B) Condutância estomática (g_s) em função das doses de GA_3. Os dados são apresentados como média ± erro padrão.

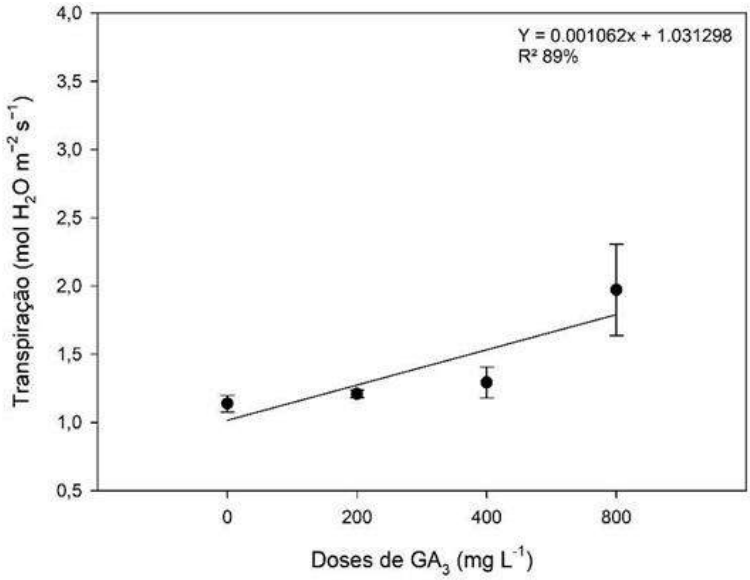


Figura 2 - Transpiração foliar em função das doses de ácido giberélico (GA_3). Os dados são apresentados como média ± erro padrão.

A análise da taxa de transpiração revelou um padrão semelhante, à medida que as doses de GA_3 aumentaram, a taxa de transpiração também tende a crescer (Figura 2). No entanto, ao atingir a dose de 400

mg L^{-1}, observou-se uma estabilização ou leve redução na taxa de transpiração, comportamento que reflete, possivelmente, a mesma complexidade fisiológica observada na fotossíntese. Esse padrão sugere que, nessa concentração específica, as plantas podem estar ajustando temporariamente seus processos internos ou ativando mecanismos que modulam a transpiração de forma a preservar a homeostase.

Meena e Jain (2011) concluíram que o tratamento de sementes de mamão com GA_3 aumenta a taxa de fotossíntese e, consequentemente, a transpiração, favorecendo o crescimento vigoroso das mudas. Essa relação entre fotossíntese e transpiração reflete o efeito do GA_3 na abertura estomática, alinhando-se com estudos prévios sobre seu impacto em plântulas.

CONCLUSÃO

O ácido giberélico (GA_3) promove um aumento na fotossíntese, condutância estomática e taxa de transpiração em plantas de mamoeiro, com efeitos mais pronunciados em doses elevadas. Entretanto, a dose de 400 mg L^{-1} revelou uma resposta fisiológica complexa, sugerindo que as plantas ajustam seus processos metabólicos para mitigar estresses em concentrações específicas de GA_3. Esses resultados ressaltam a necessidade de uma aplicação criteriosa do GA_3 para otimizar seus benefícios sem comprometer a função fisiológica das plantas.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro ao projeto e concessão de bolsas. Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) pelo financiamento da pesquisa e suporte logístico.

REFERÊNCIAS

BURNS, P.; SAENGMANEE, P.; DOUNG-NGERN, U. Papaya: The versatile tropical fruit. In: **TROPICAL Plant Species and Technological Interventions for Improvement**. IntechOpen, 2022.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Plano estratégico para a cultura do mamoeiro 2017-2021. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Crops: 2019, 2021. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/. Acesso em: 29 ago. 2024.

FLORIAN, A. *et al*. A guide to photosynthetic gas exchange measurements: Fundamental principles, best practice and potential pitfalls. **Plant Cell and Environment**, 2024.

HAMZA, E.H. *et al*. Exogenous gibberellin improves the yield and quality of basil (*Ocimum basilicum* L.) and chervil (*Anthriscus cerefolium* L.) plants grown under salinity stress conditions. **Plant Science Today**,

2024.
IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal - PAM: 2019. 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e. Acesso em: 29 ago. 2024.

KIM, E.J. *et al*. The effect of gibberellin dipping concentration and treatment time on the growth of cutting propagules in strawberry. **생물환경조절학회지**, 2024.

KURYATA, V.; KUTS, B.; PRYSEDISKY, Y. Efeito da giberelina na utilização de substâncias reservas acumuladas em sementes de *Vicia faba* L. na fase de desenvolvimento heterotrófico sob condições de foto- e skotomorfogênese. **Biologija**, v. 66, n. 3, p. 65-72, 2020.

LIU, M. *et al*. Prohexadione calcium and gibberellin improve osmoregulation, antioxidant response and ion homeostasis to alleviate NaCl stress in rice seedlings. **Agronomy**, 2024.

MEENA, R. R.; JAIN, M. C. Effect of seed treatment with gibberellic acid on growth parameters of papaya seedlings (*Carica papaya* L.). **Progressive Horticulture**, v. 44, n. 2, p. 248-250, 2011.

RAVISHANKAR, L.; SAHU, G. D.; PANIGRAHI, H. K.; SAXENA, R. R. Response of gibberellic acid, cow urine and bio-fertilizers on seedling growth parameters of papaya (*Carica papaya* L.). **International Journal of Chemical Studies**, v. 8, n. 5, 2020.

SERGIO, J.; ÁLVAREZ-MÉNDEZ, A.; URBANO, G.; MAHOUACHI, J. Mitigation of salt stress damages in *Carica papaya* L. seedlings through exogenous pretreatments of gibberellic acid and proline. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 82, n. 1, p. 1-12, 2022.

TRIDGE. Papaya: 2019-2020. 2021. Disponível em: https://www.tridge.com/intelligences/papaya. Acesso em: 29 ago. 2024.

FISIOLOGIA DA PÓS-COLHEITA

ENERGIA DE ATIVAÇÃO ASSOCIADA ÀS TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DURANTE O AMADURECIMENTO DO MAMÃO

Ana Paula da Silva Costa[1], Isabela Salles Foryta[1], Isabelle Faria Matos[1], Glória Andréia Ferreira Hernández[1], Marcelo Gomes da Silva[1], Jurandi Gonçalves de Oliveira[6]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ.
E-mail: anapscos@gmail.com; isabela.foryta@pq.uenf.br; belinha.ifm@gmail.com; gloriaherndz@gmail.com; mgs@uenf.br; jugo@uenf.br

INTRODUÇÃO

Frutos de origem tropical, de modo geral, são bastante perecíveis, requerendo maior cuidado na conservação em pós-colheita. O fruto do mamão é bastante perecível quando acondicionado em temperatura ambiente. Por ser um fruto climatérico apresenta amadurecimento acelerado após a colheita, o que impacta a sua manipulação, transporte e comercialização, resultando em perdas financeiras em toda a sua cadeia de produção (Mo *et al*., 2022). Há estimativas que cerca de 40-60% da produção de mamão vai para o lixo por diversos motivos, como manuseio incorreto, doenças pós-colheita, armazenamento, embalagem e transporte inadequados (Prasad; Paul, 2021).

O armazenamento sob baixa temperatura é uma estratégia de manejo pós-colheita utilizado para prolongar a vida útil de frutos e outros produtos de origem vegetal, devido à redução na taxa de metabolismo, e em especial na atividade respiratória (Tao; Pan, 2023). A temperatura ideal de armazenamento, aquela que potencialmente prolonga a conservação pós-colheita sem promover danos fisiológicos nos frutos é espécie-dependente podendo variar em função do estádio de desenvolvimento do fruto (Huang; Wan, 2023).

A compreensão da fisiologia pós-colheita do mamão contribuirá para o desenvolvimento e uso de tecnologias para o manejo pós-colheita, aplicando boas práticas a fim de garantir a manutenção da qualidade do fruto até o consumidor com a redução das perdas após a colheita (Oliveira; Filho, 2021). Este trabalho objetiva determinar a energia de ativação envolvida nas transformações associadas ao amadurecimento do mamão. Esse estudo visa à compreensão das transformações relacionadas com o desenvolvimento do fruto, as quais podem orientar a conservação pós-colheita dos frutos com menor prejuízo à qualidade do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade de Bioquímica e Fisiologia Vegetal Pós-colheita do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

(UENF). Os frutos, doados gentilmente pela empresa NorteFrut (Pinheiros, ES), no estádio verde-maduro foram sanitizados com solução de NaClO 10%, identificados individualmente e armazenados em câmara frigorífica com volume aproximado de 4,95 m³, no ambiente não possuía expurgo de etileno. Os frutos foram armazenados nas temperaturas de 10 °C, 12 °C, 20 °C, 25 °C e 30 °C ± 2 °C e UR de 80% ± 5%. Os frutos eram analisados no dia que chegavam ao Laboratório, seguindo por amostragens periódicas, sendo utilizados três frutos para cada análise.

Os parâmetros físicos e químicos avaliados foram: perda de massa fresca (PMF) com o auxílio de uma balança semi-analítica (modelo BL3200H, 0,01 g, Shimadzu) a diferença entre a massa inicial e final do fruto foi considerada como PMF total durante cada intervalo de armazenamento e calculada como percentagem com base na massa fresca inicial; ângulo *hue* (*hue*) utilizando um colorímetro portátil (Chroma Meter, modelo CR-400, Minolta) segundo a descrição de McGuire (1992); firmeza do fruto (FF) utilizando um texturômetro digital (Texture analyser, modelo TA.XT Express, UK) com a velocidade de penetração da sonda nos frutos de 1 mm s^{-1}, sendo registrados os valores quando a sonda detectou resistência igual a 0,1 Newton, sendo registrada a maior força durante a penetração e expressos os resultados em Newton; integridade das células mesocárpicas (ICM), determinados pelo medidor de condutividade (Condutivímetro, modelo CD-820, Instruterm) conforme descrito por Vasquez- Tello *et al*. (1990) além da energia de ativação (EA) dada pela inclinação do gráfico exponencial, com constante K em função do inverso da temperatura absoluta (Feng *et al*., 1990). Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os dados experimentais foram processados utilizando os softwares Phyton e Origin.85exe, nos quais foram calculadas as médias de 3 frutos e o erro padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos armazenados em temperaturas mais baixas se mantiveram por mais tempo sem mudança visual na cor (Figura 1). A temperatura de 10 °C inibiu a mudança de coloração dos frutos e mesmo após o aumento da temperatura do armazenamento para 20 °C, a mudança de cor da casca dos frutos não foi completa. Resultado semelhante foi observado por Zhu *et al*. (2023), que ao armazenarem mamão a 12 °C e 7 °C, durante 15 e 25 dias, verificaram mudanças completas de coloração nos frutos quando armazenados a 12 °C e 7 °C por 15 dias, mas não naqueles armazenados a 7 °C por 25 dias.

Os frutos armazenados nas temperaturas mais altas (20 °C, 25 °C e 30 °C) apresentaram os menores valores de ângulo *hue*, com média de 87,9, ao fim do armazenamento, e as maiores taxas de queda do ângulo de cor ao longo do tempo. Por outro lado, os frutos armazenados a 12 °C mostraram um atraso na mudança da coloração, com pequeno decréscimo no ângulo *hue* a partir do 14º dia, chegando a valor médio de *hue* de 105,2 no 34º dia de armazenamento (Figura 2). Bron e Jacomino (2009) ao armazenarem mamões a 11°C por um período de 20 dias verificaram que os frutos não atingiram as mesmas taxas de emissão de etileno que os frutos controle, após aumento da temperatura para 23°C. Isso sugere que, a exposição prévia do fruto a baixas

temperaturas tem consequência na recuperação da atividade metabólica no período pós-resfriamento.

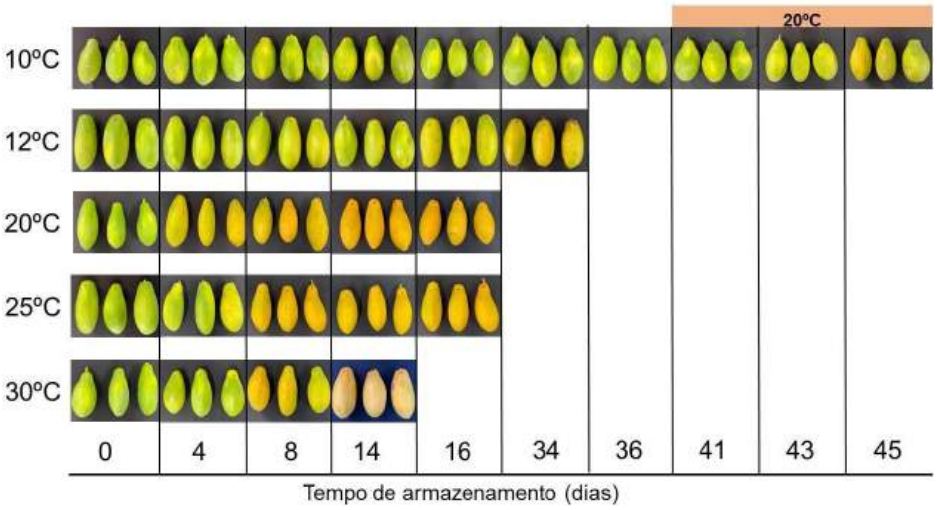


Figura 1 - Mudança visual na coloração do epicarpo de mamões armazenados em diferentes temperaturas e UR de 80% ± 5%, em função do tempo de armazenamento. São representados três mamões para cada tempo e temperatura de armazenamento. No tratamento a 10 °C, após 40 dias de armazenamento a temperatura foi elevada para 20 °C, assim permanecendo até o encerramento do ensaio aos 45 dias.

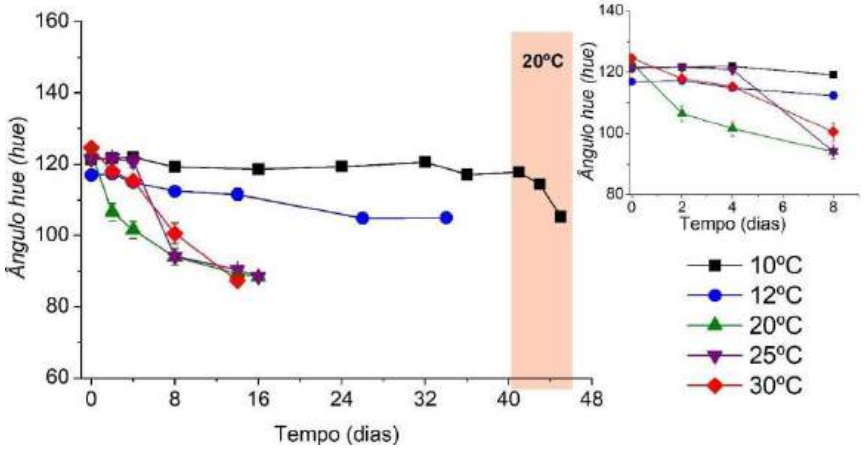


Figura 2 - Ângulo *hue* do mamão armazenado em diferentes temperaturas, em função do tempo de armazenamento e UR de 80% ± 5%. Os valores representam a média de 3 frutos e a barra o erro padrão. No tratamento a 10 °C, após 40 dias de armazenamento a temperatura foi elevada para 20 °C, assim permanecendo até o encerramento do ensaio aos 45 dias. Em detalhe é apresentada a variação do ângulo *hue* em resposta da temperatura de armazenamento nos 8 primeiros dias.

A utilização do plot de Arrhenius para descrever a influência da temperatura de armazenamento do mamão na mudança de cor dos frutos avaliado pelo ângulo *hue* obteve EA = 6,8 kcal.mol^{-1}, porém não apresentou um bom ajuste (R^2 = 0,260152), o que mostra baixa correlação entre cor da casca e temperatura de

armazenamento. Na avaliação do efeito da temperatura de armazenamento sobre a FF, foi obtido EA = 6,0 kcal.mol^{-1} e um nível de correlação com R^2 = 0,680689, que é um pouco melhor do que aquele informado anteriormente, porém também indicando um nível baixo de correlação entre os fatores. Na avaliação da ICM obteve-se EA = 17 kcal.mol^{-1}, enquanto a variação na ICM pode ser explicada pela variação na temperatura de armazenamento dos frutos com uma aproximação de 95,5%. A comparação do efeito das diferentes temperaturas sobre a PMF mostrou boa correlação com R^2 = 0,95443 e EA de 14,5 kcal.mol^{-1} (Figura 3).

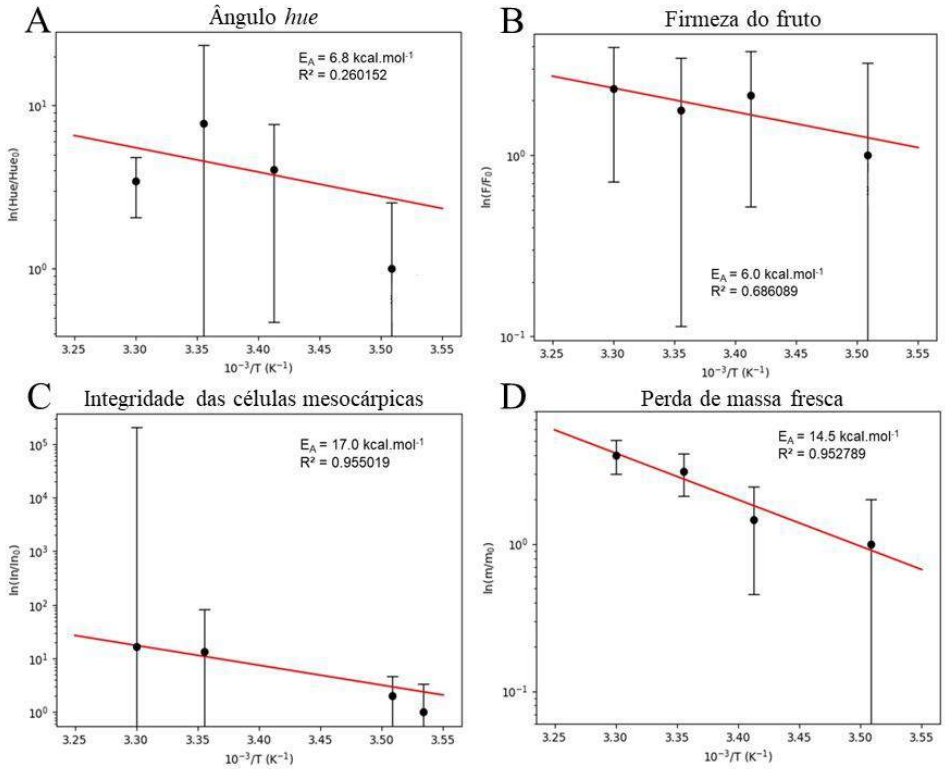


Figura 3 - Plot de Arrhenius para a relação do ângulo de cor *hue* (**A)**, firmeza do fruto (**B)**, integridade das células mesocárpicas (**C)** e perda de massa fresca (**D)** do fruto em função das diferentes temperaturas de armazenamento e UR de 80% ± 5%. Na ordenada está a taxa da mudança do parâmetro analisado e na abcissa o inverso da temperatura de armazenamento (1/T, em Kelvin); EA representa a energia de ativação.

A partir do plot de Arrhenius é possível afirmar que durante o amadurecimento do mamão a mudança na ICM é o processo que demanda maior EA (17 kcal mol^{-1}), seguido pela PMF (EA = 14,5 kcal mol^{-1}). Alto valor de EA indica que o processo é mais sensível às mudanças de temperatura (Ling *et al*., 2015). Nesse sentido, sob baixa temperatura a mudança na ICM ocorrerá de forma mais lenta se comparado com as mudanças na FF e coloração da casca, já que essas mudanças apresentaram menor EA na comparação com a EA na ICM. Essas informações podem ser úteis para determinar quais transformações relacionadas com o amadurecimento do mamão são mais sensíveis à temperatura de armazenamento, podendo assim direcionar o manejo pós-colheita do fruto em função da demanda do mercado.

CONCLUSÃO

Os frutos armazenados em menores temperaturas tiveram a vida útil dobrada em comparação os frutos armazenados em altas temperaturas. A ICM e a PMF foram as variáveis associadas ao amadurecimento que apresentaram melhor ajuste no plot de Arrhenius. A mudança na ICM do mamão foi o processo que demandou maior energia de ativação durante o amadurecimento do fruto.

AGRADECIMENTOS

À CAPES – Código de Financiamento 001. Ao apoio da UENF, FAPERJ e Nortefrut.

REFERÊNCIAS

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P. O bloqueio da ação do etileno e o armazenamento refrigerado afetam o amadurecimento do mamão 'Golden'. **Acta Physiologiae Plantarum,** v. 31, p. 1165-1173, 2009.

FENG, Y.; LI, X.; BOERSMA, L. The Arrhenius equation as a model for explaining plant responses to temperature and water stresses. **Annals of Botany**, v. 66, e2, p. 237-244, 1990.

HUANG, H.; WANG, L. Alteration of surface morphologies and chemical composition of cuticle in response to chilling injury in papaya (*Carica papaya* L.) after harvest. **Food Chemistry**, v. 416, p. 135751, 2023.

LING, B.; TANG, J.; KONG, F.; MITCHAM, E. J.; WANG, S. Kinetics of food quality changes during thermal processing: a review. **Food Bioprocess Technology**, v. 8, p. 343-358, 2015.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective colour measurements. **Horticulural Science**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MO, Y.; JIANG, B.; HUO, J.; LU, J.; ZENG, X.; ZHOU, Y.; ZHANG, T.; YANG, M.; WEI, Y.; LIU, K. Quantitative ubiquitylomic analysis of the dynamic changes and extensive modulation of ubiquitylation in papaya during the fruit ripening process. **Frontiers of Plant Science**. v. 1, p. 890581, 2022.

OLIVEIRA, A. M. G. O.; MEISSNER FILHO P. E. **A cultura do mamoeiro**. 1. ed. Brasília: Embrapa. 2021. 426p.

PRASAD, K.; PAUL, J. R. Post-harvest losses of papaya and practice for management. **Food and Science Report**, v. 2, e1, p. 7-11, 2021.

TAO, S.; PAN, Y. Reduced degradation of the cell wall polysaccharides maintains higher tissue integrity of papaya (*Carica papaya* L.) during chilling storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 204, p. 112446, 2023.

VASQUEZ-TELLO, A.; ZUILY-FODIL, Y.; THI, A. P.; SILVA, J. V. Electrolyte and Pi leakages and soluble

sugar content as physiological tests for screening resistance to water stress in *Phaseolus* and *Vigna* species. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, e7 p. 827-832, 1990.

ZHU, Q.; ZHANG, K.; CHEN, W.; LI, X.; ZHU, X. Transcriptomic and metabolomic analyses reveal key factors regulating chilling stress-induced softening disorder in papaya fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 205, p. 112534, 2023.

UTILIZAÇÃO DO 1-METILCICLOPROPENO PARA CONTROLE DA MATURAÇÃO DE MAMÃO FORMOSA

Jackson Teixeira Lobo[1], Maria Alice Formiga Porto[2], Felipe de Angelis Monteiro Terra[3]

[1]Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia, PB. E-mail: jlobo@agrofresh.com; [2]Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Leste, Mossoró, RN. E-mail: maporto@agrofresh.com; [3]Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. E-mail: fterra@agrofresh.com

INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é um fruto climatérico e sensível ao resfriamento, dessa forma, a temperatura recomendada para o seu armazenamento é de aproximadamente 10 °C. Nessa condição o processo de maturação e consequentemente amolecimento do fruto ocorre rapidamente, reduzindo o seu tempo de prateleira e ocasionando perdas expressivas. Portanto, o uso de tecnologias que preservem a qualidade dos frutos após a colheita é de fundamental importância.

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um regulador vegetal sintético com estrutura semelhante ao hormônio vegetal etileno. Ele é usado para retardar o processo de maturação dos frutos ao se ligar aos receptores desse hormônio, bloqueando seus efeitos (Watkins, 2006). Há registro dos efeitos de 1-MCP em diversas culturas frutíferas, em mangas foi observado redução na liberação de etileno e na atividade de enzimas que degradam a parede celular e em bananas houve aumento no tempo de armazenamento e manutenção da qualidade da textura (Li *et al.*, 2023).

De acordo com Satekge e Magwaza (2022) diversos fatores podem afetar a eficácia do 1-MCP, com destaque para o estágio de maturação dos frutos, genótipos, temperatura de armazenamento, tempo de aplicação e exposição, e embalagem dos frutos. Em mamão, métodos de aplicação (Shu *et al.*, 2023) e estágio de maturação (Manenoi *et al*., 2007) foram apontados como os principais fatores que interferem nas respostas ao 1-MCP.

Desse modo, o trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do 1-MCP na dosagem de 600 ppb sobre a qualidade pós-colheita de mamão Formosa armazenado em temperatura ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de mamão formosa nos estágios 0, 2, 3, 4 e 5 foram colhidos em pomar comercial no município de Sooretama, ES, durante o mês de junho de 2024. No mesmo dia da colheita, os frutos foram classificados e selecionados, lavados em solução de água com detergente e tratados com recobrimento à base de carnaúba

1,63% (p/v). Os frutos foram divididos em duas partes, correspondentes aos dois tratamentos: T1 – controle e T2 – 1-MCP. Para cada tratamento foram utilizados 22 frutos. Os frutos do tratamento T2 foram colocados em uma câmara hermeticamente fechada e expostos a uma concentração de 600 ppb por 12 horas, o produto comercial utilizado foi o SmartFresh SmartTabs®. Durante as 12 horas, os frutos dos dois tratamentos foram mantidos sob refrigeração a 10 °C. Em seguida, foram ventilados e armazenados em temperatura ambiente que variou de 16 a 30 °C.

Foram realizadas avaliações 3 e 6 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). No terceiro dia, foi avaliado o percentual de cor amarela externa do fruto, correspondente a maturação. No sexto dia, além da maturação, foram avaliados a firmeza da polpa (N) em três pontos de cada fruto (peduncular, equatorial e basal) utilizando um penetrômetro digital PTR-300 (Instrutherm®) e o teor de sólidos solúveis (°Brix) com um refratômetro portátil RT-30 ATC (Instrutherm®).

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste F utilizando o programa estatístico Sisvar versão 5.8 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância mostram que, após três dias de armazenamento, os frutos não apresentaram diferença significativa para o estágio de maturação (Tabela 1). No entanto, todos os frutos dos cinco estágios de maturação tratados com 1-MCP apresentaram menor percentual de coloração amarela em comparação com o tratamento controle (Figura 1A e 2).

Tabela1 - Resumo da análise de variância para maturação (%), firmeza da polpa (N) e sólidos solúveis de frutos de mamão formosa tratados com e sem 1-MCP após 3 e 6 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Sooretama, ES

Tratamento	Maturação (%)	Maturação (%)	Firmeza da polpa (N)	Sólidos solúveis (°Brix)
	3 DAT	6 DAT		
	$4,062^{ns}$	$19,513^{**}$	$6,711^{*}$	$0,699^{ns}$
Controle	43,86	89,00 a	7,44 b	10,04
1-MCP	28,86	51,50 b	14,03 a	10,44
CV (%)	67,88	38,21	61,06	11,44

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste 'F' a 5% de probabilidade; **: significativo ($p < 0,01$); *: significativo ($p < 0,05$); ns: não significativo; CV: coeficiente de variação; DAT: dias após tratamento.

Seis dias após o tratamento, a diferença estatística média na maturação entre o tratamento Controle e o 1-MCP foi de 37,5%. Os frutos do tratamento Controle dos estágios 2, 3 e 4 amadureceram completamente aos 6 dias, enquanto os frutos tratados com 1-MCP apresentavam 50%, 90% e 76% de maturação para E2, E3

e E4, respectivamente (Figura 1A e 2). Para os frutos do estágio 0 (100% verde), a diferença foi de 50% na maturação, sendo a maturação do 1-MCP igual a 13,3% e o tratamento Controle 63,3%.

Esses resultados corroboram com os de Manenoi *et al*. (2007) que recomendam um percentual inicial de coloração amarela acima de 25% amarelo para tratamento com 1-MCP, seus resultados indicam que abaixo disso os frutos não amadureceram completamente, tendo o pico respiratório reduzido e atraso na produção de etileno.

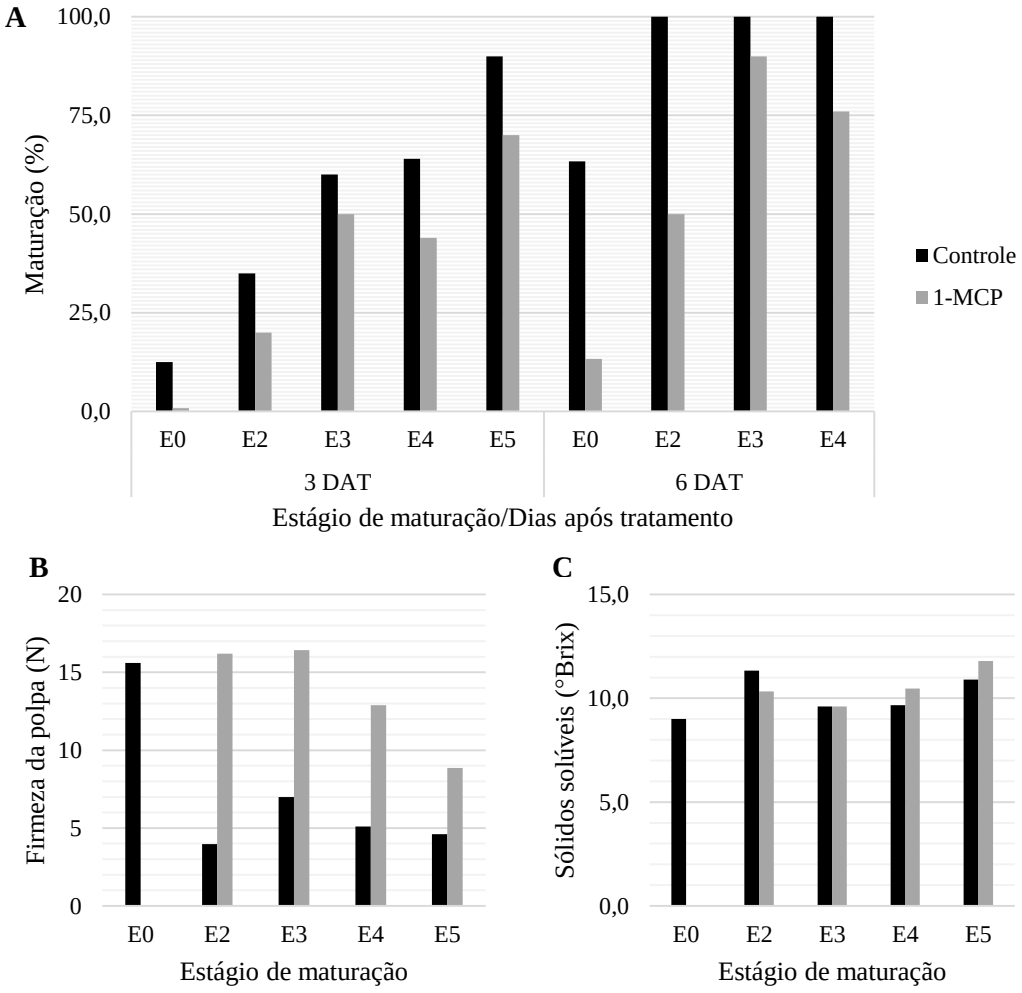


Figura 1 – Maturação (A), firmeza da polpa (B) e sólidos solúveis (C) de frutos de mamão formosa tratados com e sem 1-MCP de acordo com o estágio inicial de maturação. E0: 100% verde, E2: Até 25% da superfície amarela, E3: 26% a 50% da superfície amarela, E4: 51% a 75% da superfície amarela, E5: 76 a 100% da superfície amarela.

Quanto a firmeza da polpa, houve diferença significativa entre os tratamentos, frutos tratados 1-MCP apresentaram superioridade de 88,57% para a firmeza (Tabela 1). Os frutos tratados com 1-MCP no estágio 0 não tiveram a firmeza da polpa avaliada (Figura 1B), pois internamente estavam imaturos aos 6 DAT, o mesmo

aconteceu com a avaliação de sólidos solúveis.

Para a variável de sólidos solúveis não houve diferença significativa entre os tratamentos, o que é considerado um resultado favorável para o uso do 1-MCP (Figura 1C). Isso indica que mesmo mantendo o fruto mais firme não há interferência no seu sabor quando se utiliza o produto em frutos nos estágios de maturação 2, 3, 4 e 5.

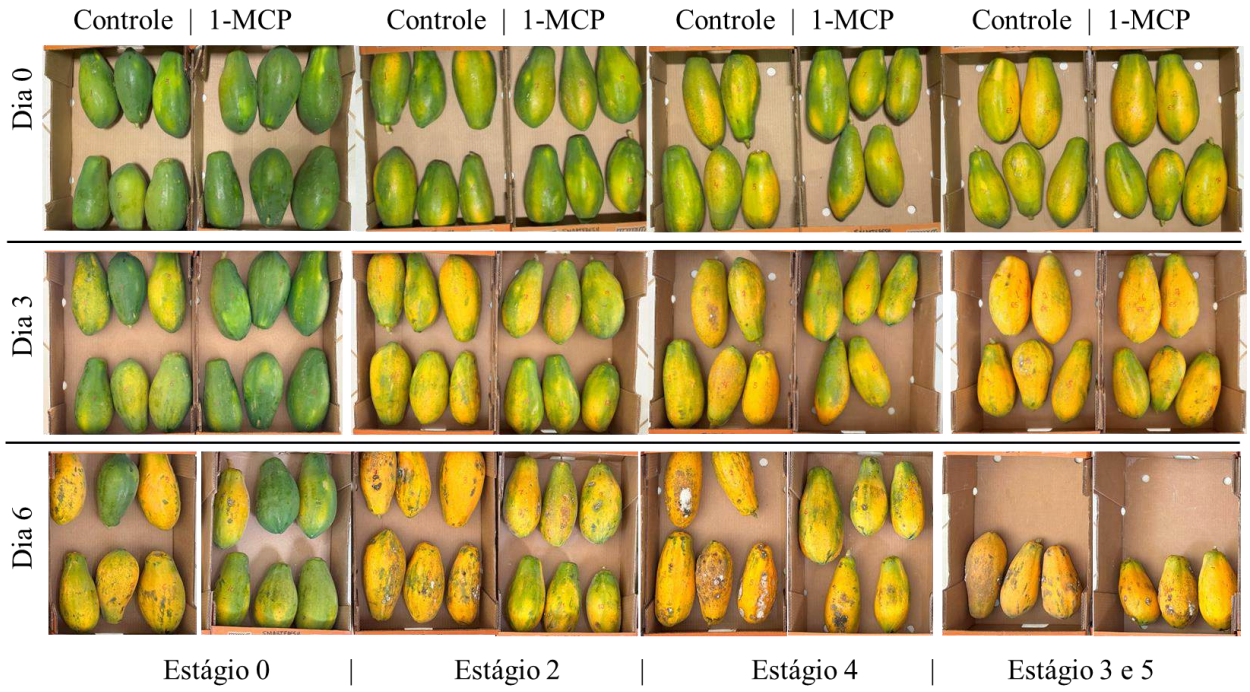


Figura 2 - Coloração externa da casca de frutos de mamão formosa tratados com e sem 1-MCP de acordo com o estágio inicial de maturação. E0: 100% verde, E2: Até 25% da superfície amarela, E3: 26% a 50% da superfície amarela, E4: 51% a 75% da superfície amarela, E5: 76 a 100% da superfície amarela.

CONCLUSÃO

O uso do 1-MCP na dosagem de 600 ppb é eficiente no atraso da maturação de frutos de mamão Formosa nos estágios de maturação 2, 3 e 4 armazenados em temperatura ambiente, mantendo a polpa firme sem comprometer os sólidos solúveis.

São necessários estudos adicionais com doses de 1-MCP inferiores a 600 ppb para o tratamento de frutos no estágio 0 de maturação.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.

LI, R.; WANG, Y.; LI, W.; SHAO, Y. Comparative analyses of ripening, texture properties and cell wall composition in three tropical fruits treated with 1-Methylcyclopropene during cold storage. **Horticulturae**, v. 9, 126, 2023.

MANENOI, A.; BAYOGAN, E. R. V.; THUMDEE, S.; PAULL, R. E. Utility of 1-Methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, p. 55-62, 2007.

SATEKGE, T. K.; MAGWAZA, L. S. Postharvest application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on climacteric fruits: factors affecting efficacy. **International Journal of Fruit Science**, v. 22, p. 595-607, 2022.

SHU, C.; WALL, M. M.; FOLLETT, P. A.; SUGIMOTO, N.; BAI, J.; SUN, X. Effect of humidity-triggered controlled-release 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest quality of papaya fruit. **Horticulturae**, v. 9, 1062, 2023.

WATKINS, C. B. The use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, v. 24, p. 389-409, 2006.

IRRIGAÇÃO

USO DE LONA DE POLIETILENO COMO COBERTURA DE UM SOLO, DE TEXTURA AREIA FRANCA, CULTIVADO COM MAMOEIRO

Uigle da Cruz Santos[1], Eugenio Ferreira Coelho[2], Josieliton Dias Lima Júnior[1], Maik da Luz dos Santos[1], Damiana Lima Barros[3]

[1]Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Cruz das Almas, BA. E-mail: uiglesantos@gmail.com; josielitonjr@aluno.ufrb.edu.br; maik.agro17@gmail.com; [2]Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. E-mail: eugenio.coelho@embrapa.br; [3]Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. E-mail: damibarros@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma fruteira de grande importância econômica para o Brasil, que é destaque mundial pela qualidade da fruta. O Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial de mamão tendo como principais estados produtores o Espírito Santo, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte. Entretanto, o Brasil vem enfrentando problemas para manter a posição ou avançar. Os principais desafios enfrentados são decorrentes das mudanças climáticas que vêm causando flutuações na incidência de chuvas (Kist *et al*., 2022). Tal fato é extremamente importante, pois o mamoeiro é exigente quanto a disponibilidade de água no solo, não tolerando estresse hídrico seja por déficit ou excesso de água. O excesso de água favorece uma maior incidência de patógenos, principalmente *Phytophthora*, no pomar de mamoeiro (Carnaúba *et al*., 2006).

O uso de irrigação nos cultivos possibilita mitigar os efeitos da falta de chuva e aumentar a produtividade da cultura, por suprir o déficit hídrico do solo. No entanto, a agricultura irrigada tem sido um dos maiores consumidores de água doce influenciando, assim, na escassez destes recursos para a vida no planeta. Com isso, faz-se necessário a busca por estratégias que possibilitem um manejo de irrigação cada vez mais racional e adequado ao sistema de cultivo, visando a produtividade potencial da cultura e a sustentabilidade dos recursos hídricos.

A utilização de lonas plásticas, a base de polietileno, como cobertura do solo é uma estratégia de manejo alternativa para otimização do uso da água pelas culturas irrigadas. A cobertura do solo reduz as perdas de água por evaporação e, consequentemente, reduz a temperatura do solo e a evapotranspiração das plantas. Segundo Coelho *et al*. (2022), o uso de cobertura plástica sobre o solo interage com a umidade do solo mantendo a disponibilidade de água no solo adequada para o mamoeiro diminuindo, assim, a pegada hídrica e aumentando a produtividade desta cultura.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da cobertura do solo sobre a umidade do

solo, o crescimento e a produção do mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no campo experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), no município de Jaíba, situado na região semiárida do Norte de Minas Gerais, com as seguintes coordenadas centrais: 15°07'47.5"S, 43°57'0.51"W e 551 m acima do nível do mar. O clima do local do experimento é classificado como BSh de acordo com Köppen- Geiger (Arruda *et al*., 2013).

A cultura estudada foi o mamoeiro, cultivar Tainung Nº 1 do grupo Formosa, plantado em solo de textura areia franca, no espaçamento de 3,5 m x 1,50 m. O mamoeiro foi cultivado sob duas condições: em solo coberto e em solo sem cobertura. A cobertura do solo foi feita com lona plástica de polietileno, preta. Esta lona foi estirada sobre a linha de plantio após o preparo do solo e instalação do sistema de irrigação. A irrigação foi realizada pelo sistema de gotejamento, sendo duas linhas laterais por fileira de plantas, com tubos gotejadores de emissores espaçados de 0,50 m. O manejo da irrigação foi baseado na umidade do solo e a reposição da água calculada pela evapotranspiração da cultura, em função da evapotranspiração de referência (Allen *et al*., 1998; Keller; Bliesner, 1990). As variáveis climatológicas foram obtidas na estação automática de Jaíba, pelo site do INMET. Para monitoramento da umidade do solo, foram instaladas sondas de TDR entre a planta e o gotejador, a 0,15 m do emissor e na profundidade de 0,25 m. A umidade do solo na capacidade de campo, determinada a 0,06 atm, foi 0,1153 cm^3 cm^{-3}.

Foram avaliadas as variáveis de crescimento tais como área foliar, número de folhas, altura e diâmetro das plantas. A área foliar do mamoeiro foi estimada através da equação 1 (Posse *et al*., 2009).

$$AF = [-89{,}6623 + (5{,}0328 * NF)(4{,}9998 * NF * L) - (7{,}512 * L)] * 1{,}2607 * 10 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde, AF é a área foliar estimada, em m^2; NF é o número de folhas da planta; e L é o comprimento do lóbulo central das folhas, em m.

A altura da planta foi medida com uma trena, desde a superfície do solo até o final do caule. O diâmetro foi medido com paquímetro, a 0,20 m de altura em relação a superfície do solo. Foi avaliada, também, a produtividade (t ha^{-1}) do mamoeiro. Além disso, foram avaliadas as umidades do solo, antes e após o manejo de irrigação.

O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados. A análise estatística foi feita utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2019). Para as variáveis de produtividade e umidade do solo, foram considerados dois tratamentos, sendo eles com e sem cobertura do solo, com 24 repetições. Para as variáveis de crescimento, seguiu-se um esquema de parcelas subdivididas 2 x 4, com três repetições. As parcelas foram compostas por duas condições de cobertura do solo (com lona plástica e sem lona plástica). As sub parcelas foram compostas por quatro datas de avaliação correspondentes a 80, 140, 194 e 273 dias após o plantio (DAP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar que o solo com uso de cobertura apresentou uma maior umidade que o solo sem uso de cobertura. Isso ocorreu tanto antes quanto após a realização da irrigação, conforme apresentado na Tabela 1. A umidade do solo com uso de cobertura se manteve próximo a capacidade de campo, tanto antes quanto depois da irrigação. Isso pode ser explicado pelo fato da cobertura do solo diminuir potencialmente o fenômeno da evaporação da água do solo. Coelho *et al*. (2022), observaram uma boa disponibilidade de água no solo coberto, correspondendo a 75 % da evapotranspiração do mamoeiro.

A produtividade do mamoeiro não diferiu com o uso de cobertura do solo. A produtividade alcançada ficou em torno de 48 t ha^{-1} tanto para o cultivo em solo coberto quanto para o cultivo em solo sem cobertura (Tabela 1). Coelho *et al*. (2022), considerando a irrigação de 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), apresentaram uma produtividade em torno de 90 t ha^{-1} para o mamoeiro cultivado em solo com cobertura de lona de polietileno. Segundo Kist *et al*. (2022), a produtividade média brasileira de mamão ficou em torno de 43 t ha^{-1}, no ano de 2020.

Tabela 1 - Valores médios da umidade do solo antes (UMIA) e depois (UMID) da irrigação e da produtividade (PRODT) do mamoeiro, 'Tainung Nº 1', em cultivo com e sem cobertura do solo

Cobertura	UMIA ($cm^3\ cm^{-3}$)	UMID ($cm^3\ cm^{-3}$)	PRODT (t ha^{-1})
Sem	0,0879b	0,1042b	47,77a
Com	0,1001a	0,1083a	48,31a

Valores seguidos de letras diferem significativamente apenas na coluna, comparando a condição de cobertura do solo.

Houve interação entre os dias após o plantio e o uso de cobertura do solo para a variável número de folhas do mamoeiro. O mamoeiro apresentou um maior número de folhas (33 folhas) com o uso da cobertura do solo quando comparado com o solo sem uso de cobertura (29 folhas), aos 273 dias após o plantio (Figura 1A). O número de folhas é de grande importância para a planta, especialmente na fase produtiva em que a planta tende a perder folhas. A quantidade de folhas implica numa boa área foliar para o mamoeiro e, consequentemente, em condições adequadas para uma boa produção.

A área foliar do mamoeiro 'Tainung Nº 1', cultivado em solo de textura areia franca, foi influenciada pelo uso da cobertura do solo com lona de polietileno, apenas aos 273 DAP. A área foliar do mamoeiro, aos 273 DAP, foi de 8,49 m^2 quando cultivado em solo com cobertura. Enquanto que a área foliar do mamoeiro cultivado em solo sem cobertura foi de 6,77 m^2 (Figura 1B). Coelho *et al*. (2022), considerando a irrigação de 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), apresentaram uma maior taxa de crescimento de área foliar do mamoeiro cultivado em solo com cobertura de lona de polietileno.

Não houve efeito do uso de cobertura do solo sobre as variáveis de altura e diâmetro das plantas (Figura 2). As plantas, durante todo o período de avaliação, apresentaram altura variando entre 0,57 a 1,94 m (Figura

2A). O diâmetro das plantas variou entre 3,11 e 10,61 cm, em todo o período de avaliação (Figura 2B). Coelho *et al*. (2022), não encontraram diferença significativa do uso da cobertura para a taxa de crescimento do mamoeiro, em termos de altura, considerando uma irrigação de 100 % da ETc.

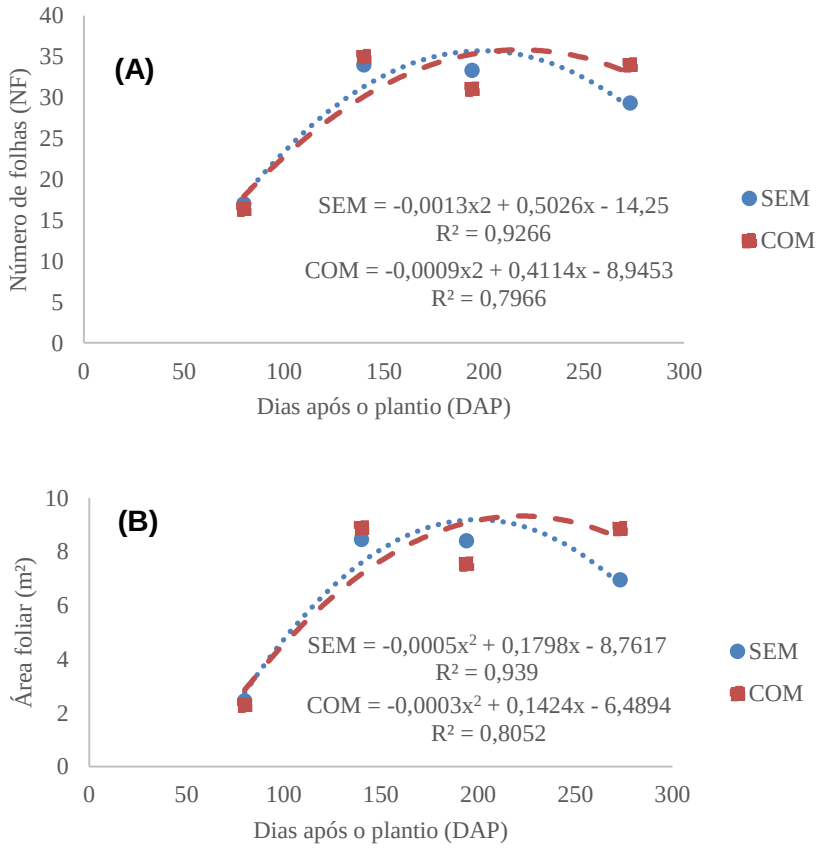


Figura 1 - Número de folhas (A) e área foliar (B) do mamoeiro, com e sem uso de cobertura do solo, nos diferentes dias após o plantio (DAP).

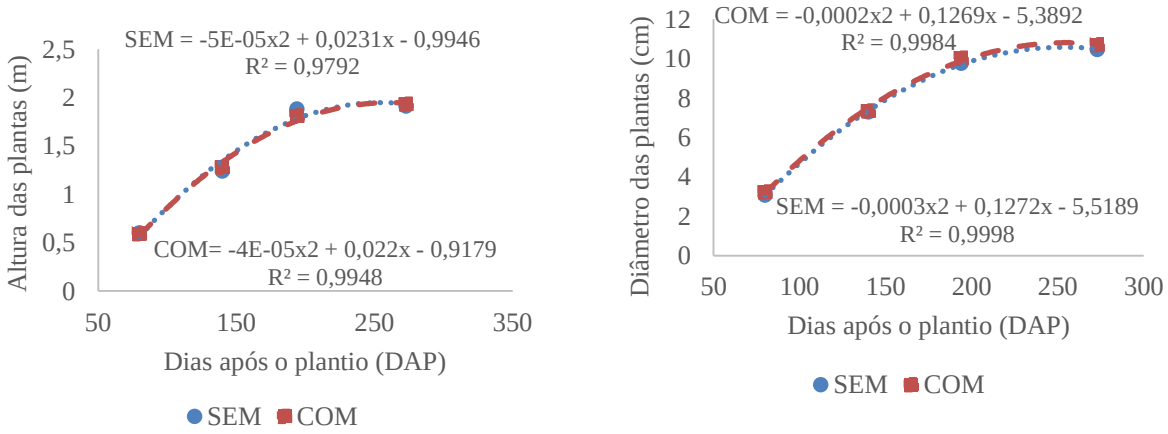


Figura 2 - Altura e diâmetro do caule do mamoeiro cultivado com e sem uso de cobertura do solo, nos diferentes dias após o plantio (DAP).

CONCLUSÃO

O uso da cobertura do solo mantém a umidade do solo mais elevada. A cobertura plástica do solo proporciona maior número de folhas e uma maior área foliar na cultura do mamoeiro, na fase de produção.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO, Rome, p. 300. **Irrigation and drainage paper**, 56. IPCC, 2014. Climate change, 1998.

CARNAÚBA, J. P.; SOBRAL, M. F.; FURTADO, D. C. M.; SILVA, I. O.; SILVA, K. M. M.; AMORIM, E.P. R. *Phytophthora palmivora*, agente da podridão de raiz e frutos de mamoeiro no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 134-135, 2006.

COELHO, E. F.; SANTOS, D. L.; LIMA, L. W. F.; CASTRICINI, A.; BARROS, D. L.; FILGUEIRAS, R.; CUNHA, F. F. Water regimes on soil covered with plastic film mulch and relationships with soil water availability, yield, and water use efficiency of papaya trees. **Agricultural Water Management**, v. 269, p.107709, 2022. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107709.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

KELLER, J.; BLIESNER, D. R. **Sprinkler and trickle irrigation.** New York: von Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. Mamão. In: **Anuário Brasileiro de Horti & Fruti**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p.

POSSE, R. P.; RIBEIRO, A.; ASSIS, G. A.; FERNANDES, T. J. Estimativa da área foliar de plantas jovens de mamoeiro (*Carica papaya* L.) cv. Sunrise Solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 920-924, 2009.

USO DE TÉCNICAS PARA REDUZIR O DESPERDÍCIO DE ÁGUA NA IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE MAMOEIRO

Maik da Luz dos Santos[1], Eugenio Ferreira Coelho[2], Uigle da Cruz Santos[1], Josieliton Dias Lima Júnior[1], José Carlos Lopes de Lima[3]

[1]Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Cruz das Almas, BA. E-mail: maik.agro17@gmail.com; uiglesantos@gmail.com; josielitonjr@aluno.ufrb.edu.br; [2]Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. E-mail: eugenio.coelho@embrapa.br; [3]Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Sumé, PB. E-mail: josecarlosdude@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A espécie (*Carica papaya* L.) provavelmente tenha sido originada na América Central, especificamente no sul do México e na Nicarágua. É uma espécie de clima tropical amplamente cultivada em todo o Brasil, com destaque nos estados do Espírito Santo, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte. O país ocupa a terceira posição no ranking mundial de produtores, ficando atrás apenas da Índia e da República Dominicana (FAO, 2020). Em 2020, o Brasil registrou uma produção de 1.235.003 toneladas de mamão, colhidas em uma área de 28.450 hectares (IBGE, 2020).

Em regiões onde as culturas estão sujeitas a altas taxas de evapotranspiração, altas temperaturas e incerteza de chuva, como é o caso das áreas produtoras de mamão, o consumo de água do mamoeiro pode variar de 2.555 mm/ano a 2.920 mm/ano (Coelho *et al*., 2011). Esse fato, combinada com períodos mais longos de seca, tem agravado os problemas de disponibilidade de recursos hídricos em áreas de cultivo de mamão irrigado em regiões semiáridas do Brasil. Para otimizar a gestão da água, é necessário implementar melhorias nos sistemas de irrigação e nas técnicas de uso racional da água, como o déficit de irrigação (Fereres; Soriano, 2006) e o uso do *mulching*. O uso da cobertura do solo quando combinada com a técnica de secagem parcial da zona de radicular (PRD) utilizando sistemas de gotejamento, é considerada promissora no manejo agrícola, especialmente na produção comercial de frutas como o mamoeiro, maximiza o uso eficiente da água e sem perda de produtividade.

No entanto, um dos principais desafios da combinação dessas técnicas é a falta de conhecimento por parte dos agricultores para a aplicação adequada do *mulching* em interação com o PRD. Há uma escassez de informações locais sobre os efeitos dessa prática em culturas alimentares. Portanto, estudos como esses são importantes para ampliar as opções de manejo das culturas, buscando o uso eficiente da água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizado no município de Jaíba, na região semiárida do Norte de Minas Gerais. O estudo ocorreu entre agosto de 2022 e julho de 2023, tendo como referência as seguintes coordenadas centrais: 15°20'18"S, 43°40'28"W, e uma altitude de 551 metros acima do nível do mar. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é identificado como Aw. A umidade média do solo na camada de 0 - 0,40 m correspondente a capacidade de campo (6 kPa) e ao ponto de murcha permanente (1500 kPa) foi de 0,2682 cm^3 cm^{-3} e 0,2181 $cm^3 cm^{-3}$, respectivamente.

O material vegetal estudado foi o mamoeiro, cultivar Tainung Nº 1 do grupo Formosa, transplantado em 16 de agosto de 2022, no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados com 3 tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi composta por cinco plantas. Os tratamentos foram baseados na percentagem de redução de 50% da lâmina bruta (LB) e frequências de alternância do lado irrigado de 3 dias, com cobertura do solo (CL) e sem cobertura (SL). Sendo as seguintes combinações: PRD 3 50% - alternância de 3 dias em todo ciclo, com redução de 50% da LB, com lona; PRD 3 50% - alternância de 3 dias em todo ciclo, com redução de 50% da LB, sem lona e o tratamento controle (IP) - irrigação plena, ou seja, aplicação de 100% da LB, sem lona durante todo o ciclo.

O sistema de irrigação adotado no experimento foi o gotejamento. Para cada fileira de planta, foram instaladas duas linhas laterais conectadas às linhas de derivação. Os tratamentos foram diferenciados com o auxílio de registros no cabeçal de controle. Os gotejadores utilizados foram do tipo autocompensantes, com seis emissores por planta, com vazão de 4 L h^{-1}, sendo instalados três emissores em cada lado da planta. A linha lateral foi posicionada com a distância de 0,25 m da linha de plantio. A lâmina aplicada no tratamento controle (IP), ou seja, irrigação plena foi estimada pela evapotranspiração da cultura. Por sua vez, essa foi obtida em função da evapotranspiração de referência por Penman-Monteith modificado (Allen *et al*., 1998). A evapotranspiração de referência foi calculada diariamente com base nos dados disponibilizados pelas estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, Código OMM: 86720), localizadas em Mocambinho, distrito de Jaíba, MG.

No experimento foram avaliados altura de planta, diâmetro do caule e a área foliar do mamoeiro. A altura da planta foi obtida medindo-se o comprimento da superfície do solo até o ápice da planta. O diâmetro do caule foi determinado a partir da circunferência do caule a 0,20 m da superfície do solo. A área foliar do mamoeiro foi estimada através da equação 1 (Posse *et al*., 2009).

$$AF=[-89{,}6623+(5{,}0328*NF)\ (4{,}9998*NF*L)\ -(7{,}512*L)]\ *1{,}2607*10 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde, AF é a área foliar estimada, em m^2; NF é o número de folhas da planta; L é o comprimento do lóbulo central das folhas, em m.

As leituras da condutância estomática (gs), temperatura foliar e clorofila foram mensuradas através do porômetro modelo SC^{-1} (Decagon Devices), câmera infravermelha e um clorofilômetro portátil SPAD-502,

respectivamente, realizada entre 12:00 e 13:00 horas da tarde, período de maior taxa evapotranspiração, na terceira folha, no sentido ápice para a base e expostas ao sol.

Os dados mensurados nas avaliações de crescimento foram interpretados estatisticamente por meio da análise de variância precedida pelo Teste F e, quando significativo, a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dos 14 meses de experimento, foram registrados 714 mm de precipitação acumulada. Os meses de novembro e dezembro concentraram os maiores índices de chuva, com 147,8 mm e 352 mm, respectivamente. Em relação à lâmina bruta aplicada, o tratamento IP alcançou um total de 2494,1 mm, enquanto o tratamento com redução de 50% apresentou 1604,2 mm ao longo de todo o ciclo experimental.

A análise de variância não indicou diferença significativa entre os tratamentos aos 78, 134, 194 e 332 dias após o plantio (DAP), conforme apresentado na (Tabela 1). Os valores médios de diâmetro do caule, altura das plantas e área foliar foram semelhantes aos observados no tratamento de irrigação plena (IP). De acordo com Santos *et al*. (2021), em um estudo realizado no Norte de Minas Gerais com alternância de 21 dias e redução de 50% da lâmina de irrigação, a altura das plantas foi a variável de crescimento mais afetada. No entanto, isso não foi observado no presente estudo, o que pode ser atribuído à menor frequência de alternância adotada. Santos *et al*. (2021), ao avaliar o PRD (*Partial Rootzone Drying*) em Bom Jesus da Lapa com alternância de 7 dias e redução de 50%, também não encontraram efeitos significativos nas variáveis diâmetro do caule, altura e área foliar a partir de 140 DAP, corroborando os resultados deste experimento.

Tabela 1 - Médias de altura, diâmetro e área foliar do mamoeiro cultivado em PRD: com alternância aos 3 dias; PRD3: irrigação alternada na zona radicular; e IP: irrigação plena em diferentes épocas (dias após plantio - DAP), em Jaíba-MG

	Tratamentos	Jaíba - MG			
		78 DAP	134 DAT	194DA P	332 DAP
Diâmetro médio (m)	PRD3 50% CL	0,034 a	0,098 a	0,169 a	0,172 a
	PRD3 50% SL	0,031 a	0,107 a	0,162 a	0,171 a
	IP	0,033 a	0,103 a	0,167 a	0,175 a
	CV (%)	5,44	4,04	5,20	2,59
Altura média (m)	PRD3 50% CL	0,63 a	1,8 a	2,93 a	3,37 a
	PRD3 50% SL	0,61 a	2,1 a	2,97 a	3,28 a
	IP	0,58 a	1,9 a	2,96 a	3,50 a
	CV (%)	5,12	7,24	5,22	12,02
Área foliar (m^2)	PRD3 50% CL	2,3 a	6,9 a	13,9 a	12,2 a
	PRD3 50% SL	2,1 a	7,9 a	12,8 a	11,7 a
	IP	2,5 a	9,6 a	14,9 a	13,2 a
	CV (%)	18,43	24,2	12,90	14,96

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os valores mais elevados de déficit de pressão de vapor (DPV) ocorreram em agosto, setembro e outubro, com registros de 2,10 kPa, 2,81 kPa e 3,07 kPa, respectivamente. Segundo Campostrini *et al*. (2018), no cultivo do mamoeiro, a partir de valores de DPV superiores a 1 kPa, inicia-se o fechamento dos estômatos, sendo que em níveis críticos, como 4,5 kPa, a taxa de fotossíntese pode ser reduzida em aproximadamente 46%.

As médias da condutância estomática (gs) no mamoeiro, submetido aos diferentes tratamentos, apresentaram efeito significativo aos 78, 134, 194 e 332 dias após o plantio (DAP). Observou-se que, no tratamento de irrigação plena (IP) em condições de campo, a condutância estomática foi superior em comparação aos tratamentos com frequência de alternância de 3 dias, com lona e sem lona, ambos com redução de 50% da lâmina de irrigação, o que resultou em diminuição dos valores de gs. Segundo Campostrini *et al*. (2018), a redução na gs é uma das respostas mais rápidas ao déficit hídrico. De acordo com Collins *et al*. (2010), as respostas dos estômatos ao déficit de pressão de vapor do ar (DPVar) são afetadas significativamente por dois fatores intrinsecamente interligados: a concentração do ABA e a secagem do solo.

A temperatura foliar (Tf) do mamoeiro também apresentou efeito significativo aos 78, 134, 194 e 332 dias após o plantio (DAP), nos tratamentos com alternância de 3 dias, tanto com lona quanto sem lona, ambos com redução de 50% da lâmina. As maiores temperaturas foliares foram registradas nos tratamentos PRD 3 50% com lona (CL) e PRD 3 50% sem lona (SL). De modo geral, à medida que a lâmina de irrigação foi reduzida, observou-se um aumento da temperatura foliar das plantas.

Tabela 2 - Médias de condutância estomática (gs) índice SPAD e temperatura foliar (Tf) do mamoeiro cultivado em PRD: com alternância aos 3 dias; PRD3: irrigação alternada na zona radicular; e IP: irrigação plena em diferentes épocas (dias após plantio - DAP), em Jaíba, MG

	Tratamentos	Jaíba - MG			
		78 DAP	134 DAT	194DA P	332 DAP
(gs)	PRD 3 50% CL	727,4 b	784,2 b	753,8 b	698,6 b
	PRD 3 50% SL	707,5 b	773,7 b	712,3 b	712,4 b
	IP	851,1 a	944,6 a	991,9 a	959,8 a
	CV (%)	8,1	9,12	10,1	6,6
Indice SPAD	PRD 3 50% CL	52,5 a	51,5 a	46,4 a	47,5 a
	PRD 3 50% SL	46,5 a	44,7 a	47,9 a	53,4 a
	IP	43,9 a	42,8 a	43,6 a	48,7 a
	CV (%)	8,7	18,59	15,9	10,0
Tf (ºC)	PRD 3 50% CL	34,7 b	34,3 a	34,9 b	34,3 b
	PRD 3 50% SL	35,1 b	34,6 a	34,7 b	34,8 b
	IP	32,8 a	32,2 a	32,4 a	31,8 a
	CV (%)	2,8	1,28	3,31	2,5

Médias seguidas de letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

A análise de variância não indicou diferença significativa entre os tratamentos aos 78, 134, 194 e 332 dias após o plantio (DAP), conforme apresentado na (Tabela 2). Os valores médios do índice SPAD, dos

tratamentos PRD 3 50% com lona (CL) e PRD 3 50% sem lona (SL) esteve próximo aos valores encontrados no tratamento irrigação plena (IP) e valores na faixa de 53,4 a 42,8. Segundo Torres Netto *et al*. (2005), leituras SPAD inferiores a 40 indicam o início da deficiência de clorofila, o que afeta o processo fotossintético

CONCLUSÃO

O uso do PRD em interação com *mulching* favorece o crescimento das plantas.

À medida que se faz a redução da lâmina de água aplicada, aumenta a temperatura foliar e diminui a condutância estomática (gs) para condições de PRD 3 50% com lona (CL) e PRD 3 50% sem lona (SL).

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Ital, 1998.

CAMPOSTRINI, E.; SCHAFFER, B.; RAMALHO, J. D. C.; GONZALEZ, J. C.; RODRIGUES, W. P.; SILVA, J. R.; LIMA, R. S. N. Environmental factors controlling carbon assimilation, growth, and yield of papaya (*Carica papaya* L.) under water-scarcity scenarios. p. 481-505. In: TEJERO, I. F. G, ZUAZO, V. H. D. (eds.). **Water scarcity and sustainable agriculture in semiarid environment**: tools, strategies, and challenges for woody crops, Eds. Academic Press, 2018.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. M. G.; SILVA, J. G. F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L. Irrigação e fertirrigação na cultura do mamão. p. 442-472. In: SOUZA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (org.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 1ª ed., Brasília, 2011.

COLLINS, M. J.; FUENTES, S.; BARLOW, W. R. Partial rootzone drying and deficit irrigation increase stomatal sensitivity to vapour pressure deficit in anisohydric grapevines. **Functional Plant Biology**, v. 37, p. 128-138, 2010.

FAO. **Faostat.** Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Acesso em: 02 ago. 2024.

FERERES, E.; SORIANO, M. A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 2, p. 147-159, 2006.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Pesquisa Agrícola Municipal - PAM**. 2020. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. Acesso em: 02 ago. 2024.

POSSE, R. P.; RIBEIRO, A.; ASSIS, G. A.; FERNANDES, T. J. Estimativa da área foliar de plantas jovens de mamoeiro (*Carica papaya* L.) cv. Sunrise Solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 920-924, 2009.

SANTOS, D. L.; COELHO, E. F.; CUNHA, F. F.; DONATO, S. L. R.; BERNADO, W. P.; RODRIGUES, W. P.; CAMPOSTRINI, E. Partial root-zone drying in field-grown papaya: gas exchange, yield, and water use efficiency. **Agricultural Water Management**, v. 243, p. 106421, 2021.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; BRESSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves**. Scientia Horticulturae,** Amsterdam, v. 104, n. 2, p. 199-209, 2005.

MELHORAMENTO GENÉTICO

QUANTIFICAÇÃO DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) POR MEIO DA ESTRATÉGIA WARD MLM

Adrielly de Jesus Canedo[1], Dádiva Paula Araújo dos Santos[1], Diego Fernando Marmolejo Cortes[2], Hellen Cristina da Paixão Moura[3], Julio Cesar Fiorio Vettorazzi[4], Messias Gonzaga Pereira[1], Alex Souza Rodrigues[1], Alexandre Pio Viana[1], Renato Santa Catarina[1]

[1] Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: adriellycanedo.9@gmail.com; dadivapaula23@gmail.com; messias@uenf.br; alexsouzarodrigues@outlook.com; pirapora@uenf.br; renato@pq.uenf.br; [2] Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, BA. E-mail: diegocortes@ufrb.edu.br; [3] Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. E-mail: hellen.moura@colaborador.embrapa.br; [4] Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre – IFES, Alegre, ES. E-mail: juliocesar.f.v@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma cultura de significativa importância econômica nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, reconhecida por seus valiosos atributos nutricionais e medicinais. Em 2022 o Brasil destacou-se como o quarto maior produtor global de mamão, com uma produção anual de aproximadamente 1,1 milhões de toneladas, representando cerca de 8,01% da produção mundial (Faostat, 2024). Os estados brasileiros do Espírito Santo e Bahia destacam-se como os principais produtores, respondendo por cerca de 67% da produção nacional (IBGE, 2024).

Apesar da posição proeminente do Brasil no cenário mundial, havia uma necessidade premente de avançar nas pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas e resistentes às doenças que afetavam a cultura do mamão. Tradicionalmente, novas cultivares eram obtidas a partir de bancos ativos de germoplasma (BAG) ou de populações segregantes, que ofereciam uma variedade genética para a identificação de genótipos superiores com características desejáveis, como resistência a doenças, qualidade e produtividade de frutos (Cortes *et al*., 2019).

A caracterização e avaliação das populações segregantes ou do BAG são cruciais nos programas de melhoramento genético, pois possibilitaram a identificação de genótipos divergentes com alelos favoráveis a características específicas, maximizando o vigor híbrido. A análise multivariada surge como uma abordagem essencial para estimar a variabilidade genética, padrões de variação e relações genéticas entre os indivíduos da população (Malik *et al*., 2014). Dentre os métodos multivariados, destacou-se o procedimento *Ward - Modified Location Model* - MLM, proposto por Franco *et al*. (1998), que se revelou uma excelente estratégia para quantificar a variabilidade, utilizando variáveis quantitativas e qualitativas simultaneamente. Campos *et al*.

(2013) e Moreira *et al*. (2017) observaram que a metodologia Ward-MLM era uma ferramenta útil para detectar divergência genética e agrupar os acessos utilizando, simultaneamente, variáveis qualitativas e quantitativas. A metodologia de Ward-MLM também permitiu que novos programas de melhoramento fossem desenvolvidos em culturas que possuíam pouca informação disponível quanto à diversidade genética (Silva *et al*., 2017).
Na cultura do mamoeiro, a metodologia de Ward-MLM foi utilizada para quantificar a diversidade genética em populações segregantes (Nascimento *et al*., 2019) e em linhagens recombinantes (Vettorazzi *et al*., 2021). No entanto, não temos relatos sobre a aplicação dessa metodologia em bancos de germoplasma ativo de mamoeiro, o que destaca a importância do estudo realizado para quantificar a diversidade genética. Portanto, o objetivo desse trabalho foi aplicar a fenotipagem digital para avaliação morfoagronômica do banco de germoplasma UENF-CALIMAN e quantificar a diversidade genética via metodologia WAR-MLM.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 45 acessos de mamoeiro do Banco Ativo de Germoplasma (BAG), da parceria entre a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Caliman Agrícola S.A. O experimento foi realizado em Linhares (19º 23’ 28” S, 40º 04’ 20” W), a uma altitude de 33 metros e com uma temperatura média anual de 23,4 °C (Alvares *et al.*, 2013). As mudas foram cultivadas em bandejas plásticas contendo substrato HT Tropstrato e fertilizante Basacote mini 3 M®, e aclimatadas por 30 dias antes do transplante para o campo. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com duas repetições e cinco plantas por parcela. As plantas foram espaçadas a 3,6 m entre fileiras e 1,5 m entre plantas na fileira.

A fenotipagem dos acessos foi realizada por meio de imagens digitais e análises laboratoriais com scanners de acordo com Cortes *et al*. (2007) e Santa-Catarina *et al*. (2008). As imagens foram capturadas aos 180 dias após o plantio, enquanto as imagens laboratoriais foram obtidas de frutos no estágio RST1 de maturação (Barragán-Iglesias *et al.*, 2018). Foram avaliadas 17 características sendo: dez quantitativas (Altura de planta – AP (cm); Altura de inserção do primeiro fruto – AIPF (cm); Diâmetro do caule – DC (cm); Número de frutos comerciais – NFC; Número de frutos deformados – NFD; Nós sem frutos – NSF; Peso médio de fruto – PMF (g); Firmeza do fruto – FF (N); Firmeza da polpa – FP (N); Teor de sólidos solúveis – TSS (ºBrix); área do fruto – AF (cm^2); Comprimento do fruto – CF (cm) e Diâmetro do fruto – DF (cm)); Uma binária (presença/ausência de brilho na casca); e Seis multicategóricas (Cor do fruto – CF; Cor da casca – CCas; Cor do pedúnculo – CPen; Cor do pecíolo – Cpec; Sexo da planta (dióco/hermafrodita) e Comprimento do pedúnculo – CompPen (curto, médio e longo).

Após avaliadas, as características foram analisadas utilizando o procedimento Ward-MLM para composição dos grupos de genótipos, por meio do procedimento CLUSTER e IML do programa SAS (SAS Institute, 2000). Para uso do método de agrupamento Ward, a matriz de distância foi obtida pelo algoritmo de Gower (Gower, 1971). A definição do número ideal de grupos foi realizada de acordo com os critérios do pseudo-F e pseudo-t^2 combinados com o perfil da verossimilhança associado com o teste da razão da

verossimilhança (SAS Institute, 2000). O índice de dissimilaridade Gower foi utilizado e esse índice utiliza dados qualitativos e quantitativos, para gerar um único índice de dissimilaridade, variando de 0 a 1. A dissimilaridade foi dada por: $Sij = \frac{\sum_{k=1}^{p} w_{ijk} . S_{ijk}}{\sum_{k=1}^{P} w_{ijk}}$, onde i e j representam os indivíduos a serem comparados no que diz respeito à característica k; p é o número total de características, e Sij é a contribuição da característica k para a distância total. Se uma característica é qualitativa, Sijk assume o valor 1, quando a concordância é positiva ou negativa para a característica k entre os indivíduos i e j, e por outro lado quando a característica é quantitativa: $Sij = \frac{|Y_{ik} - Y_{jk}|}{R_k}$, Onde Rk é a amplitude de variação da característica k, tendo valores entre 0 e 1. O valor de Wijk foi usado para definir as contribuições dos indivíduos Sijk. Assim, quando o valor da característica k está ausente em um ou ambos os indivíduos, Wijk = 0 ou, de outra forma, é igual a 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento Ward-MLM foi eficiente em discriminar os 45 genótipos. Com base nos critérios dos testes pseudo-F e pseudo-t^2, o número ideal de grupos homogêneos, categorizados por suas similaridades, foi estabelecido em dois. Isso se deve ao grande aumento na função de verossimilhança que ocorreu no segundo grupo, onde houve um aumento de 46,87 (Figura 1).

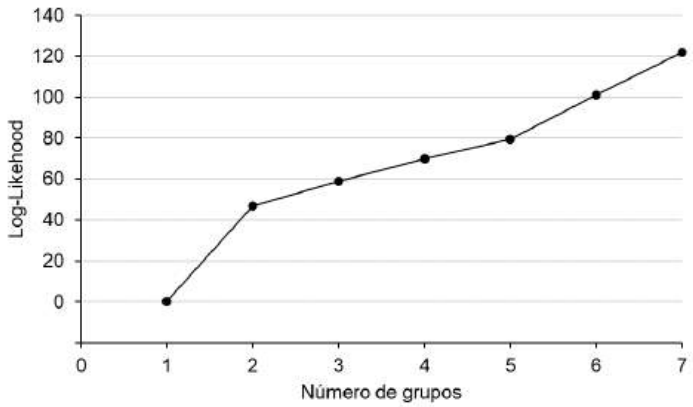


Figura 1 - Gráfico da função Log-Likehood em relação ao número de grupos formados pela estratégia Ward-MLM.

O grupo I foi formado por 23 genótipos pode ser denominado como Formosa, enquanto o grupo II por 22 genótipos como Solo (Tabela 1). A dissimilaridade entre os dois grupos com base na distância de Gower pela abordagem Ward-MLM, mostrou que os Grupos I e II possuem uma distância de 35,01. A clara separação entre os grupos indica que as características morfoagronômicas foram eficientes em discriminar os genótipos do BAG. As duas primeiras variáveis canônicas explicam 100% da variabilidade genética. Para a variável

canônica 1 (VC1) as características PMF, CF, DF e Área, relacionadas ao peso e tamanho de frutos foram as que mais contribuíram para a variabilidade genética, sendo o Grupo I o grupo com as maiores médias para essas características, podendo ser considerado como padrão Formosa (1246,8 g), ao passo que, o Grupo II como padrão Solo (315,6 g).

O TSS e AIPF também tiveram contribuição expressiva no Grupo I, porém de forma negativa, o que pode ser justificado pelo fato de que genótipos de frutos tipo Formosa apresentam menor TSS e menor AIPF em relação aos do grupo Solo. Plantas com baixa altura de inserção do primeiro fruto são desejáveis para o melhoramento genético do mamoeiro, pois facilitam a colheita dos frutos (Ide *et al.*, 2009).

Tabela 1 - Media das características quantitativas para os dois grupos formados pela metodologia Ward-MLM e duas variáveis canônicas

Características	G1 23 genótipos	G2 22 genótipos	VC1	VC2
AP	209.8367	209.7201	0.00189	-0.000130
AIPF	109.8919	129.0579	-0.39666	0.006259
DC	10.987	10.0864	0.378340	0.007322
PMF	1246.776	315.5957	0.898677	0.138151
FF	111.4268	105.7839	0.177171	0.015496
FP	87.1245	71.3822	0.499484	-0.03341
BRIX	11.3041	13.0926	-0.622270	0.052393
AREA	202.4555	69.1604	0.919028	0.077981
CF	24.1291	11.6626	0.897354	0.083174
DF	10.6405	7.497	0.913790	-0.002690

AP: altura de planta (cm); Altura de inserção do primeiro fruto (cm); Diâmetro do caule (cm); NFC: Número de frutos comerciais; NFD: Número de frutos deformados; NSF: Nó sem fruto; PMF: peso médio de fruto (g); FF: firmeza de fruto (N); FP: firmeza de polpa (N); TSS: teor de sólidos solúveis (°Brix); AF: Área do fruto (cm^2); CF: comprimento do fruto (cm); DF: diâmetro do fruto (cm); G1 e G2: grupos 1 e 2, respectivamente; VC1 e VC2: variáveis canônicas 1 e 2, respectivamente.

Para as características qualitativas o Grupo II contém a maior parte dos acessos com pedúnculo de fruto curto, cor do pecíolo verde/roxo e verde/claro, cor da pele do fruto verde clara e amarela, enquanto que o Grupo I contém a maior parte dos genótipos com pedúnculo médio e longo, cor de pecíolo e de pele verde. Para as demais características qualitativas, ocorreu a distribuição aleatória ao longo dos dois grupos formados.

CONCLUSÃO

A metodologia Ward-MLM foi eficiente para quantificar a diversidade do BAG o qual, possui genótipos que são promissores para seleção, pois apresentam diversidade genética entre as características de interesse para o melhoramento do mamoeiro e podem ser utilizados para obtenção de populações segregantes,

linhagens e híbridos, visando o desenvolvimento de planta, a qualidade e o rendimento de frutos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsas. A CALIMAN Agrícola S.A. pelo suporte e condução do ensaio.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift,** v. 22, p. 711-728, 2013.

BARRAGÁN-IGLESIAS, J.; MÉNDEZ-LAGUNAS, L. L.; RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, J. Ripeness indexes and physicochemical changes of papaya (*Carica papaya* L. cv. Maradol) during ripening on-tree. **Scientia Horticulturae**, v. 236, p. 272-278, 2018.

CAMPOS, B. M.; VIANA, A. P.; QUINTAL, S. S. R.; GONÇALVES, L. S. A.; PESSANHA, P. G. O. Quantificação da divergência genética entre acessos de goiabeira por meio da estratégia Ward MLM. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 571-578, 2013.

CORTES, D. F. M.; SANTA-CATARINA, R.; BARROS, G. B. A.; ARÊDES, F. A. S.; SILVEIRA, S. F.; FERREGUETTI, G. A.; RAMOS, H. C. C.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Model-assisted phenotyping by digital images in papaya breeding program. **Scientia Agricola**, v. 74, p. 294-302, 2017.

CORTES, D. F. M.; SANTA-CATARINA, R.; VETTORAZZI, J. C. F.; RAMOS, H. C. C.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Development of superior lines of papaya from the Formosa group using the pedigree method and REML/Blup procedure. **Bragantia**, v. 78, p. 1-11, 2019.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize. Acesso em: 21 jul. 2024.

FRANCO, J.; CROSSA, J.; VILLASEÑOR, J.; TABA, S.; EBERHART, S. A. Classifying genetic resources by categorical and continuous variables. **Crop Science**, v. 38, p. 1688-1696, 1998.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics,** v. 27, p. 857-874, 1971.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/. Acesso em: 21 jul. 2024.

MALIK, R.; SHARMA, H.; SHARMA, I.; KUNDU, S.; VERMA, A.; SHEORAN, S.; KUMAR, R.; CHATRATH, R. Genetic diversity of agro-morphological characters in Indian wheat varieties using GT biplot. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, p. 1266-1271, 2014.

MOREIRA, R. F. C.; AFONSO, S. D. J.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. A.; CONCEIÇÃO, A. L. S.;

CERQUEIRA-PEREIRA, E. C.; LINGE, C. S. Agro-morphological diversity in yam genotypes from Recôncavo of Bahia, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 24, p. 2070-2077, 2017.

NASCIMENTO, A. L.; SCHMILDT, O.; FERREGUETTI, G. A.; KRAUSE, W.; SCHMILDT, E. R.; CAVATTE, P. C.; AMARAL, J. A. T. Genetic diversity of segregating *Carica papaya* genotypes using the Ward-MLM strategy. **Genetics and Molecular Research**, v. 2, p. 1-10, 2019.

SANTA-CATARINA, R.; CORTES, D. F. M.; VETTORAZZI, J. C. F.; RAMOS, H. C. C.; FERREGUETTI, G. A.; PEREIRA, M. G. Image-based phenotyping of morpho-agronomic traits in papaya fruits (*Carica papaya* L. THB var.). **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 11, p. 1750-1756, 2018.

SILVA, L. L.; SALDANHA, L. L.; LIMA, R. C. A.; ANDRADE, J. S.; SOUZA, C. G.; VENTURA, J. A.; CARVALHO, C. M. Identification of Papaya meleira virus-2 and a new viral species infecting papayas in Espírito Santo state, Brazil. **Archives of Virology**, v. 162, p. 1153-1157, 2017.

VETTORAZZI, J. C. F.; SANTA CATARINA, R.; POLTRONIERI, T. P. D; MIRANDA, D. P.; SANTANA, J. G. S.; RAMOS, H. C. C.; PEREIRA, M. G, Genetic diversity of papaya (*Carica papaya* L.) F_5 recombinant inbred lines using the Ward-MLM strategy. **Genet Resources and Crop Evolution,** v. 68, p. 3333-3343, 2021.

VARIABILIDADE GENÉTICA EM ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA UENF/CALIMAN POR MEIO DE MARCADORES MOLECULARES SNAPs

Alex Souza Rodrigues[1], Helaine Christine Cancela Ramos[1], Lucas de Oliveira Lima[1], Catiane dos Santos Braga[1], Juliana Saltires Santos[1], Renato Santa Catarina[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ.
E-mail: alexsouzarodrigues@outlook.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é extensivamente cultivado em regiões tropicais e subtropicais ao redor do mundo (Chen *et al*., 1991). Apreciado globalmente, o mamão destaca-se por suas características relacionadas a seus frutos, como sabor agradável, alto valor nutricional e propriedades digestivas (Aravind *et al*., 2013). O Brasil, juntamente com a Índia, República Dominicana e o México são um dos principais países produtores dessa cultura, contribuindo significativamente para a produção mundial, que totalizou 8.869.608 toneladas em 2022. Além disso, o Brasil é o terceiro maior exportador de mamão, com uma participação de 43.708 toneladas no mercado internacional (Faostat, 2022).

Os frutos do mamoeiro são conhecidos por apresentarem respiração climatérica, o que leva ao rápido amolecimento pós-colheita devido à degradação dos componentes da parede celular (Luz *et al*., 2015; Shen *et al*., 2017; Barros *et al*., 2019; Nantawan *et al*., 2019). Melhorar características relacionadas à qualidade do fruto por meio do melhoramento clássico pode ser oneroso devido à natureza oligogênica dessas características e à forte influência do ambiente. No entanto, o uso de marcadores moleculares funcionais, baseados em variantes genéticas como SNPs (polimorfismos de nucleotídeo único) e InDels (Inserção/Deleção) (Bohry *et al*., 2021), associados a características de interesse, pode acelerar significativamente a seleção em programas de melhoramento genético, tornando o processo mais eficiente e preciso.

Os marcadores SNAPs (polimorfismo amplificado de nucleotídeo único) consistem em primers com uma única base diferente na extremidade 3' em relação a um alelo específico (Drenkard *et al*., 2000; Kim *et al*., 2005). Após a amplificação por PCR, os SNPs podem ser facilmente genotipados pela detecção da presença ou ausência dos produtos de PCR (reação em cadeia polimerase) em géis de agarose (Xu *et al*., 2007). Esses marcadores são amplamente utilizados na construção de mapas genéticos e em estudos de associação entre genótipo e fenótipos de interesse. Sua aplicação na análise da variabilidade genética dos bancos de germoplasma permite propor estratégias mais eficazes para o melhoramento dessas características.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo caracterizar acessos do banco de germoplasma

UENF/Caliman por meio de marcadores moleculares SNAPs voltados à qualidade de fruto de mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização molecular

O DNA foi extraído de folhas jovens de 41 acessos provenientes do banco de germoplasma UENF/Caliman, seguindo o protocolo de Doyle e Doyle (1990). Após a extração, o DNA foi analisado por eletroforese em gel de agarose a 1% (metaphor) para verificar a qualidade, e a quantificação das amostras foi realizada utilizando o software GelQuant.

Foram selecionados 12 marcadores moleculares SNAPs (Tabela 1), com base no trabalho de Bohry *et al*. (2021), priorizando os marcadores associados à qualidade de fruto em mamoeiro, especialmente para as caraterísticas, firmeza de fruto, firmeza de polpa, espessura de polpa e teor de sólidos solúveis. Dentre os marcadores selecionados, sete estão relacionados a genes associados a parede celular, dois estão ligados a sinalizações de hormônios em fruto de mamoeiro, dois pertencentes a famílias de proteínas e um relacionado a fatores de transcrição envolvidos nesses processos.

Tabela 1 - Marcadores SNAPs selecionados contendo sua definição e suas respectivas características de associação

Marcador	Definição	Categoria
1	Pectate lyase	Parede Celular
5	Polygalacturonase	Parede Celular
6	Beta-galactosidase	Parede Celular
8	Endoglucanase 8-like	Parede Celular
10	Beta-fructofuranosidase	Parede Celular
12	Beta-D-xylosidase 5	Parede Celular
13	Beta glucosidase	Parede Celular
14	Ethylene-insensitive 4-like protein	Sinal de hormônio vegetal
15	NAC domain protein	Fator de Transcrição
16	Subtilisin like serine endopeptidase family protein	Genes de proteína
17	Cysteine proteinases superfamily protein	Família de proteína
20	Ethylene receptor	Sinal de hormônio vegetal

As reações de amplificação por PCR foram conduzidas em um volume final de 13 µL, contendo 10 ng de DNA, 1X de Tri-base, 0,2 mM de dNTPs, com $MgCl_2$ variando entre concentrações de 1 e 1,5 µL, 1µL de cada primer, e 0,75 U de Taq DNA polimerase. As amplificações foram realizadas em um termociclador Gradiente Eppendorf®, seguindo o seguinte programa: uma desnaturação inicial a 94 °C por 5 minutos, seguida de 28 a 35 ciclos de desnaturação a 94 °C por 1 minuto, anelamento do primer por 30 segundos com

variação de temperatura de acordo com cada primer, e extensão a 72 °C por 3 minutos. Após os ciclos de amplificação, foi realizada uma extensão final a 72 °C por 7 minutos. Posteriormente, os géis foram visualizados sob luz ultravioleta, e as imagens foram capturadas pelo sistema de fotodocumentação MiniBis Pro.

Análise estatística

Os dados moleculares foram obtidos a partir da amplificação dos locos, os quais foram convertidos em uma matriz numérica. A matriz contou com os códigos 11, 22 para acessos em homozigose e 12 para os acessos em heterozigose. A partir desta tabela, foram estimadas a matriz de dissimilaridade e a distância genética pelo Índice Ponderado, utilizando o programa GENES (Cruz, 2013).

Para caracterizar variabilidade genética nos 41 acessos de mamoeiro, foram estimados pelo software PowerMarker os seguintes parâmetros: heterozigosidade observada (Ho) e o coeficiente de endogamia (f).

A variabilidade genética foi ilustrada pelo dendrograma gerado com base na matriz dissimilaridade genética utilizando o software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A heterozigosidade observada (Ho) apresentou uma estimativa mínima de 0,00 para os acessos BAG8, BAG23, BAG38, BAG42, BAG44 e BAG53, enquanto a média geral foi de 0,23. Em contraste, os acessos BAG7, BAG10 e BAG58 exibiram os maiores valores de Ho (Tabela 2). Essa variabilidade genética é importante para o programa de melhoramento genético, pois pode ser explorada para aprimorar características relacionadas à qualidade dos frutos.

Quanto ao coeficiente de endogamia (f), o valor máximo de 1,00 foi observado nos acessos BAG8, BAG23, BAG38, BAG42, BAG44 e BAG53, com uma média de 0,54. O acesso BAG50, por sua vez, apresentou um coeficiente de endogamia igual a 0.

A análise de dissimilaridade genética resultou na formação de quatro grupos distintos (Figura 1). O primeiro grupo consistiu apenas no acesso BAG43, o qual apresentou um índice de heterozigose observada (Ho) de 0,29 e um coeficiente de endogamia (f) de 0,37. Por sua vez, o segundo grupo apresentou apenas o acesso, BAG 27, que exibiu um Ho de 0,30 e um f de 0,39.

O grupo 3 reuniu quatro acessos, apresentando uma média de 0,09 para Ho e uma média de 0,82 para f. No grupo 4, houve o maior número de acessos, com 35 no total. Entretanto, é possível observar claramente a formação de dois subgrupos dentro deste. A média para esse grupo foi de 0,24 para Ho e um f de 0,51. Não foi observada uma distinção clara em relação aos grupos heteróticos Solo e Formosa neste agrupamento.

Tabela 2 - Avaliação descritiva de 41 acessos do banco de germoplasma UENF/Caliman

Genótipo	Ho	f	Genótipo	Ho	f
BG1	0,20	0,62	BG32	0,33	0,35
BG2	0,27	0,47	BG33	0,20	0,62
BG3	0,17	0,65	BG34	0,36	0,26
BG4	0,11	0,75	BG35	0,36	0,31
BG5	0,20	0,62	BG36	0,40	0,25
BG6	0,20	0,62	BG38	0,00	1,00
BG7	0,50	0,04	BG39	0,27	0,27
BG8	0,00	1,00	BG40	0,17	0,58
BG10	0,50	0,04	BG41	0,08	0,85
BG13	0,18	0,57	BG42	0,00	1,00
BG14	0,42	0,15	BG43	0,29	0,37
BG15	0,08	0,81	BG44	0,00	1,00
BG16	0,22	0,59	BG45	0,08	0,85
BG17	0,30	0,44	BG46	0,27	0,41
BG18	0,45	0,11	BG50	0,45	0,00
BG19	0,08	0,81	BG51	0,18	0,64
BG23	0,00	1,00	BG53	0,00	1,00
BG24	0,36	0,26	BG56	0,30	0,44
BG26	0,09	0,83	BG58	0,50	0,01
BG27	0,30	0,39	THB	0,28	0,57
BG29	0,27	0,47	**Média**	**0,23**	**0,54**

Heterozigosidade observada: Ho; Coeficiente de endogamia: f.

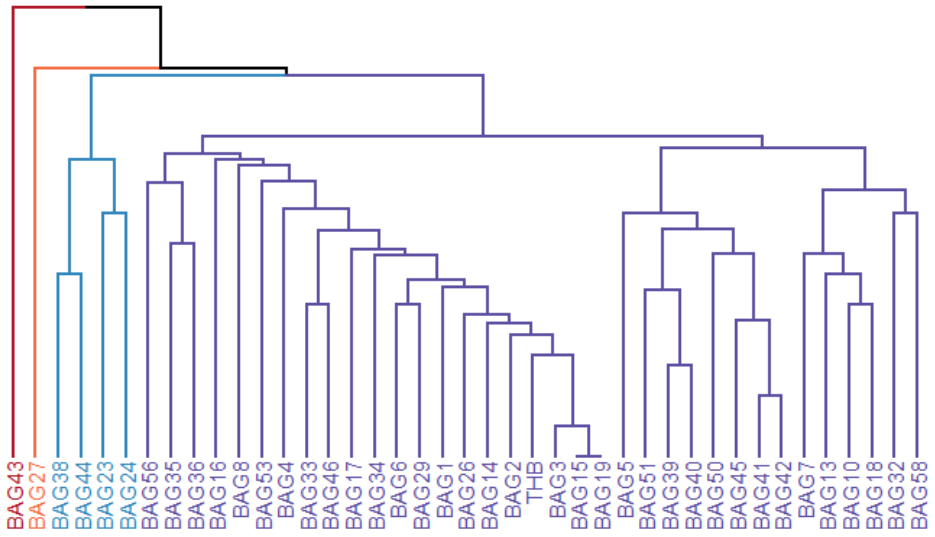


Figura 1 - Agrupamento de 41 acessos de mamoeiro a partir da análise dos 12 marcadores SNPs associados a qualidade de fruto.

CONCLUSÃO

Os marcadores SNAPs analisados nos acessos do banco ativo de germoplasma UENF/Caliman foram eficientes na diferenciação genética, revelando significativa variabilidade entre os genótipos.

REFERÊNCIAS

ARAVIND, G.; BHOWMIK, D.; DURAIVEL, S.; HARISH, G. Traditional and medicinal uses of *Carica papaya*. **Journal of Medicinal Plants Studies**, v. 1, n. 1, p. 9, 2013.

BARROS, W. K. F. C.; CARVALHO, F. L. C.; BARBOSA JÚNIOR, L. B.; SOUSA, R. R.; VERAS, F. H. C.; SOUSA, P. H. D. S.; LOBO, R. F. D. S. Utilização de revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de mamão 'Sunrise Solo'. **AGRI-Environmental Sciences**, v. 5, p. e019002, 2019.

BOHRY, D.; RAMOS, H. C. C.; SANTOS, P. H. D.; BOECHAT, M. S. B.; ARÊDES, F. A. S.; PIROVANI, A. A. V.; PEREIRA, M. G. Discovery of SNPs and InDels in papaya genotypes and its potential for marker assisted selection of fruit quality traits. **Scientific Reports**, v. 11, p. 292, 2021.

CHEN, M. H.; CHEN, C. C.; WANG, D. N.; CHEN, F. C. Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature embryos of *Carica papaya* × *Carica cauliflora* cultured in vitro. **Canadian Journal of Botany**, v. 69, p. 1913-1918, 1991.

CRUZ, C. D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus, Madison**, p. 13-15, 1990.

DRENKARD, E. *et al*. A simple procedure for the analysis of single nucleotide polymorphisms facilitates map-based cloning in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 124, p. 1483-1492, 2000.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **2022**. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Acesso em: 3 jun. 2024.

KIM, M. Y.; VAN, K.; LESTARI, P.; MOON, J-K.; LEE, S-H. SNP identification and SNAP marker development for a GmNARK gene controlling supernodulation in soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 110, n. 6, p. 1003-1010, 2005.

LUZ, L. N.; PEREIRA, M. G.; BARROS, F. R.; BARROS, G. D. B.; FERREGUETTI, G. A. Novos híbridos de mamoeiro avaliados nas condições de cultivo tradicional e no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 159-171, 2015.

NANTAWAN, U.; KANCHANA-UDOMKAN, C.; BAR, I.; FORD, R. Linkage mapping and quantitative trait loci analysis of sweetness and other fruit quality traits in papaya. **BMC Plant Biology**, v. 19, p. 449, 2019.

SHEN, Y. H.; LU, B. G.; FENG, L.; YANG, F. Y.; GENG, J. J.; MING, R.; CHEN, X. J. Isolation of ripening-related genes from ethylene/1-MCP treated papaya through RNA-seq. **BMC Genomics**, v. 18, p. 671, 2017.

XU, Q.; WEN, X.; DENG, X. Cloning of two classes of PR genes and the development of SNAP markers for powdery mildew resistance loci in chestnut rose (*Rosa roxburghii* Tratt). **Molecular Breeding**, v. 19, p. 179-191, 2007.

BANCO DE GERMOPLASMA DE MAMOEIRO UENF/CALIMAN: PERFIL DE RESISTÊNCIA À MANCHA ANELAR

Catiane dos Santos Braga[1], Juliana Saltires Santos[1], Alex Souza Rodrigues[1], Rosieli Barboza Bispo[1], Rayssa Minguta Tavares[1], Renato Santa Catarina[1], Messias Gonzaga Pereira[1], Helaine Christine Cancela Ramos[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: catianedsbraga@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera tropical que se destaca devido ao seu conteúdo nutricional, produtividade e disponibilidade durante todo o ano (Vincent *et al.*, 2019). Os países asiáticos respondem por mais de 50% da produção global, enquanto os países americanos contribuem com 31,9% (FAO, 2022). Em 2022, a produção brasileira passou 1 milhão de toneladas e representou cerca de 9% da produção global, garantindo ao país a posição de quarto maior produtor (FAO, 2022; IBGE, 2022).

Mesmo mantendo crescimento consistente nas últimas décadas e previsões futuras promissoras, das principais frutíferas tropicais, o mamoeiro tem a sua produção e comercialização significativamente impactadas pela mancha anelar que é causada pelo *Papaya ringspot virus* (PRSV-P). A perda da produção pode ser total e, atualmente, a eliminação de plantas sintomáticas nas lavouras é a prática de controle mais utilizada para conter a doença (Gonsalves, 1998).

A dificuldade na identificação de resistência natural na cultura levou vários países ao desenvolvimento de cultivares transgênicas resistentes ao PRSV-P, mas que tiveram comercialização restrita devido a não aceitação pelos consumidores (Lines *et al*., 2002; Gonsalves *et al*., 2004; Souza Júnior *et al*., 2005; Defrancesco, 2013; Jia *et al*., 2017).

Nos germoplasmas disponíveis ao redor do mundo, já foi reportado genótipos com respostas variadas à doença, incluindo significativa tolerância (Conover *et al*., 1986; Chan, 2004; Thirugnanavel *et al*., 2015; Magdalita *et al*., 2017; Vincent *et al*., 2019). Inclusive, alguns híbridos têm sido comercializados como resistentes ao PRSV-P e não geneticamente transformados (Pandia Seeds, 2018).

Baseado nisso, o programa de melhoramento genético de mamoeiro UENF/CALIMAN da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) em parceria com a empresa Caliman Agrícola S.A. abriu uma linha de pesquisa voltada para resistência viral em mamoeiro. Essa parceria existe desde 1996 e já resultou no desenvolvimento 21 híbridos de mamoeiro, incluindo, o primeiro híbrido nacional - 'Calimosa' (Pereira *et al*., 2020).

O programa possui o compromisso de cooperar para o fortalecimento da cultura do mamoeiro no país, garantindo ao mesmo tempo sustentabilidade ambiental e econômica. Nessa nova linha pesquisa, o programa UENF/CALIMAN está empreendendo esforços para uma compreensão aprofundada sobre a resistência dos seus acessos ao PRSV-P e, assim, direcionar o desenvolvimento cultivares que combinem alta produtividade, qualidade de frutos e resposta efetiva a infecção causada pela virose. O estudo de germoplasma de mamoeiro para essa virose é muito escasso no Brasil e no mundo. Consequentemente, o primeiro estudo conduzido pelo programa UENF/CALIMAN visou avaliar o seu banco de germoplasma e caracterizar a resposta dos seus acessos ao PRSV-P.

MATERIAL E MÉTODOS

Um total de 43 acessos do banco de germoplasma UENF/CALIMAN foram selecionados para avaliação da resistência ao PRSV-P. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com tela antiafídeo em DBC com três repetições e três plantas na parcela.

Aos dois meses de idade, duas folhas jovens completamente desenvolvidas de cada planta foram inoculadas com o isolado UENF01 (NCBI CODE: PP104556). O extrato de inoculação foi proporcionalmente composto por 1 g de folha infectada macerada em 13 ml de tampão fosfato de potássio dibásico e sulfato de sódio (pH 7) e 0,7 g de carborundum (600 mesh). Trinta dias após a inoculação, uma folha de cada acesso foi coletada e armazenada em ultrafreezer para confirmação da infecção por RT-PCR (Braga, 2024).

Os 43 acessos tiveram a severidade da doença avaliada com base em uma escala de notas de 0 a 5 (Figura 1).

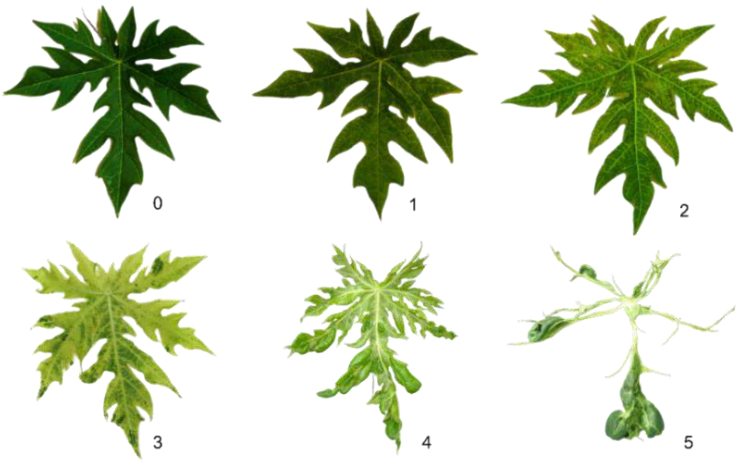


Figura 1 - Escala de severidade para avaliação do perfil de resposta dos acessos de mamoeiro do BAG UENF/CALIMAN. 0 = planta sem sintomas visíveis, 1 = pontuações cloróticas e mosaico, 2 = clorose geral, clareamento das nervuras e mosaico, 3 = ilhas verdes, clorose geral, clareamento das nervuras, mosaico, deformação inicial e bolhas, 4 = deformação foliar, redução da lâmina foliar, bolhas, clareamento das nervuras, ilhas verdes, mosaico, espessamento foliar e sintomas iniciais de filiformidade, 5 = quase ou total ausência de tecido foliar e sintomas severos de filiformidade.

O índice de severidade da doença (ID) foi calculado conforme Mckinney (1923) utilizando a seguinte equação: $ID(\%) = \frac{\sum(f.v)}{n.x} \times 100$, onde: *f* é o número de plantas com a mesma nota; *v* é a nota correspondente, *n* é o número de plantas avaliadas e *x* é a pontuação mais alta da escala. Os dados foram avaliados via ANOVA e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, utilizando o software R versão 4.2.2 (R Core Team, 2022) e o pacote ExpDes.pt (Ferreira *et al*., 2014). Ademais, a variável ID foi usada para classificar os acessos em diferentes níveis de resposta à infecção por PRSV-P, conforme segue: Resistente - R (0 - 15,99%); Moderadamente Resistente - MR (16 - 31,99%); Moderadamente Suscetível - MS (32 - 50,99%); e Suscetível - S (> 51%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ID variou de 37,33 a 62,67% para os acessos Cariflora e São Mateus, respectivamente (Tabela 1). Dos 43 acessos, 39,53% foram classificados em MS e 60,47% como S, não tendo nenhum acesso sido classificado como resistente ou moderadamente resistente.

Tabela 1 - Médias do índice de doença (ID) de 43 acessos de mamoeiro do banco de germoplasma UENF/CALIMAN inoculados com *Papaya ringspot vírus* (PRSV-P)

Acessos	ID (%)	SK	NR	Acessos	ID	SK	NR
São Mateus	62,67	a[1]	MS	UCLF01-01	52,78	c	MS
Aliança	59,33	b	MS	STZ-03 Pecíolo Curto	52,44	c	MS
Furto Médio Verde	58,44	b	MS	Baixinho Super	52,22	c	MS
Golden Tipo Formosa	57,56	b	MS	Papaya 42 Formosa	50,67	d	MS
Papaya 46 Claro	57,33	b	MS	Criola de Costa Rica	50,67	d	MS
206/4	56,89	b	MS	Kapoho Solo (P. A.)	50,00	d	S
STZ - 52	56,00	c	MS	Sta Helena III trat11pIt8	50,00	d	S
Sunrise Solo	55,33	c	MS	JS12 (206)	49,78	d	S
Grampola	55,11	c	MS	UCLF01-02	48,89	d	S
Sunrise Solo TJ	55,11	c	MS	Waimanalo	47,78	d	S
Sunrise Solo 783	54,89	c	MS	Calimosa	46,44	d	S
Triwa ET	54,89	c	MS	Cimarron	46,22	d	S
Costa Rica	54,67	c	MS	UCLF01-06	46,22	d	S
B5-Geraldo	54,67	c	MS	UCLF01-21	44,00	d	S
Sunrise Solo (S. C)	54,44	c	MS	Sekati	43,33	d	S
Sunrise Solo (72/12)	54,00	c	MS	Sekati Fruto Longo (M.)	41,11	e	S
UCLF01-19	54,00	c	MS	Sta Helena III trat14plt5	40,89	e	S
THB STZ-39	53,78	c	MS	Maradol (México)	40,56	e	S
Baixinho Sta Am.	53,66	c	MS	Lucia	39,33	e	S
Caliman AM	53,56	c	MS	Cariflora	37,33	e	S
Tailândia	53,50	c	MS	-	-		-
Caliman M5	53,33	c	MS	-	-		-
UCLF01-04	52,89	c	MS	-	-		-

[1] Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). SK: teste de Scott-Knott. NR: nível de resistência; MS: moderadamente suscetível; S: suscetível.

No grupo MS, 50% dos acessos tiveram valores de ID variando de 41,11 a 49,78%. Entre os 17 acessos desse grupo, Cariflora apresentou o valor mais baixo de ID, enquanto Criola de Costa Rica e Papaya 42 Formosa apresentaram o valor mais alto. O primeiro híbrido de mamão desenvolvido no Brasil - 'Calimosa' - também foi incluído nesse grupo. Maradol - outro acesso de valor comercial na América Latina e América Central - também foi classificado como MS.

Diversos genótipos Cariflora têm sido extensivamente relatados como tolerantes ao PRSV-P (Conover *et al*., 1986; Escudero *et al*., 1994) e, no presente estudo, ele foi o menos suscetível a doença. Esse acesso é conhecido pela sua natureza dioica e tem sido reportado outros genótipos dioicos com tendência de apresentarem tolerância a mancha anelar (Thirugnanavel *et al*., 2015). Os materiais dioicos são poucos explorados e podem ser uma fonte valiosa na busca de genótipos com respostas efetivas a mancha anelar.

Em relação ao grupo S, apenas São Mateus apresentou média de ID acima de 60%. Entre os 26 acessos desse grupo, Baixinho Super teve o valor mais baixo de ID (52,22%). Além disso, todos os acessos Sunrise Solo foram alocados nesse grupo o que está em consonância com um estudo desenvolvido Davis *et al*. (2004) que mostrou alta suscetibilidade dos genótipos Sunrise Solo.

CONCLUSÃO

Obtivemos apenas acessos moderadamente suscetíveis e suscetíveis à mancha anelar e, para superar isso, o número de acessos do banco de germoplasma UENF/CALIMAN está sendo expandido. Além disso, com o objetivo de obter uma compreensão profunda das interações entre o mamoeiro e o PRSV-P, pretendemos desvendar os perfis transcriptômicos de acessos de mamoeiro que apresentam alta suscetibilidade e aqueles com respostas melhores a doença como o Cariflora. Essas investigações visam a encontrar acessos mais tolerantes e elucidar vias de defesa empregadas pela planta para lidar com a infecção causada pelo vírus.

AGRADECIMENTOS

À empresa Caliman Agrícola S.A. pela parceria, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Estadual do Norte Fluminense. Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Financiamento Código 001 e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

REFERÊNCIAS

BRAGA, C. S. **Banco de germoplasma de mamoeiro UENF/CALIMAN:** caracterização da resistência ao PRSV-P e respostas da eficiência fotoquímica à infecção viral. 2024. - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2024.

CHAN, Y. K. Breeding papaya for resistance to ringspot virus disease in Malaysia. **Acta Horticulturae**, n. 632, p. 57-64, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.632.6

CONOVER, R. A.; LITZ, R. E.; MALO, S. E. 'Cariflora' - a papaya ringspot virus tolerant papaya for South Florida and the Caribbean. **HortScience**, v. 21, p. 1072-1072, 1986.

DAVIS, M. J.; WHITE, T. L.; CRANE, J. H. Resistance to papaya ringspot virus in transgenic papaya breeding line. **Florida State Horticultural Society**, v. 177, p. 241-245, 2004.

DEFRANCESCO, L. How safe does transgenic food need to be? **Nature Biotechnology**, v. 31, n. 9, p. 794-802, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1038/nbt.2686

ESCUDERO, J.; ACOSTA, A.; RAMÍREZ, L. V.; CALONI, I. B.; SIFRE, G. R. Yield in three papaya genotypes and their tolerance to papaya ringspot virus in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 78, p. 111-121, 1994.

FAO (2022). **Faostat**. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize. Acesso em: 15 abr. 2024.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an r package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, v. 5, n. 19, p. 2952-2958, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.4236/am.2014.519280

GONSALVES, D. Control of papaya ringspot virus in papaya: a case study. **Annual Review of Phytopathology**, v. 36, n. 1, p. 415–437, 1998. Disponível em: https://doi.org/10.1146 /annurev.phyto.36.1.415

GONSALVES, D.; GONSALVES, C.; FERREIRA, C.; FITCH, M. Transgenic virus-resistant papaya: from hope to reality in controlling papaya ringspot virus in Hawaii. **APSnet Feature Articles**, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1094/APSnetFeature-2004-0704

IBGE. **Produção Agropecuária**. *[s. l.]*, 2022.

JIA, R. *et al.* Use of RNAi technology to develop a PRSV-resistant transgenic papaya. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 12636, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41598-017-13049-0

LINES, R. E.; PERSLEY, D.; DALE, J. L.; DREW, R.; BATESON, M. F. Genetically engineered immunity to *Papaya ringspot virus* in Australian papaya cultivars. **Molecular Breeding**, v. 10, n. 3, p. 119-129, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1023/A:1020381110181

MAGDALITA, P. M.; SIGNABON, F. B. Phenotypically desirable and PRSV-P tolerant papaya F1 hybrids. **Philippine Journal of Crop Science**, n. 42, p. 75-83, 2017.

MCKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v. 26, p. 195-218, 1923.

PANDIA SEEDS. Disponível em: https://pandiaseeds.com/products/?categories=56, 2018. Acesso em 22 jun. 2021.

PEREIRA, M. G. *et al.* Twenty-two-year papaya breeding program: from breeding strategy establishment to cultivar development. **Functional Plant Breeding Journal**, v. 1, n. 2, p. 9-27, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.35418/2526-4117/v1n2a2

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria: *[s. n.]*, 2022.

SOUZA JÚNIOR, M. T.; NICKEL, O.; GONSALVES, D. Development of virus resistant transgenic papayas expressing the coat protein gene from a Brazilian isolate of papaya ringspot virus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 357-365, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000400004

THIRUGNANAVEL, A.; BALAMOHAN, T. N.; KARUNAKARAN, G.; MANORANJITHAM, S. K. Effect of *Papaya ringspot virus* on growth, yield and quality of papaya (*Carica papaya*) cultivars. **The Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 85, n. 8, p. 1069-1073, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.56093/ijas.v85i8.50852

VINCENT, L.; SOORIANATHASUNDARAM, K.; SHIVASHANKARA, K. S. Correlation of leaf parameters with incidence of papaya ring spot virus in cultivated papaya and its wild relatives. **Journal of Horticultural Sciences**, v. 14, p. 130-136, 2019.

ESTUDO COMPARATIVO DA PRECOCIDADE E PRODUÇÃO DE FRUTOS EM PLANTAS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) SEXADAS POR MARCADOR MOLECULAR

Dádiva Paula Araújo dos Santos[1], Adrielly de Jesus Canedo[1], Alex Souza Rodrigues[1], Aline Batista Valadão[1], Messias Gonzaga Pereira[1], Fernanda Abreu Santana Arêdes[2], Marcela Santana Bastos Boechat[1], Alexandre Pio Viana[1], Renato Santa Catarina[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: dadivapaula23@gmail.com; adriellycanedo.9@gmail.com; alexsouzarodrigues@outlook.com; alyne20batysta@gmail.com; messias@uenf.br; marcela.boechat@gmail.com; pirapora@uenf.br; renato@pq.uenf.br;

[2] MF Papaya, Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: mfpapayabrasil@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma fruteira de significativa importância econômica nas regiões tropicais e subtropicais, sendo valorizada por seus benefícios nutricionais e medicinais. Em 2022, o Brasil foi o quarto maior produtor da fruta, com produção média 1,107 milhões de toneladas de mamão, o que representou 8,01% da produção mundial, estando abaixo somente do México, República Dominicana e da Índia (Faostat, 2024). No país, os estados do Espírito Santo e Bahia, se destacam, representando aproximadamente 67% da produção nacional (IBGE, 2024). Os frutos são ricos em vitamina A, vitamina C, potássio, folato, niacina, tiamina, riboflavina, ferro, cálcio e fibra (Huerta-Ocampo *et al*., 2012). O mamoeiro também é utilizado para a produção comercial de papaína, uma enzima que é direcionada para a digestão de proteínas, e utilizada principalmente como amaciante de carne vermelha, podendo ser utilizada também na fabricação de cerveja, no tratamento da pele, verrugas e cicatrizes (Ming *et al*., 2012).

Apesar da importância econômica e nutricional da cultura, o seu cultivo é influenciado pelo sexo, o qual é controlado por cromossomos sexuais recentemente evoluídos. Nas plantas femininas o cromossomo X, nas plantas masculinas o cromossomo Y e nas hermafroditas o cromossomo Y^h. Assim, plantas portadoras dos genótipos XX, XY, XY^h e Y^hY^h, seriam femininas, masculinas, hermafroditas e letais respectivamente (Ming *et al*., 2007). O plantio comercial é preferencialmente composto de plantas hermafroditas que produzem frutos com formato comercial. O grande problema é que em plantios comerciais, as mudas segregam para o sexo na proporção de 1:1 (hermafrodita) para cultivares híbridas e 2:1 para cultivares de linha pura, o que resulta em plantas femininas nos campos de cultivo. Para mitigar esse problema, os produtores plantam várias mudas por cova e realizam a sexagem no campo após três meses, mantendo apenas uma planta hermafrodita por cova.

Mesmo assim, existe uma probabilidade estatística de 6,25% de plantas femininas nas áreas comerciais, podendo chegar até próximo de 10% devido à perda de mudas nas covas aumentando as chances de surgimento de plantas femininas.

Uma solução eficiente para essa questão é o uso de marcadores moleculares que permitem a identificação do sexo das mudas e seleção das hermafroditas nos estágios iniciais de desenvolvimento. Diversas metodologias baseadas em marcadores moleculares, como as descritas por Urasaki *et al*. (2002) e outros, têm demonstrado alta precisão na identificação de plantas hermafroditas. Além da identificação é fundamental realizar avaliações comparativas entre plantas sexadas por marcador e pelo método tradicional em áreas comerciais. Esses estudos fornecem dados essenciais para que os produtores possam tomar decisões sobre a adoção dessa tecnologia, maximizando o potencial produtivo e alcançando melhores resultados em suas lavouras.

O objetivo deste trabalho foi realizar o comparativo da precocidade e frutificação de plantas do híbrido Tainung Nº 1, sexadas por marcador molecular em relação a plantas sexadas no sistema tradicional.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Vila Valério, ES, Brasil, visando comparar a eficiência entre o método de sexagem molecular e o tradicional no plantio de mamoeiro do híbrido Tainung Nº 1. Para isso, foram utilizados dois hectares de uma área comercial, cada qual contendo 1.430 plantas. No primeiro hectare, foram plantadas mudas previamente sexadas com marcador molecular para garantir que fossem todas hermafroditas. No segundo hectare, seguiu-se o método tradicional, onde quatro mudas por cova foram plantadas, e a sexagem foi realizada no campo após 90 dias.

As mudas foram produzidas no município de Sooretama, ES, em bandejas plásticas com capacidade para 96 tubetes de 245 cm³ de substrato. Após a germinação, amostras foliares de 3 mm foram coletadas para análises moleculares realizadas pela empresa MF Papaya. A sexagem molecular permitiu a seleção de 1.430 mudas hermafroditas, enquanto o método tradicional exigiu a produção 5.720, devido à segregação sexual das plantas. As mudas foram transplantadas para o campo, onde foi utilizado o espaçamento de 3,5 m entre linhas e 2,0 m entre plantas. No caso das mudas sexadas com marcador molecular, não houve necessidade de sexagem posterior em campo, ao contrário do método tradicional, que exigiu essa prática 90 dias após o plantio, resultando em competição por recursos entre as plantas.

Foram selecionadas 100 plantas em cada hectare para avaliação agronômica, sendo divididas em parcelas de cinco plantas distribuídas ao longo de duas linhas de plantio. As características foram avaliadas com o auxílio da fenotipagem baseada em imagens digitais descrita por Cortes *et al*. (2017) aos 240 dias após o plantio. As características fenotípicas foram: altura da planta - AP (cm), altura de inserção do primeiro fruto - AIPF (cm), diâmetro do caule - DC (cm); número de frutos comerciais - NFC, número de frutos deformados

- NFD, número de nós sem frutos – NSF, peso médio de fruto – PMF (g); comprimento do fruto – CF (cm), diâmetro de fruto - DF (cm), produção de frutos - PROD (t ha^{-1}).

Para a comparação das médias dos tratamentos avaliados, foi utilizado o teste t para comparação de duas médias, de acordo com a equação abaixo:

$$t = \frac{\underline{X} - \underline{Y}}{\sqrt{\left(\frac{S_X^2}{n_X} + \frac{S_Y^2}{n_Y}\right)}}$$

Em que: $\underline{X}$ é a média do tratamento X; $\underline{Y}$ é a média do tratamento Y; S_X^2 e S_Y^2 são as variâncias de X e Y respectivamente; n é o tamanho amostral de X e Y.

As análises estatísticas foram realizadas nos *softwares* R e Genes (Cruz *et al*., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao considerar as características AIPF, NFC, NSF e PROD avaliadas no híbrido Tainung Nº 1, é evidente que a sexagem molecular apresenta vantagens produtivas e econômicas em relação à sexagem tradicional (Figura 1). As demais características avaliadas (AP, DC, NFD, PMF, CF e DF) e não apresentadas na Figura 1, não apresentaram diferenças significativas, quando comparado o sistema de sexagem utilizado.

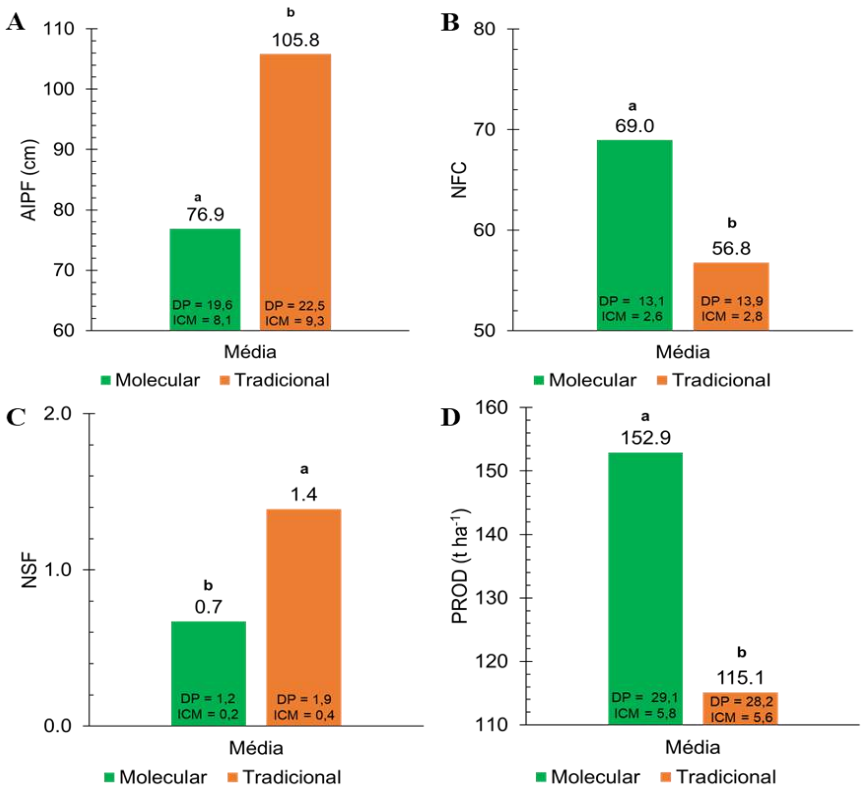


Figura 1 - Comparativo entre o cultivo de plantas de mamoeiro do híbrido Tainung Nº 1 sexadas por marcador molecular e por sexagem tradicional. A) Altura de inserção do primeiro fruto - AIPF; B) Número de frutos comerciais - NFC; C) Número de nós sem fruto - NSF; D) Produção de frutos - PROD.

As plantas sexadas utilizando a técnica de marcador genético demonstraram características de florescimento e frutificação precoce em comparação às plantas sexadas tradicionalmente. A precocidade no florescimento, aliada à ausência de competição entre as plantas sexadas pelo marcador, resultou em uma diferença significativa na inserção do primeiro fruto (AIPF). Em média, as plantas do híbrido Tainung Nº 1 sexadas com marcador apresentaram um AIPF de 76,9 cm, enquanto as plantas do Tainung Nº 1 sexadas tradicionalmente tiveram um AIPF médio de 105,8 cm (Figura 1A). Essa diferença na AIPF entre as duas abordagens indica que as plantas sexadas com marcador genético iniciaram a produção de frutos mais cedo em comparação às plantas sexadas pela abordagem tradicional. A redução no tempo necessário para a produção de frutos tem implicações significativas na produtividade e economia, pois permite que as plantas atinjam seu potencial produtivo mais rapidamente. Além disso, a diferença na AIPF também pode estar relacionada a uma maior eficiência no uso de recursos, já que as plantas sexadas com marcador genético evitam a competição por nutrientes e espaço, permitindo um melhor desenvolvimento e crescimento dos frutos.

Ao comparar o desenvolvimento das plantas sexadas por marcador com as sexadas tradicionalmente, verificou-se que não houve diferença significativa na altura das plantas (AP). As plantas sexadas com marcador apresentaram uma AP média de 292,8 cm, enquanto a média para AP na sexagem tradicional foi ligeiramente maior, igual a 289,8 cm. Embora não haja diferença significativa na altura das plantas, a sexagem molecular proporciona um maior cacho de frutos devido à frutificação precoce e menor altura de inserção do primeiro fruto.

Quanto à frutificação, observou-se um aumento significativo nas plantas sexadas por marcador molecular. Houve um maior pegamento de flores devido à ausência de competição no plantio. Em média, foram obtidos aproximadamente 69 frutos nas plantas sexadas com marcador e 56,8 frutos no sistema tradicional (Figura 1B). Essa diferença de cerca de 12 frutos está relacionada à precocidade no florescimento e ao pegamento de flores nas plantas sexadas por marcador molecular. Essa diferença é uma vantagem para o produtor, garantindo uma maior receita e antecipação da colheita em até 30 dias, em comparação ao cultivo tradicional. Em relação a esterilidade, observou-se uma redução significativa nas plantas sexadas por marcador molecular. As plantas com marcador apresentaram NSF médio de 0,7, enquanto a média para NSF na sexagem tradicional foi o dobro, igual a 1,4 (Figura 1C).

Conforme esperado, o aumento na frutificação resultou em um incremento significativo na produção de frutos, medida em toneladas por hectare. No método de sexagem molecular, a produção alcançou 152,9 toneladas de frutos por hectare, enquanto no método tradicional foi registrada uma produção de 115,1 toneladas por hectare (Figura 1D). Essa diferença expressiva de aproximadamente 37,8 toneladas por hectare garante uma maior receita para o produtor em aproximadamente 33%. Esses resultados são próximos aos encontrados por Salinas *et al*. (2018), no qual as plantas sexadas molecularmente apresentam um rendimento 49% superior, além de frutos maiores em comprimento e perímetro e por Araya-Valverde *et al*. (2020) que relataram um aumento de 29,6% na produção do híbrido 'Pococí' e 20% mais frutos comerciais utilizando a sexagem molecular.

CONCLUSÃO

Os dados das avaliações indicam que a sexagem molecular é uma técnica superior ao método tradicional em diversos aspectos. A análise estatística revelou que as características como AIPF, NFC, NSF e PROD apresentaram variações significativas entre os tratamentos, com a sexagem molecular mostrando-se mais eficaz. A utilização da sexagem molecular resultou em uma menor necessidade de plantas semeadas e produziu um número maior de plantas hermafroditas, otimizando os recursos e melhorando a eficiência do plantio, reduzindo a competição por água e nutrientes, o que beneficiou seu desenvolvimento e produção. Além disso, o aumento significativo na produção de frutos, proporciona maior retorno econômico aos produtores de mamão, possibilidade de maiores ganhos no mesmo hectare cultivado.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio e concessão de bolsas. À MF Papaya e a FrutMel pelo suporte e condução do ensaio.

REFERÊNCIAS

ARAYA-VALVERDE, E.; BOGANTS, A.; HOLTST, A.; HOLTST, A.; VAGRAS-MORA, C.; GOMEZ-ALPIZAR, L.; BRENES, A.; SANCHEZ-BARRANTES, E.; CHAVARRIA, M.; BARBOZA-BARQUEIRO, L. Field performance of hermaphrodite papaya plants obtained through molecular selection and micropropagation. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 4, p. 420-427, 2020.

CORTES, D.F.M.; SANTA-CATARINA, R.; BARROS, G.B.A.; ARÊDES, F.A.S.; SILVEIRA, S.F.; FERREGUETTI, G.A.; RAMOS, H.C.C.; VIANA, A.P.; PEREIRA, M.G. Model-assisted phenotyping by digital images in papaya breeding program. **Scientia Agricola**, v. 74, p. 294-302, 2017.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Data. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize. Acesso em: 21 jul. 2024.

HUERTA-OCAMPO, J.Á.; OSUNA-CASTRO, J.A.; LINO-LÓPEZ, G.J.; BARRERA-PACHECO, A.; MENDOZA-HERNÁNDEZ, G.; DE LEÓN-RODRÍGUEZ, A.; BARBA DE LA ROSA, A.P. Proteomic analysis of differentially accumulated proteins during ripening and in response to 1-MCP in papaya fruit. **Journal pf Proteomics**, v. 77, p. 2160–2169, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em: 21 jul. 2024.

MING, R.; YU, Q.; MOORE, P.H. Sex determination in papaya. **Seminars in Cell & Developmental Bilogy**, v. 18, n. 3, p. 401-408, 2007.

MING, R.; YU, Q.; MOORE, P. H. Papaya genome and genomics. **Genomics of Tree Crops**, eds Schnell, R.J.; Priyadarshan, P.M. (New York, NY: Springer), p. 241–259, 2012.

SALINAS, L.; SALEHI, M.; HUESO, J.J.; CUEVAS, S. Assesment of two sexdetermining procedures in "BH-65" papaya from an economical and developmental point of view. **Fruits**, v. 73, p. 184-197, 2018.

URASAKI, N.; TOKUMOTO, M.; TARORA, K.; BAN. Y.; KAYANO, T.; TANAKA, H.; OKU, H.; CHINEN, I.; TERAUCHI, R. A male and hermaphrodite specific RAPD marker for papaya (*Carica papaya* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 104, p. 281285, 2002.

TAXA DE FRUTIFICAÇÃO EM HIBRIDAÇÕES INTERVARIETAIS DE MAMÃO FORMOSA

Daniele Birck Moreira[1], Rayla Nemis de Souza[2], Willian Krause[3]

[1]Rede Pró-Centro-Oeste de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação. Tangará da Serra, MT. E-mail: daniele.moreira@unemat.br; [2]Rede Pró-Centro-Oeste de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação. Tangará da Serra, MT. E-mail: nemisrayla@gmail.com; [3]Universidade do Estado de Mato Grosso. Tangará da Serra, MT. E-mail: krause@unemat.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro *Carica papaya* L. (Caricaceae) é uma das árvores frutíferas de maior importância econômica para as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Chen *et al*., 1991). O Brasil é o quarto maior produtor mundial, com uma produção anual de cerca de 1,107 milhões de toneladas (FAO, 2022).

Os mamoeiros cultivados atualmente são divididos em dois grupos heteróticos distintos: 'Solo' e 'Formosa'. Do grupo Formosa, os híbridos 'Tainung Nº 1', o mais cultivado no Brasil, e 'Calimosa' são caracterizados pela produção de frutos com peso médio entre 900 a 1.300 gramas, que são destinados, principalmente, ao mercado interno (Serrano; Cattaneo, 2010; Luz *et al*., 2015).

Apesar da sua relevância para o agronegócio brasileiro, o cultivo do mamoeiro 'Formosa' abrange número reduzido de híbridos disponíveis para o plantio, o que pode comprometer a sustentabilidade do sistema produtivo em razão da restrita variabilidade genética (Dias *et al*., 2011). Outro agravante é que a quase totalidade do cultivo de mamoeiros do grupo 'Formosa' provêm de sementes híbridas importadas, o que representa alto custo nos sistemas de produção.

Uma alternativa viável para a solução deste problema é recorrer à ampliação da base genética do mamoeiro através de programas de melhoramento genético. Para tanto, a etapa de cruzamentos entre os genitores pré-selecionados deve ser estabelecida a fim de se obter sementes híbridas para o avanço de gerações de autofecundação.

Os híbridos intervarietais são oriundos do cruzamento entre duas ou mais variedades parentais. Nesse sentido, as informações sobre a porcentagem de frutificação nas populações segregantes permitirá a análise da ocorrência de possíveis incompatibilidades durante a polinização e/ou fertilização.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi realizar cruzamentos intervarietais entre *C. papaya* e analisar a taxa de frutificação de híbridos F_1 visando a formação de 10 populações segregantes dentro do Programa de Melhoramento Genético desenvolvido pela Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat).

MATERIAL E MÉTODOS

O plantio da Coleção de Trabalho foi realizado na área experimental da Unemat em Tangará da Serra - MT (14º 37’ 55” Sul, 57º 28’ 05” Oeste; altitude de 488 m). O clima da região é do tipo Aw (Köppen-Geiger), com uma estação seca entre os meses de maio e setembro e outra chuvosa entre outubro e abril. A pluviosidade média anual oscila entre 1.200 e 2.000 mm, com temperaturas médias superiores a 18 °C em todos os meses do ano (Marcuzzo *et al*., 2011; Souza *et al*., 2013). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al*., 2018).

Para a realização dos cruzamentos controlados, foram utilizadas as cultivares do grupo Formosa: ‘Tainung Nº 1’, ‘Calimosa’, ‘Bela Nova’, ‘T2’ e a variedade ‘Rubi Incaper 511’. Estes genitores foram escolhidos por serem considerados fontes de alelos para características relacionadas à qualidade e à produtividade dos frutos (Tabela 1).

Tabela 1 - Genitores utilizados para cruzamento no modelo de dialelo parcial

Genitor receptor	Genitor doador
Calimosa	Rubi Incaper 511
Calimosa	Tainung Nº 1
Calimosa	Bela Nova
Calimosa	Mamão T2
Mamão T2	Rubi Incaper 511
Mamão T2	Tainung Nº 1
Mamão T2	Bela Nova
Bela Nova	Rubi Incaper 511
Bela Nova	Tainung Nº 1
Tainung Nº 1	Rubi Incaper 511

Uma mistura de pólen das flores das plantas hermafroditas dos cinco genitores foi preparada para a realização da polinização controlada. Para tanto, foram coletadas, aleatoriamente, flores hermafroditas de cada genitor para compor a mistura de pólen. Em seguida, os botões florais das plantas femininas foram polinizadas utilizando-se um pincel e posteriormente protegidas com um saco de papel. O número de flores viáveis variou de acordo com a quantidade disponível durante o processo de polinização. O número de polinizações controladas foi contabilizado. Os frutos oriundos dos cruzamentos foram contados e colhidos no estádio de maturação 2 e acondicionados no Laboratório de Pós-Colheita sob temperatura ambiente (em torno de 28 ºC) até o estádio de maturação 5 (Silva; Soares, 2001). A taxa de frutificação foi verificada através da porcentagem de frutos obtidos por cruzamento. Também foi contabilizada a média do número de sementes por fruto. Como frutos pegos consideraram-se aqueles que se desenvolveram normalmente após a polinização, independentemente de haver ou não produção de sementes, visto que essa observação foi feita somente após a colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, 392 polinizações foram efetuadas para garantir um número mínimo de pegamento de frutos de cada cruzamento. A taxa de frutificação dos cruzamentos avaliados variou de 8,70 a 32,35%, obtendo-se de 4 a 13 frutos por cruzamento, conforme o número de polinizações realizadas. As hibridações entre 'Calimosa' x Tainung Nº 1'apresentaram maior taxa de pegamento de frutos, na ordem de 32,35% (Tabela 2).

Tabela 2 - Cruzamentos biparentais realizados entre março e junho de 2023, número de cruzamentos realizados, número de frutos colhidos, taxa de pegamento de fruto (%) e média de sementes por fruto dos híbridos intervarietais entre mamoeiros da espécie *Carica papaya*

Híbrido intervarietal	Nº de cruzamentos realizados	Nº de frutos colhidos	Taxa de pegamento de fruto (%)	Média de sementes por fruto
Calimosa x Rubi Incaper 511	23	6	26,09	1.222
Calimosa x Tainung Nº 1	34	11	32,35	975
Calimosa x Bela Nova	29	6	20,69	1.494
Calimosa x T2	40	8	20,00	581
T2 x Tainung Nº 1	46	4	8,70	917
T2 x Rubi Incaper 511	35	7	20,00	711
T2 x Bela Nova	33	6	18,18	1.091
Bela Nova x Rubi Incaper 511	50	5	10,00	649
Bela Nova Xx Tainung Nº 1	56	10	17,86	1.284
Tainung Nº 1 x Rubi Incaper 511	46	13	28,26	1.146

Deste modo, têm-se que as combinações híbridas foram bem sucedidas, uma vez que todos os cruzamentos apresentaram frutos com sementes viáveis. O número de sementes produzidas para alguns cruzamentos foi acima de 1.400 (Tabela 2). Resultados da hibridação interespecífica de *Carica* envolvendo polinizações de grande número de flores demonstraram uma recuperação de 28 a 37% de frutos dos cruzamentos (Drew *et al*., 1998).

O cruzamento intervarietal resulta em progênies segregantes pelo fato de cada indivíduo ser, em essência, um híbrido (Borém, 2009). Nesse sentido, a técnica de hibridação tem sido utilizada para aumentar a variabilidade intraespecífica da cultura em programas de melhoramento, uma vez que possibilita a recombinação da variabilidade disponível, permitindo a obtenção de novos materiais que são geneticamente superiores (Marin, 2001).

As plantas oriundas das sementes dos cruzamentos entre os genitores pré-selecionados deram origem a 10 populações segregantes, as quais estão sendo avaliadas em campo e que serão utilizadas na obtenção das famílias S_1, dando continuidade ao programa de melhoramento em desenvolvimento na Unemat. Verifica-se, portanto, que o mamoeiro demonstrou grande potencial na obtenção de híbridos intervarietais. Estas

informações são importantes para programas de melhoramento genético do mamoeiro, pois garantem a possibilidade de sucesso em cruzamentos de diferentes genótipos.

CONCLUSÃO

As hibridações realizadas no presente estudo foram bem sucedidas. Os cruzamentos realizados com a cultivar Calimosa obtiveram as maiores taxas de frutificação, enquanto as realizadas entre 'Calimosa' x 'Bela Nova' apresentaram o maior número de sementes por fruto.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa MAI/DAI/CNPq pela concessão de bolsas. À Feltrin Sementes por promover a cooperação técnica, científica e de inovação do Programa de Melhoramento Genético da cultura do mamoeiro.

REFERÊNCIAS

BORÉM, A. (ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2009. 625p.

CHEN, M. H.; CHEN, C. C.; WANG, D. N.; CHEN, F. C. Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature embryos of *Carica papaya* x *Carica cauliflora* culture *in vitro*. **Canadian Journal of Botany**, v. 69, p. 1913-1918, 1991.

DANTAS, J. L. L.; LUCENA, R. S.; BOAS, S. A. V. Avaliação agronômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 138-148, 2015.

DIAS, N. L. P.; OLIVEIRA, E. J.; DANTAS, J. L. L. Evaluation of papaya genotypes using agronomic descriptors and estimation of genetic parameters. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1471-1479, 2011.

DREW, R. A.; O'BRIEN, C. M.; MAGDALITA, P. M. Development of interspecific *Carica* hybrids. **Acta Horticulturae**, v. 461, p.285-292, 1998.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**. Disponível em: http:// https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize /. Acesso em: 29 ago. 2024.

LUZ, L. N.; PEREIRA, M. G.; BARROS, F. R.; FERREGUETTI, G. A. Novos híbridos de mamoeiro avaliados nas condições de cultivo tradicional e no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 159-171, 2015.

MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, p. 157-167, 2011.

MARIN, S. L. D. Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): Habilidade combinatória de

genótipos dos grupos “Solo” e “Formosa”. **Tese**, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 2001. 117p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2018. 356p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003. Acesso em: 06 mar. 2023.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 657-959, 2010.

SILVA, O. F.; SOARES, A. G. **Recomendações para prevenção de perdas pós-colheita do mamão**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2001. 20p.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Climate classification and climatic water balance in Mato Grosso State, Brazil. **Nativa**, v. 1, p. 34-43, 2013.

CARACTERIZAÇÃO DO MAMOEIRO CNPMF-78 E HÍBRIDOS NO LITORAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Jaeveson da Silva[1], Maria Eduarda Lopes Guerra[2], Carla Sonale Azevedo Soares[2], Maria Aparecida dos Santos Morais[2], Joan Carlos Santos de Assis[2], Maria Fernanda de Oliveira Soares[2]

[1]Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMF). Cruz das Almas, BA. E-mail: jaeveson.silva@embrapa.br; [2]Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Mossoró. Mossoró, RN. E-mail: maria.guerra@alunos.ufersa.edu.br; carla.soares@alunos.ufersa.edu.br; jmaria.morais23303@alunos.ufersa.edu.br; joan.assis@alunos.ufersa.edu.br; maria.soares05493@alunos.ufersa.edu.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), originada da América Central, é atualmente cultivado em várias regiões, tropicais e subtropicais. Essa adaptação permite ser cultivado em quase todo território nacional, proporcionando ao Brasil o mérito de ser o segundo maior produtor mundial (Faostat, 2019). O mamoeiro apresenta frutos desejados pelo sabor adocicado, pela polpa com um suave aroma e pela bonita coloração amarela e vermelha (Rocha *et al*., 2005).

A base genética para o melhoramento do mamoeiro ainda é reduzida e, tendo em vista o surgimento e o impacto atual de pragas e doenças na cultura, necessário se faz a obtenção de novas cultivares resistentes, produtivas e, ao mesmo tempo, que possuam características desejadas, como um alto teor de sólidos solúveis (Luz *et al*., 2015). A hibridação entre linhagens dos grupos Solo e Formosa de mamoeiros ou mesmo utilizando-se de linhagens puras, tem sido os métodos de melhoramento genético mais utilizados, no entanto, para se qualificar uma nova cultivar são necessários a realização de ensaios em áreas de grande produção comercial (Silva *et al*., 2007; Nogueira *et al*., 2010; Silva *et al*., 2015).

O objetivo da pesquisa foi comparar a linhagem CNPMF-78 e híbridos com a cultivar comercial Golden 'THB', todos do grupo solo, considerando características de porte, produtividade e qualidade de frutos, em um experimento conduzido na microrregião Litoral Nordeste do Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Pureza, RN (05°20'34,0"S, 35°28'59,5"W, 37 m de altitude), microrregião Litoral Nordeste, entre agosto de 2022 a maio de 2023 (nove meses de idade e dois meses de colheita de frutos), em área irrigada por gotejamento da fazenda Caliman, pertencente a empresa Caliman Agrícola S.A. O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo Am, Tropical Chuvoso (megatérmico),

com verão seco, precipitação média anual de 1.535 mm, concentrando-se de março a agosto, temperatura média anual de 25,3 °C e umidade relativa do ar média anual de 79% (Souza *et al*., 2011).

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos constaram da linhagem CNPMF-78, os híbridos CNPMF-78.099, CNPMF-78.128, CNPMF-78.131 e CNPMF-78.154, e a cultivar comercial Golden 'THB', do grupo Solo. As parcelas foram formadas inicialmente por 15 plantas, sendo três mudas por cada cinco covas. Após a sexagem, permaneceram apenas uma muda por cova. Usou-se o arranjo espacial 3,50 m x 1,20 m x 1,6 m (2.381 plantas/ha). Os manejos de irrigação, adubação, sexagem, desbastes e controle de pragas/doenças seguiram o sistema utilizado pela fazenda.

Para tomadas de dados do experimento, mediu-se a altura da planta (do solo ao ponto de crescimento) com trena graduada em centímetros; o diâmetro do caule (à 25 cm de altura), com paquímetro de madeira; o número de folhas (contagem); a altura do primeiro fruto formado; o número de frutos com padrão comercial (contagem); a massa média de frutos (pesagem em balança de mesa, ±0,5 g, realizada no Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Universidade Rural do Semiárido, com cinco frutos/planta). Posteriormente, a produtividade de frutos foi estimada, em t ha^{-1}: massa média de frutos x número de frutos x população de plantas por hectare. Outras características do fruto, também em cinco frutos por planta e tomadas em laboratório, foram: o comprimento, o diâmetro, a relação comprimento/diâmetro, a espessura da casca, o diâmetro da cavidade interna e a espessura da polpa (por diferença), medidas obtidas com uso de paquímetro digital (±0,03 mm). A firmeza foi medida com o texturômetro da marca Stable Micro Systems, TAXT Express Enhanced, em que o fruto foi perfurado sem retirar a casca, em duas medidas (um furo por lado) com um analisador de textura de 5 mm. Nas análises colorimétricas da casca (fruto verde e maduro) e da polpa (fruto maduro), utilizou-se colorímetro da marca Konica Minolta, modelo CR-410, que foi pulsado sobre duas partes do fruto com incidência de amadurecimento regular. O parâmetro de luminosidade (L*) com valores mais altos indica maiores distâncias da cor preta. Os sólidos solúveis totais foram obtidos do suco das polpas de frutos totalmente maduros (casca totalmente amarelada) e expressos em ºBrix, utilizando-se refratômetro digital da marca Atago, modelo pocket PAL-1. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ou Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de genótipos para o número, massa e produtividade de frutos comerciais foram significativamente diferentes ($p < 0,01$), podendo ser observadas na Tabela 1. Não houve diferenças entre as alturas das plantas, mas o resultado mostrou-se positivo, pois todas as plantas apresentaram porte de pequeno a médio. Plantas de menor porte pode favorecer a um maior ciclo de produção por facilitar a colheita em idades mais avançadas da planta (Conceição, 2021). A altura de inserção do 1º fruto apresentou valores próximos aos obtidos por Alonso *et al*. (2008), que enfatiza que frutos estabelecidos a partir de 70 cm oferecem maior precocidade de produção.

Maior valor de diâmetro do caule, como observado no híbrido CNPMF-78.099, indica maiores vigor

e capacidade de sustentação dos frutos pelas plantas, sendo, ainda, que Silva *et al*. (2007) informam que o diâmetro de caule é uma característica altamente relacionada à produtividade.

Exceto os híbridos CNPMF-78.131 e a cultivar Golden 'THB', a massa dos frutos atende ao estabelecido por Dias *et al*. (2011), de 350 a 600 g, visando o mercado nacional e internacional (Ferreira *et al*., 2020). A produtividade de frutos, no primeiro cacho, pode ser de até 60 t ha^{-1} (Yamanishi *et al*., 2006) e o híbrido CNPMF-78.154 apresentou média superior. Com exceção do híbrido CNPMF-78.128, o número de frutos comerciais apresentou médias mais altas que Moreira *et al*. (2017), tendo maior média também o híbrido CNPMF-78.154, mas estatisticamente semelhante ao Golden 'THB'.

Tabela 1 - Médias de características das plantas e dos frutos do mamoeiro. Pureza, CE, 2023

Variedade	Altura da planta (m)	Altura de inserção 1º fruto (cm)	Diâmetro do caule (cm)	Frutos comerciais (unid.)	Massa do fruto (g)	Produtividade (t ha^{-1})
CNPMF-78.099	1,9	88,4	15,7	27,2 b	556,4 a	35,4 b
CNPMF-78.128	1,7	89,5	8,1	27,0 b	362,8 b	22,7 b
CNPMF-78.131	1,8	78,3	9,7	36,7 b	339,7 b	34,0 b
CNPMF-78.154	1,8	74,9	10,9	48,1 a	576,0 a	64,0 a
CNPMF-78	1,9	87,8	10,8	35,3 b	552,7 a	45,5 ab
Golden 'THB'	1,9	86,5	10,5	54,8 a	335,1 b	43,3 ab
Média	1,8	84,3	10,9	38,2	463,8	40,8
Teste F	$0,48^{ns}$	$1,08^{ns}$	$1,38^{ns}$	4,51*	12,65**	6,73**
CV (%)	11,6	11,8	34,1	24,0	11,5	22,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (frutos comerciais e massa do fruto) e Tukey (produtividade), a 5% de probabilidade.

As médias de genótipos de comprimento, espessura da casca, diâmetro de cavidade e espessura de polpa foram divergentes ($p < 0,01$), podendo ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias de características físicas de frutos de mamoeiro. Pureza, CE, 2023

Variedade	Compri-mento (cm)	Diâmetro (cm)	Relação Comprimento/ Diâmetro	Espessura da casca (cm)	Diâmetro da cavidade interna (cm)	Espessura da polpa (cm)	Firmeza (kg cm^{-2})	SS (ºBrix)
CNPMF-78.099	14,7 a	8,3	1,8	0,35 b	4,67 a	2,16 a	12,2	12,1
CNPMF-78.128	14,6 a	8,0	1,8	0,36 b	3,46 b	1,55 b	19,0	12,0
CNPMF-78.131	12,5 b	7,2	1,8	0,39 b	3,33 b	1,48 b	10,1	12,4
CNPMF-78.154	13,9 a	9,1	1,5	0,53 a	4,54 a	2,01 a	13,3	12,9
CNPMF-78	13,9 a	8,8	1,6	0,34 b	4,53 a	2,10 a	14,2	12,6
Golden 'THB'	11,9 b	7,7	1,5	0,30 b	3,63 b	1,66 b	20,5	12,8
Média	13,6	8,2	1,7	0,38	4,03	1,83	14,9	12,5
Teste F	7,08**	$2,23^{ns}$	$2,33^{ns}$	3,82*	3,60*	$3,04^{ns}$	$1,27^{ns}$	$0,49^{ns}$
CV (%)	5,3	10,0	9,3	18,9	14,0	16,3	41,8	6,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.

O comprimento e diâmetro do fruto apresentaram médias semelhantes às de Ferreira (2014); no entanto, diâmetros menores e relações de comprimento/diâmetro do fruto semelhantes aos observados por Silva *et al*. (2017). As variações para essas características são devidas as diferentes condições climáticas em que a planta é cultivada (Silva *et al*., 2015).

A espessura de casca apresentou valores superiores aos de Yamanishi *et al*. (2006), o qual recomenda espessura de casca de frutos de pelo menos 0,2 cm. O diâmetro da cavidade interna apresentou valores em mesmas faixas de valores ao observados por Silva (2019), avaliando outras linhagens e híbridos do grupo solo, e, segundo Dias *et al*. (2011), para frutos de mesmo diâmetro, menores cavidades internas apresentam maiores rendimentos de polpa. No presente trabalho observou-se que o CNPMF-78 e os híbridos CNPMF-78.099 e CNPMF-78.154 apresentaram espessuras de polpa maiores que 2,0 cm, o mínimo indicado por Rinaldi *et al*. (2010) para o mamão solo.

A firmeza de frutos para a maioria dos genótipos foi superior ao observado para frutos de Golden 'THB' avaliados por Silva *et al*. (2017). De acordo com Fagundes e Yamanishi (2001), a firmeza com valores mais elevados confere maior qualidade ao fruto, considerando que firmeza de polpa menores podem indicar menor vida prateleira, principalmente por maior susceptibilidade a danos mecânicos durante o manuseio.

Os sólidos solúveis apresentam médias acima de 11 ºBrix, que é o mínimo estabelecido pelo MAPA (2010) para consumo do fruto do mamoeiro, e valores acima de 12 ºBrix, como os observados no presente trabalho, indicam uma maior sensação de 'doçura' nesses frutos (Luz *et al*., 2015).

As médias de genótipos para as coordenadas de coloração da casca e polpa dos frutos, o qual a azul/amarelo (a*), na cor de casca verde, foram estatisticamente diferentes ($p < 0,01$), podendo ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Médias de características físico-químicas dos frutos de mamoeiro. Pureza, CE, 2023

Variedade	Casca (verde)			Casca (maduro)			Polpa		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
CNPMF-78.099	43,8	-6,9	41,1 ab	51,7	15,4	55,9	48,8	32,0	49,1
CNPMF-78.128	40,3	-6,6	38,9 ab	52,1	20,3	56,7	54,0	30,7	51,2
CNPMF-78.131	40,6	-5,3	37,1 b	51,8	17,8	58,3	44,4	30,7	43,3
CNPMF-78.154	43,3	-4,7	40,8 ab	51,3	18,1	56,9	49,6	30,0	48,3
CNPMF-78	44,0	-5,4	43,1 ab	53,2	21,6	58,7	46,7	32,4	47,8
Golden 'THB'	49,9	-6,0	48,3 a	54,4	24,0	56,8	51,6	30,9	51,0
Média	43,7	-5,8	41,5	52,4	19,5	57,2	49,2	31,1	48,5
Teste F	$3,03^{ns}$	$1,07^{ns}$	3,60*	$1,18^{ns}$	13,29**	$0,21^{ns}$	$1,17^{ns}$	$0,10^{ns}$	$2,61^{ns}$
CV, %	7,9	24,6	8,5	3,6	7,5	7,0	11,1	16,4	6,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey. L: luminosidade; a: coordenada vermelho/verde; b: coordenada amarelo/azul. SST: sólidos solúveis totais (ºBrix).

Para colorimetria da casca verde, valores médios dos genótipos avaliados, nos parâmetros de

luminosidade (L*) e da coordenada vermelho/verde (a*), por não diferirem estatisticamente, indicam que os frutos foram colhidos no mesmo estágio de maturação (entre a fase 1 a 2) e, também considerando os valores negativos de a*, indicam frutos com predominância do verde. As diferenças observadas na coordenada amarelo/azul (b*) indicam frutos colhidos no ponto correto, com o indicativo de faixas (raias de maturação) amarelas no fruto (Venancio, 2021). Na cor de casca de frutos maduros, a luminosidade (L*) apresentou valores próximos aos da casca verde, significando frutos de cor clara, devendo a coordenada vermelho/verde estar positiva, indicativo de frutos totalmente amadurecidos, com a coloração próxima de vermelho. Quanto a coordenada amarelo/azul seu valor deverá ser mais alto do que quando estava imaturo; indicando frutos amarelados (Venancio, 2021). Não houve diferença estatística em nenhuma das coordenadas (L*, a* e b*) em relação a polpa de frutos maduros, significando que o fruto tem coloração clara e uniforme.

CONCLUSÃO

O híbrido CNPMF-78.154 e a linhagem CNPMF-78, pelos resultados semelhantes ou superiores a cultivar comercial Golden 'THB', relativo a características das plantas e da qualidade físico-química dos frutos, podem ser indicados para avaliações comerciais com possível indicação regional.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Mandioca e Fruticultura e ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto e concessão de bolsas, à Agrícola Famosa pela logística para coleta de dados e disponibilizar suas lavouras para avaliações e a Ufersa pela disponibilidade do laboratório e apoio técnico nas análises.

REFERÊNCIAS

ALONSO, M.; TORNET, Y.; RAMOS, R.; FARRÉS, E.; CASTRO, J.; RODRÍGUEZ, M. C. Evaluación de tres cultivares de papaya del Grupo Solo basada em caracteres de crecimiento y productividad. **Cultivos Tropicales**, v. 29, n. 2, p. 59-64, 2008.

DIAS, L. P. D.; OLIVEIRA, E. J.; DANTAS, J. L. L. Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agronômicos e estimação de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 11, p. 1471-1479, 2011.

CONCEIÇÃO, L. V. **Predição da produtividade do mamoeiro por meio da inteligência computacional.** Cruz das Almas, BA, UFRB. 2021. 114 p. (Dissertação de mestrado).

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo "solo" comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 3, v. 23, p. 541-545, 2001.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistics Divisions**. Acesso em: 10 set. 2024.

FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, O.; SILVA, C. A.; NASCIMENTO, A. L.; SCHMILDT, E. R.; ALEXANDRE, R. S.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A.; OLIVEIRA V. S. Dimensionamento amostral para frutos em cultivares comerciais de mamoeiro avaliados a campo. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 4, p. 67-77, 2020.

FERREIRA, J. P. **Precisão experimental para a cultura do mamoeiro a campo**. 2014. 50f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus.

LUZ, L. N.; PEREIRA, M. G.; BARROS, F. R.; BARROS, G. B.; FERREGUETTI, G. A. Novos híbridos de mamoeiro avaliados nas condições de cultivo tradicional e no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 159-171, 2015

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa 4/2010: Regulamento técnico do mamão**. 2010.

NOGUEIRA, M. A.; DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, V. J. S.; NEVES, C. G. Caracterização físico-química de frutos provenientes de populações segregantes de mamoeiro. In.: Jornada Científica. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. (Resumo expandido).

RINALDI, M. M.; LIMA, T. A.; ASCHERI, D. P. R. **Caracterização física de frutos de mamão e química de cascas e sementes.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 263).

ROCHA, R. H. C.; NASCIMENTO, S. R. C.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S. N.; SILVA, E. O. Qualidade pós-colheita do mamão formosa armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 386-389, 2005.

SILVA, W.; SCHMILDT, E. R.; SCHIMILDT, O.; FERREGUETTI, G. A. Dimensionamento amostral para frutos de mamoeiro Golden 'THB' destinados ao mercado nacional e à exportação. **Agro@mbiente**, v. 11, n. 2, p. 128-136, 2017.

SILVA, M. S.; FERRAZ, R. A.; LEONEL, S. Características físicas e físico-químicas de mamões 'Formosa' provenientes de diferentes regiões de cultivo**. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 16, n. 1, p. 42-48, 2015.

SILVA, F. F.; PEREIRA, M. G.; CAMPOS, W. F.; DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; SOUZA FILHO, G. A.; RAMOS, H. C. C.; VIANA, A. P.; FERREGUETTI, G. A. DNA marker-assisted sex conversion in elite papaya genotype (*Carica papaya* L.) **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 7, p. 52-58, 2007.

SILVA, J. R. R. **Diversidade genética e seleção de linhagens e híbridos de mamoeiro com base em características agronômicas e de qualidade de frutos**. Cruz das almas, BA, UFRB. 2019. 36 p. (Tese de Doutorado).

SOUZA, P. A.; PINTO, K. S. O.; SENHOR, R. F.; GUIMARÃES, A. A.; SILVA, M. S. Avaliação da qualidade de mamões 'Golden' submetidos a diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 184-189, 2011.

VENANCIO, C. S. **Revestimento de mamão havaí (*Carica papaya* L.) desenvolvido com filme de coproduto da indústria pesqueira adicionado de extrato de semente de pitomba (*Talisia esculenta* radlk)**. Campo Mourão, UTFP, 2021. 103p. (monografia de graduação em Engenharia de Alimentos).

YAMANISHI, O. K.; MELLO, R. M.; MARTINS, V. A.; LIMA, L. A.; FAGUNDES, G. R. B. Comportamento do mamoeiro Sekati nas condições do oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 79-82, 2006.

CRIOPRESERVAÇÃO DE GRÃOS PÓLEN DE HÍBRIDOS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) COMO SUBSIDIO PARA CONSERVAÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO DA CULTURA

José Augusto da Silva Santos[1], Juliana da Silva Lopes Pereira[1], Damares Lima Silva[1], Fernanda Vidigal Duarte Souza[2], Hellen Cristina da Paixão Moura[1], Diego Fernando Marmolejo Cortes[1], Carlos Alberto da Silva Ledo[2]

[1]Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Cruz das Almas, BA. E-mail: asilvasantos253@gmail.com; pereiralopes.ju@gmail.com; damareslima1000@gmail.com; hellen.moura@ufrb.edu.br; diego.cortes@ufrb.edu.br; [2]Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. E-mail: fernanda.souza@embrapa.br; carlos.ledo@embrapa.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera amplamente consumida e cultivada em países tropicais e subtropicais. Seu cultivo se concentra em dois grupos heteróticos: Solo e Formosa. O grupo Formosa se destaca por produzir frutos maiores, com peso médio em torno de 1.200 g (Pereira *et al*., 2019).

É uma espécie trioica, com três tipos de plantas: masculinas, femininas e hermafroditas (Ming *et al*., 2007). As plantas hermafroditas produzem frutos com menor cavidade ovariana e maior espessura de polpa, características que atendem às preferências dos consumidores (Pereira *et al*., 2019).

Estudos envolvendo a conservação de pólen são importantes para manter a diversidade genética de espécies de importância econômica e superar desafios como a assincronia no florescimento. A conservação do germoplasma vegetal em temperaturas baixas (-196 °C) em nitrogênio líquido, denominada de criopreservação, é uma técnica que possibilita preservar o explante a longo prazo, com baixo custo de armazenamento, pouca intervenção humana e com potencial reduzido de variações somaclonais, sendo uma alternativa excelente como duplicata de segurança do germoplasma conservado (Silva *et al*., 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar viabilidade gamética de grãos de pólen criopreservados por 24 horas em híbridos de mamoeiro do grupo Formosa, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado com plantas hermafroditas da cultivar Tainung Nº 1 e do genótipo ‘Formosa Mel’, ambos híbridos do grupo Formosa, pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma de Mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura (BAG-Mamão), em Cruz das Almas, Bahia (12º48`S; 39°06`W; 225 m) em plantas de nove meses de idade.

As flores hermafroditas foram coletadas no período de primavera/verão, no início da manhã e na fase de antese. Logo foram conduzidas para o Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura para a retirada das anteras, que foram submetidas a desidratação como parte do protocolo de criopreservação. A desidratação foi realizada em dessecadores com sílica gel no período de duas horas conforme estabelecido por Conceição (2021).

Posteriormente, para o ensaio de criopreservação as anteras com os grãos de pólen já dessecados, foram acondicionadas em envelopes de papel alumínio e colocadas em tubos criogênicos (2 mL), fixadas em *canisters*, que foram diretamente conduzidos para botijões contendo nitrogênio líquido (-196 °C) por um período de 24 horas. Após a criopreservação, as anteras foram distribuídas em meio de cultura com auxílio de um pincel, mantidas a 27 ± 1 °C por 24 horas, coradas com azul de toluidina a 1% e fotografadas utilizando um estereomicroscópio Leica EZDA (Leica, Wetzlar, Alemanha), com uma objetiva de aumento de 35x. As anteras com os grãos de pólen frescos seguiram o mesmo processo.

A viabilidade dos grãos de pólen, fresco e criopreservado, foi averiguada pela germinação *in vitro* e pelo crescimento do tubo polínico em meio de cultura BK (BREWBACKER; KWACK, 1963), composto por: H_3BO_3 (0,01%); Ca $(NO_3)_2$* $4H_2O$ (0,03%); $MgSO_4$* $7H_2O$ (0,02%); KNO_3 (0,01%); sacarose (10%); ágar (0,5%) e pH 6,5. A escolha deste meio foi baseada no estudo de Ferreira (2018) que observou sua eficiência na germinação *in vitro* de grãos de pólen em acessos de mamoeiro.

A porcentagem de germinação dos grãos de pólen foi determinada pela contagem de 300 grãos de pólen de cada tratamento por repetição, sendo cada repetição representada por uma placa de Petri, totalizando 900 grãos de pólen.

Para avaliação do crescimento do tubo polínico foram selecionados aleatoriamente 60 tubos polínicos por tratamento (pólen fresco e criopreservado), sendo 20 tubos por repetição. O comprimento do tubo polínico (mm) foi mensurado com o auxílio do software ImageJ 1.46r (RASBAND 1997-2016) utilizando as imagens obtidas a partir do estereomicroscópio.

A germinação foi considerada efetiva quando o comprimento do tubo polínico foi igual ou superior ao diâmetro do grão de pólen. A porcentagem de germinação dos grãos de pólen final foi calculada empregando a seguinte expressão:

$$PG(\%) = \frac{(GPGc)}{(TGPc)} \times 100$$

Onde: PG = porcentagem de germinação de grão de pólen; $GPGc$=número de grãos de pólen viáveis por campo; $TGPc$ = número total de grãos de pólen por campo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições representadas por placas de Petri contendo dez anteras cada. Os dados dos ensaios de pólen fresco e criopreservado foram submetidos ao teste F da análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de t a 5% de probabilidade. Os dados de germinação foram normalizados por arcsen ($\sqrt{x}/100$) para cumprir os pressupostos da análise de variância. As análises estatísticas e os gráficos foram gerados com auxílio do pacote AgroR do programa estatístico R (R Core Team, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Figura 1 revelam diferenças significativas na germinação *in vitro* dos grãos de pólen entre os genótipos ‘Formosa Mel’ e ‘Tainung’, tanto em condições de pólen fresco quanto após a criopreservação.

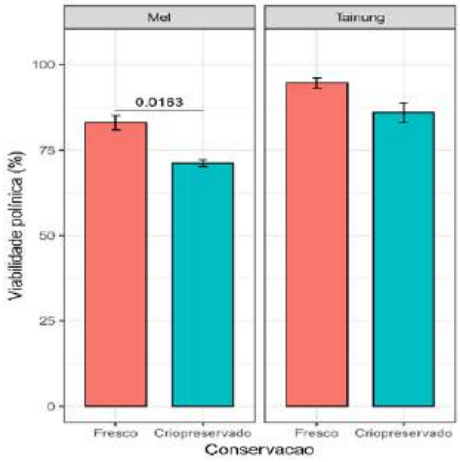


Figura 1 - Germinação *in vitro* (%) de grãos de pólen fresco e criopreservado em nitrogênio líquido por 24 horas dos híbridos ‘Formosa Mel’ e ‘Tainung Nº 1’.

O pólen fresco do genótipo ‘Formosa Mel’ apresentou uma taxa de germinação de aproximadamente 80%, demonstrando que o pólen recém-coletado mantém um nível considerado satisfatório. Contudo, essa taxa de germinação caiu para 65% após criopreservação. Embora essa redução ainda esteja acima do nível mínimo de 50% sugerido por Scorza e Sgerman (1995), a queda significativa indica uma sensibilidade maior desse pólen ao processo de congelamento e descongelamento, possivelmente devido a características estruturais que o tornam mais vulnerável aos danos. A redução na germinação também pode estar relacionada ao protocolo de criopreservação utilizado neste trabalho. O tempo de 2 horas de dessecação em sílica gel pode ter influenciado negativamente a viabilidade do pólen, afetando sua capacidade de recuperação após o processo de congelamento. Ajustes no protocolo, incluindo a otimização da dessecação e do processo de congelamento, são necessários para melhorar a preservação da viabilidade do pólen do ‘Formosa Mel’.

Em contraste, o genótipo ‘Tainung’ apresentou uma taxa de germinação de 90% com pólen fresco e manteve uma taxa de germinação entre 85% e 87% após criopreservação, sugerindo uma menor sensibilidade ao processo de criopreservação. Esse desempenho mais estável torna o ‘Tainung’ uma escolha mais preferível para programas de melhoramento genético e conservação de germoplasma a longo prazo.

O tubo polínico desempenha uma função importantíssima para a reprodução das plantas, sendo responsável pelo transporte dos gametas masculinos até o óvulo para a fertilização. Assim, o comprimento do tubo polínico, é um indicador direto da viabilidade e eficiência do pólen (Silva *et al*., 2017).

Na condição de pólen fresco, o comprimento do tubo polínico foi maior para ambos os genótipos:

0,400 mm no 'Formosa Mel' e 0,450 mm no 'Tainung', indicando que o pólen estava em sua forma mais viável e funcional (Figura 2; Figura 3A e 3C). Pólens frescos tendem a estar metabolicamente ativos, com membranas intactas e sem danos celulares, permitindo um crescimento mais rápido e eficiente do tubo polínico (Soares *et al*., 2018).

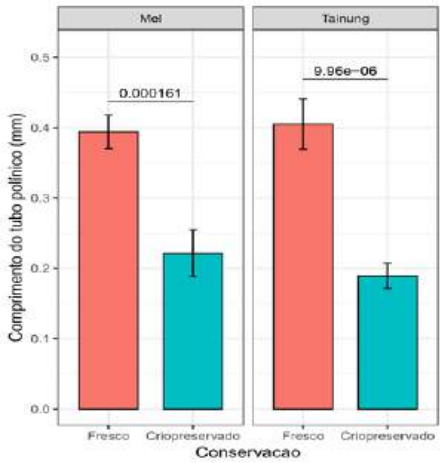


Figura 2 - Comprimento do tubo polínico (mm) em grãos de pólen fresco e criopreservado em nitrogênio líquido por 24 horas dos híbridos 'Tainung Nº 1' e 'Formosa Mel'.

Por outro lado, na condição de pólen criopreservado, observou-se uma redução significativa no comprimento do tubo polínico em ambos os genótipos (Figura 2; Figura 3B e 3D). A criopreservação, pode causar danos celulares, como ruptura no sistema de membranas, comprometendo a capacidade do pólen de germinar e desenvolver o tubo polínico (Stegani *et al*., 2017). Esses danos podem interferir no metabolismo celular e na capacidade de o pólen absorver água e nutrientes necessários para o crescimento do tubo polínico, resultando em uma diminuição significativa de sua eficiência e viabilidade.

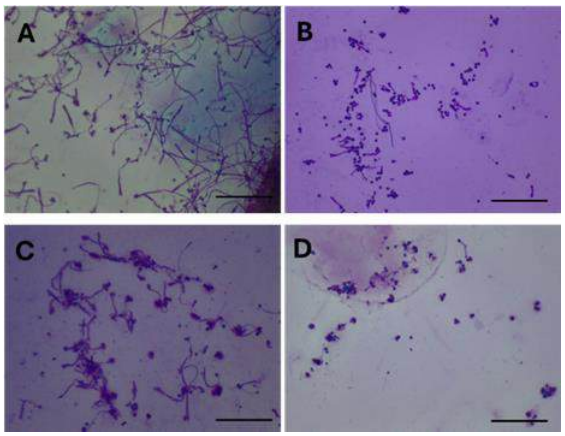


Figura 3 - Germinação *in vitro* de grãos de pólen dos híbridos de mamoeiro em grãos pólen frescos e criopreservados por 24 horas. A - Pólen fresco da cultivar Tainung Nº 1; B - Pólen criopreservado da cultivar Tainung Nº 1; C - Pólen fresco do genótipo 'Formosa Mel'; D - Pólen criopreservado do genótipo 'Formosa Mel'.

A criopreservação é uma técnica promissora tanto para a conservação do germoplasma do mamoeiro, preservando alelos importantes, quanto para o melhoramento genético da cultura. Ela pode ser utilizada na etapa de recombinação dos genótipos durante a seleção recorrente, permitindo que o doador de pólen não precise ser cultivado em campo. Em vez disso, as anteras podem ser criopreservadas e empregadas em hibridações. Isso resulta em uma redução significativa dos custos associados ao cultivo do mamoeiro, como o uso de defensivos, adubações e outras despesas relacionadas.

CONCLUSÃO

O genótipo 'Formosa Mel' apresentou uma redução de 65% na germinação dos grãos de pólen após a criopreservação, enquanto a cultivar Tainung manteve a porcentagem média de viabilidade, demonstrando menor sensibilidade ao processo.

Em ambos os genótipos, o comprimento do tubo polínico diminuiu após a criopreservação.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de apoio técnico. A Fapesb, e Capes pela concessão das bolsas de doutorado e IC-Cotas. A Embrapa Mandioca e Fruticultura e a UFRB.

REFERÊNCIAS

BREWBAKER, J. L.; KWACK, B. H. The essencial role of calcium ion pollen germination and pollen tube growth. **American Journal of Botany**, v. 50, p. 859-865, 1963.

CONCEIÇÃO, J. Q. **Criopreservação de grãos de pólen como uma estratégia adicional para conservação de acessos de mamoeiro.** 2021. 46 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. 2021.

FERREIRA, J. A. B. **Aspectos da biologia floral e reprodutiva de diferentes acessos de mamoeiro.** 2018. p. 1-91. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA. 2018.

MING, R.; Yu, Q.; MOORE, P. H. Sex determination in papaya. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, v. 18, n. 3, p. 401-408, 2007.

PEREIRA, M. G. *et al*. 'UC14': a new papaya cultivar with intermediate fruit size. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 226-229, 2019.

SCORZA, R.; SHERMAN, W. B. Peaches. p. 325-440. In: JANIK J.; MOORE, J.N. (ed.). **Fruit brecding**. New York: John & Sons, 1995.

SILVA, R. L.; SOUZA, E. H.; VIEIRA L. J.; PELACANI, C. R.; SOUZA, F. V. D. Cryopreservation of pollen of wild pineapple acessions. **Scientia Horticulturae**, v. 219, p. 326-334, 2017.

STEGANI, V. *et al*. Criopreservação de sementes de rainha do abismo (*Sinningia leucotricha*). **Ornamental Horticulture**, v. 23, n.1, p. 15-21, 2017.

RESISTÊNCIA A MANCHA ANELAR (PRSV- P) EM ACESSOS DE GERMOPLASMA DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.)

Juliana da Silva Lopes Pereira[1], Liliane Santana Luquine[2], Thatiane Maria da Conceição Silva[1], Paulo Ernesto Meissner Filho[2], Hellen Cristina da Paixão Moura[1], Diego Fernando Marmolejo Cortes[1], Carlos Alberto da Silva Ledo[2]

[1]Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Cruz das Almas, BA. E-mail: pereiralopes.ju@gmail.com; thatinhamcsilva@gmail.com; hellen.moura@ufrb.edu.br; diego.cortes@ufrb.edu.br; [2]Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. E-mail: lilianeluqine@yahoo.com.br; paulo.meissner@embrapa.br; carlos.ledo@embrapa.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma frutífera tropical de alta relevância econômica, amplamente valorizada por seu valor nutritivo e pelas propriedades farmacológicas de seus frutos. No entanto, o desenvolvimento dessa cultura é frequentemente limitado pela ocorrência de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus, sendo a mancha anelar, provocada pelo *Papaya ringspot virus* (PRSV-P), a mais significativa. Esse vírus tem ampla distribuição geográfica nos países produtores de mamão, e é especialmente preocupante no Brasil, onde se configura como o principal patógeno da cultura, afetando quase todos os estados. Além disso, o PRSV-P é frequentemente encontrado em áreas como quintais, pequenos pomares e margens de estradas, que funcionam como fontes permanentes de infecção (Meissner Filho *et al*., 2000; Nascimento *et al*., 2021).

Os sintomas iniciais da infecção pelo PRSV-P incluem clareamento das nervuras, amarelecimento das folhas mais jovens e, posteriormente, mosaico, distorção foliar e manchas oleosas nos pecíolos e frutos. Com o tempo, surgem anéis necróticos nos frutos, comprometendo sua qualidade. Plantas infectadas ainda jovens apresentam crescimento reduzido e permanecem atrofiadas, não alcançando a produtividade econômica esperada (Meissner Filho *et al*., 2000; Nascimento *et al*., 2021).

Diante do contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a resistência ao PRSV-P em dois acessos de mamoeiro (CMF011 e CMF 248 cv. Aliança) do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura cultivados em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada em Cruz das Almas, Bahia, sem controle de temperatura e umidade. Foram testados dois acessos de mamoeiro

previamente selecionados: o CMF011 do grupo Formosa e a cultivar Aliança do grupo Solo como suscetível. O critério adotado para seleção destes acessos foi a incidência do PRSV-P sob infecção natural em campo.

Foram semeadas duas sementes de cada acesso em sacos plásticos de polietileno com capacidade de 15 x 25 x 0,006 cm, contendo substrato composto de terra e esterco bovino curtido. Após dois meses da semeadura, quando as plantas apresentaram 3-4 folhas, foram realizadas duas inoculações em dez plantas de cada acesso, com intervalo de 15 dias, utilizando um isolado de PRSV-P coletado na região. Três plantas de cada acesso foram utilizadas como controle, sendo uma como controle tampão mais o abrasivo e duas como controle negativo.

O isolado foi preparado utilizando o tampão fosfato de sódio a 0,02 M, pH 7,0, contendo 0,02 M de sulfito de sódio. Como abrasivo foi utilizado o celite, sendo adicionados 0,4 g ao macerado. As amostras foram maceradas na diluição 2/20 (p/v) e as plantas foram inoculadas mecanicamente com o pistilo de um almofariz, sendo em seguida lavadas para retirada do excesso (Stevens, 1997).

As plantas foram mantidas em casa de vegetação e avaliadas quanto aos sintomas apresentados a cada sete dias, e estas avaliações seguiram durante dois meses. Sendo avaliado a presença de sintomas típicos da doença na haste e folhas, de acordo com o descrito por Meissner Filho *et al*. (2000). Para isso, foi necessário a utilização da escala de classificação de severidade dos sintomas (Alviar; Cruz; Hautea, 2012) (Tabela 1).

Tabela 1 - Escala de classificação de severidade dos sintomas para avaliação da resistência do vírus da mancha anelar em acessos de mamoeiro adaptada de Alviar, Cruz e Hautea, 2012

Escala de classificação	Descrição dos sintomas
1	Sem sintomas
3	Mosqueado
5	Mosaico
7	Mosaico e deformação foliar
9	Mosaico, deformação foliar, fio de sapato e/ou estrias oleosas na haste

Para realizar a análise de variância os dados de severidade foram transformados a porcentagem de severidade dos sintomas da doença (Tabela 1) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de severidade da doença foram avaliados com auxílio do pacote AgroR do software R vesão 4.3 (R Core, Team 2022). A incidência da doença (I%) foi determinada pela formula:

$$(I\%) = (n1/Nj) * 100$$

Em que:

n1 = número de plantas doentes no momento da observação;

Nj = número total de avaliações realizadas.

As notas obtidas para as plantas de cada acesso foram transformadas para índice de doença (ID), conforme a seguinte fórmula proposta por Mckinney (1923):

$$ID\ (\%) = \Sigma\ (N \times N^{o}n) \times 100 : N^{o}t \times Nmax$$

Em que:

ID = Índice de doença em %;

N = nota obtida por cada planta;

Nº n = número de plantas com aquela nota;

Nº t = número total de plantas avaliadas;

Nmax = nota máxima da escala utilizada.

O índice de doença para o PRSV-P foi calculado com base na incidência de infecção e severidade dos sintomas. Os acessos foram classificados em altamente resistente (ID 0-25%), moderadamente resistente (ID 26-50%), moderadamente suscetível (ID 51-75%) e altamente suscetível (ID 76-100%).

Os valores de severidade da doença foram utilizados para obtenção da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), de acordo com a fórmula proposta por Madden *et al*. (2017):

$$AACPD = \sum_(i=1)\^(n-1)\ [(((x_(i+1) + x_i\ ))/2)(t_(i+1) - t_i\ )]$$

Em que:

n = número de avaliações;

Y=índice de doença;

T= tempo de avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, o acesso CMF011 demonstrou suscetibilidade ao vírus nos primeiros dias após a inoculação, embora em menor intensidade em comparação com a cultivar Aliança. A incidência da doença variou de 13,33% a 55,55% nos primeiros 34 dias após a inoculação, conforme ilustrado na Figura 1. No entanto, ao longo do período de avaliação, a incidência da doença apresentou uma variação de 21,11% a 42,22%, atingindo o valor de 34,44% no final da avaliação. Esse resultado sugere que o CMF011 possui baixa suscetibilidade ao vírus e menor avanço na intensidade dos sintomas do que a cultivar Aliança. Essa menor suscetibilidade pode estar atribuída a uma provável adaptação às raças PRSV-P (Rodriguez *et al*., 2013) e pode indicar uma possível interação entre a planta e o vírus.

Na Figura 2, é possível observar a evolução dos sintomas de mancha anelar no acesso CMF011. O primeiro sintoma do PRSV-P é o clareamento das nervuras, à medida que a doença progredia as plantas do acesso CMF011 começaram a apresentar mosqueado com clareamento das nervuras, mosaico e leve distorção nas folhas que não chegava a comprometer toda a área foliar. O mosaico era mais tênue e não acometia todas as folhas da planta.

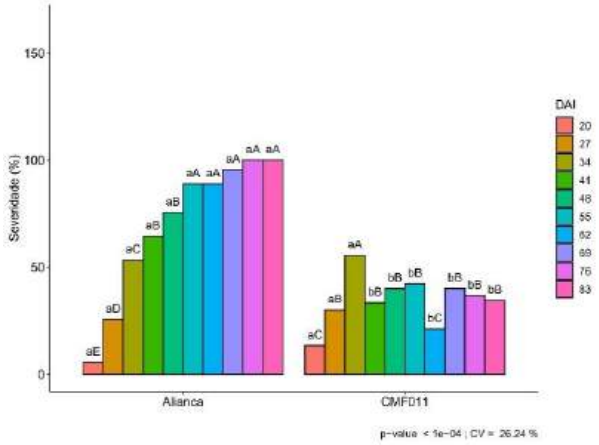


Figura 1 - Severidade do PRSV-P, o vírus da mancha anelar, em dois acessos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) após inoculação mecânica e mantidos em casa de vegetação.

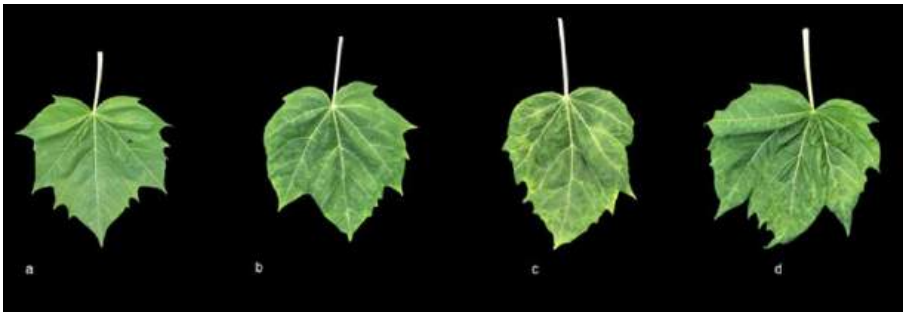


Figura 2 - Sintomas característicos de mancha anelar nas folhas do acesso CMF011 pertencente ao BAG de mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura após 83 dias de avaliação. (a) Folha sadia (controle); (b) Mosqueado e clareamento das nervuras; (c) Mosaico e início da deformação foliar; (d) Deformação foliar.

Os primeiros sintomas detectados na cultivar Aliança foram clareamento das nervuras, mosqueado e mosaico (Figura 3). O mesmo foi observado por Alviar, Cruz e Hautea (2012). Mas, algumas plantas da cultivar Aliança apresentaram formação de bolhas de cor verde intensa nas folhas e muita distorção foliar atingindo a nota máxima (9) da escala utilizada.

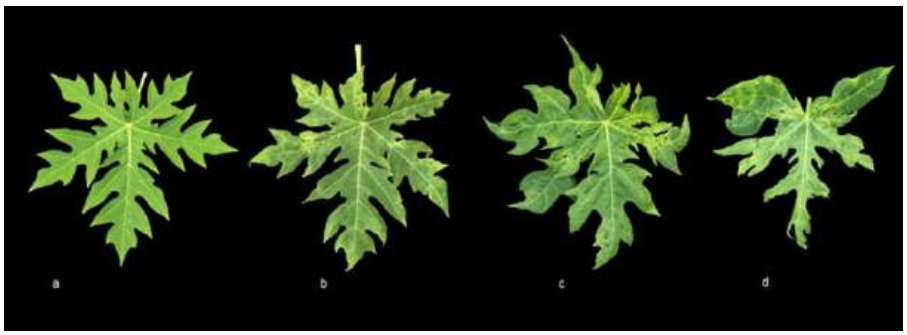


Figura 3 - Sintomas característicos de mancha anelar nas folhas da cultivar Aliança pertencente ao BAG de mamoeiro da Embrapa mandioca e fruticultura após 83 dias de avaliação. (a) Folha sadia (controle); (b) Mosqueado e clareamento das nervuras; (c) Mosaico e início da deformação foliar; (d) Deformação foliar.

O maior valor de AACPD foi observado na cultivar Aliança, indicando uma maior incidência e progressão da doença nas plantas da cultivar ao longo do período de avaliação (Figura 4)

.

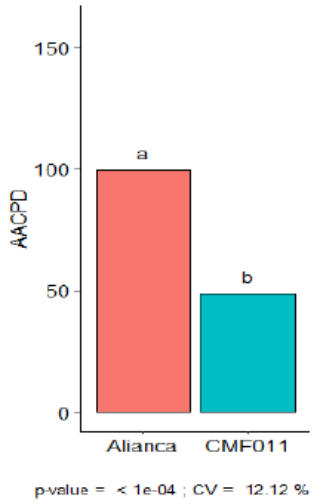


Figura 4 - Média da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença em dois acessos de *Carica papaya* L. (CMF011 e 'Aliança') aos 83 dias de avaliação após inoculação mecânica com isolado do PRSV-P e mantidas em casa de vegetação.

CONCLUSÃO

O acesso CMF011 foi considerado moderadamente resistente ao PRSV-P e pode ser utilizado no programa de melhoramento visando resistência a doenças da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

AGRADECIMENTOS

Á CAPES pela concessão da bolsa de doutorado. Á FAPESB, CNPq pela concessão das bolsas de apoio técnico e Bolsa IC-Cotas. Á Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, ao Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias e a Embrapa Mandioca e Fruticultura.

REFERÊNCIAS

ALVIAR, A. N.; CRUZ, F. C. S.; HAUTEA, D. M. Assessing the reponses of tolerant papaya (*Carica papaya* L.) varieties severity rating scale for resistance screening. **Philippine Journal of crop Science**, v. 37, n. 2, p. 20-28, 2012.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G.; BOSCH, F. The study of plant disease epidemics. St. Paul: **American Phytopathological Society Press**, 2017. 421p.

MCKINNEY, H. H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v. 26, p. 195-217, 1923.

MEISSNER FILHO, P. E.; BARBOSA, C. J.; NASCIMENTO, A. S. Vírus. In: RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. S. (Org.). Mamão - Fitossanidade. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 47-51, 2000.

NASCIMENTO, A. K. Q. *et al*. Viroses. p. 277-305. In: OLIVEIRA, A. M. G.; FILHO, P. E. M. **A cultura do mamoeiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

RODRÍGUEZ, M. D.; ALONSO, M.; TORNET, Y.; VALERO, L.; LORENZETTI, E. R.; PÉREZ, R. Evaluación de accesiones cubanas de papaya (*Carica papaya*) ante la mancha anular. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 1, p. 24-27, 2013.

STEVENS, W. A. Virology of flowering plants. **Brittonia**, v. 35, n. 3, 1983. 183p.

VIABILIDADE POLÍNICA EM ESPÉCIES SILVESTRES DE CARICÁCEAS COM POTENCIAL PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO

Juliana da Silva Lopes Pereira[1], Damares Lima Silva[1], José Augusto da Silva Santos[1], Hellen Cristina da Paixão Moura[1], Diego Fernando Marmolejo Cortes[1], Carlos Alberto da Silva Ledo[2]

[1]Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Cruz das Almas, BA. E-mail: pereiralopes.ju@gmail.com; damareslima1000@gmail.com; asilvasantos253@gmail.com; hellen.moura@ufrb.edu.br; diego.cortes@ufrb.edu.br;
[2]Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. E-mail: carlos.ledo@embrapa.br

INTRODUÇÃO

A família Caricaceae é composta por seis gêneros, sendo o gênero *Vasconcellea* o mais representativo, com um total de 21 espécies (Badillo, 2000). A espécie *Vasconcellea quercifolia* é uma planta conhecida como jaracatiá ou mamãozinho do mato, espécie silvestre próxima do mamoeiro (*Carica papaya* L.). O Brasil é atualmente um dos maiores produtores de mamão no mundo, o melhoramento genético desta fruta tropical vem alcançando avanços significativos, e *V. quercifolia* desempenha um papel crucial neste cenário. A espécie *V. quercifolia* tem destaque no melhoramento genético do mamoeiro, principalmente devido às suas características desejáveis, como a tolerância a condições ambientais adversas e a resistência a doenças que afetam o mamoeiro, como a mancha anelar causada pelo vírus PRSV-P (*Papaya ringspot virus*) (Damasceno Junior *et al*., 2010).

A resistência de *V. quercifolia* ao vírus PRSV-P é uma característica que pode ser transferida para *C. papaya* por meio de cruzamentos intergenéricos e uso de técnicas específicas o que é essencial para o desenvolvimento de cultivares resistentes (Razali; Drew, 2014). No gênero *Carica*, não existem fontes de resistência conhecidas (Razali; Drew, 2014).

Nesse contexto, outra espécie que se destaca é *Vasconcellea monoica*, devido às suas características importantes para a cultura do mamoeiro. Em *V. monoica*, a casca lisa e brilhante do fruto está associada a uma polpa firme, o que é diferente do encontrado em genótipos de *C. papaya*, onde, em geral, genótipos com casca lisa têm polpa menos firme do que aqueles com casca rugosa (Damasceno Júnior *et al*., 2010). Esses autores relatam que *V. monoica* pode ser uma fonte valiosa de características de qualidade do fruto e representa um germoplasma potencial a ser utilizado em programas de melhoramento do mamoeiro.

A viabilidade polínica desempenha um papel essencial no sucesso da polinização e na produção de sementes, variando tanto entre espécies quanto entre genótipos (Razali; Drew, 2014). Nos programas de melhoramento, a avaliação da viabilidade polínica é uma etapa fundamental no planejamento, pois permite a

seleção de plantas doadoras de pólen, aumentando as chances de sucesso nos cruzamentos e favorecendo a obtenção de descendentes com características superiores.

No ano de 2021, a Embrapa Mandioca e Fruticultura iniciou um programa de melhoramento visando à resistência à mancha anelar, por meio da introgressão de genes de resistência de *V. quercifolia* em *C. papaya*. A instituição tem empenhado esforços no estudo das espécies do gênero *Vasconcellea* para garantir o sucesso no planejamento e na execução desse programa.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a porcentagem da viabilidade polínica da *V. quercifolia* e *V. monoica*, pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi conduzido com os acessos BGCA 259 – *V. quercifolia* e BGCA 282 – *V. monoica*, cultivadas no Banco Ativo de Germoplasma de Mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura localizado em Cruz das Almas, Bahia. A região possui clima tropical quente e úmido, a precipitação média anual chega a 1170 mm, podendo variar entre 900 e 1300 mm, março a agosto são os meses onde há registros de maior precipitação (INMET, 2022). O preparo das lâminas foi realizado no Núcleo de Biologia Avançada da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Foram utilizados botões florais masculinos de *V. quercifolia* e de *V. monoica*. Para o teste de viabilidade foram coletados botões florais em antese e adicionados em etanol à 70%. Anteras de cada acesso foram esmagadas em uma gota do corante Alexander e após o preparo da lâmina, a mesma foi observada sob microscópio ótico em objetiva de 20x. Foram preparadas cinco lâminas por acesso e em cada lâmina foram contados 300 grãos de pólen sendo no total 1500 grãos de pólen contados por acesso. Grãos de pólen corados de vermelho púrpuro foram considerados viáveis e grãos de pólen corados de verde foram considerados inviáveis (Alexander, 1969). As lâminas foram submetidas à análise utilizando um fotomicroscópio Olympus BX51, que estava equipado com uma câmera digital Olympus DP175, fabricado pela (Olympus) em Tokyo, Japão.

A porcentagem de viabilidade polínica foi estimada empregando a seguinte expressão:

$$GPG(\%) = \frac{(GPVc)}{(GPTc)} \times 100$$

Onde: GPV = porcentagem de viabilidade polínica final; GPVc = número de grãos de pólen viáveis por campo; GPTc = total de grãos de pólen por campo.

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos (acessos) e cinco repetições sendo cada lâmina considerada como uma repetição. Os dados resultantes da variável GPV foram comparadas pelo teste t e o gráfico construído com o auxílio do programa R versão 4.01 (R Core Team 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar conforme a Figura 1 que a diferença de porcentagem de germinação de grãos de pólen entre as duas espécies é elevada, indicada pelo valor de "p" acima dos box plots (1.82e-11).

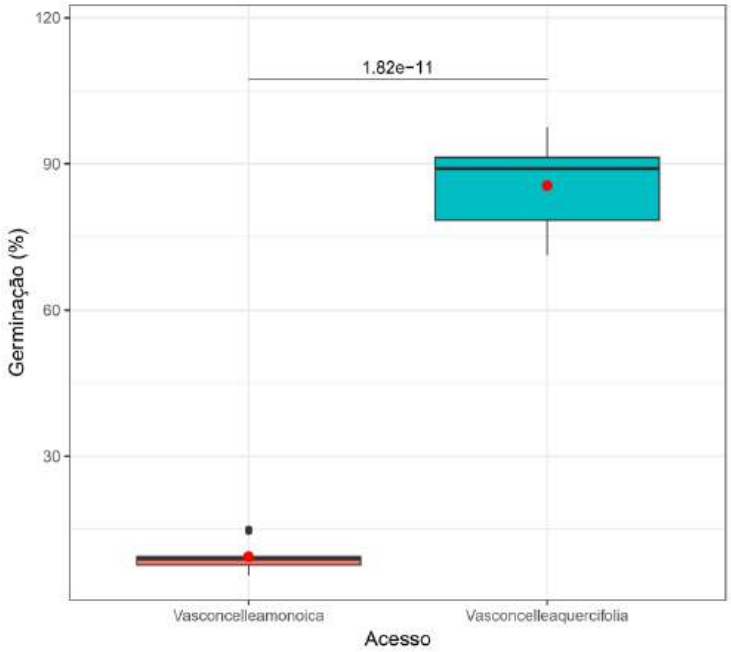


Figura 1 - Gráfico box plot das porcentagens de viabilidade dos grãos de pólen de *Vasconcellea monoica* e *Vasconcellea quercifolia*, pertencentes o Banco de Ativo de Germoplasma de Mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Isso sugere que a diferença entre as médias é estatisticamente significativa. O acesso BGCA - 282 *V. monoica* tem uma germinação baixa, com valores concentrados abaixo de 20%, o que se reflete em um box plot achatado e próximo do eixo inferior. O ponto vermelho indica a média da germinação, que está em torno de 10%. Em contrapartida, o acesso *V. quercifolia* tem uma germinação elevada, com valores acima de 80% e uma média próxima a 90%. O box plot é mais amplo, indicando uma maior variação nos dados, mas ainda assim, todos os valores estão em um intervalo elevado.

Verifica-se que, a *V. quercifolia* possui um índice maior de grãos de pólen viáveis (85,5%) em comparação com *V. monoica* (9,40%). Esse resultado difere do encontrado por Damasceno Junior *et al*. (2010), em que *V. monoica* teve um valor intermediário com média de viabilidade polínica de 70,93%. Os autores atribuem esse resultado as anormalidades meióticas observadas no mesmo estudo.

A espécie *V. monoica* habita regiões montanhosas, onde as temperaturas são mais amenas. Assim, as condições ambientais podem ter influenciado a viabilidade polínica, uma vez que fatores como solo, temperatura e umidade podem impactar essa viabilidade, além da variabilidade entre diferentes genótipos da mesma espécie. Outro aspecto a ser considerado é a disposição das flores masculinas, que são em maior número

em relação a flor feminina. Portanto, embora a viabilidade polínica possa ser relativamente baixa, ela pode ser compensada pela quantidade de flores masculinas e consequentemente maior número de anteras, o que aumenta as chances de sucesso na polinização. Os dados referentes à média de viabilidade polínica de *V. quercifolia* estão em consonância com outros estudos, como os de Silva *et al*. (2012) e Fleck *et al*. (2015).

Na Figura 2 pode ser observado grãos de pólen viáveis e inviáveis corados com solução tripla de Alexander. O corante Alexander é constituído por uma solução tríplice contendo fucsina ácida, que desempenha a função de colorir o citoplasma. Simultaneamente o verde malaquita é empregado para pigmentar a parede dos grãos de pólen, enquanto o Orange G é utilizado com a finalidade de intensificar as colorações, conforme descrito por Alexander (1969). As interações dessas substâncias com os grãos de pólen, resultam em variações de coloração, facilitadas pelo processo enzimático, que evidencia a viabilidade ou inviabilidade dos grãos (Kearns; Inouye, 1993).

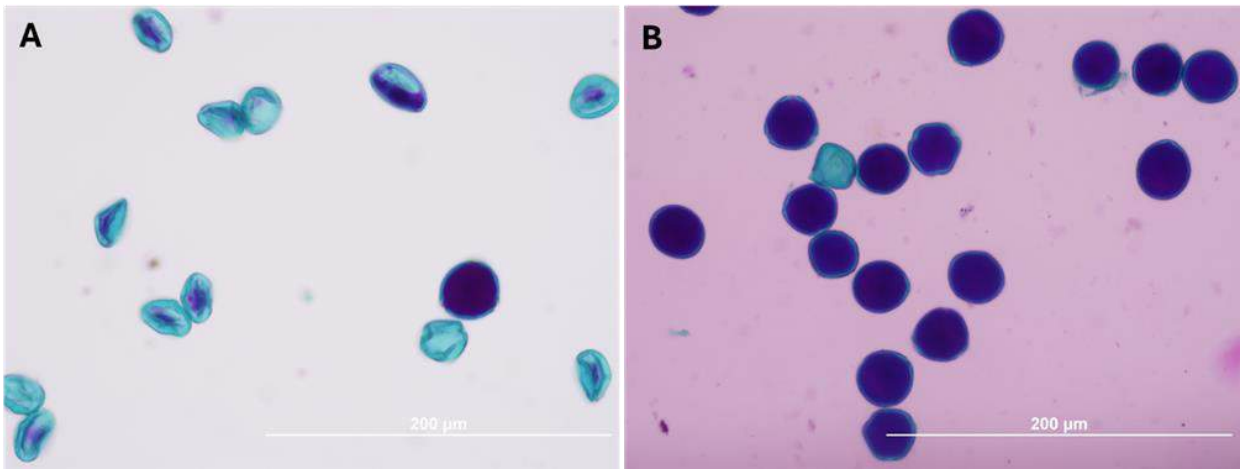


Figura 2 - Viabilidade polínica em espécies silvestres de caricáceas corada com solução tripla de Alexander: A - Grãos de pólen viáveis e inviáveis de *Vasconcellea monoica*. B - Grãos de pólen viáveis e inviáveis de *Vasconcellea quercifolia.*

Esses resultados podem ser explicados no processo de formação dos grãos de pólen onde ocorre em duas fases: microesporogênese e microgametogênese. Na microesporogênese, células mãe dos grãos de pólen passam por meiose, gerando micrósporos imaturos com núcleos generativos e vegetativos. Na microgametogênese, cada micrósporo sofre mitose para formar dois núcleos espermáticos e se modifica celularmente, resultando em um grão de pólen maduro (Mc Cormick, 1993).

CONCLUSÃO

O acesso BGCA - 282 (*V. monoica*) tem baixa porcentagem de viabilidade polínica com 9,40% e BGCA - 259 (*V. quercifolia*) tem alta porcentagem de viabilidade com 85,5%.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPESB pela concessão da bolsa IC-cotas (2023-2024). Ao CNPq pela bolsa de apoio técnico e à CAPES pela bolsa de doutorado. Também expressamos a nossa gratidão à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e à Embrapa Mandioca e Fruticultura pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M. P. Differential staining of aborted and non-aborted pollen. **Stain Technology**, v. 44, p. 117-122, 1969.

BADILLO, V. M. *Carica* L. vs *Vasconcella* St. Hil. (Caricaceae): con la rehabilitación de este último. **Ernstia,** v. 10, ser. 2, p. 74-79, 2000.

DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; FREITAS NETO, M.; PEREIRA, M. G. Meiotic behavior of *Carica papaya* and *Vasconcellea monoica*. **Caryologia,** v. 63, n. 3, p. 229-236, 2010.

FLECK, M.; BIONDO, E.; SANT'ANNA, V.; KOLCHINSKI, E.; KRYCKY, K. C.; CEMIN, P.; ZAMBIASI, I. C. Número cromossômico, comportamento meiótico e viabilidade de grãos de pólen em populações de *Vasconcellea quercifolia* A. St. Hill. (Caricaceae) nativas no Vale do Taquari/RS. **Revista Eletrônica Científica Uergs,** Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 19-24, 2015.

HERINGER, A. S. *et al*. Polyethylene glycol effects on somatic embryogenesis of papaya hybrid UENF/CALIMAN 01 seeds. ***Theoretical and Experimental Plant Physiology,*** v. 25, n. 2, p. 116-124, 2013.

KEARNS, C. A.; INOUYE, D. W. **Techniques for pollination biologist**. Niwot: University of Colorado, 1993. 583p.

Mc CORMICK S. Male gametophyte development. **The Plant Cell**, v. 5, p. 1265-1275, 1993.

RAZALI, R. H. M.; DREW, R. A review of PRSV-P resistance genes in *Vasconcellea* species and their application to PRSV-P resistance in *Carica papaya*. **Acta Horticulturae**, v. 1048, p. 65-74, 2014.

SILVA, E. N.; FREITAS NETO, M.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G. Meiotic behavior of wild Caricaceae species potentially suitable for papaya improvement. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, p. 52-59, 2012.

PORTE, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MAMOEIRO CNPMF-L78 E HÍBRIDOS NOS TABULEIROS LITORÂNEOS DO PIAUÍ

Maria Eduarda Lopes Guerra[1], Jaeveson da Silva[2], Patrícia Lígia Dantas de Morais[1], Livia Moreira Gadelha[1], Kaylanne Ferreira Praxedes[1], Ruan Fidelis da Silva[1]

[1]Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), Campus Mossoró. Mossoró, RN. E-mail: maria.guerra@alunos.ufersa.edu.br, plmorais@ufersa.edu.br, livia.gadelha@alunos.ufersa.edu.br, kaylanne.praxedes@alunos.ufersa.edu.br, ruan.silva78226@alunos.ufersa.edu.br; [2]Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMF). Cruz das Almas, BA. E-mail: jaeveson.silva@embrapa.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é cultivado no Brasil desde 1587, e tinha como um dos maiores produtores o estado de São Paulo até a década de 1970, porém com a ocorrência da virose mancha anelar, migrou para outros estados, possibilitada pelo melhoramento genético, que garantiu uma produção economicamente viável, adaptação climática, qualidade dos frutos e maior tolerância ou resistência a outras doenças e pragas (Embrapa, 2017)

Apesar do melhoramento genético no mamoeiro ter colaborado com uma produção em larga escala, a limitação de genótipos divergentes representa um desafio significativo para o melhoramento. A falta dessa diversidade diminui a base disponível de seleção de características desejáveis, como resistência a pragas e doenças, principalmente as viroses (Dantas *et al*., 2001). Portanto, um grande desafio é realizar cruzamentos com poucas opções disponíveis, dificultando a obtenção de variedades comerciais (Cattaneo, 2003).

Com as mudanças climáticas, como o aumento das temperaturas, pode ocorrer alta intensidade do ataque de pragas e doenças nas cultivares disponíveis, o que está gerando uma preocupação para os produtores, tendo em vista a imprevisibilidade da constância da produção (Oliveira, 2010).

Com o trabalho de melhoramento genético pode obter novas cultivares comerciais, podendo ser mais adaptadas e tolerantes aos fatores de supressão do crescimento das plantas e a produtividade e qualidade dos frutos. A partir das diversas linhagens geradas, pode-se obter híbridos com maior performance produtiva, além de maior estabilidade das características agronômicas e, assim, manter a qualidade dos frutos para atender o mercado de forma mais competitiva (Dantas *et al*., 2001). A abertura de áreas em novos ambientes de cultivo depende do sucesso desse processo de obtenção de novas cultivares comerciais.

O objetivo da pesquisa foi comparar a linhagem CNPMF-L78 e híbridos, obtidos do cruzamento com outras linhagens, com a cultivar comercial, considerando características de crescimento, produtividade e

qualidade de frutos, avaliadas nos Tabuleiros Litorâneos do Piauí, Parnaíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Parnaíba-PI (03°01'40.8"S e 41°46'21.9"W), no Distrito de Irrigação Tabuleiros Litorâneos do Piauí (DITALPI), no período de julho de 2022 a março de 2023 (8 meses de idade e 2 meses de colheita de frutos), utilizando sistema irrigado por microaspersão, em área da fazenda Parnaíba, pertencente a empresa Agrícola Famosa.

A região do município de Parnaíba encontra-se a 40 m de altitude, com clima do tipo Tropical Chuvoso, caracterizado por temperatura média de 27 ºC, precipitação média anual de aproximadamente de 400 mm e umidade relativa média em torno de 76% (Lima *et al*., 2008), estando situada sobre um Neossolo quartzarênico (Sampaio *et al*., 2008)

O experimento foi delineado em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da linhagem CNPMF-78, os híbridos CNPMF-78.099, CNPMF-78.128, CNPMF-78.131 e CNPMF-78.154, e a cultivar comercial 'Aliança'. As parcelas constaram no plantio inicial de 21 plantas, sendo três mudas por cova, e finalizando com sete plantas (após sexagem), no arranjo espacial 4,0 m x 1,40 m x 1,6 m (2.315 plantas/ha). Todo o manejo de irrigação, adubação, sexagem, desbastes e de pragas e doenças seguiu-se o utilizado pela fazenda.

Para tomadas de dados de campo do experimento, mediu-se a altura da planta (do solo ao ponto de crescimento) utilizando-se trena graduada em centímetros, o diâmetro do caule (à 25 cm de altura) utilizando-se paquímetro de madeira, o número de folhas (contagem), a altura do primeiro fruto formado (a partir do solo), o número de frutos com padrão comercial no cacho da planta (contagem), a massa média de frutos (pesagem em balança com variação de 0,5 g, medido no laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita na Universidade Rural do Semiárido, com um fruto/planta) e a produtividade de frutos (estimativa da massa média de frutos, o número de frutos e a população de plantas por hectare). Outras características, utilizando-se também um fruto por planta e tomadas em laboratório, foram o comprimento, o diâmetro, a relação comprimento/diâmetro, a espessura da casca, o diâmetro da cavidade interna e a espessura da polpa (por diferença), medidas obtidas com uso de paquímetro digital, milimetrado. Nas análises colorimétricas, utilizou-se colorímetro da marca Konica Minolta, modelo CR-410, que foi pulsado sobre duas partes do fruto com incidência de amadurecimento regular. O parâmetro de luminosidade (L*) com valores mais altos indica maiores distâncias do preto. A coordenada vermelho/verde (a*), quando os frutos estão maduros o valor será positivo e indica maior incidência do vermelho, quando negativo predomina no fruto o verde. A coordenada amarelo/azul (b*), quando positiva o fruto terá maior predominância do amarelo, quando negativa predomina o azul. Os sólidos solúveis totais foram obtidos por meio do suco obtido das polpas de frutos maduros, processado em liquidificador caseiro, e expressos em ºBrix, utilizando-se refratômetro digital da marca Atago, modelo pocket PAL-1.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias de variedades comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características de crescimento e produtividade de frutos das plantas de mamoeiro avaliadas encontram-se na (Tabela 1). O híbrido CNPMF-78.099 apresentou as menores alturas, o que indica maior precocidade de produção e, por consequência, longevidade do ciclo do pomar. Os híbridos CNPMF-78.128, CNPMF-78.131 e a linhagem CNPMF-78 apresentaram valores intermediários. Conceição (2021) verificou médias de alturas de planta para a CNPMF-78 de 1,22 m, aos seis meses, e de 1,99 aos 12 meses de cultivo do mamoeiro, indicando um crescimento mais acelerado nas condições dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí, que apresentam maiores médias de temperaturas e luminosidade total, e pelo manejo de cultivo dado pela empresa agrícola. A média da altura de inserção do primeiro fruto, de 1,04 m, foi aproximado do que foi observado neste trabalho.

Tabela 1 - Médias de características das plantas e frutos de mamoeiro. Parnaíba, PI, 2023

Variedade	Altura da planta (m)	Altura de inserção 1º fruto (m)	Diâmetro do caule (cm)	Folhas vivas (unid.)	Frutos comerciais (unid.)	Massa do fruto (g)	Produtividade (t ha^{-1})
CNPMF-78.099	1,85 c	0,89 b	26,2	24,2	21,0	673,5	32,3
CNPMF-78.128	2,13 b	0,99 b	30,0	27,7	25,2	584,0	33,3
CNPMF-78.131	2,23 b	1,16 a	29,5	26,5	39,5	550,0	52,3
CNPMF-78.154	2,53 a	1,24 a	26,7	27,5	28,5	503,0	32,3
CNPMF-78	2,28 b	1,01 b	30,7	29,2	27,2	603,0	41,4
Aliança	2,54 a	1,33 a	32,0	26,7	32,5	531,0	40,4
Média	2,26	110,5	29,2	27,0	29,0	574,2	38,7
Teste F	5,49**	15,27**	$1,85^{ns}$	$0,76^{ns}$	$1,93^{ns}$	$1,69^{ns}$	$0,75^{ns}$
CV (%)	9,8	7,9	11,4	14,1	31,8	16,2	46,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O diâmetro do caule apresentou média superior aos observados por Conceição (2021), para a CNPMF-78, que foram de 5,6 e 11,3, respectivamente aos 6 e 12 meses de idade do pomar. Valores de diâmetros semelhantes aos observados neste trabalho indica a alta adaptabilidade do mamoeiro do grupo Solo a região dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí, bem como de um adequado manejo fitotécnico dado pela empresa agrícola (Kist; Manica, 1995).

A média de frutos comerciais por planta, aos 8 meses após o plantio neste trabalho, ficou próximo ao observado, aos 9 meses após o plantio, por Conceição (2021), para a CNPMF L78, com 29 frutos. Com a

média da massa de frutos, de 574 g, estes podem ser classificados na faixa H (570 a 670 g), de pesos intermediários, numa classificação que vai de A (≤ 280 g) até o N (> 2.300 g) (Ceagesp, 2024). A produtividade, embora não detectados diferenças significativas entre os genótipos de mamoeiro provavelmente pelo coeficiente de variação elevada (CV = 46,8%, uso de apenas um fruto/planta), pode-se dividi-los em três grupos produtivos, de 33 t/ha (CNPMF-78.099, CNPMF-78.128 e CNPMF-78.154), de 41 t/ha (CNPMF-78 e 'Aliança') e de 52 t/ha (CNPMF-78.131). Conceição (2021) observou produtividade no primeiro ano de cultivo da linhagem CNPMF-78 de 56,3 t/ha, considerada de alta produtividade.

Na Tabela 2 encontram-se as médias das características físicas dos frutos. Conceição (2021) observou valores de comprimento do fruto (15,6 cm), diâmetro (8,7 cm), relação comprimento/diâmetro (1,8) e espessura de polpa (2,4) e de diâmetro da cavidade interna do fruto (4,5 cm) próximos aos obtidos neste trabalho. A espessura da polpa de pelo menos 2,0 cm é o considerado ideal para a comercialização (Martins *et al*., 2006). Frutos compridos são preferíveis comercialmente (CEAGESP, 2024), podendo ser mais perceptível com valores da relação comprimento/diâmetro a partir de 1,5. Valores maiores de espessuras de casca podem indicar resistência superior dos frutos a danos mecânicos (Venancio, 2021). Espessuras de casca para o mamão formosa estão na faixa de 0,20 cm e para solo de 0,23 cm (Rinaldi *et al*., 2010), inferiores aos valores médios obtidos neste trabalho, com maior destaque para a cultivar comercial 'Aliança'.

Tabela 2 - Médias de características físicas de frutos de mamoeiro. Parnaíba, PI, 2023

Variedade	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Relação Comprimento/ Diâmetro	Espessura da casca (mm)	Diâmetro da cavidade interna (cm)	Espessura da polpa (cm)
CNPMF 78.099	16,4 b	9,0	1,9 b	2,5 b	4,7 a	2,1 b
CNPMF 78.128	14,2 c	8,8	1,6 b	1,6 c	4,0 b	2,4 a
CNPMF 78.131	14,9 c	8,2	1,8 b	2,3 b	3,4 b	2,3 a
CNPMF 78.154	17,9 a	7,3	2,4 a	2,0 c	3,1 b	2,0 b
CNPMF L78	15,2 c	8,5	1,8 b	2,6 b	4,5 a	1,9 b
'Aliança'	13,4 c	8,2	1,6 b	3,5 a	4,7 a	2,4 a
Média	15,4	8,3	1,9	2,5	3,8	2,2
Teste F	10,76**	2,84^{ns}	13,42**	8,90**	5,41**	4,06*
CV (%)	6,24	8,6	8,6	18,1	14,6	9.1

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Skott=Knott, a 5% de probabilidade.

A colorimetria e o teor de sólidos solúveis dos frutos de mamoeiro dos genótipos encontram-se nas Tabela 3. Os parâmetros L*, a* e b* são capazes de expressar as mudanças de cor durante o amadurecimento tanto na casca, quanto na polpa (Venancio, 2021), e diferenças significativas nesses valores podem

comprometer o padrão de frutos para atender o mercado. Valores elevados de L* na casca indica maior luminosidade e que o fruto mesmo após maduro ainda tem uma coloração clara na sua casca, como ocorreu para a cultivar Aliança comparado com os híbridos e a linhagem. Quanto à coordenada amarelo/azul (b*), há indicação de que os frutos estão mais próximos da cor amarela do que azul, pelo seu valor positivo. A ausência de significância estatística da coordenada vermelho/verde (a), indica que os frutos amadureceram igualmente em todos os genótipos. Na colorimetria da polpa do fruto quanto à coordenada vermelho/verde (a*), indicou terem cores semelhantes e com amadurecimento uniforme. O mesmo aconteceu na coordenada amarelo/azul (b*), onde não houve diferença significativa, indicando que todos os genótipos têm um tom amarelado semelhante. Para frutos de mamoeiro do grupo Solo, Venancio (2021) obteve parâmetros de L* variando de 56,8 (inicial) a 57,5 (final), de c* entre 51,9 e 43,2 (que representa a variação de radiação no raio), e de h* entre 38,5 e 40,0 (que representa a variação do ângulo de tom).

Tabela 3 - Médias de características físico-químicas dos frutos de mamoeiro. Parnaíba, PI, 2023

Variedade	Casca			Polpa			SST
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
CNPMF-78.099	57,3 c	2,6	42,6 b	61,9 a	19,2	41,4	12,6
CNPMF-78.128	62,7 b	6,1	47,8 b	62,3 a	20,9	43,1	11,9
CNPMF-78.131	57,7 c	4,6	43,0 b	62,5 a	21,6	43,1	11,9
CNPMF-78.154	62,7 b	8,0	49,9 b	65,3 a	18,4	41,8	11,6
CNPMF-78	61,2 b	8,1	45,4 b	59,6 b	22,5	40,1	12,4
‘Aliança’	70,4 a	7,5	58,7 a	56,3 b	20,8	40,7	12,7
Média	62,0	6,1	47,9	61,3	20,6	41,7	12,2
Teste F	10,81**	1,48	7,58**	5,94**	$0,62^{ns}$	$0,51^{ns}$	$1,00^{ns}$
CV (%)	4,65	58,0	9,0	4,1	18,7	8,2	7,3

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade. L: luminosidade; a: coordenada vermelho/verde; b: coordenada amarelo/azul. SST: sólidos solúveis totais (ºBrix).

Os sólidos solúveis totais (SST) apresentaram valores acima dos padrões mínimos estabelecidos para a comercialização, que é o mínimo de 11 ºBrix (MAPA,2010), semelhante ao observado por Venancio (2021) e Conceição (2021), de 11,9 ºBrix. Valores de SST elevados são obtidos com o adequado manejo e em ambientes de temperaturas mais elevadas (Kist; Manica, 1995).

CONCLUSÃO

A linhagem CNPMF-78 e os híbridos apresentaram características de crescimento, produção e de qualidade de frutos competitivas com a cultivar comercial ‘Aliança’, indicando a possível disponibilidade de novas cultivares comerciais, com destaque para o híbrido CNPMF-78.131, com a produtividade de frutos.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Mandioca e Fruticultura e ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto e concessão de bolsas, à Agrícola Famosa pela logística para coleta de dados e disponibilizar suas lavouras para avaliações e a Ufersa pela disponibilidade do laboratório e apoio técnico nas análises.

REFERÊNCIAS

CEAGESP. Companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo. **Classificação de frutos de mamão.** 2024. Disponível em: https://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/mamao.pdf. Acesso em: 13 ago. 2024.

CONCEIÇÃO, L. V. **Predição da produtividade do mamoeiro por meio da inteligência computacional.** Cruz das Almas, BA, UFRB. 2021. 114 p. (Dissertação de mestrado).

DANTAS, J. L. L.; LIMA, J. F. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro: avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 617- 621, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mamão.** Disponível em: https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/mamao. Acesso em: 13 ago. 2024.

KIST, H.; MANICA, I. Densidades de plantio e características dos frutos do mamoeiro Formosa em clima subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 7, p. 931-937, 1995.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 4/2010:** regulamento técnico do mamão. 2010. Disponível em: https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/. Acesso em: 13 ago. 2024.

OLIVEIRA, E. J.; LIMA, D. S.; MACHADO, M. D.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; DANTAS, J. L. L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 855-862, 2010.

RINALDI, M. M.; LIMA, T. A.; ASCHERI, D. P. R. **Caracterização física de frutos de mamão e química de cascas e sementes.** Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, 18 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 263).

VENANCIO, C. S. **Revestimento de mamão havaí (*Carica papaya* L.) desenvolvido com filme de coproduto da indústria pesqueira adicionado de extrato de semente de pitomba (*Talisia esculenta* Radlk)**. Campo Mourão, UTFP, 2021. 103 p. (monografia de graduação em Engenharia de Alimentos).

YAMANISH, O. K.; MELLO, R. M.; LIMA, L. A.; MARTINS, V. A.; LIMA, L. A.; FAGUNDES, G. R. Comportamento do mamoeiro Sekati nas condições do oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 79-82, 2006.

PORTE, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MAMOEIRO L78 E HÍBRIDOS NO TABULEIRO DE RUSSAS, CEARÁ

Maria Eduarda Lopes Guerra[1], Jaeveson da Silva[2], Naama Jéssica de Assis Melo[1], Kaylanne Ferreira Praxedes[1], Lívia Moreira Gadelha[1], Ruan Fidelis da Silva[1]

[1]Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), Campus Mossoró. Mossoró, RN. E-mail: maria.guerra@alunos.ufersa.edu.br; naama.melo@ufersa.edu.br; kaylanne.praxedes@alunos.ufersa.edu.br; lívia.gadelha@alunos.ufersa.edu.br; ruan.silva78226@alunos.ufersa.edu.br.
[2]Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMF). Cruz das Almas, BA. E-mail: jaeveson.silva@embrapa.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), com frutos classificados em grupo Solo e Formosa, destaca-se como uma das frutíferas tropicais de maior relevância econômica no cenário agrícola global. Este fruto, amplamente cultivado em regiões tropicais e subtropicais, é valorizado tanto pelo seu sabor adocicado quanto pelas suas propriedades funcionais, que o tornam essencial na dieta de milhões de pessoas ao redor do mundo (Souza *et al*., 2009).

Apesar do cultivo significante, a cultura não possui alta divergência entre os genótipos disponíveis, dificultando o trabalho dos melhoristas. O melhoramento genético do mamoeiro visa o aumento da produtividade, maior qualidade dos frutos, maior tempo de prateleira, a resistência a doenças, com destaque para as viroses, e pragas, e a adaptação a condições ambientais adversas, como altas temperaturas, salinidade do solo e da água e solos de baixa fertilidade. Portanto, a baixa variabilidade genética observada nos programas de melhoramento do mamoeiro restringe as opções disponíveis para os melhoristas, dificultando a seleção e a combinação de características desejáveis para o desenvolvimento de novas cultivares (Oliveira *et al*., 2010).

O desenvolvimento de novas cultivares, mais adaptadas e resilientes, é uma necessidade urgente para assegurar a competitividade e a viabilidade econômica da produção de mamão no futuro. As estratégias principais de melhoramento genético atuais têm sido na seleção de linhagens promissoras, que pode ser utilizadas como cultivar comercial, como é o caso da maioria das cultivares do grupo Solo, e para a hibridação destas com linhagens do grupo Formosa, obtendo-se materiais com características que conferem maior produtividades e qualidade dos frutos, associados a precocidade, maior ciclo de produção e maior tolerância a altas temperaturas (Reis *et al*., 2015; Dantas *et al*., 2011; Costa, 2003).

O trabalho tem como objetivo comparar a linhagem CMF-L78 e híbridos com a cultivar comercial ‘Aliança’, todos do grupo Solo, observando as características de crescimento, produtividade e qualidade de

frutos, avaliadas nos Tabuleiros de Russas, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Russas, CE (04°57'30.1"S e 38°01'20.0"W), no Distrito de Irrigação do Perímetro Tabuleiro de Russas (DISTAR) no período de julho de 2022 a abril de 2023 (9 meses de idade e 3 meses de colheita de frutos), utilizando sistema irrigado por gotejamento, em área da Fazenda Rusbana, pertencente a empresa Agrícola Famosa.

Na área do DISTAR predomina o solo do tipo Neossolo Quartzarênico (Santos *et al*., 2018). O clima, segundo Köppen, é Bsh, seco, muito quente, com volume de precipitações de 720 mm, distribuídos irregularmente ao longo do ano (inverno úmido), e com temperatura média anual superior a 18 ºC. O trimestre fevereiro-abril é o mais chuvoso (50% da precipitação anual). Em médias anuais, a umidade relativa é de 60%, insolação de 2.900 horas, evaporação de 2.000 mm e velocidade do vento de 4,50 m/s (DNOCS, 2014).

O experimento foi delineado em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da linhagem CNPMF L78, os híbridos CNPMF 78.099, CNPMF 78.128, CNPMF 78.131, e a cultivar comercial ‘Aliança’. As parcelas constaram no plantio inicial de 21 plantas, sendo três mudas por cova, e finalizando com sete plantas (após sexagem). Utilizou-se o arranjo espacial 3,6 m x 1,6 m (1.736 plantas/ha). Todo o manejo de irrigação, adubação, sexagem, desbastes e de pragas e doenças seguiu-se o utilizado pela fazenda. As colheitas dos frutos foram realizadas considerando os estádios de maturação de 1 a 2. O pomar foi descontinuado por conta do alto índice da doença mancha-anelar (*Papaya ringspot virus* – PRSV-p) e o baixo estande de plantas com o processo de *Roguing*.

Para tomadas de dados, mediu-se a altura da planta (do solo ao ponto de crescimento) utilizando-se trena graduada em centímetros, o diâmetro do caule (80 a 100 cm de altura) utilizando-se paquímetro de madeira, a altura do primeiro fruto formado (a partir do solo), o número de frutos com padrão comercial no cacho da planta (contagem), a massa média de frutos (pesagem em balança com variação em 0,5 g, medido no laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita na Universidade Federal Rural do Semiárido, com um fruto/planta) e a produtividade de frutos (estimativa da massa média de frutos, o número de frutos e a população de plantas por hectare). Outras características, utilizando-se um fruto por planta, e tomadas somente em laboratório, foram o comprimento, o diâmetro do fruto, a relação comprimento/diâmetro, a espessura da casca e a cavidade do fruto, medidas obtidas com uso de paquímetro digital, milimetrado. Os sólidos solúveis totais foram obtidos por meio do suco obtido das polpas de frutos maduros, processado em liquidificador caseiro, e expressos em ºBrix, utilizando-se refratômetro digital da marca Atago, modelo pocket PAL-1.

Os dados foram submetidos a análise de variância, pelo teste F, e as médias de genótipos comparados pelo teste de Tukey ou teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o software Sisvar (Ferreira, 2011) para auxílio nas análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de genótipos de crescimento e produtividade foram divergentes ($p < 0,01$), podendo ser observadas na Tabela 1. A média de altura de inserção dos primeiros frutos estão acima daquela observada por Alonso *et al*. (2008) e Barros *et al*. (2015). Alturas de plantas e de inserção do primeiro fruto menores oferecem maiores precocidade e, por conseguinte, aumento do ciclo de produção pelas plantas. Locais com maiores temperaturas médias ao longo do ano favorecem o crescimento das plantas logo no primeiro ciclo, reduzindo o tempo de colheita pela limitação no uso de plataformas de colheita (altura de segurança) e redução do tamanho do cacho, disponibilizando poucos frutos comerciais (Dantas *et al*., 2013). Plantas muito altas tendem a apresentar entrenós mais compridos, frutos mais espaçados e um ciclo de produção menor (Martins *et al*., 2013).

Tabela 1 - Médias das características físicas das plantas e frutos do mamoeiro. Russas, CE, 2023

Variedade	Altura da planta (m)	Altura de inserção do 1º fruto (m)	Diâmetro do caule (cm)	Frutos comerciais (unid.)	Massa do fruto (g)	Produtividade (t ha^{-1})
CNPMF 78.099	2,4 b	1,05 b	11,9 b	59,4 a	583,1 a	60,9 a
CNPMF 78.128	2,4 b	1,14 b	12,6 b	69,4 a	615,2 a	74,8 a
CNPMF 78.131	2,5 a	1,19 a	12,4 b	43,3 b	479,7 b	36,1 b
CNPMF 78.154	2,6 a	1,27 a	11,4 b	23,6 c	410,8 b	17,2 c
CNPMF L78	2,5 a	1,12 b	13,5 a	48,4 b	564,2 a	47,4 b
'Aliança'	2,5 a	1,27 a	13,3 a	58,8 a	425,9 b	43,2 b
Média	2,5	1,17	12,5	50,5	513,2	46,6
Teste F	3,68**	6,10**	5,54**	11,09**	12,21**	11,16**
CV, %	3,7	6,1	5,4	19,0	9,6	25,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste T a 5% de probabilidade.

O diâmetro do caule apresentou médias maiores que o obtido por Barros *et al*. (2015), o que é um indicativo de plantas mais vigorosas, com maior capacidade de sustentação do cacho de frutos, sendo que essa característica está diretamente ligada a um maior potencial produtivo da planta (Fraife Filho *et al*., 2001).

Exceto para o híbrido CNPMF 78.154, o número de frutos comerciais por planta foi significativo para as variedades analisadas, com expectativa de valores superiores aos obtidos por Barros *et al*. (2015), que avaliou o total de frutos (comerciais e refugos/deformados), no norte do Espírito Santo, em linhagens, híbridos e a cultivar comercial Golden, todos do grupo solo. Com a massa média de frutos, dentro dos padrões estabelecidos por Dias *et al*. (2011), de 350 g a 600 g, visando o mercado internacional e nacional (Ferreira *et al*., 2020), verificou-se uma produtividade de frutos, também dentro da média esperada para o primeiro ano de cultivo do mamoeiro, de 60 t ha^{-1} (Yamanishi *et al*., 2006), com os híbridos CMPMF 78.099 e CMPMF 78.128,

indicando como genótipos para alta produtividade.

As características de diâmetro e espessura de casca, como as únicas características do fruto que apresentaram significância estatística ($p < 0,01$) entre os genótipos de mamoeiros avaliados (Tabela 2), pode indicar a presença de frutos mais arredondados para aquelas com maiores diâmetro (relação comprimento/diâmetro menores), embora com valores aproximados, e, pela segunda característica, com maior resistência ao transporte considerando que o mínimo de espessura da casca é de 2,0 mm, com destaque para o CNPMF L78. O diâmetro interno da cavidade assemelhou-se aos observados por Yamanishi *et al*. (2006), sendo que menores diâmetros da cavidade interna indicam maior espessura de polpa, e associado a espessura da casca (Dias *et al*., 2011). Considerando a espessura da polpa, embora não significativo, a linhagem L78 e os híbridos apresentaram rendimento de polpa superior a cultivar Aliança, variando de 5,5 a 23,0%.

Tabela 2 - Média das características físico-químicas dos frutos de mamoeiro. Russas, CE, 2023

Variedade	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Relação Comprimento/ Diâmetro	Espessura de Casca (mm)	Diâmetro da cavidade interna (mm)	Espessura de polpa (mm)	Sólidos solúveis totais (%)
CNPMF 78.099	14,78	8,6 ab	1,7	4,2 a	46,8	42,5	12,4
CNPMF 78.128	14,6	8,9 a	1,6	4,1 a	49,0	44,9	12,7
CNPMF 78.131	13,8	8,4 ab	1,6	3,5 b	45,2	41,6	13,3
CNPMF 78.154	14,0	7,4 b	1,9	3,6 b	42,1	38,5	12,9
CNPMF L78	14,5	8,4 ab	1,7	4,9 a	44,2	39,5	11,9
‘Aliança’	13,1	8,1 ab	1,6	3,0 b	39,6	36,5	13,5
Média	14,1	8,3	1,7	3,9	44,5	40,6	12,8
Teste F	6,27**	3,10**	$2,0^{ns}$	3,64*	$2,06^{ns}$	$1,66^{ns}$	$2,27^{ns}$
CV, %	3,4	7,0	9,1	17,8	10,5	11,6	6,1

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste T a 5% de probabilidade.

O comprimento e o diâmetro dos frutos foram semelhantes aos obtidos por Reis *et al*. (2015), dentro do padrão de frutos que são preferíveis para exportação, pequenos e com polpa avermelhada.

O teor de sólidos solúveis apresentou valores acima de 11%, que é o mínimo indicado para consumo humano (MAPA, 2010).

CONCLUSÃO

A produtividade dos híbridos CNPMF 78.099 e CNPMF 78.128, bem superiores ao demais, inclusive a cultivar comercial ‘Aliança’, os qualificam para serem mais bem avaliados, considerando manejos específicos e áreas comerciais, visando a qualidade dos frutos para o padrão e aceitação comercial. A microrregião dos Tabuleiros de Russas indicou-se adequadas para o cultivo do mamoeiro do grupo Solo,

considerando principalmente por ser um ambiente semiárido, com maiores chances da ocorrência da carpeloidia.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Mandioca e Fruticultura e ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto e concessão de bolsas, à Agrícola Famosa pela logística para coleta de dados e disponibilizar suas lavouras para avaliações e a Ufersa pela disponibilidade do laboratório e apoio técnico nas análises.

REFERÊNCIAS

ALONSO, M.; TORNET, Y.; RAMOS, R.; FARRÉS, E.; CASTRO, J.; RODRÍGUEZ, M. C. Evaluación de tres cultivares de papaya del Grupo Solo basada em caracteres de crecimiento y productividad. **Cultivos Tropicales,** La Habana, v. 29, n. 2, p. 59-64, 2008.

BARROS, F. L. S.; KUHLCAMP, K. T.; MOREIRA, S. O.; ARANTES, S. D.; MONTEBELLER, C. A. Desempenho agronômico de novos híbridos e linhagens de mamoeiro do grupo Solo na região de Pinheiros-ES. In.: Simpósio do Papaya Brasileiro, 6. Vitória, ES. Tecnologia de produção e mercado para o mamão brasileiro: **Anais...** Vitória, ES: Incaper, 2015. CD-ROM.

COSTA, A. F. S. **Aspectos gerais do melhoramento do mamoeiro.** Papaya Brasil, 2003. Disponível em: https://biblioteca.incaper.es.gov.br. Acesso em: 30 ago. 2024.

DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, E. J.; PEREIRA, M. G.; CATTANEO, L. F. **Melhoramento Genético do mamoeiro no Brasil.** 2011. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 30 ago. 2024.

DANTAS, R. P.; SILVA, J.; NEGREIROS, A. M. P.; ARRAIS, I. G.; SILVA, J. R. Avaliação agronômica e da qualidade de frutos de genótipos de mamoeiro em Mossoró – RN. In.: Jornada Científica, 7. Cruz das Almas, BA, Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2013.

DIAS, L. P. D.; OLIVEIRA, E. J.; DANTAS, J. L. L. Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agronômicos e estimação de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 46, n. 11, p. 1471-1479, 2011.

DNOCS (Brasil). Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. **Perímetro irrigado Tabuleiro de Russas.** Disponível em: http://www.dnocs.gov.br/. Acesso em: 13 jul. 2014.

FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, O.; SILVA, C. A.; NASCIMENTO, A. L.; SCHMILDT, E. R.; ALEXANDRE, R. S.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A.; OLIVEIRA V. S. Dimensionamento amostral para frutos em cultivares comerciais de mamoeiro avaliados a campo. **Revista Ifes** Ciência, v. 6, n. 4, p. 67-77, 2020.

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

FRAIFE FILHO, G. A.; DANTAS, J. L. L.; LEITE, J. B. V.; OLIVEIRA, J. R. P. Avaliação de variedades de mamoeiro no extremo sul da Bahia. **Magistra,** v. 13, p. 37-41, 2001.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2010. **Instrução Normativa 4/2010: Regulamento técnico do mamão.** 2010.

MARTINS, M. L. **Avaliação agronômica de genótipos de mamoeiro em Mossoró, RN** (Monografia). Mossoró, UFERSA, 2013, 41p.

OLIVEIRA, E. J.; LIMA, D. S.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; DANTAS, J. L. L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por plantas em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 45, n. 8, p. 855-862, 2010.

REIS, R. C.; VIANA, E. S.; JESUS, J. L.; DANTAS, J. L. L.; LUCENA, R. S. Caracterização físico-química de frutos de novos híbridos e linhagens de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 50, n. 3, p. 210-217, 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SOUZA, T. V.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; LEDO, C. A. S. Avaliação física e química de frutos de mamoeiro Tainung nº 1, fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias,** Recife, v. 4, n. 2, p. 179-184, 2009.

YAMANISHI, O. K.; MELLO, R. M.; MARTINS, V. A.; LIMA, L. A.; FAGUNDES, G. R. B. Comportamento do mamoeiro Sekati nas condições do Oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 28, n. 1, 2006.

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE NOVOS GENÓTIPOS DE MAMOEIRO

Rafaela Barreto Cazaroto Grobério[1], Militino Paiva Carrafa[1], Édlen dos Santos Bonelá[1], Omar Schmildt[2], Adriel Lima Nascimento[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1], Edilson Romais Schmildt[1]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus São Mateus. São Mateus, ES. E-mail: rafaela.cazaroto@edu.ufes.br; militinocarrafa@hotmail.com; edlen.bonela@edu.ufes.br; adriellima23@gmail.com; edilson.schmildt@ufes.br; [2]EEEFM Armando Barbosa Quitiba. Sooretama, ES. E-mail: omarschmildt@gmail.com; [3]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), pertencente à família Caricaceae, é uma das frutíferas mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Poltronieri *et al*., 2020). Originária da América Central e do México, esta planta é reconhecida pelos múltiplos benefícios medicinais de suas partes, incluindo frutos, raízes, folhas e sementes (Kong *et al*., 2021).

No âmbito econômico, a Índia, República Dominicana, México e Brasil aparecem como principais responsáveis pela produção mundial em 2022 (FAO, 2024). No Brasil, os estados Espírito Santo e Bahia lideram a produção nacional, representando aproximadamente 67% do total produzido no país (IBGE, 2022).

Apesar do sucesso na produção de mamão no país, essa cultura enfrenta desafios significativos, destacando-se a limitada quantidade de genótipos comerciais atualmente utilizados, o que resulta em baixa variabilidade genética nas plantações. Essa baixa diversidade genética pode comprometer o desenvolvimento da cultura e sua capacidade de resposta a pragas, doenças e mudanças climáticas. É essencial aumentar a diversidade de cultivares para reduzir a dependência de um único genótipo no mercado (Nascimento *et al*., 2019).

A demanda por cultivares de mamão que atendam aos requisitos dos mercados nacional e internacional é atualmente uma questão que impulsiona os esforços do melhoramento (Poltronieri *et al*., 2017). Programas de melhoramento, que utilizam técnicas de hibridização têm aumentado a variabilidade genética dessa cultura com o objetivo de gerar genótipo com características agronômicas aprimoradas e maior resistência a doenças (Marin *et al*., 2006). Assim, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar as características agronômicas de novos genótipos de mamoeiro com o intuito de realizar uma seleção para futuro uso em sistemas produtivos de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Santa Terezinha, pertencente à empresa Caliman Agrícola

S.A., localizada em Linhares, Espírito Santo. A propriedade está situada em uma região com coordenadas 19°11'49"S e 40°05'52"W, caracterizada por um clima Aw segundo a classificação de Köppen, quente e úmido, com estação seca no inverno e chuvosa no verão (Álvares *et al*., 2013).

Utilizou-se, no experimento, genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.), desenvolvidos em colaboração entre a Universidade Federal do Espírito Santo *Campus* São Mateus e a Caliman Agrícola S.A. Aos oito meses após o plantio, foram analisadas quinze características agronômicas (altura de plantas, diâmetro do caule, altura de inserção do primeiro fruto, comprimento do pecíolo foliar, comprimento do limbo foliar, número de frutos por planta, peso médio de fruto, comprimento de fruto, diâmetro de fruto, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis, produtividade, produtividade por área, diâmetro da copa e área ocupada por uma planta) em doze genótipos: BSAG x THB; JS12 x BSAG; BOG x THB; UC01 x BOG; JS12 x BOG; 72/12 x BOG1-3; BOG1-3; BOG1-12; BOV; BSAG; THB e 72/12.

A altura das plantas, altura de inserção do primeiro fruto, comprimento do pecíolo e do limbo foliar foram medidos com régua, enquanto o diâmetro do caule foi aferido com paquímetro digital. O número de frutos por planta foi contado diretamente. O peso médio dos frutos foi medido com balança de precisão e expresso em kg. O comprimento e diâmetro dos frutos foram medidos com paquímetro digital. A firmeza da polpa foi medida em MPa com um penetrômetro analógico PTR-100 e o teor de sólidos solúveis foi determinado em °Brix com um refratômetro digital ATAGO® PAL-1.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com três repetições. Foram avaliadas seis plantas por parcela, conforme o tamanho ótimo de parcela sugerido por Schmildt *et al*. (2016).

As sementes foram semeadas em abril de 2019 na casa de vegetação da fazenda, em bandejas plásticas com capacidade para 162 tubetes, utilizando o substrato Bioplant®, com adição de NPK e micronutrientes de liberação controlada. Após 30 dias, as mudas foram transplantadas para o campo, com três mudas por cova, espaçadas em 3,6 m entre linhas e 1,5 m entre plantas na fila. Noventa dias após o plantio, realizou-se o desbaste, selecionando apenas as plantas hermafroditas, resultando em uma densidade de 1.852 plantas por hectare.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando análise de variância, seguida pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, utilizando o pacote *ExpDes.pt*. Em seguida, foi realizada a análise de componentes principais (PCA) utilizando o pacote *MultivariateAnalysis*. Todas as análises foram conduzidas no software R (R Core Team, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, observa-se diferença estatística entre os genótipos para todas as características agronômicas avaliadas, com significância de 1% pelo teste de F, e tal diferença evidencia a ocorrência de variabilidade entre os genótipos.

Concernente a altura de planta (AP) o teste de agrupamento demostrou a formação de três grupos: um

de plantas mais altas, composto por 72-12, 72-12 x BOG1-3 e UC01 x BOG1-3; um de altura intermediária, incluindo JS12 x BSAG, THB; JS12 x BOG1-3, BOG1-3 x THB e BSAG x THB; e de menor altura, abrangendo BOG1-12; BOG1-3; BSAG e BOV, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Características agronômicas dos 12 genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.)

Genótipo	Características vegetativas[1]				
	AP	DC	AIPF	CPF	CLF
BSAG x THB	178,91 b[2]	9,40b	69,81 b	63,55 b	37,24 b
JS12 x BSAG	192,78 b	9,53 b	66,15 b	73,52 a	40,79 a
BOG1-3 x THB	185,02 b	9,63 b	70,13 b	63,91 b	37,12 b
UC01 x BOG1_3	208,47 a	10,71 a	66,77 b	77,02a	42,56 a
JS12 x BOG1-3	187,83 b	9,98 b	61,75 b	76,67 a	43,08 a
72-12 x BOG1-3	216,28 a	11,58 a	82,72a	78,64 a	40,03 a
BOG1-3	125,67 c	8,60c	34,33 c	37,62 d	29,17 c
BOG1-12	127,00 c	8,10 c	35,73 c	37,31 d	29,50 c
BOV	117,67 c	9,06 b	33,67 c	39,52 d	30,33 c
BSAG	118,67 c	9,61 b	34,67 c	55,83 c	37,50 b
72-12	221,20 a	10,68 a	81,70 a	76,36 a	38,71 b
THB	191,14 b	10,72 a	69,91 b	73,92 a	40,85 a
Genótipo	Características reprodutivas				
	NFP	PMF	DF	CF	PEP
BSAG x THB	40 f	364,33 d	7,67 d	12,73 d	38,65 d
JS12 x BSAG	42 f	1028,00 a	10,47 a	19,87 a	80,15 a
BOG1-3 x THB	39 f	527,67 c	8,73 c	13,73 c	38,65 d
UC01 x BOG1-3	48 e	722,67 b	9,63 b	16,20 b	65,36 b
JS12 x BOG1-3	47 e	1062,33 a	10,43 a	21,00a	91,68 a
72-12 x BOG1-3	75 a	405,67 d	8,26 c	11,97 d	56,28 c
BOG1-3	68 b	295,23 d	7,68 d	10,45 e	36,89 d
BOG1-12	69 b	288,24 d	7,65 d	10,17e	36,67 d
BOV	77 a	295,40 d	8,03 d	11,10 e	41,92 d
BSAG	58 c	406,40 d	8,06 d	11,83 d	43,67 d
72-12	65 b	409,00 d	8,43 c	12,57 d	49,40 c
THB	54 d	565,00 c	8,63 c	15,27 c	56,53 c
Genótipo	Características físico-químicas				
	FP	TSS	DCO	ACP	PEM
BSAG x THB	2,10 a	12,33 c	210,97 b	3,50 b	41,85 d
JS12 x BSAG	1,90 a	14,13 a	238,15 a	4,46 a	96,49 b
BOG1-3 x THB	1,85 b	12,30 c	211,68 b	3,52 b	59,20 c
UC01 x BOG1-3	1,72 c	13,87 a	247,91 a	4,83 a	71,74 c
JS12 x BOG1-3	1,69 c	14,07 a	249,48a	4,88 a	101,31 b
72-12 x BOG1-3	1,90 b	12,77b	248,91a	4,86 a	62,23 c
BOG1-3	2,20 a	12,07 c	142,16 d	1,58 d	125,48 a
BOG1-12	2,10 a	12,17 c	141,72 d	1,57 d	125,84 a
BOV	1,90 b	13,07 b	148,78 d	1,74 d	130,78 a
BSAG	2,17 a	12,20 c	196,28 c	3,01 c	78,36 c
72-12	1,85 b	13,07 b	240,82 a	4,56 a	58, 75 c
THB	1,90 b	12, 27 c	240,26 a	4,53 a	67,36 c

[1]AP = Altura de plantas; DC = Diâmetro do caule; AIPF = altura de inserção do primeiro fruto; CPF = comprimento do pecíolo foliar; CLF = comprimento do limbo foliar; NFP = número de frutos por planta; PMF = peso médio de fruto; CF = comprimento de fruto; DF = diâmetro de fruto; PEP = produtividade espaçamento padrão em tonelada por hectare; FP = firmeza da polpa; TSS = teor de sólidos solúveis. PEM = produtividade em espaçamento menor em tonelada por hectare; DCO = diâmetro da copa; ACP = área ocupada por uma planta;

[2] A média seguida pela mesma letra na coluna não apresenta diferença significativa entre si conforme o teste de agrupamento de Scott-Knott ($p < 0,05$).

A menor altura de planta no mamoeiro é vantajosa para facilitar a colheita e aumentar a resistência a ventos fortes (Brewer *et al*., 2021). Além disso, a precocidade está diretamente associada com a menor AP e altura de inserção do primeiro fruto (AIPF), pois plantas que florescem cedo tendem a produzir mais frutos e por período prolongado, resultando em economia nos custos de renovação da lavoura (Silva *et al*., 2017).

A análise de componentes principais (PCA) é apresentada na Figura 2 onde percebe-se que 85,54% de toda variabilidade genética é explicada pelo gráfico bidimensional. No que se refere a relação entre as características, percebe-se que as plantas de menor porte estão mais correlacionadas com a maior produtividade, o que faz parte do ideótipo para o mamoeiro. Segundo Santana *et al*. (2021), o ideótipo do mamoeiro deve incluir características como baixo porte, baixa altura de inserção das primeiras flores, precocidade e alta produtividade. Outra relação importante, neste trabalho, é que o teor de sólidos solúveis (TSS) mostrou-se positivamente correlacionado com o peso, o comprimento e o diâmetro dos frutos, indicando que frutos maiores também tendem a ser mais doces, um atributo altamente valorizado pelos consumidores. No entanto, vale salientar que essa associação entre frutos maiores e maior doçura observada neste trabalho é atribuída ao genótipo dos genitores utilizados, o que influenciou nessas características nos novos genótipos avaliados.

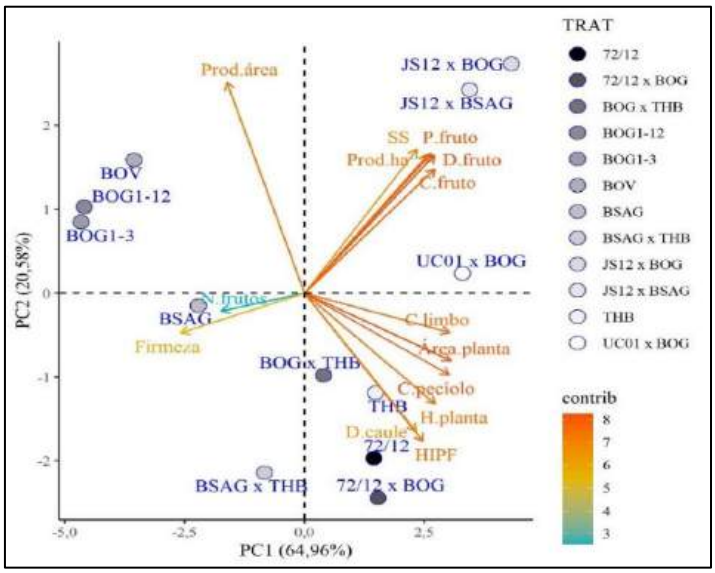


Figura 2 - Análise de componentes principais (PCA) para os doze genótipos de mamoeiro.

Com base nos resultados, há uma variação genotípica significativa entre os acessos de mamoeiro em relação às características agronômicas avaliadas. Os resultados deste estudo estão alinhados com pesquisas anteriores, como as de Quintal *et al*. (2012), Nascimento *et al*. (2018) e Nascimento *et al*. (2019), que também exploraram a diversidade genética entre acessos de mamoeiro usando variáveis agronômicas. Compreender essas variações genéticas e ambientais, conforme destacado por Dias *et al*. (2011), é essencial para um melhoramento eficiente e para avanços na cultura do mamoeiro.

CONCLUSÃO

As variedades de mamoeiro BOG1-3, BOG1-12 e BOV foram selecionados para o grupo Solo e os híbridos JS12 x BOG1-3 e JS12 x BSAG para o grupo Formosa, sendo esses genótipos alternativas interessantes a serem exploradas em novas avaliações para posterior possibilidade de indicação para produtores de mamão.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G.A. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BREWER, S.; PLOTTO, A.; BAI, J.; CRANE, J.; CHAMBERS, A. Evaluation of 21 papaya (*Carica papaya* L.) accessions in southern Florida for fruit quality, aroma, plant height, and yield components. **Scientia Horticulturae**, v. 288, p. 110387, 2021.

DIAS, N. L. P.; OLIVEIRA, E. J.; DANTAS, J. L. L. Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agronômicos e estimação de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 11, p. 1471-1479, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457. Acesso em: 29 mai. 2024.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Culturas e produtos pecuários:** quantidades de produção de mamão por país. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize. Acesso em:10 jun. 2024.

QUINTAL, S. S. R.; VIANA, A. P.; GONÇALVES, L. S. A.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Divergência genética entre acessos de mamoeiro por meio de variáveis morfoagronômicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 131-142, 2012.

MARIN, S. L. D.; PERERIA, M. G.; AMARAL JR., A. T.; MARTELETTO, L. A. P.; IDE, C. D. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 6, p. 540-546, 2006.

NASCIMENTO, A. L.; FERREGUETTI, G. A.; KRAUSE, W.; ALEXANDRE, R. S.; CAVATTE, P. C.; AMARAL, J. A. T. Obtaining and evaluating new hybrids of papaya tree. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 7, p. 146-155, 2018.

NASCIMENTO, A. L.; SCHMILDT, O.; FERREGUETTI, G. A.; KRAUSE, W.; SCHMILDT, E. R.; CAVATTE, P. C.; AMARAL, J. A. T. Genetic diversity of segregating *Carica papaya* genotypes using the Ward-MLM strategy. **Genetics and Molecular Research**, v. 18, n. 2, p. gmr18186, 2019.

POLTRONIERI, T. P. S.; SILVEIRA, S. F.; VIVAS, M.; SANTA CATARINA, R.; CORTES, D. F. M.; AZEVEDO, A. O. N.; PEREIRA, M. G. Selecting black-spot resistant papaya genotypes derived from

backcrossing and hybrids. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2017.

POLTRONIERI, T. P. S.; SILVEIRA, S. F.; VIVAS, M.; SANTA-CATARINA, R.; AZEVEDO, A. O. N.; SANTOS, P. H. D.; VETTORAZZI, J. C. F.; RAMOS, H. C. C.; PEREIRA, M. G. Topcross hybrids in papaya: genes derived from backcrossing provide resistance to multiple diseases. **Crop Protection**, v. 137, p. 105240, 2020.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing. R version 4.4.1 (2024-06-14), Vienna.

SANTANA, J. G. S.; RAMOS, H. C. C.; MIRANDA, D. P.; SANTA CATARINA, R.; VETTORAZZI, J. C. F.; POLTRONIERI, T. P. S.; DUARTE, R. P.; PIROVANI, A. A. V.; BOHRY, D.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PEREIRA, M. G. Genotype analysis by trait is a practical and efficient approach on discrimination of inbred lines and identification of papaya (*Carica papaya* L.) ideotypes for fruit quality. **Euphytica**, v. 217, n. 6, e129, 2021.

SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; CRUZ, C. D.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. S. Optimum plot size and number of replications in papaya field experiment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 2, p. e-373, 2016.

AVALIAÇÃO DESCRITIVA DE FAMÍLIA SEGREGANTE DE MAMOEIRO DO GRUPO FORMOSA

Rayla Nemis de Souza[1], Willian Krause[2], Daniele Brick Moreira[1], Dayane Castro Silva[2], Eileen Santos Azevedo[2]

[1]Rede Pró-Centro-Oeste de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação. Tangará da Serra, MT. E-mail: rayla.ns@outlook.com; daniele.moreira@unemat.br; [2]Universidade do Estado de Mato Grosso. Tangará da Serra, MT. E-mail: krause@unemat.br; daykastro@gmail.com; eileen.azevedo@unemat.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), apesar de ser considerado uma frutífera de grande importância econômica para o agronegócio nacional e internacional, ainda possui limitado número de cultivares desenvolvidas, principalmente adaptadas às grandes regiões produtoras (Dantas; Lima, 2001; Silva *et al*., 2018). Um dos objetivos dos programas de melhoramento genético da cultura inclui o lançamento de novas variedades, por meio de novos cruzamentos, que possam ser mais adaptadas, considerando principalmente as mudanças climáticas que vão gerar novas demandas.

A investigação quantitativa trabalha com informações numéricas e a divulgação dos seus achados é sintetizada através de dados compilados, organizados em tabelas ou gráficos. A tabela exibe as informações detalhadas, possibilita a análise simultânea de várias variáveis e estabelece conexões entre elas. Por outro lado, o gráfico, com diferentes formas de representação visual, permite a análise exploratória (ou descritiva) e a interpretação das tendências gerais dos dados. Entre os vários tipos de representações gráficas, destaca-se o *box-plot*, uma alternativa ao histograma tradicional (Kampstra, 2018).

O boxplot é uma ferramenta visual que sintetiza dados mostrando a mediana, quartis e valores extremos, evidenciando a tendência central, dispersão e simetria dos dados (Tukey, 1977). Ele pode ser ajustado com modificações, como a inserção de média, desvio padrão e intervalo de confiança. Apesar de não ser intuitivo para não-matemáticos e de ocultar algumas informações (Kampstra, 2018), é útil quando bem aplicado à análise de dados quantitativos (Pandis, 2015). No melhoramento de plantas, o boxplot permite visualizar a variação genética de uma população, destacando outliers e facilitando a comparação entre genótipos, o que auxilia na seleção de características desejáveis, como produtividade ou resistência a doenças. Neste trabalho, o objetivo foi analisar populações segregantes de mamoeiro do grupo Formosa utilizando estatística descritiva e boxplot.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitos cruzamentos com cinco cultivares do grupo Formosa (‘Tainung Nº 1’, ‘T2’, ‘Calimosa’, ‘Bela Nova’ e ‘Rubi Incaper 511’) em esquema de dialelo parcial obtendo 10 populações segregantes.

O experimento foi instalado na área experimental da Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT) localizada no município de Tangará da Serra, MT, em janeiro de 2024, sendo composto por 10 famílias de irmãos-completos, dispostos em três blocos e dez plantas por parcela. O cultivo foi instalado no sistema de fileira simples com espaçamento de 4 m entre linhas e 1,75 m entre plantas, irrigada por aspersão e com adubação conduzida conforme recomendação para a cultura (Martins; Costa, 2003).

Aos 6 meses após o plantio foram avaliadas 300 plantas. Foram medidas a altura total (AP, em cm), a altura de inserção do primeiro fruto (APF, em cm), diâmetro do caule (DC, em cm), número de nós sem fruto (NNSF) e comprimento do pescoço (CP, em cm).

Para auxiliar na visualização da evolução das plantas ao longo dos meses, os dados de cada característica foram plotados em um gráfico de *box-plot*. Os gráficos de *box-plot* foram gerados utilizando pacote base do programa Microsoft Excel 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos apresentados mostram a distribuição das características fenotípicas avaliadas em 10 populações de cruzamento de mamoeiro (Figura 1). A análise dessas variáveis por meio de *box-plot* revela a variação entre e dentro nas populações, bem como a média geral para cada característica.

A altura das plantas variou entre as populações, com valores médios que oscilam entre 150 e 300 cm. A dispersão dos dados dentro de cada população indica uma variabilidade genética considerável. Observa-se que as populações 4, 9 e 10 apresentam maior uniformidade (Figura 1A). Para altura do primeiro fruto, uma característica importante para a colheita e manejo das plantas, também apresentou uma faixa de variação ampla, entre 50 e 200 cm. Essa variabilidade pode ser estratégica para selecionar genótipos que facilitem a colheita (Figura 1B).

O diâmetro do caule, que influência diretamente a robustez e o potencial de suporte de frutos na planta, apresentou pequenas flutuações nos valores médios (Figura 1C), uma vez que as medianas e as médias de cada população estão bem próximos.

O número de nós sem fruto e o comprimento do pescoço apresentou grandes flutuações nos valores do intervalo médio (Figura 1D e E). Essas duas características estão correlacionadas. O número de nós sem frutos é um caractere fundamental para os programas de melhoramento, pois estão diretamente relacionadas a produtividade. Quando maiores os valores de NNSF, consequentemente maior será o comprimento do pescoço o que irá influenciar diretamente na produtividade, indicando que a seleção de genótipos de mamoeiro deve ser realizada visando selecionar aqueles que apresentam menores valores de NNSF (Dantas *et al*., 2015).

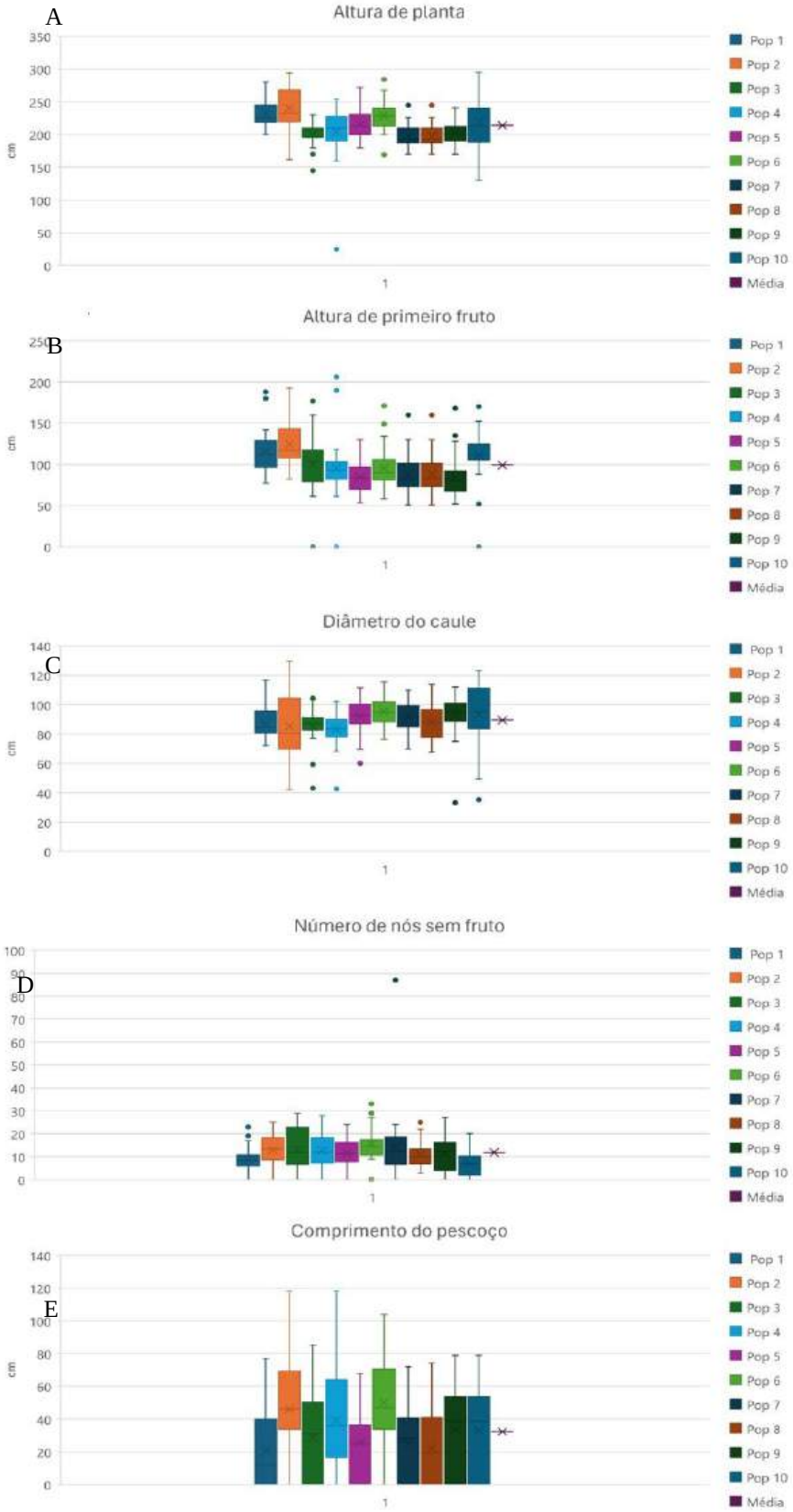


Figura 10 - Análise box-plot para (A) altura de planta (AP); (B) altura de inserção de primeiro fruto (APF); (C) diâmetro do caule (DC); (D) número de nós sem fruto (NNSF); (E) comprimento do pescoço (CP) em 10 populações de irmãos-completos.

Observa-se ainda a presença de outliers que é uma variante bastante comum neste tipo de gráfico. Os outliers são os valores atípicos, ou valores muito afastados da grande maioria dos dados. No presente estudo a presença de tais valores já seria esperado, dada a heterogeneidade da constituição genética dos tratamentos. Além de ressaltar que essa população se trata de uma progênie S1, apresentando, portanto, alta variabilidade dentro dos tratamentos.

CONCLUSÃO

As populações de mamoeiro do grupo Formosa apresentam significativa variabilidade genética, essencial para o melhoramento genético. A variabilidade nas características fenotípicas e a presença de outliers destacam a necessidade de continuar investindo em cruzamentos e avaliações para melhorar a produtividade e o manejo da cultura do mamoeiro.

AGRADECIMENTOS

Ao PROGRAMA MAI/DAI-CNPq nº001/2023 – MAIDAL. À Feltrin Sementes por promover a cooperação técnica, científica e de inovação do Programa de Melhoramento Genético da cultura do mamoeiro.

REFERÊNCIAS

DANTAS, J. L. L.; LIMA, J. F. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro - Avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, p. 617-621, 2001.

DANTAS, J. L. L.; LUCENA, R. S.; VILAS BOAS, S. A. Avaliação agronômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 138-148, 2015.

KAMPSTRA, P. Beanplot: A boxplot alternative for visual comparison of distributions. **Journal Statistical Software**, v. 28, p. 1-9, 2008.

MARTINS, D. S., COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro:** tecnologias de produção. Vitória: Incaper, 2003. 497p.

PANDIS, N. Statistics for orthodontists. **American Journal Orthod Dentofacial Orthop**. v. 147, n. 3, p. 405-8, 2015.

SILVA, M. S.; LEONEL, S.; SOUZA, J. M. A.; MODESTO, J. H.; FERREIRA, R. B.; BOLFARINI, A. C. B. Evaluatinon of papaya fenotypes using agronomic descriptors and estimation of genetic parameters. **Bioscience Journal**, v. 34, p. 943-9511. 2018.

TUKEY, J. W. Box-and-Whisker Plots. p. 39-43. In: **Exploratory data analysis**. Reading, MA: Addison-Wesley; 1977.

TUKEY, J. W. **Exploratory data analysis**. Addison-Wesley, preliminary edition, 1970.

WICKHAM, H.; STRYJEWSKI, L. **40 years of boxplots**. The American Statistician, preprint, 2011.

EFEITO DA INFECÇÃO DO PRSV-P NA TEMPERATURA FOLIAR DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO

Rayssa Minguta Tavares[1], Juliana Saltires Santos[1], Catiane dos Santos Braga[1], Gabriel Jovêncio Ribeiro[1], Alex Souza Rodrigues[1], Ronaldiane Pereira da Silva[1], Renato Santa-Catarina[1], Helaine Christine Cancela Ramos[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ.
E-mail: 20221210021@pq.uenf.br.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de mamoeiro do mundo, no ano de 2021, o Brasil alcançou a posição de segundo maior produtor, com uma produção total de 1.256.703 toneladas, das quais 50.291 toneladas foram destinadas à exportação (Faostat, 2023). Apesar da relevância dessa fruteira para o agronegócio, a cultura enfrenta desafios para atingir todo o seu potencial produtivo devido ao ataque de pragas e doenças.

Uma das ameaças mais sérias é a mancha anelar causada pelo *Papaya ringspot virus* (PRSV-P), reconhecida mundialmente por causar perdas significativas, podendo chegar a 10 a 100% da área plantada (Jayavalli *et al*., 2015; Porter *et al*., 2018). A principal medida de controle da doença em lavouras de mamoeiro é a prática de *roguing*, que consiste na eliminação de plantas com sintomas, a partir da identificação visual. Contudo, esses métodos são onerosos, exigindo grande quantidade de pessoas e mão de obra qualificada. Outra dificuldade é que esses métodos dependem de os primeiros sintomas visíveis do patógeno já estarem presentes na planta.

Algumas técnicas têm sido realizadas na agricultura para facilitar a detecção pré-sintomática de doenças de plantas, de forma rápida e não destrutiva (Belin *et al*., 2013; Singh *et al*., 2016). Entre as ferramentas disponíveis, destacam-se as análises de imagens térmicas, que permite detectar as doenças, antes do aparecimento de sintomas visuais, podendo auxiliar a conter surtos da doença (Viana *et al*., 2018). Além disso, podem auxiliar na avaliação da resistência dos genótipos a diversas doenças, permitindo identificar variações sutis nas temperaturas das plantas, que podem estar relacionadas a diferentes níveis de resistência a patógenos.

Diante desse contexto, fica evidente a necessidade de pesquisas para entender as interações planta-patógeno e desenvolver abordagens eficientes, economicamente acessíveis e ambientalmente sustentáveis para identificar doenças de plantas. O trabalho foi realizado com o objetivo de desenvolver protocolo para detectar sintomas de PRSV-P em mamoeiro, a partir de imagens termográficas, como medida de avaliação preventiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com tela antiafídeo, localizada na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ. Os genótipos avaliados foram dez acessos pertencentes ao banco de germoplasma UENF / Caliman Agrícola S.A. (Tabela 1), delineados em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições.

Tabela 1 - Descrição dos acessos ativos do banco de germoplasma UENF / Caliman Agrícola S.A.

Genótipos	Tipo de fruto
BAG1	Formosa
BAG2	Solo
BAG3	Formosa
BAG7	Solo
BAG15	Solo
BAG19	Solo
BAG30	Formosa
BAG61	Solo
BAG64	Solo
BAG89	Solo

A inoculação com o vírus foi realizada nos dez acessos por meio da inoculação artificial mecânica aos 60 dias da semeadura, com o isolado PRSV-P/UENF01. O extrato de inoculação foi proporcionalmente composto por 1 g de folha infectada macerada em 13 ml de tampão fosfato de potássio dibásico e sulfato de sódio (pH 7,0) e 0,7 de carborundum (600 mesh). O extrato foi friccionado com uma gaze na folha mais nova e completamente expandida de cada planta. Trinta dias após a inoculação, uma folha de cada acesso foi coletada e armazenada em ultrafreezer até a confirmação por RT-PCR.

A confirmação do vírus nos indivíduos avaliados foi obtida por RT-PCR aos 45 dias após a inoculação. O processo consistiu na extração do RNA do vírus usando o Reagente TriZol (Invitrogen) de acordo com o protocolo do fabricante. Em seguida foi realizada a síntese de cDNA usando o kit de Transcrição Reversa de Alta Capacidade (Applied Biosystems). As reações de reação em cadeia da polimerase (PCR) foram obtidas usando 2,5 µL de cDNA e 1 µL do iniciador que amplifica um fragmento de cerca de 700 pb correspondente à proteína citoplasmática de inclusão cilíndrica do PRSV-P (Ha *et al*., 2008).

Características avaliadas:

As imagens termográficas foram obtidas utilizando uma câmera infravermelho (modelo T450sc, FLIR Systems, Inc., EUA) e as imagens foram capturadas 48 horas antes da inoculação (considerada como tempo inicial = 0) e nos dias 2, 7, 18 e 36 após a inoculação, no horário de 12:00 às 14:30 horas, a uma distância de aproximadamente 30 cm da folha mais jovem e expandidas acima das folhas que foram inoculadas.

O Tempo de incubação (TI), foi determinado pelo número de dias para o aparecimento do primeiro sintoma da doença após a inoculação.

Análise dos dados:

Para verificar o impacto da inoculação com o *Papaya ringspot virus* (PRSV-P) na temperatura das folhas de diferentes genótipos de mamoeiro, foram analisados dados de temperatura coletados nos intervalos de 0, 2, 7, 18 e 36 dias. A análise foi realizada utilizando o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do agrupamento das médias pelo teste de Dunn a um nível de significância de 5%, empregando o software InfoStat, uma vez que os dados não atendiam aos pressupostos exigidos para a análise de variância. O gráfico de temperatura foi obtido utilizando o programa R core team (2024), usando os pacotes ggplot2 (Wickham, 2016) e tidyverse (Wickham *et al*., 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 30 dias após a inoculação, os dez acessos de mamoeiro avaliados testaram positivo para o PRSV-P (Figura 1).

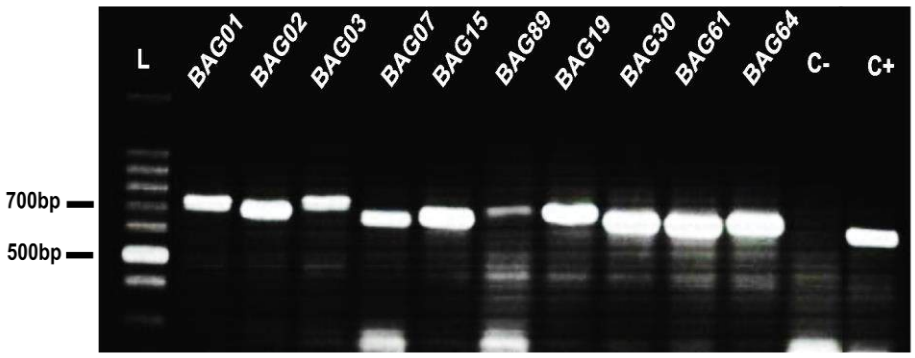


Figura 1 - O padrão eletroforético dos produtos de RT-PCR com cerca de 700 pb (pares de base) amplificados com os iniciadores CIFor/CIRev. Cada acesso é identificado com o seu código do banco de germoplasma e representa um pool de quatro plantas sintomáticas. (L) = Ladder de DNA de 1 kb; (C-) controle negativo; (C+) controle positivo. BAG01; BAG02; BAG03; BAG07; BAG15; BAG19; BAG30; BAG61; BAG64; BAG89.

O tempo de incubação entre os acessos avaliados variou entre 10,7 dias para o BAG3 e 56 dias para o BAG89 (Figura 2). Esses dados indicam que o BAG89, apresenta uma resposta diferenciada à resistência em relação aos demais acessos avaliados, o que influenciou no tempo de aparecimento dos primeiros sintomas da doença.

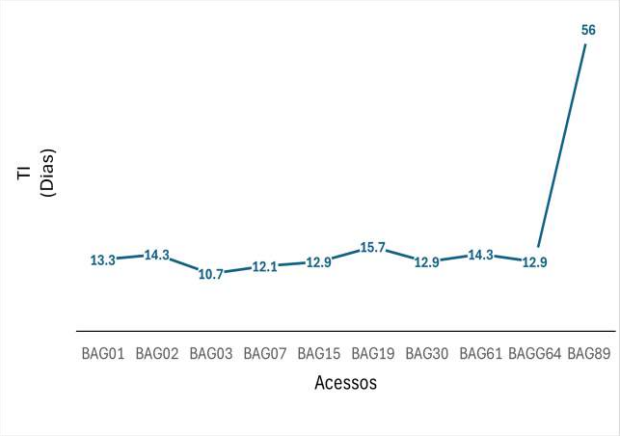


Figura 2 - Tempo de Incubação (Dias) em 10 acessos de mamoeiro do Banco de Germoplasma Uenf / Caliman Agrícola S.A.

Ao comparar a temperatura foliar dos acessos em relação ao dia 0, antes da inoculação, observou-se que as temperaturas foliares não diferiram entre si em relação aos dias 2 e 7, indicando que a presença do vírus não influenciou na temperatura dos acessos inoculados neste período (Figura 3).

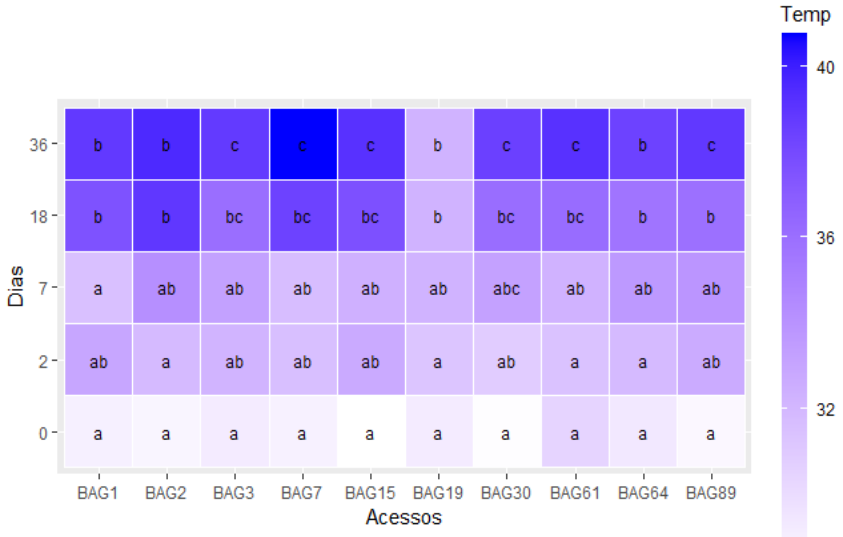


Figura 3 - Temperatura foliar de 10 acessos de mamoeiro no tempo zero (0), e aos 2, 7, 18 e 36 dias após a inoculação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Dunn a um nível 5% de probabilidade.

Nas avaliações realizadas nos dias 18 e 36, todos os acessos apresentaram diferença significativa na temperatura foliar em relação ao dia 0, antes da inoculação. O aumento da temperatura pode ter sido decorrente do surgimento dos primeiros sintomas, que se iniciaram em média após 10,7 dias. Vale destacar que, no acesso BAG89, observou-se uma diferença de temperatura na última avaliação (36 dias), embora não tenham sido registrados sintomas da doença.

O aumento da temperatura foliar pode ser atribuído ao estresse fisiológico causado pela infecção,

desencadeando alterações em processos metabólicos das plantas. Os resultados são consistentes com a literatura que aponta o aumento da temperatura como um sinal de resposta ao estresse em plantas. Segundo Wang *et al*. (2019) plantas com os sintomas mais graves do Vírus do Mosaico Plumoso da Batata-doce (SPFMV) e do Vírus do Enfezamento Clorótico da Batata-doce (SPCSV) apresentaram uma temperatura mais elevada, o que corrobora com os resultados encontrados no presente trabalho.

A resposta do acesso BAG89, é uma exceção entre os genótipos avaliados, pois apresentou um aumento da temperatura foliar na última avaliação (36 dias), embora não tenham sido registrados sintomas da doença no período avaliado. Este resultado pode ser mais um indicativo de resistência parcial ou de um mecanismo diferencial de resposta ao estresse ao PRSV-P em comparação com os outros acessos.

CONCLUSÃO

Embora a presença do vírus não tenha causado variações significativas na temperatura foliar nos primeiros dias após a inoculação, antes do aparecimento dos sintomas, diferenças significativas foram observadas nos acessos após o período de incubação. Assim, a temperatura foliar pode ser utilizada como um indicador da presença do vírus em plantas que estiveram em contato prolongado com o patógeno.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio financeiro ao projeto e a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela infraestrutura.

REFERÊNCIAS

BELIN, E.; ROUSSEAU, D.; BOUREAU, T.; CAFFIER, V. Thermography versus chlorophyll fluorescence imaging for detection and quantification of apple scab**. Computers and Electronics in Agriculture**, v. 90, p. 159-163, 2013.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/. Acesso em: 14 ago. 2024.

FLIR SYSTEMS. 2020. Disponível em: https://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/RND_014/RND_014_US.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

HA, C.; COOMBS, S.; REVILL, P. A.; HARDING, R. M.; VU, M.; DALE, J. L. Design and application of two novel degenerate primer pairs for the detection and complete genomic characterization of potyviruses. **Archives of Virology**, v. 153, p. 25-36, 2008.

JAYAVALLI, R.; BALAMOHAN, T. N.; MANIVANNAN, N.; RABINDRAN, R.; PARAMAGURU, P.; ROBIN, R**.** Transmission of resistance to *Papaya ringspot virus* (PRSV) in intergeneric populations of *Carica papaya* and *Vasconcellea cauliflora*. **Scientia Horticulturae,** v. 187, p. 10-14, 2015.

PORTER, B. W.; CHRISTOPHER, D. A.; ZHU, Y. J. Genomics of papaya disease resistance. p. 277-307. In: MING, R.; MOORE, P. (eds.). **Genetics and genomics of papaya. plant genetics and genomics:** crops and models**.** New York: Springer, v. 10, 2014.

SINGH, A.; GANAPATHYSUBRAMANIAN, B.; SINGH, A. K.; SARKAR, S. Machine learning for high-throughput stress phenotyping in plants. **Trends in Plant Science**, v. 21, p. 110-124, 2016.

VIANA, L. A.; ZAMBOLIM, L.; SOUSA, T. V.; TOMAZ, B. C. Potencial uso de câmera termal acoplada a VANT para monitoramento de culturas. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 12, p. 286-298, 2018.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **Vienna: R Foundation for Statistical Computing**, 2024. Disponível em: https://www.R-project.org/.

WANG, L.; POQUE, S.; VALKONEN, J. P. Phenotyping viral infection in sweetpotato using a high-throughput chlorophyll fluorescence and thermal imaging platform. **Plant Methods,** v. 15, p. 1-14, 2019.
WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. **New York: Springer-Verlag**, 2016. Disponível em: https://ggplot2.tidyverse.org.

WICKHAM, H.; AVERICK, M.; BRYAN, J.; CHANG, W.; MCGOWAN, L. D.; FRANÇOIS, R.; YUTANI, H. Welcome to the tidyverse. **Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 43, p. 1686, 2019.

APLICAÇÃO DO MODELO LINHA-COLUNA NA AVALIAÇÃO GENÉTICA DO HÍBRIDO DE MAMOEIRO 'TAINUNG Nº 1' (*Carica papaya* L.), EM TALHÃO COMERCIAL

Renato Santa Catarina[1], Izaias Rodrigues da Silva Júnior[1], Alex Souza Rodrigues[1], Marcela Santana Bastos Boechat[1], Fernanda Abreu Santana Aredes[2], Messias Gonzaga Pereira[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: renato@pq.uenf.br; izaias_jr@hotmail.com; alexsouzarodrigues@outlook.com; marcela.boechat@gmail.com; messiasgpereira@gmail.com; [2] MF Papaya. Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: mfpapayabrasil@gmail.com

INTRODUÇÃO

A produção mundial de mamão está centrada principalmente em cinco países que se alternam nas primeiras posições. Segundo as estimativas da FAO, em 2022, a produção mundial foi de 13,82 milhões de toneladas. O Brasil foi o quarto maior produtor da fruta, com produção 1,107 milhões de toneladas de mamão, o que representou 8,01% da produção mundial, estando abaixo somente do México, República Dominicana e da Índia (Faostat, 2024). No país, os estados do Espírito Santo e Bahia, se destacam, representando cerca de 66,8% da produção nacional (IBGE, 2024).

Essa produção é oriunda de plantios comerciais de mamoeiro com predominância de plantas hermafroditas, que geram frutos em formato de pera ou alongados, com uma cavidade ovariana menor (Salinas *et al*., 2018). Um dos problemas enfrentados pelos produtores de mamão em plantios comerciais é a segregação do sexo no mamoeiro para plantas femininas e hermafroditas (Ming *et al*., 2007). Para maximizar o estande com plantas hermafroditas no plantio comercial, os produtores adotam um sistema de plantio com três a quatro mudas por cova dependendo do tipo de cultivar, podendo chegar em até seis mudas e mesmo assim, há uma probabilidade estatística de 6,25% de plantas femininas nas áreas comerciais.

Para contornar esse problema, alguns autores utilizaram mudas sexadas precocemente por marcador molecular e obtiveram ganhos significativos na produção de frutos (Salinas *et al*., 2018; Araya-Valverde *et al*., 2020). Nessas áreas comercias, a avaliação do comparativo entre o plantio comercial tradicional e o sistema de mudas sexadas no viveiro, são importantes para estimar com eficiência e precisão o aumento na produção de frutos. Métodos estatísticos como o linha-coluna, pode ser utilizado como alternativa para a avalição e estimação de parâmetros genéticos em plantios comercias. De acordo com Resende (2016), avaliações genéticas de parcelas ou plantas igualmente espaçadas em plantios comerciais podem ser realizadas por meio da modelagem mista, atribuindo-se linhas e colunas em um retângulo da plantação.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi aplicar o modelo Linha-Coluna para estimar parâmetros genéticos em área comercial de plantio do híbrido Tainung Nº 1, considerando dois tratamentos, sendo, sexagem tradicional das plantas no campo e a sexagem molecular das mudas em viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, utilizou-se a cultivar híbrida de mamoeiro Tainung Nº 1 dividida em dois tratamentos: Tainung Nº 1 sexado com marcador molecular e Tainung Nº 1 sexado pelo método tradicional. O experimento foi realizado em 2021/2022 no município de Pinheiros, estado do Espírito Santo, Brasil, situado na latitude 18°22'13" sul e longitude 40°12'48" oeste, com uma altitude de 70 metros acima do nível do mar. A região possui um clima do tipo Aw, caracterizado por invernos secos e uma temperatura média anual de 23 °C (Alvares *et al*., 2013).

As mudas foram produzidas no município de Montanha, ES, em bandejas plásticas, cada uma contendo 96 tubetes, com capacidade de 245 cm³ de substrato. Após a germinação das sementes e emissão das primeiras folhas, foi então realizada a sexagem das mudas pela empresa MF Papaya. Após a identificação do sexo, as mudas foram plantadas na área comercial utilizando o espaçamento de plantio adotado em ambos os talhões, que consistiu em 3,5 m entre as linhas e 2,0 m entre as plantas na linha (1.430 plantas por hectare). A sexagem das plantas no campo foi realizada aproximadamente 90 dias após o plantio.

Para fins de avaliação, foram amostradas 80 plantas no hectare com plantas sexadas utilizando marcador molecular, e outras 80 plantas no hectare onde a sexagem tradicional foi aplicada, totalizando 160 plantas. Em cada hectare, foram selecionadas duas linhas, denominadas coluna 1 e coluna 2, compostas por 8 parcelas cada coluna, totalizando 16 parcelas com 10 plantas em cada uma. Essas parcelas foram distribuídas de forma igualitária ao longo de cada linha/coluna, mantendo um intervalo de 20 plantas entre elas.

Para a avaliação agronômica, foram utilizadas metodologias de fenotipagem baseadas na análise e processamento de imagens digitais, conforme descritas e validadas por Cortes *et al*. (2017) e Santa-Catarina *et al*. (2018). Para a estimação da produção de frutos, foram considerados os frutos que apresentavam o mesmo estágio RST1 de maturação (Barragán-Iglesias *et al*., 2018).

As características avaliadas foram: altura da planta (AP): medida em centímetros, obtida da base do solo até a inserção do último par de folhas, utilizando a ferramenta "straight" do software ImageJ; altura de inserção do primeiro fruto (AIPF): medida em centímetros, obtida da base do solo até a inserção do primeiro fruto no caule da planta, utilizando a ferramenta "straight"; diâmetro do caule (DC): medido em centímetros a 20 cm da base do solo, utilizando a ferramenta "straight"; número de frutos deformados (NFD): obtido pela contagem do número de frutos com deformações, utilizando o plugin "cell counter" do software ImageJ de forma semi-automática; número de nós sem frutos (NNSF): obtido pela contagem dos nós sem frutos, oriundos de esterilidade, também utilizando o plugin "cell counter"; número de frutos comerciais (NFC): obtido pela contagem de frutos com características comerciais, utilizando o plugin "cell counter"; peso médio de fruto

(PMF): expresso em gramas, foi obtido por meio da pesagem dos frutos em uma balança analítica digital; rendimento (REND): expresso em kg planta^{-1}, calculado multiplicando o NFC pelo peso médio do fruto.

Os tratamentos foram avaliados geneticamente utilizando o delineamento linha-coluna. O procedimento REML (máxima verossimilhança restrita) foi aplicado para estimar os componentes de variância e os parâmetros genéticos, enquanto o procedimento BLUP (melhor predição linear não viciada) foi utilizado para estimar os valores fenotípicos permanentes. Nesse modelo, as linhas de plantio foram consideradas como colunas, e a média das parcelas de avaliação representou as linhas. Portanto, nas colunas estavam os tratamentos (Tainung Nº 1 com sexagem molecular e Tainung Nº 1 com sexagem tradicional), e nas linhas estavam as repetições (parcelas amostradas).

A avaliação genética foi realizada empregando o seguinte modelo estatístico:

$$y = Xu + Zg + Wl + Tc + e$$

Em que:

y é o vetor de dados, u é o escalar referente à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), l é o vetor dos efeitos de linha (assumidos como aleatórios), c é vetor dos efeitos de coluna (aleatórios) e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. Avaliações genéticas de parcelas ou plantas igualmente espaçadas em plantios comerciais puderam ser realizadas por meio desse modelo, atribuindo-se linhas e colunas em um retângulo da plantação. A variância fenotípica necessária foi obtida por meio do procedimento REML. As análises foram realizadas utilizando o software Selegen-REML/Blup de acordo com o modelo 58 (Resende, 2016).

Foram estimados os seguintes componentes de variância (REML individual): Vg: variância genotípica; Vlinha: variância ambiental entre linhas; Vcoluna: variância ambiental entre colunas; Ve: variância residual e Vf: variância fenotípica individual. Foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: $h^2g = h^2$: herdabilidade individual no sentido amplo, ou seja, dos efeitos genotípicos totais; h^2aj: herdabilidade individual no sentido amplo, ajustada para os efeitos de linha e coluna; c^2linha: coeficiente de determinação dos efeitos de linhas; c^2coluna: coeficiente de determinação dos efeitos de colunas; média geral do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando as variâncias Vlinha e Vcoluna é possível observar que para as características AP, DC, NFD, NSF e PROD a variância Vlinha é maior que Vcoluna. Esses resultados indicam que ocorreu maior variação entre as parcelas amostradas independente de ser sexagem tradicional ou molecular (Tabela 1). Para a característica AIPF variação observada dentro das parcelas (entre os tratamentos) amostradas foi maior independente das parcelas (linhas) avaliadas. Essa variação na AIPF é explicada pela utilização de mudas sexadas precocemente as quais apresentaram precocidade no florescimento a inserção do fruto mais próximo

do solo devido à ausência de competição entre as plantas nos primeiros meses de cultivo. Para a característica NFC, a Vlinha e Vcoluna foram praticamente iguais, ou seja, houve variação ao longo das parcelas (linhas amostradas) assim como houve variação dentro das parcelas (entre os tratamentos) avaliadas, ou seja, entre os tratamentos sexagem molecular e tradicional. A variação ao longo das linhas pode ser explicada pela diferença de solo/fertilidade do talão em estudo enquanto que, a variação entre os tratamentos (Vcoluna) pode ser explicada pela maior frutificação das plantas sexadas por marcador (Tabela 1).

Tabela 1 - Componentes de variância e parâmetros genéticos estimados em talhão comercial do híbrido Tainung, com dois tratamentos sendo, sexagem molecular x sexagem tradicional

	AP	AIPF	DC	NFC	NFD	NSF	REND
Vg	3,176	155,413	0,086	11,944	0,116	0,005	93,148
Vlinha	64,579	16,369	0,473	11,957	0,714	0,933	41,319
Vcoluna	3,176	155,413	0,086	11,944	0,116	0,005	36,692
Ve	52,874	73,285	0,384	26,426	0,393	1,242	73,672
Vf	123,815	400,479	1,029	62,270	1,339	2,185	244,831
h2g	0,03 ± 0,11	0,39 ± 0,44	0,08 ± 0,20	0,19 ± 0,31	0,09 ± 0,21	0,002 ± 0,04	0,38 ± 0,44
h2aj	0,057	0,680	0,182	0,311	0,228	0,004	0,558
c^2linha	0,522	0,041	0,460	0,192	0,533	0,427	0,169
c^2coluna	0,036	0,388	0,083	0,192	0,087	0,002	0,150
Média	258,89	95,75	13,44	45,94	3,38	3,13	80,90
MSM	256,33	83,11	13,77	49,59	3,01	3,41	89,26
MST	261,27	108,11	13,11	42,25	3,62	2,85	72,68

AP: Altura de planta (cm); AIPF: Altura de inserção do primeiro fruto (cm); DC: Diâmetro do caule (cm); NFC: Número de frutos comerciais; NFD: Número de frutos deformados; NSF: Nós sem frutos; REND: Produção de frutos (t ha^{-1}); Vg: variância genotípica; Vlinha: variância ambiental entre linhas; Vcoluna: variância ambiental entre colunas; Ve: variância residual; Vf: variância fenotípica individual; $h^2g = h^2$: herdabilidade individual no sentido amplo; h^2aj: herdabilidade individual no sentido amplo, ajustada para os efeitos de linha e coluna; c^2linha: coeficiente de determinação dos efeitos de linhas; c^2coluna: coeficiente de determinação dos efeitos de colunas; média geral do experimento, MSM: média sexagem molecular; MST: média sexagem tradicional.

O coeficiente de determinação dos efeitos de parcela (c2linha) com exceção para AIPF, foram de alta magnitude (c2linha > 0,10) mostrando elevada heterogeneidade entre as parcelas avaliadas. Esse resultado coincide com área de cultivo o qual apresentou elevada oscilação em termos de solo/fertilidade provocando alterações na média das características ao longo das parcelas (linhas) amostradas. O c2coluna mede a variabilidade dentro da parcela (entre os tratamentos), podendo ser classificado como baixo (c2 < 0,10) e alto (c2 > 0,10) (Resende, 2016). Altas magnitudes de c2 indicam que grandes variações ocorreram entre as plantas sexadas por marcador em relação as plantas sexadas tradicionalmente. Dessa maneira as características AIPF (0,388), NFC (0,192) e REND (0,150) foram as características com maior variação quando comparamos os tratamentos, ou seja, para essas características existe diferença entre as metodologias de sexagem utilizadas,

na qual a sexagem molecular favorece uma menor AIPF (83,11 cm), maior frutificação (49,59) e consequentemente maior produção de frutos por planta (89,26) (Tabela 1).

CONCLUSÃO

A utilização de delineamento linha-coluna é uma ótima estratégia para a amostragem/avaliação de plantas em talões comerciais. Além da estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos do material em estudo, o que permite identificar os melhores tratamentos, é possível fazer inferências para melhor entendimento da heterogeneidade do ambiente em estudo.

AGRADECIMENTOS

À Faperj pelo apoio financeiro ao projeto e concessão de bolsas. À MF Papaya e a Nortefrut Importação e Exportação Ltda. pelo suporte e condução do ensaio.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

ARAYA-VALVERDE, E.; BOGANTES, A.; HOLTST, A.; VAGRAS-MORA, C.; GÓMEZ-ALPÍZAR, L.; BRENES, A.; SÁNCHEZ-BARRANTES, E.; CHAVARRÍA, M.; BARBOZA-BARQUEIRO, L. Field performance of hermaphrodite papaya plants obtained through molecular selection and micropropagation. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 4, p. 420-427, 2019.

BARRAGÁN-IGLESIAS, J.; MÉNDEZ-LAGUNAS, L. L.; RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, J. Ripeness indexes and physicochemical changes of papaya (*Carica papaya* L. cv. Maradol) during ripening on-tree. **Scientia Horticulturae**, v. 236, p. 272-278, 2018.

CORTES, D. F. M.; SANTA-CATARINA, R.; BARROS, G. B. A.; ARÊDES, F. A. S.; SILVEIRA, S. F.; FERREGUETTI, G. A.; RAMOS, H. C. C.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Model-assisted phenotyping by digital images in papaya breeding program. **Scientia Agricola**, v. 74, p. 294-302, 2017.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Data.** Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize. Acesso em: 21 ago. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/. Acesso em: 21 ago. 2024.

MING, R.; YU, Q.; MOORE, P. H. Sex determination in papaya. **Seminars in Cell & Developmental Bilogy**, v. 18, n. 3, p. 401-408, 2007.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, p. 330-339, 2016.

SALINAS, I.; SALEHI, M.; HUESO, J. J.; CUEVAS, S. Assesment of two sexdetermining procedures in "BH-65" papaya from an economical and developmental point of view. **Fruits**, v. 73, p. 184-197, 2008.

SANTA-CATARINA, R.; CORTES, D. F. M.; VETTORAZZI, J. C. F.; RAMOS, H. C. C.; FERREGUETTI, G. A.; PEREIRA, M. G. Image-based phenotyping of morpho-agronomic traits in papaya fruits (*Carica papaya* L. THB var.). **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 11, p. 1750-1756, 2018.

DIVERSIDADE GENÉTICA EM ACESSOS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) VIA MARCADORES SSR-ESTs ASSOCIADOS A RESISTÊNCIA À DOENÇAS

Ronaldiane Pereira da Silva[1], Helaine Christine Cancela Ramos[1], Rafaela Pereira Duarte[1], Juliana Saltires Santos[1], Catiane dos Santos Braga[1], Alex Souza Rodrigues[1]

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, RJ.
E-mail: ronaldianepsilva@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) representa uma espécie de planta frutífera tropical de grande importância econômica e agrícola, amplamente cultivada em regiões de clima quente em todo o mundo. Sua introdução no Brasil foi em 1587, e, até o final da década de 1970, predominava no país o cultivo de variedades dioicas ou do mamoeiro "comum". É uma planta altamente valorizada devido à produção de frutos saborosos e nutritivos, sendo a 12ª cultura mais produzida globalmente em termos de quantidade (Salomão; Siqueira, 2020,). Ocupando o segundo lugar como maior produtor mundial, o Brasil produz cerca de 1.107.706 milhões de toneladas em uma área colhida de 26 mil hectares (Faostat, 2022).

Na década de 1970 o estado de São Paulo era considerado um dos maiores produtores nacionais do mamão, devido a ocorrência do vírus *Papaya ringspot virus* (PRSV), a maioria dos plantios de mamoeiro foi eliminada, ocasionando assim, a migração para o nordeste do Pará, extremo sul da Bahia e norte do Espírito Santo (Ruggiero *et al*., 2003). No Brasil, a produção de mamão é predominantemente liderada por alguns estados. A Bahia se destaca com uma produção de 400.438 toneladas, cultivadas em cerca de 9.942 hectares, resultando em uma produtividade de aproximadamente 40,28 t/ha. O Rio Grande do Norte segue com 103.431 toneladas produzidas, em uma área de aproximadamente 2.396 hectares, alcançando uma produtividade de cerca de 43,17 t/ha. O Ceará, por sua vez, apresenta uma produção de 140.979 toneladas em uma área de aproximadamente 1.993 hectares, com uma produtividade notável de cerca de 70,74 t/ha (IBGE, 2021). Contudo, o estado do Espírito Santo se destaca como o maior produtor nacional, contribuindo com impressionantes 902 mil toneladas, o que representa cerca de metade da produção nacional total (Gonçalves *et al*., 2022).

A produção de mamão frequentemente enfrenta desafios sérios, que afetam tanto a quantidade, quanto a qualidade dos frutos colhidos. Problemas fitossanitários (pragas e doenças) podem causar danos significativos à cultura do mamoeiro, afetando tanto a produtividade quanto a qualidade dos frutos (Amaral, 2022). As viroses representam o principal obstáculo para o estabelecimento da cultura do mamoeiro, devido à

complexidade do seu controle e à necessidade de mudança que elas impõem a essa cultura. As três mais significativas são: vírus-do-amarelo-letal, vírus-da-meleira e o vírus-da-mancha-anelar (Oliveira *et al*., 2010). A mancha anelar, conhecida como mosaico do mamoeiro é causado pelo vírus *Papaya ringspot virus* (PRSV), que é um vírus de planta altamente contagioso transmitido por pulgões, resultando em deformações severas das folhas, flores e frutos, comprometendo significativamente a qualidade e a quantidade da colheita (Costa, *et al*., 2011).

Diante dos desafios significativos que o *Papaya ringspot virus* impõe à produção de mamão, a necessidade de estratégias inovadoras e eficazes se evidencia. Dessa forma a análise da diversidade genética torna-se uma atividade de extrema importância tanto para a conservação quanto para o melhoramento de várias espécies, permitindo a identificação de genótipos com características contrastantes, tais como resistência a doenças e alta produtividade (Faleiro *et al*., 2019).

Neste sentido, realizamos uma análise de diversidade genética via marcadores SSR-ESTs (*Simple Sequence Repeats- Expressed Sequence Tags)* a fim de identificar polimorfismo em 96 acessos de mamoeiro, divididos em dois grupos, um proveniente do Banco Ativo de Germoplasma UENF-CALIMAN e outro grupo de dioicos silvestres.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Universidade do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (LMGV/CCTA/UENF). Neste estudo, foram analisados 96 acessos de *C. papaya* divididos em dois grupos. O primeiro grupo é composto por 44 acessos de germoplasma do banco ativo da UENF/Caliman, esses acessos incluem materiais dioicos, ginoico-andromonoicos e linhagens endogâmicas desenvolvidas em parceria com a empresa Caliman Agrícola S.A. O segundo grupo consiste em genótipos dioicos e hermafroditas coletados em diferentes localidades das regiões do Norte e Noroeste do Rio de Janeiro, bem como do Noroeste e Sul do Espírito Santo.

Todos os acessos de *C. papaya* utilizados neste estudo foram previamente avaliados quanto à resistência ao *Papaya Ringspot virus* (PRSV) em condições de casa de vegetação.

O DNA dos acessos foi extraído seguindo o protocolo CTAB. Para amplificação, utilizou-se o protocolo padrão de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase). Os 5 *primers* utilizados foram previamente escolhidos baseando-se no trabalho de Vidal *et al*. (2014). O critério de seleção consistiu na diversidade de grupos de ligação, priorizando *primers* que demonstrassem potencial associado à resistência a doenças.

Após a PCR, os produtos da amplificação foram distribuídos em placas específicas de 96 poços para eletroforese capilar no equipamento *Fragment Analyzer*, juntamente com marcadores contendo fragmentos de 1 e 500 pb. A eletroforese capilar foi realizada pela condução de uma corrente elétrica de 7,5 kW, pelo tempo de 140 min.

As análises de dados foram realizadas a partir da matriz numérica, a partir da qual foi calculada a distância genética entre os genótipos estudados, com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2008). A análise

de agrupamento dos genótipos, representada através de um dendrograma, foi efetuada por meio do método hierárquico UPGMA (Saitou e Nei, 1987), com auxílio do programa Mega versão 6 (Tamura *et al*., 2011). O programa PowerMarker versão 3.25 (Liu e Muse, 2005) utilizado para estimar medidas de diversidade como: número de alelos efetivos, os valores do conteúdo de polimorfismo (PIC), índice de Shannon-Wiener (H'), heterozigose esperada (HE) estimada, heterozigose observada (HO) estimada a partir da proporção de heterozigotos observados em um dado loco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos a partir da amplificação dos cinco *locus* avaliados foram convertidos em uma matriz numérica não binária, que foi utilizada para determinar a distância genética da população via Índice de Dissimilaridade Normalizado de Pearson. A matriz de dissimilaridade foi usada como base para realização do agrupamento das linhagens avaliadas, pelo método UPGMA, que separou a população em cinco grupos principais, conforme demonstrado na Figura 1: G1 em verde, G2 em rosa, G3 em azul marinho, G4 vermelho e G5 azul claro.

Dado que o uso de primers gênicos já indicava um polimorfismo reduzido, calculou-se as métricas de diversidade com base na matriz de dissimilaridade. Foram identificados um total de 10 alelos, com 2 alelos distintos por loci. O Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC) é influenciado tanto pelo número de alelos distintos identificados quanto pelas suas frequências relativas. As regiões analisadas não demonstraram alta informatividade para esta população, resultando em um valor de PIC de 0,145, o que sugere que essas regiões são bastante conservadas entre os genótipos avaliados.

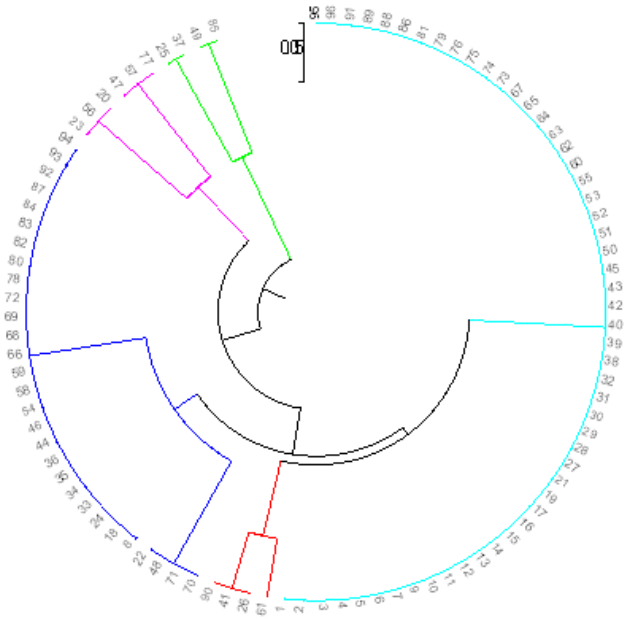


Figura 1 - Dendrograma obtido pelo método hierárquico UPGMA com base na análise de 96 genótipos de *Carica papaya* L.

Segundo Botstein *et al*. (1980), um *locus* é considerado altamente informativo quando o valor de PIC é superior a 0,5, moderadamente informativo quando está entre 0,25 e 0,5, e não informativo quando é inferior a 0,25. Apesar do valor global de PIC ser baixo, o primer 25 apresentou um PIC de 0,346, classificando-o como moderadamente polimórfico. No entanto, é importante destacar que o uso de mais marcadores genéticos seria necessário para complementar a análise e obter uma visão mais abrangente da variabilidade em outros loci.

Tabela 1 - Médias da variabilidade genética obtidas por cada *primer*

Locos	FA	He	Ho	PIC	f
Primer03	0,917	0,153	0,000	0,141	1,000
Primer25	0,667	0,444	0,000	0,346	1,000
Primer33	0,978	0,043	0,000	0,042	1,000
Primer36	0,953	0,090	0,011	0,086	0,885
Primer39	0,938	0,117	0,000	0,110	1,000
Médias	0,890	0,170	0,002	0,145	0,988

As estimativas de Heterozigosidade Esperada (He) e Observada (Ho) na Tabela 1, foram de 0,170 e 0,002, respectivamente. A baixa heterozigosidade observada está de acordo com o esperado, considerando que parte da população avaliada é composta por linhagens endogâmicas, que passaram por diversos ciclos de autofecundação, o que levou à fixação dos alelos. No entanto, mesmo para os indivíduos que não são linhagens endogâmicas, a heterozigosidade se manteve baixa, possivelmente devido à baixa variabilidade genética nas regiões analisadas. Isso reflete a predominância de alelos conservados nos genótipos avaliados, independentemente do grau de endogamia.

CONCLUSÃO

As regiões avaliadas são conservadas na população, reforçando a necessidade de estudos futuros com a utilização de outros marcadores genéticos, preferencialmente em regiões mais polimórficas, para fornecer uma análise mais abrangente da diversidade genética. Isso permitirá uma caracterização mais precisa e a identificação de variabilidade genética adicional, importante para estratégias de melhoramento genético e conservação da diversidade.

REFERÊNCIAS

COSTA, T. E. M. M.; DIAS, A. P. M.; SCHEIDEGGER, É. M. D.; MARIN, V. A. Avaliação de risco dos organismos geneticamente modificados. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 1, p. 327-336, 2011.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: diversidade genética.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008.

FALEIRO, G. F.; OLIVEIRA, J. S.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SANTOS, R. S. **Banco de germoplasma de *Passiflora* L. 'Flor da Paixão' no portal Alelo recursos genéticos**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Brasília, DF. 2019.

GONÇALVES, M. C. F.; LEONARDO, P. A. F.; PEREIRA FILHO, V. J. Produção de mamão no Brasil. **Campo & Negócios**. 2022.

LIU, K.; MUSE, S. V. PowerMarker: um ambiente de análise integrado para análise de marcadores genéticos. **Bioinformatics**, v. 21, p. 2128-2129, 2005.

OLIVEIRA, E. J.; LIMA, D. S.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; DANTAS, J. L. L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 855-862, 2010.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, E. 076-082, 2011.

SAITOU, N. E.; NEI, M. O método do vizinho mais próximo: um novo método para reconstrução de árvores filogenéticas. **Biologia Molecular e Evolução**, v. 4, n. 4, p. 406-425, 1987.

TAMURA, K.; PETERSON, D.; PETERSON, N.; STECHER, G.; NEI, M.; KUMAR, S. MEGA5: análise genética evolutiva molecular utilizando métodos de máxima verossimilhança, distância evolutiva e máxima parcimônia. **Biologia Molecular e Evolução**, v. 28, p. 2731-2739, 2011.

VIDAL, N. M.; GRAZZIOTIN, A. L.; RAMOS, H. C. C.; PEREIRA, M. G.; VENANCIO, T. M. Desenvolvimento de um atlas SSR centrado em genes como recurso para seleção assistida por marcador de mamão (*Carica papaya*) e estudos genéticos populacionais. **PLoS ONE**, v. 9, n. 11, p. e112654, 2014.

PROPAGAÇÃO

SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE MAMOEIRO CV. SUNRISE SOLO POR IMERSÃO EM ÁCIDO GIBERÉLICO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

Aldair Rocha Araújo[1], Carla Állyssa de Lima Silva dos Santos[1], Caroline Boaventura Nascimento Penha[1], Bárbara Caires Brito[1], Patrícia A. Bittencourt Barreto-Garcia[1], Igor José Lopes da Cruz Santos[1], Adriana Dias Cardoso[1]

[1]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA.
E-mail: aldairrocha1@gmail.com; carlaallyssa2017@gmail.com; carol_boaventura18@hotmail.com; barbaracb.agro@gmail.com; patriciabarreto@uesb.edu.br; igorj467@gmail.com; adriana.cardoso@uesb.edu.br

INTRODUÇÃO

A dormência de sementes é um mecanismo fisiológico que impede a germinação, mesmo quando as condições ambientais são favoráveis, garantindo a sobrevivência da espécie em condições adversas (Finch-Savage; Leubner-Metzger, 2006). No entanto, para a agricultura comercial, a dormência pode representar um obstáculo, especialmente para culturas de importância econômica, como o mamoeiro (*Carica papaya* L.). A cultivar Sunrise Solo, amplamente cultivada no Brasil e em outras regiões tropicais, destaca-se pela sua alta produtividade e qualidade de frutos, sendo uma das cultivares mais procuradas no mercado interno e de exportação (Picollo *et al*., 2014). Contudo, a germinação das sementes dessa cultivar pode ser lenta e irregular, o que compromete o estabelecimento uniforme das mudas (Tokuhisa *et al*., 2007).

Para contornar esse problema, a aplicação de reguladores de crescimento, como o ácido giberélico (GA_3), tem sido amplamente estudada como uma estratégia eficaz para a superação da dormência em várias espécies (Jesus *et al*., 2023). O GA_3 é conhecido por sua capacidade de promover a germinação, estimulando a síntese de enzimas que quebram as reservas de nutrientes das sementes e facilitam o crescimento do embrião (Bocatto; Forti, 2020).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito de concentrações de ácido giberélico na superação da dormência de sementes de mamoeiro cv. Sunrise Solo, correlacionando com características relacionadas à germinação de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório Biofábrica alocado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus de Vitória da Conquista, localizada no município de Vitória da Conquista, Bahia, durante os meses de agosto e setembro do ano de 2024. As sementes de mamão utilizadas foram da cultivar Sunrise Solo.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo que cada unidade experimental foi composta por 25 sementes. As sementes foram imersas por 45 minutos em água deionizada como testemunha e em diferentes concentrações de ácido giberélico, submetidas aos tratamentos com solução de GA_3 (1500, 2000, 2500 e 3000 ppm), colocadas para germinar em três folhas de papel do tipo Germitest, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca das folhas, sendo acondicionadas em sacos plásticos transparentes e armazenadas em germinador tipo Biochemical Oxigen Demand B.O.D (25 ± 1 ºC) em posição vertical.

Após a germinação da primeira semente e durante 30 dias, foi avaliada a porcentagem de germinação (G); índice de velocidade de germinação (IVG); velocidade média de germinação (VMG) e tempo médio de germinação (TMG).

Para a análise estatística dos dados, foi utilizado a Análise de Componentes Principais (PCA) pelo Programa PAST 4.03 (Hammer *et al*., 2001) para determinar o percentual de contribuição de cada variável nos eixos em relação as cinco concentrações de ácido giberélico para superação de dormência permitindo uma visão geral dos resultados multivariados e revelando as relações entre as variáveis e as concentrações estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de componentes principais (PCA) revelou que a aplicação de diferentes concentrações de ácido giberélico (GA_3) influenciou diretamente a germinação de sementes de mamão cv. Sunrise Solo. A Tabela 1 apresenta os *loadings* (carregamentos) das variáveis em cada componente principal, bem como a porcentagem de variação dos dados explicada por esses componentes. Os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) explicam juntos 96,76% da variação total dos dados, sendo que o PC1 explica 70,26% e o PC2, 26,50% da variação.

Tabela 1 - Contribuição das variáveis em cada componente principal e percentual de variância explicada

Variável	PC1	PC2
%G	0,500	0,477
IVG	0,483	0,531
TMG	0,485	-0,555
VMG	0,530	-0,426
Variância (%)	70,26	26,50

CP1: componente principal 1; CP2: componente principal 2

As cargas fatoriais da tabela indicam que o PC1 é fortemente influenciado por todas as variáveis: %G (0,500), IVG (0,483), TMG (0,485) e VMG (0,530), o que sugere uma relação geral com o processo de

germinação. Esse componente captura uma tendência positiva entre as variáveis, mostrando que, conforme o PC1 aumenta, todas as variáveis de germinação tendem a melhorar. No biplot (Figura 1), os tratamentos T4 (2500 ppm) e T5 (3000 ppm) apresentam uma alta correlação com IVG e %G, sugerindo que essas concentrações de ácido giberélico (GA_3) são as mais eficazes na superação da dormência das sementes. Em contraste, o tratamento T1 (0 ppm), sem aplicação de GA_3, é o mais distante das variáveis relacionadas à germinação, confirmando sua menor eficiência.

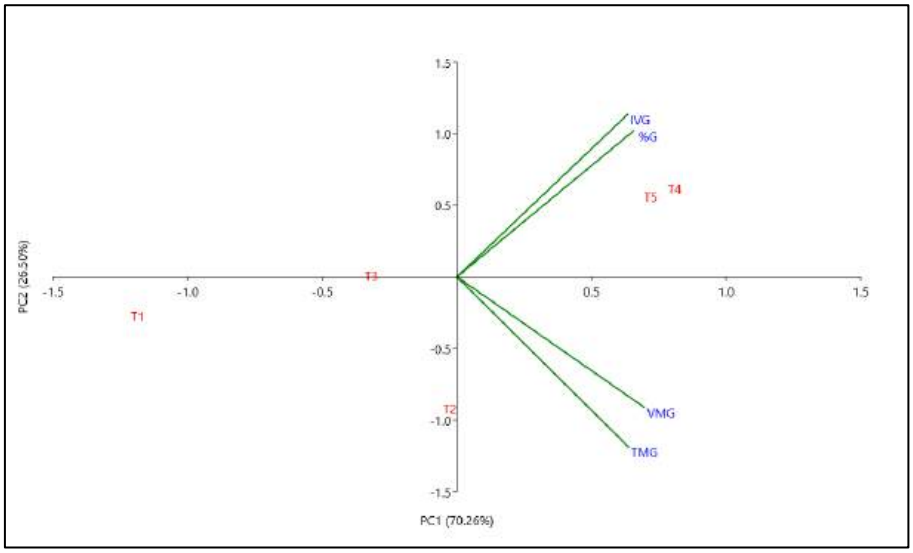


Figura 1 - Biplot da Análise de Componentes Principais (PCA) com base nas variáveis de germinação e tratamentos: T1: 0 ppm; T2: 1500 ppm; T3: 2000 ppm; T4: 2500 ppm; T5 3000 ppm.

Os tratamentos T2 (1500 ppm) e T3 (2000 ppm) apresentaram resultados intermediários, mas ainda menos eficientes em comparação às concentrações mais altas. Isso demonstra que doses de GA_3 superiores a 2000 ppm são necessárias para melhorar significativamente o desempenho germinativo das sementes de mamão papaya. Esses resultados são consistentes quando comparado com o trabalho de Paixão *et al*. (2021), que, ao investigar sementes de mamão do grupo Formosa, observaram desempenho germinativo satisfatório com a concentração de 2000 mg L^{-1} de GA_3. Em um estudo subsequente, Paixão *et al*. (2023) determinaram que a concentração de 1725 mg L^{-1} de GA_3 foi ideal para a emergência de plântulas de mamoeiro cv. Aliança. Savacini *et al*. (2023), por sua vez, ao avaliar diferentes concentrações de GA_3 em sementes de mamão cv. Golden, encontraram 2000 mg L^{-1} como a dosagem mais eficaz, promovendo maior emergência e desenvolvimento das plântulas. Portanto, os resultados do presente estudo estão em conformidade com a literatura, reforçando a eficácia de concentrações de GA_3 em torno de 2000 ppm para diferentes cultivares de mamão.

Em relação à análise multivariada, o PC2, que explica 26,50% da variação total, foi fortemente influenciado pelo TMG, com uma correlação negativa significativa (-0,555). Isso indica que concentrações

maiores de GA_3 reduziram o tempo médio de germinação, acelerando o processo. Esse comportamento é claramente visível no biplot, onde T4 e T5 aparecem próximos do vetor de TMG, sugerindo que a aplicação de 2500 e 3000 ppm resultou em tempos de germinação mais curtos. Assim, concentrações mais elevadas de GA_3, especialmente 2500 ppm e 3000 ppm, mostraram-se eficazes não apenas para aumentar a porcentagem e a velocidade de germinação, mas também para reduzir o tempo necessário para que as sementes germinem, demonstrando uma melhoria global no desempenho germinativo.

CONCLUSÃO

A aplicação de ácido giberélico (GA_3) em sementes de mamão cv. Sunrise Solo demonstrou ser uma estratégia eficiente para superar a dormência e aumentar a eficiência de germinação. Assim, recomenda-se o uso de 2500 ppm ou 3000 ppm de GA_3 para otimizar a germinação das sementes de mamão cv. Sunrise Solo em condições similares.

REFERÊNCIAS

BOCATTO, S. J.; FORTI, V. A. Métodos para promover a superação da dormência em sementes de urucum. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 3, p. 226-231, 2020.

FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, v. 17, p.501-523, 2006.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

JESUS, J. M.; SCHAFFER, M. L.; BARATELA, G. B.; CREMONINI, G. M.; PAIXÃO, M. V. S. Potencial de emergência e desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. Aliança e cv. Golden com a utilização de sementes com um ano. **Revista Foco**, v. 16, n. 2, p. 01-12, 2023.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; HOFFAY, A. C. N.; CORREA, A. C.; CREMONINI, G. M. Ácido giberélico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Agrotrópica**, v. 33, n. 2, p. 143-148, 2021.

PAIXÃO, M. V. S.; BORSOI NETO, A. C.; MOTA, L. A.; SINFRÔNIO, L. L.; GUIMARÃES, A. M. S.; FERNANDES, A. R. Giberelina na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Aliança. **Contemporânea**, v. 3, n. 6, p. 6415-6424, 2023.

PICOLLO, M. P.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, M. B.; PINOTTI, L. M. **Ciência e tecnologia de alimentos: produção e sustentabilidade**. Jundiaí: Pacco Editorial, 2014. 396 p.

SAVACINI, T. S.; OLIVEIRA, V. C.; BORSOI NETO, A. C.; SANTOS, V. E.; PAIXÃO, M. V. S. Giberelina

na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Golden com sementes de diferentes idades. **Revista Foco**, v. 16, n. 2, p. 1-12, 2023.

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 131-139, 2007.

CITOCININA E GIBERELINA NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. ALIANÇA COM SEMENTES ARMAZENADAS POR DOIS ANOS

Amanda Sarmento Lopes[1], Vitório Augusto Menegardo[1], Alison Augusto Hand Kuhn[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1], João Antônio Stieg Côrti [1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: amandasarmento52@gmail.com; vitoriomenegardo03@gmail.com; alisonhand9@gmail.com; mvspaixao@gmail.com; joaoastieg@gmail.com

INTRODUÇÃO

Entre as diferentes cultivares de mamão, a cultivar Aliança aparece como uma das mais promissoras devido as suas características agronômicas comerciais, apresentando frutos com qualidade de mercado e resistência a algumas doenças que ocorrem no mamoeiro. Possui adaptabilidade a diferentes condições climáticas e solos, além de sua resistência a pragas e doenças, como a mancha anelar do mamoeiro e a podridão radicular, tornando a cultivar Aliança em condições de ser produzida em regiões com maiores dificuldades para o cultivo.

O mamoeiro demanda de mão de obra durante o ano gerando empregos, diretos e indiretos e renda para a população agrícola, sendo uma fonte de renda para agricultores de diversas regiões. A produção cresce a cada nova tecnologia com consequente aumento da produtividade com maiores produções e melhoria na renda dos produtores (Santos *et al*., 2018). Face a cultura precisar de renovação a cada 3 anos, os tratos culturais, a colheita e a comercialização são efetuadas de maneira contínua nas lavouras (Dantas *et al*., 2013).

Os hormônios desempenham papéis importantes como promotores ou inibidores da germinação. As giberelinas, em particular, são hormônios que promovem a germinação, atuando no crescimento vegetativo do embrião, mobilizando reservas e enfraquecendo o endosperma que cobre o embrião e bloqueia o crescimento do embrião, presentes em várias partes das plantas, como raízes, folhas jovens, sementes em fase de germinação e frutos as giberelinas são fundamentais para o preparo adequado das plantas (Taiz *et al*., 2017). Porém, devemos levar em conta que a concentração, o número de aplicações, a época de aplicação depende da espécie ou cultivar que está sendo utilizada (Lavagnini *et al*., 2014).

Para a produção de mudas de mamão (*Carica papaya* L.), seleção de sementes melhoradas e métodos de auxílio a germinação das sementes com utilização de hormônios, são cuidados que favorecem a melhoria das mudas e a preparação para o transplantio para o campo de produção.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da citocinina e da giberelina na emergência de plântulas de mamão cultivar Aliança com sementes armazenadas por dois anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, no setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar Aliança. As sementes foram extraídas de frutos coletados em estágio final de maturação, colhidas na cidade de Linhares, ES, as quais foram limpas manualmente retiradas a sarcotesta, colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Após dois anos de armazenadas, as sementes foram imersas durante uma hora nas soluções de GA_3 e solução de citocinina, e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e seiscentas sementes no total.

As diferentes concentrações de giberelina (GA_3) usadas na emergência e desenvolvimento das plântulas foram de 1000 $mg.L^{-1}$, 2000 $mg.L^{-1}$, 3000 $mg.L^{-1}$, 4000 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação de hormônio e a solução de citocinina na concentração de 2000 $mg.L^{-1}$.

Após 30 dias do início da emergência, foi avaliado a porcentagem de emergência (E), o índice de velocidade de emergência (IVE), o tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentadas as médias entre as diferentes doses de ácido giberélico (GA_3) na emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência.

Com relação a emergência, houve diferença estatística conforme observado na Tabela 1, o tratamento com concentração de GA_3 4000 $mg.L^{-1}$, apresentou a maior taxa de germinação com 84% das sementes germinando, com superioridade estatística para os outros tratamentos.

Ao avaliar o IVE, observa-se que houve diferença estatística, os tratamentos com GA_3 2000 $mg.L^{-1}$, GA_3 3000 $mg.L^{-1}$ e na dosagem de GA_3 4000 mg L^{-1}, apresentaram superior estatisticamente aos outros tratamentos, sem diferença estatística entre si (Tabela 1).

Na avaliação do TME observa-se que o tratamento com concentração de GA_3 4000 $mg.L^{-1}$, apresentou o menor tempo de germinação, com diferença estatística superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Giberelina e Citocinina na emergência de plântulas de mamão cv. Aliança com sementes armazenadas por 2 anos

Tratamentos	G	IVG	TMG
Água pura	61 d	3,186 c	12,330 a
GA_3 1000 $mg.L^{-1}$	73 c	3,675 c	11,655 ab
GA_3 2000 $mg.L^{-1}$	81 b	6,095 a	8,157 d
GA_3 3000 $mg.L^{-1}$	81 b	5,125 a	10,780 b
GA_3 4000 $mg.L^{-1}$	84 a	5,952 a	7,108 e
Citocinina 2000 $mg.L^{-1}$	81 b	4.221 b	9,398 c
CV (%)	2,52	11,6	

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. E= emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= tempo médio de emergência.

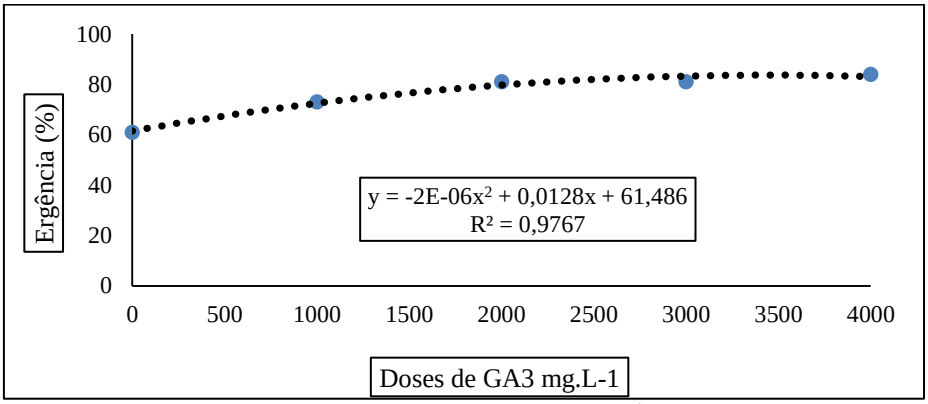
Observa-se que além da giberelina, a citocinina também apresentou resultado superior a testemunha, mostrando que esta semente com dois anos de armazenadas, criou um bloqueio na germinação. Paixão *et al.* (2023) cita que sementes podem não germinar se tiver um bloqueio interno, e para quebrar este bloqueio temos de adicionar um promotor o um inibidor do bloqueador da germinação. A giberelina atuou como um promotor adicional ao bloqueio, e a citocinina atuou inibindo o bloqueador, mostrando-se ambos os hormônios eficientes para aumentar a germinação.

Segundo Ellis *et al.* (1990), as condições de armazenamento e o tempo em que as sementes são armazenadas pode interferir na viabilidade delas. A qualidade da semente armazenada pode ser um obstáculo para produtores e viveiristas que buscam obter plântulas de mamão agronomicamente viáveis permitindo a uniformidade do pomar. Esta pesquisa, mostra que após dois anos armazenada, a semente de mamão cv. Aliança ainda não perdeu o seu poder germinativo, e com a indução com giberelina, estas podem voltar a germinar normalmente.

Jesus *et al.* (2023) cita que o poder germinativo da semente de mamão reduz à medida que estas envelhecem, porém cada cultivar tem uma resposta diferente na emergência das plântulas em relação ao envelhecimento das sementes. Estes autores trabalhando com sementes velhas da cultivar Golden observaram que a germinação e emergência dependem de um promotor para ocorrer, sendo que o envelhecimento da semente pode inativar o promotor e o hormônio pode não ser suficiente para ativar a germinação ou mesmo desativar um possível inibidor, apresentando o baixo índice de germinação.

Considerando que o melhor resultado não foi a citocinina e, diante dos dados analisados, para encontrar

a dosagem ideal de GA_3 para análise de cada variável testada na pesquisa, foi necessário realizar análises de regressão, resultando em parábolas com pontos máximos ideais, sendo a partir da equação da figura, as dosagens indicadas para o uso da dosagem ideal de giberelina nas sementes (Figura 1).



Dose ideal = 3200 $mg.L^{-1}$

Figura 1 - Regressão na germinação de sementes de mamão cv. Aliança com sementes armazenadas por 2 anos com diferentes doses de giberelina

Berbert *et al*. (2008) citam à influência do período de armazenamento no poder germinativo, citando que depois de quatro meses, a semente armazenada apresenta percentuais de germinação que não diferem entre si, mantendo seu poder germinativo, neste caso mesmo após este período foi observado manutenção no poder germinativo das sementes.

Através da análise de regressão realizada, foi encontrado o ponto máximo de cada avaliação, com as dosagens ideais, e sucessivamente através da equação da figura de tendência, a dosagem especifica para cada variável. Ao analisarmos a dosagem correta para melhor emergência de plântulas, encontrarmos o ponto ideal, resultando na dosagem ideal de GA_3 3200 $mg.L^{-1}$ a ser utilizada.

CONCLUSÃO

O ácido giberélico demonstrou um efeito positivo na emergência de plântulas de mamoeiro cultivar Aliança com sementes armazenadas por dois anos, mostrando que estas sementes não perderam a viabilidade, sendo que a dosagem media ideal para atender a melhor emergência é de 3200 $mg.L^{-1}$.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BERBERT, P. A.; CARLESSO, V. O.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; THIÉBAUT, J. T. L.; OLIVEIRA, M. T. R. Qualidade fisiológica de semente de mamão em função da secagem e do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, 2008.

DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2ª ed. Brasília-DF: Embrapa. 2013.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour. l. Coffee. **Journal Experimental Botany**, v. 41, n. 230, p. 1167-1174,1990.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

JESUS, J. M.; SCHAFFER, M. L.; BARATELA, G. B.; CREMONINI, G. M.; PAIXÃO, M. V. S. Potencial de emergência e desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. Aliança e cv. Golden com a utilização de sementes com um ano. **Revista foco**. v. 16, n. 2, p. e1217, 2023.

LAVAGNINI, C. G.; DI CARNE, C. A. V.; CORREA, F.; HENRIQUE, F.; TOKUMO, L. E.; SILVA, M. H.; SANTOS, P. C. S. Fisiologia vegetal - hormônio giberelina. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia** (FAEF), v. 25, n. 1, p. 48-52, 2014.

PAIXÃO, M. S. V. **Propagação de Plantas**. 3ª ed. Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

SANTOS, E. F.; FERNANDES, G. B.; PAIXÃO, M. V. S.; TOMAZELLI, O. C.; HOFFAY, A. C. N.; CHISTÉ, H. Substratos na germinação de sementes de mamão. In: MARTINS, D. S. (ed.). Anais VII Simpósio do Papaya Brasileiro. Produção e Sustentabilidade Hídrica. **Anais...** Vitória, ES, 2018. CD-ROM.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHU, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

DOSES DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO FORMOSA

Bárbara Caires Brito[1], Alcebíades Rebouças São José[1], Igor José Lopes da Cruz Santos[1], Rita de Cássia Santos Nunes[1], Cláudio Lúcio Fernandes Amaral[1], Fabrício Vieira Dutra[1], Adriana Dias Cardoso[1]

[1]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA. E-mail: barbaracb.agro@gmail.com.br; alcebiades@uesb.edu.br; igor467@gmail.com; rita.nunes@uesb.edu.br; claudio.amaral@uesb.edu.br; fabriciovieira94@hotmail.com; adriana.cardoso@uesb.edu.br

INTRODUÇÃO

O mamão *(Carica papaya* L.) é um fruto amplamente apreciado no mundo tanto pelo sabor adocicado e pelo aroma, como pelo seu potencial nutricional e nutracêutico (Souza, 2022). Cultivado em paises tropicais e subtropicais, a cultura do mamão gera empregos e fonte de renda para várias famílias, principalmente no Nordeste brasileiro (Nunes; Silva, 2022).

O meio de propagação do mamão é basicamente por sementes, as quais apresentam irregularidades e desuniformidade na germinação. Tanto por questões fisiológicas de sobrevivência da espécie, como por barreiras físicas, como a presença da sarcotesta, as sementes de *C. papaya* apresentam elevado teor de dormência (Tokuhisa *et al*., 2009). Vale *et al*. (2020) afirma que em outras estruturas da semente existem compostos fenólicos, fazendo com que mesmo com a retirada da sarcotesta a dormência permaneça.

A giberelina desempenha papel crucial na fase de germinação das sementes, promovendo o desenvolvimento inicial das plântulas e aumentando seu potencial de crescimento. Esse efeito é resultado de sua ação na produção de enzimas hidrolíticas que degradam o amido e outras substâncias de reserva, permitindo a retomada do crescimento do eixo embrionário (Paixão *et al*., 2023).

O ácido giberélico age na divisão celular, gerando aumento e alongamento das células vegetais e também na quebra de dormência das sementes, pois tem a capacidade de sintetizar enzimas hidrolíticas e de degradação do amido, iniciando a degradação do endosperma que está envolto ao embrião e atua como barreira, restringindo o seu crescimento (Taiz; Zeiger, 2017).

O teste de germinação determina o potencial germinativo do lote de sementes. Sua utilização serve tanto para a comparação de lotes como para atestar a qualidade fisiológica das sementes por meio do percentual de germinação.

Dessa forma, o presente estudo foi realizado com objetivo de avaliar o efeito de doses de ácido

giberélico na germinação de sementes de mamão Formosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Biofábrica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, BA, no período de agosto a setembro de 2024. Foram utilizadas sementes de mamão Formosa, adquiridas em comércio local, com índice de germinação de 74% e 99% de pureza.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo que cada unidade experimental foi composta por 50 sementes. As sementes foram imersas por 45 minutos em água deionizada como testemunha e em diferentes concentrações de ácido giberélico, submetidas aos tratamentos com solução de GA_3 (1500, 2000, 2500 e 3000 ppm), colocadas para germinar em três folhas de papel do tipo Germitest, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca das folhas, sendo acondicionadas em sacos plásticos transparentes e armazenadas em câmara incubadora do tipo B.O.D Biochemical Oxigen Demanda, sob temperatura de 25 ± 1 ºC (Brasil, 2009).

As características avaliadas foram: percentual de germinação (PG), o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo médio de germinação (TMG) e a velocidade média de germinação (VMG) foram obtidos após os 30 dias de início da germinação. Os valores de germinação foram contabilizados aos 7, 15, 23 e 30 dias do início da implantação do experimento (Brasil, 2009). Posteriormente, foi avaliado o comprimento do hipocótilo com a radícula (CHR) das sementes germinadas por tratamento, sendo considerado 5 plântulas por repetição.

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Liliefors) e homogeneidade (Cochran), seguido de análise de variância (F a 0,05). Posteriormente, foi feita a análise de regressão. As funções matemáticas selecionadas para expressar o comportamento das variáveis quantitativas obedeceram ao critério de significância do modelo, maior coeficiente de determinação e melhor explicação biológica com auxílio do software SAEG, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

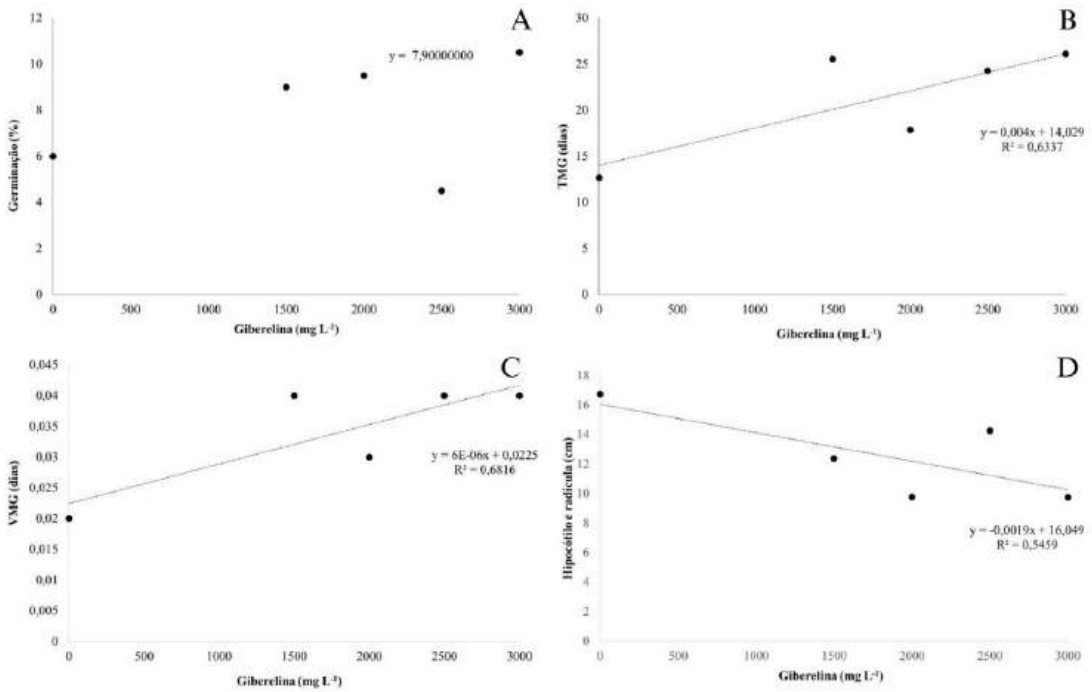
Inicialmente, o lote de sementes foi caracterizado, sendo obtidos valores de teor de água (TA) de 8,1% e condutividade elétrica (CE) de 890 $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$.

Não foi possível ajuste ao modelo de regressão com significado biológico para as variações da característica percentagem de germinação (PG) (Figura 1A). Observa-se que a germinação foi baixa para todos os tratamentos analisados. Isso, provavelmente, foi devido a qualidade das sementes utilizadas. Paixão *et al.* (2023) constataram percentual de 86% de sementes de Formosa germinadas após 30 dias de implantação do experimento, o que foi obtido com a dosagem de 2000 mg L^{-1}.

Foi definido modelo linear para as características tempo médio de germinação (TMG), velocidade

média de germinação (VMG) e comprimento do hipocótilo com a radícula (CHR) em função das concentrações de giberelina. À medida que aumentou a concentração de giberelina houve incremento no TMG e VMG. Entretanto, foi observado comportamento inverso para o comprimento do hipocótilo com a radícula (CHR), quando aumentou a concentração de giberelina, reduziu-se o CHR. O comprimento do hipocótilo com a radícula não apresentou dados satisfatório devido ao baixo vigor relacionado a maiores dosagens.

Diante dos dados obtidos pode-se, então, constatar que lote de sementes, adquirido em comércio local, apresentou divergência entre a porcentagem de germinação indicado na embalagem e ao obtido no trabalho. Isso, provavelmente, pode ser decorrente do armazenamento inapropriado utilizado pela empresa.



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela Análise de Variância da Regressão

Figura 1 - Germinação (G), tempo médio de germinação (TMG), velocidade média de germinação (VMG) das sementes e comprimento do hipocótilo com a radícula de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de giberelina.

CONCLUSÃO

As sementes de mamão Formosa utilizadas nesta pesquisa não apresentam qualidade fisiológica, não podendo inferir sobre a recomendação da giberelina na quebra de dormência das mesmas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

REFERÊNCIAS

SOUZA, M. A. **Efeito do tratamento com plasma frio sobre os atributos de qualidade de mamão Formosa (*Carica papaya* L.) minimamente processado**. 2022. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/247263/PEAL0425-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 13 mar. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

NUNES, E. M.; SILVA, P. S. G. Reforma agrária, regimes alimentares e desenvolvimento rural: evidências a partir dos territórios rurais do Rio Grande do Norte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, p. e232668, 2022.

PAIXÃO, M. V. S.; BORSOI NETO, A. C.; MOTA, L. A.; SINFRÔNIO, L. L.; GUIMARÃES, A. M. S.; FERNANDES, A. R. Giberelina na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Aliança. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 6, p. 6415-6424, 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 722p.

TOKUHISA, D.; SEDIYAMA, C. A. Z.; HILST, P. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamão *(Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 137-145, 2009.

VALE, L. S. R.; MARTINS, P. H. M.; FÉLIX, M. J. D.; WINDER, A. R. S.; MARQUES, M. L. S.; ASSIS, E. Métodos de remoção da sarcotesta para superação de dormência em sementes de mamão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41161-41174, 2020.

TESTE DE TETRAZÓLIO NA AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE DE SEMENTES DE MAMÃO

Caroline Boaventura Nascimento Penha[1], Rita de Cássia Santos Nunes[2], Igor José Lopes da Cruz Santos[2], Bárbara Caires Brito[2], Fabrício Vieira Dutra[2], Alcebíades Rebouças São José[2], Rafael Marani Barbosa[1], Adriana Dias Cardoso[2]

[1]Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Campus Soane Nazaré de Andrade. Ilhéus, BA. E-mail: carol_boaventura18@hotmail.com; rmbarbosa@uesc.br; [2]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA. E-mail: rita.nunes@uesb.edu.br; igor467@gmail.com; barbaracb.agro@gmail.com.br; fabriciovieira94@hotmail.com; alcebiades@uesb.edu.br; adriana.cardoso@uesb.edu.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera de importância socioeconômica amplamente difundida em regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo. Comercialmente, seus frutos possuem grande popularidade devido ao seu agradável sabor e alto valor nutricional, o que favorece o aumento de áreas cultivadas para suprir a demanda do mercado (Sagvekar *et al*., 2023).

Em maioria, a propagação do mamoeiro acontece por sementes. Entretanto, essas possuem germinação lenta e desuniforme (Rao *et al*., 2023). Por isso, no cenário atual, a fase propagativa dessa cultura é marcada pelo grande desafio na obtenção de mudas vigorosas e com desempenho satisfatório em campo (Vorugant *et al*., 2022). Nesse contexto, a utilização de técnicas de controle de qualidade de sementes para identificação de materiais propagativos viáveis torna-se indispensável para o sucesso produtivo de culturas como o mamoeiro.

O teste de tetrazólio surge como excelente alternativa para a avaliação da viabilidade de sementes e oferece resultados rápidos, precisos e confiáveis. Essa técnica baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases presentes nas células embrionárias das sementes durante a respiração. Para isso, é usada uma solução a base do cloreto de 2,3,5-trifeniltetrazólio que reage com o hidrogênio produzido durante a atividade respiratória e forma um composto estável e vermelho (França Neto; Krzyanowski, 2022). A coloração pode ter diferente intensidade e distribuição o que permitirá a diferenciação das sementes viáveis e inviáveis.

Estudos recentes têm buscado a otimização de metodologias para realização do teste de tetrazólio. Pois, sua eficácia depende de fatores como à concentração utilizada, o tempo de contato com a solução, a temperatura de armazenamento das amostras e a espécie utilizada (Paraíso *et al*., 2019). Segundo Carvalho *et al*. (2018), a eficiência do teste de tetrazólio em sementes de mamão varia de acordo o material genético e, por isso, precisa ser ajustada para melhor refletir a qualidade fisiológica das sementes de interesse. Dessa forma,

o objetivo do trabalho foi determinar a concentração da solução de tetrazólio para avaliação eficaz da viabilidade de sementes de mamão do grupo Solo cv. Sunrise Solo e do grupo Formosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório Biofábrica, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus de Vitória da Conquista, localizada em Vitória da Conquista, Bahia, no ano de 2024. As sementes de mamão utilizadas foram das cultivares Sunrise Solo (grupo Solo) e do grupo Formosa, com taxa germinativa de 77% e tendo ambas purezas de 99%. Os lotes das sementes estudadas foram adquiridos em loja agropecuária do município de Vitória da Conquista, BA.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três concentrações de 2,3,5-trifeniltetrazólio (0,5, 0,75 e 1,0%), duas cultivares (grupo Solo: 'Sunrise Solo' e grupo Formosa) e cinco repetições de 25 sementes. Inicialmente, as sementes foram pré-umidecidas em papel do tipo Germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca das folhas por 1 hora e depois, foram cortadas longitudinalmente com auxílio de um bisturi para exposição do embrião. Posteriormente, as sementes foram postas em frascos de vidro âmbar, envoltos em papel alumínio para evitar exposição à luz, contendo 30 mL da solução de cloreto de acordo com cada tratamento (0,5, 0,75 e 1%) e armazenadas em câmara incubadora tipo B.O.D. a 35 ºC, por 6 horas, sem fotoperíodo.

Após coloração das amostras as soluções de tetrazólio foram drenadas, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas em água destilada até o inicio das avaliações. As sementes foram analisadas individualmente sob lupa binocular e classificadas com base em critérios estabelecidos de vigor e viabilidade. Os resultados foram expressos em porcentagens, de acordo com a categorização adaptada dos parâmetros de vigor propostos por Santos *et al*. (2012) e Silva *et al.* (2012): Viáveis e vigorosas, Viáveis e não vigorosas e Não viáveis.

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Liliefords) e homogeneidade (Cochran), seguido de análise de variância (F a 0,05) e, com significância, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, com nível de probabilidade de 5% com auxílio do software SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas), versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram expressos em porcentagens, de acordo com a categorização adaptada aos parâmetros de vigor propostos em literatura (Santos *et al*., 2012; Silva *et al.*, 2012). Assim, as sementes foram classificadas conforme as características da Figura 1.

As diferentes concentrações de 2,3,5-trifeniltetrazólio apresentaram diferença entre os tratamentos estudados conforme descrito na Tabela 1. Na concentração de 0,5%, foi encontrada a maior média de

viabilidade para a cultivar Sunrise Solo, grupo Solo. No tratamento na concentração de 1,0% foi possível observar a maior porcentagem de sementes viáveis e não vigorosas para a cultivar Sunrise Solo. Entretanto, para identificação de sementes não viáveis, o material genético do grupo Formosa apresentou maiores médias na concentração de 0,75%, seguida da concentração de 1,0% (Tabela 2).

Viabilidade e vigor	Ilustração
Viáveis e vigorosas (VV): Coloração rosácea uniforme, tecidos normais e firmes.	
Viáveis e não vigorosas (VNV): Coloração vermelho intenso ou branco leitoso em menos de 50% da área cotiledonar e/ou na extremidade da radícula sem atingir o eixo embrionário.	
Não viáveis: Coloração vermelho intenso ou branco leitoso em mais de 50% da região cotiledonar e/ou do eixo embrionário, atingindo o cilindro central.	

Figura 1 - Classificação da viabilidade e vigor de sementes de mamão do grupo Solo cv. Sunrise Solo submetidas ao teste de tetrazólio.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) referente a porcentagem de sementes viáveis e vigorosas (VV), viáveis e não vigorosas (VNV) e não viáveis (NV) de mamão das variedades Sunrise Solo e Formosa

FV	GL	Quadrados médios		
		VV	VNV	NV
Concentração do extrato	5	900,69**	2253,76**	1612,48**
Resíduo	24	50,13	72,00	32,26
CV (%)		27,95	15,95	26,79

*Significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

Os resultados desse trabalho não corroboram com Carvalho *et al*. (2018) que ao aplicarem o teste de tetrazólio em sementes de mamão da variedade Havai, do grupo Solo, observaram melhores resultados nas concentrações de 0,1% e 1% embebidas por 9 e 6 horas, respectivamente, a 40 °C. Entretanto, para os autores, os resultados do teste de tetrazólio são altamente variáveis, especialmente, em relação ao material genético

estudado o que justifica os resultados encontrados nessa pesquisa. Pois, dentro das condições desse trabalho foi possível observar que para o material genético grupo Formosa as concentrações estudadas não foram eficientes na identificação de viabilidade e vigor de um lote com 77% de germinação.

Tabela 2 - Porcentagem de sementes viáveis e vigorosas (VV), viáveis e não vigorosas (VNV) e não viáveis (NV) de mamão do grupo Solo cv. Sunrise Solo e grupo Formosa, submetidas a diferentes concentrações de 2,3,5-trifeniltetrazólio

Concentração (%)	Cultivar	%VV	%VNV	%NV
0,5	Formosa	32,00b	39.20c	31,20b
0,5	Sunrise Solo	47,20a	48.00c	3,20c
0,75	Formosa	20,00bc	35.20c	44,00a
0,75	Sunrise Solo	20,80bc	68.80b	8,80c
1,0	Formosa	24,80b	39.20c	36,00ab
1,0	Sunrise Solo	7,20c	88.80a	4,00c
CV%		27,95	15,95	26,79

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo Teste Tukey no nível de probabilidade a 0,05.

Carvalho *et al*. (2018) também afirmam que em sementes de mamão o teste de tetrazólio expressam melhor resultados em maiores concentrações a 40 °C para variedades do grupo Solo. Entretanto, no presente estudo a cultivar Sunrise Solo apresentou maiores percentuais na menor concentração 0,5% a 35 °C. Isso justifica os resultados aqui encontrados, pois indica a influência da temperatura no teste de tetrazólio mesmo em espécies do mesmo grupo.

Para Pereira *et al*. (2024), a concentração de 0,5% por 6 e 8 horas apresentaram resultados inferiores para identificação da viabilidade pelo teste de tetrazólio (35 e 40 °C) de sementes de *Anadenanthera colubrina* var. cebil (Griseb.) submetidas ao envelhecimento acelerado. Entretanto, para os autores a redução de viabilidade se dá em função do estresse em que as sementes foram submetidas, afetando assim diretamente suas membranas e os resultados em menores concentrações. Neste estudo, as sementes não foram submetidas a nenhuma condição de estresse o que favoreceu a eficácia do teste em menor concentração. Por isso, a determinação das combinações como concentração, período, espécie, cultivar e temperatura são fundamentais para a otimização do teste de tetrazólio.

CONCLUSÃO

A imersão de sementes de mamão na concentração de 0,5%, por 6 horas a 35 °C é a mais eficiente para avaliação do vigor e viabilidade para o mamão papaya cultivar Sunrise Solo. A imersão de sementes do

grupo Formosa nas concentrações estudadas 0,5, 0,75 e 1,0%, por 6 horas a 35 °C não foi eficiente para avaliação do vigor e viabilidade.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, S. M. C.; TORRES, S. B.; SOUSA E. C.; SOUSA, D. M. M.; PEREIRA, K. T. O.; PAIVA, E. P.; MATIAS, J. R.; SANTOS, B. R. V. Viability of *Carica papaya* L. seeds by the tetrazolium test. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, ed. 2, p. 335-340, 2018.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Use of the tetrazolium test for estimating the physiological quality of seeds. **Seed Science and Technology**. [*S. l.*], v. 5, p. 33-44, 2022.

PARAÍSO, H. A.; BRANDÃO JUNIO, D. S.; AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; GOMES, L. S. P.; NASCIMENTO, W. M. Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of chickpea seeds. **Journal of Seed Science**. Chesterton (Indiana), v. 41, p. 7-12, 2019.

PEREIRA, K. T. O.; BENEDITO, C. P.; SOUZA NETA, M. L.; BARROS, E. S.; ALBUQUERQUE, C. C.; TORRES, S. B. Physiological quality of *Anadenanthera colubrina* var. cebil (Griseb.) Altschul seeds by the tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, v. 46, p. e202446015, 2024.

RAO, G. S. K.; KRISHNA, V. N. P. S.; SRINIVASULU, B.; SIVARAM, G. T.; PADMAJA V. V.; ARUNODHAYAM, K. Effect of different pre - sowing seed treatments on germination and growth of papaya (*Carica papaya* L.) seedlings cv. Arka Surya. **International Journal of Environment and Climate Change**, [*S. l.*], v. 13, ed. 10, p. 3933-53, 2023.

SAGVEKAR, V. V.; PINJARI, S. S.; MALSHE, K. V.; CHAVAN, A. P. Effect of fertigation on performance of papaya - A review. **Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)**, [*s. l.*], v. 16, ed. 10, p. 25-33, 2023.

SANTOS, G. C. R.; MELHO JUNIOR, J. L. A.; MELO, L. D. F. A.; SOUZA, M. S.; PAES, R. A.; BADJI, C. A.; COSTA, J. F. O.; CRISOSTOMO, N. M. S. Análise de imagens na determinação da viabilidade de sementes de milho pelo teste de tetrazólio. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 16, ed. 9, p. 14940-14957, 2023.

SANTOS, J. F.; SANCHES, M. F. G.; BARBOSA, R. M.; LEÃO, E. F.; VIEIRA, R. D. Otimização de procedimentos de teste de tetrazólio para avaliar o potencial fisiológico de sementes de amendoim. **Ciência e Tecnologia de Sementes**, v. 40, p. 215- 228, 2012.

SILVA, C. B.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Avaliação da viabilidade de sementes de crotalária (*Crotalaria juncea*) pelo teste de tetrazólio. **Seed Technology**, v. 34, p. 263-272, 2012.

VORUGANTI, S. R.; SINGH. J.; JAYARAJAN, S. Effect of growth regulator and growing media on seed germination of papaya: A review. The Pharma Innovation Journal. [*S. l.*], v. 11, ed. 4, p. 1121-1124, 2022.

ALGAS MARINHAS SOBRE A GERMINAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MAMÃO

Caroline Boaventura Nascimento Penha[1], Alcebíades Rebouças São José [2], Rita de Cássia Santos Nunes[2], Bárbara Caires Brito[2], Igor José Lopes da Cruz Santos[2], Fabrício Vieira Dutra[2], Adriana Dias Cardoso[2]

[1]Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Campus Soane Nazaré de Andrade. Ilhéus, BA. E-mail: carol_boaventura18@hotmail.com; [2]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA. E-mail: alcebiades@uesb.edu.br; rita.nunes@uesb.edu.br; barbaracb.agro@gmail.com.br; igor467@gmail.com; fabriciovieira94@hotmail.com; adriana.cardoso@uesb.edu.br

INTRODUÇÃO

A fruticultura é um setor agrícola em constante crescimento e de grande potencial socioeconômico. Nesse cenário, destaca-se o cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) que com produção anual de 1.107.761 toneladas consolida o Brasil como quarto maior produtor mundial, atrás apenas da Índia, Republica Dominicana e México (FAO, 2024). Seus frutos possuem excelente aceitação no mercado pelo seu sabor e elevado valor nutricional, o que reflete diretamente na introdução e expansão de novas áreas de cultivo.

Comercialmente, a propagação dessa frutífera acontece via sementes (Kumari *et al*., 2023) e por isso, o sucesso germinativo dessa cultura é indispensável para bons resultados produtivos, o que pode ser garantido por meio do tratamento dessas sementes. A preparação das sementes pode ser feita com diferentes métodos e produtos que favorecem a máxima expressão do vigor germinativo e o desenvolvimento inicial de mudas (Khan *et al*., 2023). Como boa alternativa, o uso de substâncias com efeito bioestimulante se destaca na obtenção de materiais propagativos com melhor desempenho agronômico, principalmente, durante a fase germinativa.

Bioestimulantes são substâncias naturais e/ou sintéticas que melhoram o desempenho das culturas por meio da promoção de crescimento e maior eficiência na absorção de nutrientes e água (Sun *et al*., 2024). Dentre as categorias de bioestimulantes, o extrato de algas marinhas vem tendo notoriedade em diferentes culturas. Rossini *et al*. (2024), ao avaliarem a germinação de sementes de trigo observaram que o revestimento dessas sementes com extrato de algas favoreceu a germinação tanto em condições ideais de cultivo quanto de estresse. Mzibra *et al*. (2021), ao observarem diferentes extratos de algas marinhas na cultura do tomateiro, observaram aceleração na taxa germinativa das sementes e promoção do crescimento das plantas.

Muitos são os benefícios dos bioestimulantes. Entretanto, são poucos os registros do seu uso no tratamento de sementes frutíferas. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de algas marinhas como bioestimulante sobre a germinação e vigor de sementes de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório Biofábrica alocado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus de Vitória da Conquista, localizada no município de Vitória da Conquista, Bahia, no ano de 2024. As sementes utilizadas foram de mamão do grupo Solo, cultivar Sunrise Solo, com taxa germinativa de 77% e pureza de 99%, adquiridas em loja agropecuária do município de Vitória da Conquista, BA.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco concentrações do bioestimulante (0, 15, 30, 45 e 60 %) e em quatro repetições de 25 sementes. O bioestimulante utilizado foi um Fertilizante Organomineral Classe A, composto por extrato de algas marinhas, carbono orgânico total e aditivos.

Foi avaliado a condutividade elétrica (Vidigal *et al*., 2008) e o teor de água (Brasil, 2009) do lote estudado. Em seguida, sementes foram imersas por 45 minutos em 2000 mg L^{-1} de ácido giberélico para superação de dormência conforme proposto por Paixão *et al*. (2021). Para obtenção das concentrações foram feitas diluições do bioestimulante em 20 mL de água destilada. Depois, as sementes foram embebidas em béckeres (50 mL) contento as concentrações conforme cada tratamento pelo período de 24 horas.

As sementes tratadas foram postas em três folhas de papel do tipo Germitest, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca das folhas, sendo enroladas e acondicionadas em sacos plásticos transparentes armazenados em câmara incubadora tipo B.O.D (25 ± 1 ºC) em posição vertical. Após aplicação dos tratamentos foram realizadas avaliações para análise da porcentagem germinativa e do índice de velocidade de germinação (Brasil, 2009) e tempo médio de germinação (Labouriau, 1983).

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Liliefords) e homogeneidade (Cochran). A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas), versão 9.1, procedendo-se a análise de variância e, posteriormente, análise de regressão polinomial. As funções matemáticas selecionadas para expressar o comportamento das variáveis quantitativas obedeceram ao critério de maior coeficiente de determinação e melhor explicação biológica para a característica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de mamão apresentaram teor de água inicial (TA) de 9,59% e condutividade elétrica (CE) de 109,63 $\mu S\ cm^{-1}g^{-1}$. Vale *et al*. (2020), ao analisar diferentes métodos para superação de dormência em sementes de mamão, observaram melhores respostas em tratamentos que possuíam TA e CE entre 8,2 e 9,1% e 1583,5 e 1596,7 $\mu S\ cm^{-1}g^{-1}$, respectivamente. Entretanto, menores valores de CE indicam maior integridade das membranas celulares e, consequentemente, maior vigor devido a menor lixiviação de íons nas sementes (Silva Neta *et al*., 2024). Logo, os valores encontrados neste estudo estão dentro dos padrões esperados para sementes de mamão, o que garante maior confiabilidade das demais análises.

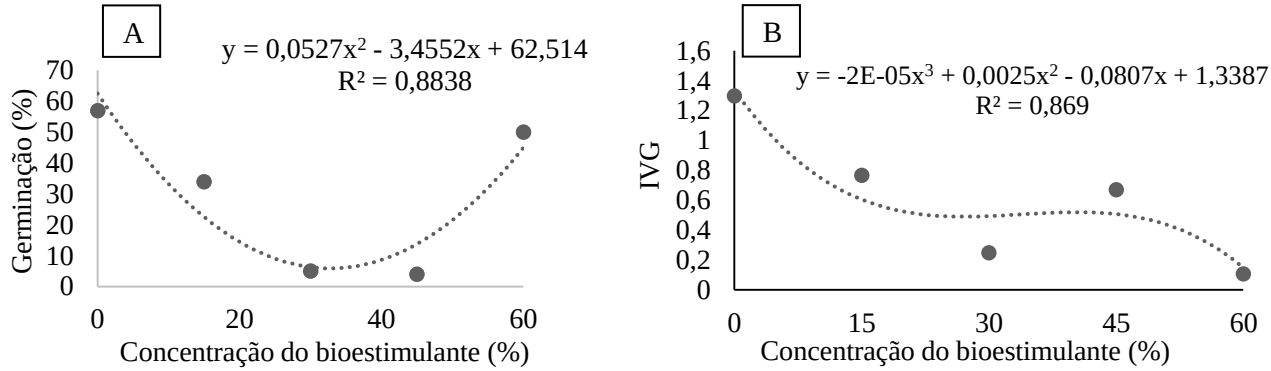
As diferentes concentrações do extrato de algas marinhas influenciaram nos resultados apenas da porcentagem de germinação (% GERM) e do índice de velocidade de germinação (IVG), conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e do coeficiente de variação (CV) referente a porcentagem de germinação (% GERM), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de plântulas de mamão em função da concentração do bioestimulante a base de extrato de algas marinhas

FV	GL	Quadrados médios		
		% GERM	IVG	TMG
Concentração do extrato	4	2446,00**	0,88**	42,69ns
Resíduo	15	121,06	0,48	32,39
CV (%)		36,67	35,61	23,56

**Significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F; *significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

Os dados referentes às características avaliadas foram ajustados aos modelos quadráticos e cúbicos. Em relação aos modelos foram calculadas as concentrações máxima ou mínima do extrato de algas marinhas em sementes de mamão cv. Sunrise Solo (Figura 1). O tempo médio de germinação (TMG) não se ajustou a nenhum modelo estatístico.



**; * Significativo ($p \leq 0,01$ e 0,05, respectivamente), pela análise de variância da regressão

Figura 1 - Porcentagem de germinação (% GERM) (A) e índice de velocidade de germinação (IVG) (B) de plântulas de mamão cv. Sunrise Solo, em função da concentração do bioestimulante a base de extrato de algas marinhas.

Foi observado efeito quadrático decrescente da concentração do bioestimulante em relação a % GERM, indicando que concentrações maiores de extrato de algas marinhas podem promover germinação mais lenta em sementes de mamão, sendo registrado ponto máximo estimado de 57% na concentração de 0% e ponto mínimo de 4% na concentração de 45% do extrato de algas (Figura 1A). O aumento das concentrações também reduziu o IVG, sendo que, nas concentrações de 0% e 30% foram observados valores de 1,30 e 0,25,

respectivamente (Figura 1B). Entretanto, a partir da concentração de 60% foi observado aumento na %GERM (50%) e no IVG (1,11) em relação as concentrações de 15, 30 e 45%.

Os resultados deste trabalho não corroboram com estudos feitos em outras espécies que indicam que extratos de algas marinhas promovem melhoria na germinação de sementes como comprovado por Krid *et al*. (2023) ao avaliar o efeito bioestimulante de três extratos de algas sobre o tomateiro em condições de estresse salino. Vieira *et al*. (2021) também registraram efeitos benéficos do extrato de algas vermelhas (*Solieria filiformis*) sobre a geminação e desenvolvimento de plântulas de diferentes variedades de cenoura.

Apesar do extrato de algas marinhas ser considerado uma excelente alternativa para manutenção e melhoria dos mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares das plantas, seu efeito é influenciado por uma série de fatores como a espécie vegetal, a dosagem, o modo de aplicação e frequência de uso do extrato (Carvalho; Castro, 2014). Por isso, ainda é necessário a obtenção de novas pesquisas que comprovem a capacidade bioestimulante das algas marinhas sobre a germinação de sementes (Silva; Silva, 2021), especialmente, de frutíferas como o mamoeiro.

CONCLUSÃO

O aumento das concentrações do extrato de algas marinhas reduziu a porcentagem de germinação e o índice de germinação e não teve efeito sobre o tempo médio de germinação de sementes de mamão.

REFERÊNCIAS

AMARO, H. T. R.; COSTA, R. C.; PORTO, E. M. V.; ARAÚJO, E. C. M.; FERNANDES, H. M. F. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 222-242, 2020.

BABALOLA, B. A.; AKINWANDE, A. I.; GBOYEGA, A. E.; OTUNBA, A. A. Extraction, purification and characterization of papain cysteine-proteases from the leaves of *Carica papaya*. **Scientific African**, v. 19, ed. e01538, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 2009. 395p.

CARVALHO, M. E. A; CASTRO, P. R. C. **Extratos de algas e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ- Divisão de Biblioteca, 2014. 58p. (Série Produtor Rural, nº 56).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção Brasileira de Mamão em 2017**, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018.

FABI, J. P.; PRADO, S. B. R. Fast and furious: ethylene-triggered changes in the metabolism of papaya fruit

during ripening. **Frontiers in Plant Science**, [*s. l.*], v. 10:535, 2019.

FAOSTAT. **Papayas: U.S. import-eligible countries; world production and exports**. 2022. Disponível em: http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx. Acesso em:14 set. 2024.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de mamão**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mamao/br. Acesso em: 28 ago. 2021.

KHAN, Q.; MEMONA, N.; WAHOCHOA, N. A.; JAMALIA, M. F.; MIANO, T. F.; BHUTTOB, A. R. Comparative effect of seed priming and growing media on seed germination and seedling growth of papaya (*Carica papaya* L.). **Tropical Agrobiodiversity - TRAB**, Nepal, v. 4, ed. 1, p. 16-21, 2023.

KRID, A.; HALLABI, M. E.; ENNOURY, A.; NHHALA, N.; BERKANI, K.; NHIRI, M.; ZERROUK, M. H. O potencial dos extratos de algas marinhas como bioestimulante para melhorar a tolerância ao estresse salino de *Solanum lycopersicum* L: Mohamed b, Mohammed Hassani um. **Revista Sul-Africana de Botânica**, [*s. l.*], v. 161, p. 305-316, 2023.

KUMARI, R.; KUNDU, M.; MIR, H.; KUMAR, P. In vitro regeneration technique of papaya (*Carica papaya* L.) cv. Pusa Dwarf through shoot tip culture. ***National Academy Science Letters***, [*S. l*], v. 46, p. 1-5, 2023.

LABOURIAU, L. G. **Germinação das sementes**. Washington: Secretária Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

MZIBRA, A.; AASFAR, A.; BENHIMA, R.; KHOULOUD, M.; BOULIF, R.; DOUIRA, A.; BAMOUH, A.; KADMIRI, I. M. Biostimulants derived from moroccan seaweeds: seed germination metabolomics and growth promotion of tomato plant. **Journal of Plant Growth Regulation**, [*s. l.*], v. 40, p. 353-370, 2021.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. p. 49-85. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

NETA, I. C. S.; FIGUEIREDO, J. C.; CUSTODIO, D. C. S.; DAVID, A. M. S. S.; CANGUSSÚ, L. V. S; AMARO, H. T. R.; FREITAS, H. K. C.; JUNIOR RODRIGUES, J. A. A.; BORGES, J. B.; NOBRE, D. A. C. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Crambe abyssinica* Hoechst. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 17, ed. 1, p. 1469-1481, 2024.

OLIVEIRA J. R. P.; CARVALHO, J. E. B.; PÁDUA, T. R. P.; TRINDADE. A. V. Propagação. cap. 6, p. 79-100. In: OLIVEIRA, A. M. G.; MEISSNER FILHO, P. E. (eds.). **Mamoeiro do Grupo Solo** – Cultivo, colheita, pós-colheita e comercialização. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; HOFFAY, A. C. N.; CORREA, A. C.; CREMONINI, G. M. Ácido giberélico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Agrotrópica**, v. 33, ed. 2, p. 143-148, 2021.

RITESH, M.; PRIYANKA, V.; ARADHANA, L.H.; SANGEETA, S. Diversity analysis of begomoviruses infecting papaya and its mechanisms of resistance, chapter 21. p. 507-524. In: **Virus-host interaction**, 2.ed., Elsevier Academic Press, 2021.

ROSSINI, A.; RUGGERI, R.; MZID, N.; ROSSINI, F.; DI MICELI, G. *Codium fragile* (Suringar) Hariot as biostimulant agent to alleviate salt stress in durum wheat: preliminary results from germination trials. **plants**. [*S. l.*], v. 13, p. 283, 2024.

SILVA, M. B. P.; SILVA, V. N. Biocondicionamento de sementes de tomate com extrato de alga vermelha. **Scientific Electronic Archives, Nao Seil**, v. 13, n. 3, p. 28-35, 2021.

SUN, W.; SHAHRAJABIAN, M. H.; KUANG, Y.; WANG, N. Amino acids biostimulants and protein hydrolysates in agricultural sciences. **plants**. [*S. l.*], v. 13, p. 210, 2024.

VIDIGAL, D. S.; LIMA, J. S.; BHRING, M. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste para condutividade elétrica para sementes de pimentas. ***Revista Brasileira*** de ***Sementes***, v. 30, n. 1, p. 168-174, 2008.

VIEIRA, L. C.; LUCAS, D. C.; SILVA, M. B. P.; BEDIN, F.; SILVA, V. N. Vigor de sementes de cenoura recobertas com bioestimulantes de *Solieria filiformis*. **Colloquium Agrariae**, v. 17, n. 1, p. 93-103, 2021.

CITOCININA E GIBERELINA NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. FORMOSA COM SEMENTES ARMAZENADAS POR DOIS ANOS

Clarisse dos Santos Claudio[1], Samara da Silva Evaristo[1], Dioliana Ponte Coswosck[1], Luis Fernando Buldrine Boina[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES.
E-mail: clarisseclaudio53@gmail.com; samaraevaristo21@gmail.com; diolianaagrocoswosck@gmail.com; luisboina17@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

Uma grande dificuldade nos plantios é a dormência das sementes pós-colheita dificultando a propagação sexuada. A adoção de alguns métodos para superar a dormência destas sementes tem sido testada, lavagem em água corrente; remoção da sarcotesta; aplicação de KNO_3, de hipoclorito de sódio, uso de reguladores de crescimento; dentre outros (Tokuhisa *et al.*, 2007).

De acordo com Mesquita *et al*. (2012) a produção de mudas de qualidade é o primeiro passo nos estudos agronómicos, para atingir um grande potencial de produção e uma boa produtividade produzindo-se mudas de excepcional qualidade.

Com a renovação das lavouras em três a quatro anos a demanda por sementes passa a ter maior valor. Desta forma no processo germinativo das sementes ocorre a presença hormônios que tem como finalidade de atuar como promotores e inibidores. As giberelinas entram no grupo dos promotores da germinação, as mesmas atuam no desenvolvimento vegetativo do embrião, mobilizando reservas e enfraquecendo o endosperma que cobre o embrião e bloqueia seu crescimento (Taiz *et al*., 2017).

As giberelinas são sintetizadas principalmente no ápice caulinar e nas folhas jovens em desenvolvimento, assim como nos entrenós jovens e em crescimento ativo, atuando principalmente na quebra de dormência de sementes que requerem luz ou frio para a indução da germinação, enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião e restringe o seu crescimento, na produção de enzimas (á-amilase e outras enzimas hidrolíticas), na mobilização de reservas energéticas do endosperma e na ativação do crescimento vegetativo do embrião (Paixão, 2023).

Estes hormônios promotores de crescimento embrionário, assim como o ácido giberélico (GA_3), aumentam a elongação e divisão celular, o que é visto pelo aumento do comprimento e do número de células em resposta à aplicação deste fitorregulador (Taiz *et al*., 2017).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina e da citocinina na emergência de plântulas de mamão cultivar Formosa em sementes armazenadas por dois anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foram utilizadas no experimento, sementes de mamão cultivar Formosa, obtidas de produtores na região de Linhares e armazenadas em geladeira (10 °C)

Dois anos após a armazenagem, as sementes foram submetidas aos tratamentos com imersão por 30 minutos, sendo eles: água (testemunha); solução de giberelina a 1000 $mg.L^{-1}$; 2000 $mg.L^{-1}$; 3000 $mg.L^{-1}$; 4000 $mg.L^{-1}$ e solução de citocinina 2000 $mg.L^{-1}$, e semeadas em tubetes de 150 mL, sendo utilizada uma semente por tubete, em delineamento experimental por blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes por parcela.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que a giberelina teve ação positiva na emergência de plântulas de mamoeiro cultivar formosa a partir de sementes armazenadas por dois anos.

O aumento da dosagem de giberelina aumentou a emergência das plântulas até a dosagem de GA_3 2000 $mg.L^{-1}$ sendo que o aumento da dosagem a partir desta dose a emergência diminuiu, mostrando uma possível toxidez causada pelo aumento da dosagem da solução de giberelina (Tabela 1).

A dose de GA_3 2000 $mg.L^{-1}$ apresentou o maior valor para emergência, sem diferença estatística para a dose de GA3 1000 $mg.L^{-1}$ e superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Para o índice de velocidade de emergência, a dose de GA_3 2000 $mg.L^{-1}$ apresentou o melhor resultado, superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Na avaliação do tempo médio de emergência, o menor tempo foi observado na dosagem de GA_3 2000 $mg.L^{-1}$ com menor tempo de emergência, superior estatisticamente aos outros tratamentos mostrando que esta

dose atuou de forma positiva para as três variáveis analisadas na pesquisa (Tabela 1).

Martins *et al*. (2004), verificaram que sementes de mamão do grupo Solo, cultivar Golden, secadas à sombra até teor de água de 10%, depois de 180 dias de armazenamento, apresentaram grande redução na porcentagem de emergência de plântulas normais. Este dado é importante, pois nesta pesquisa ocorreu o aumento da germinação quando foi utilizado a giberelina, porém a partir de uma dosagem, a porcentagem de emergência diminuiu.

Tabela 1 - Giberelina e citocinina na emergência em plântulas de mamão cv. Formosa em sementes armazenadas por dois anos

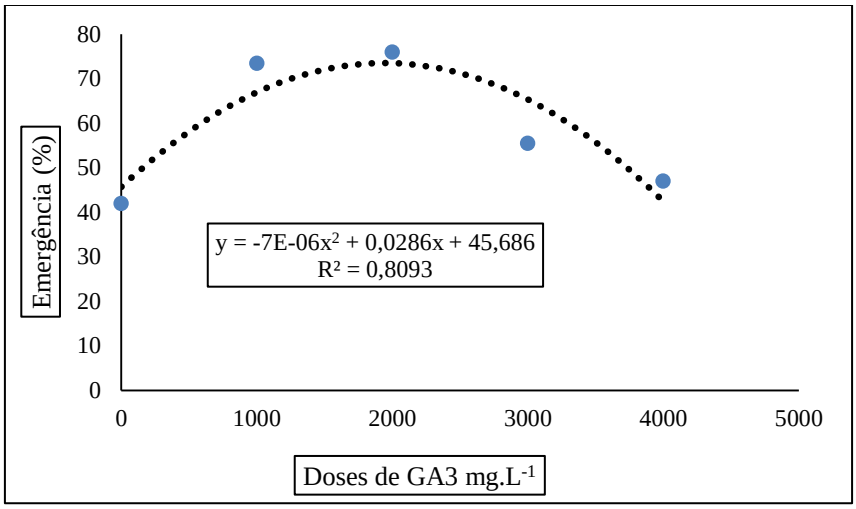
Tratamentos	E	IVE	TME
Água pura	42,0 c	4,068 b	10,128 a
GA_3 1000 mg.L^{-1}	73,5 a	4,626 b	7,916 b
GA_3 2000 mg.L^{-1}	76,0 a	7,222 a	6,525 c
GA_3 3000 mg.L^{-1}	55,5 b	3,319 cd	10,999 a
GA_3 4000 mg.L^{-1}	47,0 bc	3,319 cd	7,915 b
Citocinina 2000 mg.L^{-1}	26,0 d	1,930 d	8,302 b
CV (%)	9,48	21,12	8,92

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. E= emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= tempo médio de emergência.

Considerando que a citocinina não obteve efeito estatístico na melhoria da emergência das plântulas, foi realizado a análise de regressão com vistas na identificação da melhor dosagem para emergência de plântulas do mamoeiro cv. Formosa. Observa-se nas Figuras 1 e 2 que a dose ideal permanece semelhante a dose encontrada no teste de médias.

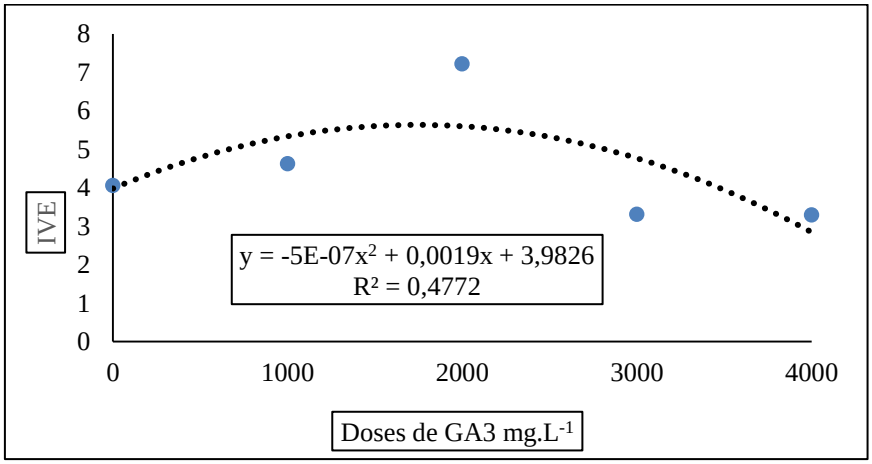
Berbert et al. (2008) citam à influência do período de armazenamento no poder germinativo, citando que depois de quatro meses, a semente armazenada apresenta percentuais de germinação que não diferem entre si, mantendo seu poder germinativo, coincidindo com os relatados por Viggiano et al. (2000), que observaram aumento significativo do vigor de semente de mamão depois de dois meses de armazenamento a 10 ºC, de cerca de 10% para cerca de 50%, mantendo-se constante até quatro meses de armazenamento, porém, aos oito meses, o vigor havia reduzido para 40%.

Considerando que as doses ideais apresentam uma média igual a melhor dose encontrada no teste de médias, podemos sugerir que a dose de GA3 2000 mg.L-1 é a indicada para emergência de plântulas de mamoeiro cultivar Formosa, com sementes armazenadas por dois anos.



Dose ideal = 2050 mg.L^{-1}

Figura 1 - Regressão para emergência em plântulas de mamão cv. Formosa com diferentes doses de giberelina, em sementes armazenadas por dois anos.



Dose ideal = 1950 mg.L^{-1}

Figura 2 - Regressão para velocidade de emergência em plântulas de mamão cv. Formosa com diferentes doses de giberelina em sementes armazenadas por dois anos.

CONCLUSÃO

A giberelina teve ação positiva para aumentar a emergência de plântulas de mamão cv. Formosa, em sementes armazenadas por dois anos, sendo que a dosagem recomendada para esta cultivar foi de GA_3 2000 mg.L$^{-1.}$

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BERBERT, P. A.; CARLESSO, V. O.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; THIÉBAUT, J. T. L.; OLIVEIRA, M. T. R. Qualidade fisiológica de semente de mamão em função da secagem e do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, 2008.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

MARTINS, G. M.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P. Influência do tamanho do fruto, do peso específico e do período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão cv. Golden. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 29, n. 2, p. 98-103, 2004.

PAIXÃO, M. S. V. **Propagação de plantas**. 3ª ed. Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Artmed editora, Porto Alegre. 2017. 888p.

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 131-139, 2007.

VIGGIANO, J. R.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Sementes Online**, v. 1, n. 1, p. 6-10, 2000.

GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMOEIRO CV. TAIWAN COM SEMENTES ARMAZENADAS POR UM ANO

Dioliana Ponte Coswosck[1], Karen Gomes Fernandes[1], Letícia Lima Sinfrônio[1], Mariana Gomes Santos[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: diolianaagrocoswosck@gmail.com; gfernandeskaren@gmail.com; leticiasinfronio1@gmail.com; marianasantelmo15@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

A cultura do mamão possui grande potencial comercial no mercado de frutas frescas, tanto no mercado interno, quanto em outros mercados mundiais (Silva, 2011), proporcionando grande quantidade de empregos, e aumentando a renda do agricultor que produz esta fruta, pois devido à renovação dos plantios que ocorre normalmente de três em três anos (Nomura *et al*., 2019).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é a espécie do gênero mais cultivada em todo o mundo e encontra condições climáticas satisfatórias para seu cultivo e produção em grande parte do território brasileiro (Medina, 1989). Segundo Dantas (2000) o mamão foi descoberto pelos espanhóis no Panamá, sendo originário, provavelmente, do noroeste da América do Sul.

A produção de mudas de qualidade oferece altos índices de sobrevivência com melhor desenvolvimento inicial após o plantio. Mudas fora do padrão e sem reservas nutricionais apresentam pequena chance de resistir às condições adversas de campo (Carneiro, 1995).

Na quebra de dormência das sementes, utiliza-se hormônios para consequente estimulação da germinação, mais em específico a giberelina, pois proporciona a síntese de enzimas hidrolíticas, responsáveis pela deterioração de algumas reservas como de amido e proteínas, usadas no desenvolvimento embrionário e radicular (Taiz *et al*., 2017).

A giberelina, é uma das substâncias hormonal mais utilizadas, pois propicia um maior alongamento do caule, aumento da divisão celular (Davies, 1995), além de acentuar a dominância apical de muitas espécies após sua aplicação (Cordeiro, 1979; Taiz *et al*., 2017).

Considerando a importância socioeconômica e alimentar da cultura do mamoeiro, e pôr ser o Brasil o maior produtor mundial e exportador dessa fruta, justificasse diferentes estudos relacionados a produção de mudas, principalmente porque considera-se que a semente de mamão se torna inviável após um ano armazenada, e que a utilização de hormônios pode aumentar o índice de germinação e emergência das plântulas.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina na germinação de sementes de mamão cv. Taiwan a partir de sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Propagação de plantas do IFES Campus Santa Teresa.

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar Taiwan. As sementes foram extraídas de frutos colhidos em estágio final de maturação, coletados na cidade de Linhares, ES, as quais foram limpas manualmente retiradas a sarcotesta, colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Um ano após a extração das sementes, foi realizado o experimento em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 500 sementes em todo o experimento.

As sementes foram submetidas aos tratamentos com imersão por 30 minutos, sendo eles: água (testemunha); solução de giberelina a 1000 $mg.L^{-1}$; 2000 $mg.L^{-1}$; 3000 $mg.L^{-1}$; 4000 $mg.L^{-1}$, e semeadas em papel germitest umedecido com 2,5 vezes o peso do papel, sendo colocado as sementes em cinco repetições de 10 sementes e encaminhado a uma estufa BOD, temperatura de 25 °C e luz intermitente 12 x 12 horas.

Após a germinação da primeira semente e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de germinação (G) e 30 dias após a primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG) das plântulas de mamão Taiwan com sementes armazenadas por 1 ano, avaliadas aos 30 dias após a primeira semente germinar, em função da dose de giberelina utilizada.

Os primeiros registros de germinação iniciaram aos 18 dias após a semeadura. Observa-se uma baixa germinação na testemunha e nas dosagens mais baixas de giberelina, porém, ao elevarmos a dosagem até GA_3 3000 $mg.L^{-1}$, a germinação eleva-se a índices normais de germinação de uma semente recém-colhida, mostrando germinação normal e com diferença estatística aos outros tratamentos (Tabela 1).

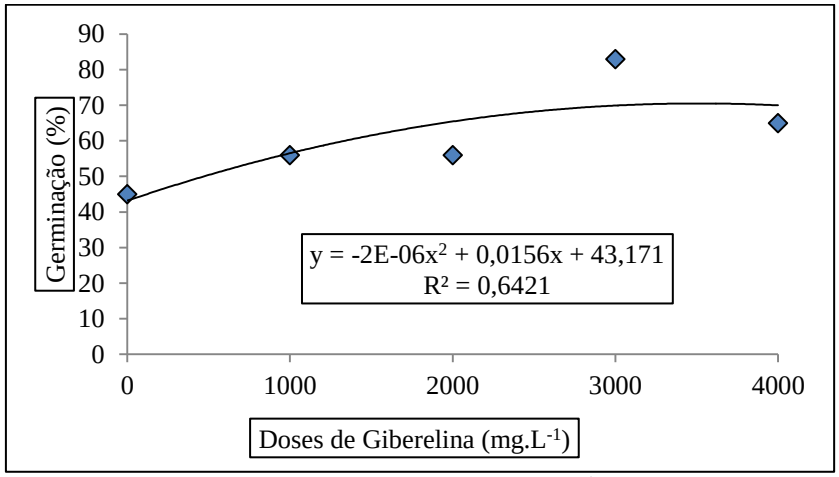
O mesmo pode ser observado para a velocidade de germinação, com velocidade crescente até a dose de GA_3 3000 $mg.L^{-1}$, superior estatisticamente aos outros tratamentos, porém, o tempo médio de germinação não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Giberelina na germinação de sementes de mamão cv. Taiwan com sementes armazenadas por um ano

Tratamentos	G	IVG	TMG
Água	45 d	0,556 c	20,218 a
GA_3 1000 mg.L^{-1}	56 c	0,694 b	20,044 a
GA_3 2000 mg.L^{-1}	56 c	0,695 b	20,166 a
GA_3 3000 mg.L^{-1}	83 a	0,771 a	20,458 a
GA_3 4000 mg.L^{-1}	65 b	0,689 b	20,382 a
CV (%)	5,61	4,7	1,91

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. G= germinação (%); IVG= índice de velocidade de germinação; TMG= tempo médio de germinação.

A parti da dosagem de GA_3 3000 mg.L^{-1} observa-se um aumento da germinação, porém, na figura da análise de regressão, observa-se que o aumento a partir desta dosagem apresenta resultados positivos para dosagens superiores, mostrando que a dosagem ideal é atingida na dose de GA_3 3900 mg.L^{-1} (Figura 1).



Dosagem ideal = 3900 mg.L^{-1}

Figura 1 - Regressão para germinação em mamão Taiwan com sementes armazenadas por um ano.

Ao avaliarmos estatisticamente pelo teste de médias, a dosagem de GA_3 3000 mg.L^{-1} elevou a germinação, mostrando que a semente de mamão 'Taiwan' armazenada por um ano ainda não ficou inviável. Segundo Paixão (2023), existem inibidores e promotores da germinação, sendo que na ausência de um promotor a semente não germina, e que se tivermos um inibidor, precisamos de 2 promotores para ocorrer a germinação. Provavelmente as sementes de mamão cv. Taiwan com um ano de armazenadas, perderam os hormônios promotores da germinação, e ao adicionarmos uma dosagem que supra os bloqueios e ative as funções fisiológicas da germinação, esta volta a germinar normalmente, sugerindo que sementes de mamão

desta cultivar, armazenadas por longos períodos perdem o poder germinativo por perdas de promotores da germinação, porém, não estão inviáveis.

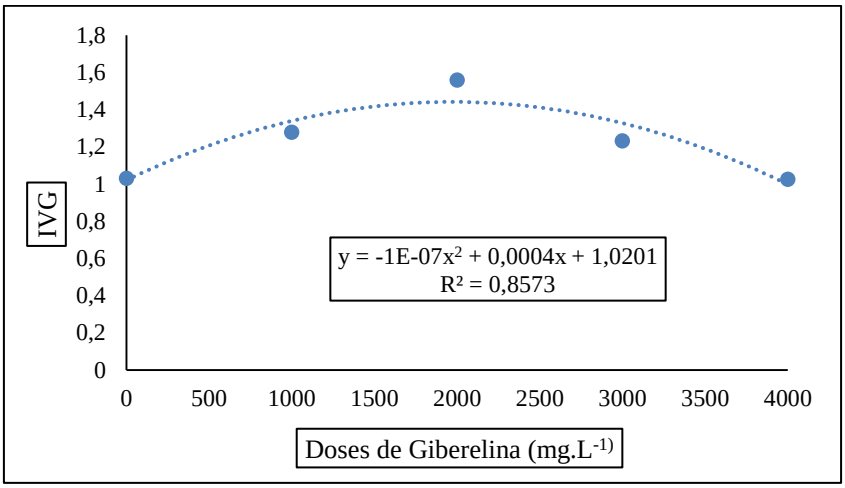


Figura 2 - Regressão para índice de velocidade de germinação em mamão Taiwan com sementes armazenadas por um ano.

CONCLUSÃO

A dosagem de 3900 mg.L^{-1} de giberelina é a dosagem indicada para germinação de sementes de mamão cv. Taiwan com sementes armazenadas por um ano, com maior velocidade e menor tempo de germinação, mostrando que sementes com um ano de armazenamento não estão inviáveis para cultivo.

REFERÊNCIAS

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

CORDEIRO, J. A. D. **Crescimento, diferenciação e produção em plantas de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com os ácidos giberélico-3 e anaftalenoacético**. 1979. 50f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DANTAS, J. L. L. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão produção**. Brasília - DF: Embrapa Comunicação Para Transferência de Tecnologia, p. 9, 2000.

DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. p. 1-13. In: DAVIES, P. J. (2ª ed.). **Plant hormones**: physiology, biochemistry and molecular biology. London, Kluwer Academic Publishers. 1995.

MEDINA, J. C. Cultura. p. 1-177. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos. Mamão. 2ª ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1989.

NOMURA, M.; PEREIRA FILHO, J. M.; COSTA, E. M.; PEREIRA, L. S.; VENTURA, M. V. A. Avaliação de diferentes quantidades de hidrogel na produção de mudas de mamão papaya. **Revista Ipê Agronomic Journal**, v. 3, n. 1, p. 19-25, 2019.

PAIXÃO, M. V. S. **Propagação de Plantas**. 2ª ed. Santa Teresa: IFES, 2023, 210p.

SILVA, J. A. L. **Uso do condicionador de crescimento uniconazole na produção de portaenxertos de mamoeiro, cultivar Sunrise Solo**. 2011. 52 f. Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHU, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMOEIRO CV. THB COM SEMENTES ARMAZENADAS POR UM ANO

Exebídio de Almeida Júnior[1], Letícia Serafim Cesconeto[1], Izally Grippa[1], Mariana Gomes Santos[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa, Santa Teresa, ES. E-mail: exebidiojr.st@gmail.com; leticiacesconeto6@gmail.com; izallygrippa2004@gmail.com; marianasantelmo15@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

A planta de mamão (*Carica papaya* L.) pertence à Família Caricaceae, originária na América do Sul e no sul do México, e é cultivado praticamente em todos os estados do Brasil, mas são nas regiões Sudeste e Nordeste que se encontram instalados os principais polos de produção da fruta, sendo a Bahia e o Espírito Santo responsáveis por cerca de 70% da área e da produção de mamão no país (Incaper, 2022).

O comércio de mudas aparece como uma atividade agrícola em amplo crescimento, fazendo com que a produção de mudas de qualidade proporcione crescimento social com melhor desenvolvimento das famílias agrícolas. A produção de mudas que se apresentam fora do padrão e sem reservas nutricionais possuem pequena chance de resistir às condições adversas de campo com declínio na produção (Carneiro, 1995).

Os hormônios são amplamente utilizados na quebra de dormência das sementes, com estimulo da germinação, citando a giberelina, que proporciona a síntese de enzimas hidrolíticas, responsáveis pela quebra de algumas reservas como de amido e proteínas, transformando em monômeros que são usadas no desenvolvimento embrionário e radicular (Taiz *et al*., 2017, Paixão, 2023).

Entre os hormônios utilizados para aumentar a germinação, está a giberelina, atuando no alongamento do caule e aumento da divisão celular (Davies, 1995), além de estimular substâncias que ativam a dominância apical de muitas espécies após sua aplicação (Cordeiro, 1979; Taiz *et al*., 2017), auxiliando no desenvolvimento da raiz primária, fazendo com que a mesma rompa os tecidos como o endosperma que restringem o seu crescimento (Taiz *et al*., 2017).

A produção de mudas de alta qualidade que incidem direto na produtividade, é fundamental que, na fase de produção da muda, sejam utilizados produtos que favoreçam a germinação das sementes, o desenvolvimento radicular e o crescimento adequado das plantas (Ramos *et al*., 2002).

Para serem feitos corretamente os testes de germinação e vigor, estes são feitos em câmaras BOD, uma vez que através deste equipamento é possível ter o controle de temperatura e umidade ideal para germinação de sementes (Brito *et al*., 2011).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina na germinação de sementes de mamão cv. THB a partir de sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Propagação de Plantas do IFES Campus Santa Teresa.

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar THB. As sementes foram extraídas de frutos coletados em estágio final de maturação, colhidas na cidade de Linhares, ES, as quais foram limpas manualmente retiradas a sarcotesta, colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Um ano após a extração das sementes, foi realizado o experimento em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 500 sementes em todo o experimento.

As sementes foram submetidas aos tratamentos com imersão por 30 minutos, sendo eles: água (testemunha); solução de giberelina a 1000 $mg.L^{-1}$; 2000 $mg.L^{-1}$; 3000 $mg.L^{-1}$; 4000 $mg.L^{-1}$, e semeadas em papel germitest umedecido com 2,5 vezes o peso do papel, sendo colocado as sementes em cinco repetições de 10 sementes e encaminhado a uma estufa BOD, temperatura de 25 °C e luz intermitente 12 x 12 horas.

Após a germinação da primeira semente e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de germinação (G) e 30 dias após a primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG) das plântulas de mamão ‘THB’ com sementes armazenadas por um ano, avaliadas aos 30 dias após a início de germinação, em função da dose de giberelina utilizada.

Os primeiros registros de germinação iniciaram aos 25 dias após a semeadura.

A testemunha apresentou uma baixa germinação em relação aos tratamentos com giberelina, sendo que o aumento da dosagem até GA_3 3000 $mg.L^{-1}$, com diferença estatística aos outros tratamentos, elevando-se a índices normais de germinação de uma semente recém-colhida, com pequena queda após esta dose, mostrando efeito da giberelina na melhoria da germinação (Tabela 1).

O mesmo pode ser observado para a velocidade de germinação, com velocidade crescente até a dose de GA_3 3000 $mg.L^{-1}$, superior estatisticamente aos outros tratamentos, porém, no tempo médio de germinação a dosagem de GA_3 3000 $mg.L^{-1}$, não apresentou diferença estatística para a dosagem de GA_3 2000 $mg.L^{-1}$, com

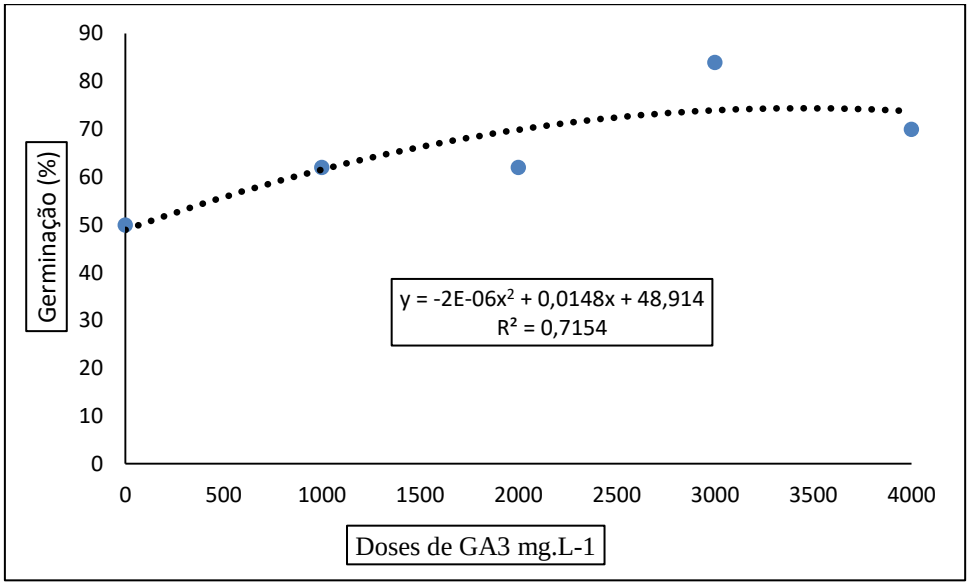
superioridade estatística para os outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Germinação em sementes de mamão cv. THB com sementes de um ano

Tratamento	G	IVG	TMG
Água pura	50 d	0,960 d	16,569 a
GA_3 1000 mg.L^{-1}	62 c	1,948 b	14,437 b
GA_3 2000 mg.L^{-1}	62 c	1,888 bc	13,044 c
GA_3 3000 mg.L^{-1}	84 a	2,254 a	12,782 c
GA_3 4000 mg.L^{-1}	70 b	1,628 c	14,332 b
CV (%)	3,06	7,54	3,30

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. G= germinação das sementes (%); IVG= índice de velocidade de germinação; TMG= Tempo médio de germinação.

A partir da dosagem de GA_3 3000 mg.L^{-1} observa-se um aumento da germinação, porém, na análise de regressão, observa-se que o aumento a partir desta dosagem apresenta resultados positivos para dosagens superiores até um certo ponto, com pressuposições de estabilização na germinação, mostrando que a dosagem ideal é atingida na dose de GA_3 3700 mg.L^{-1} (Figura 1).



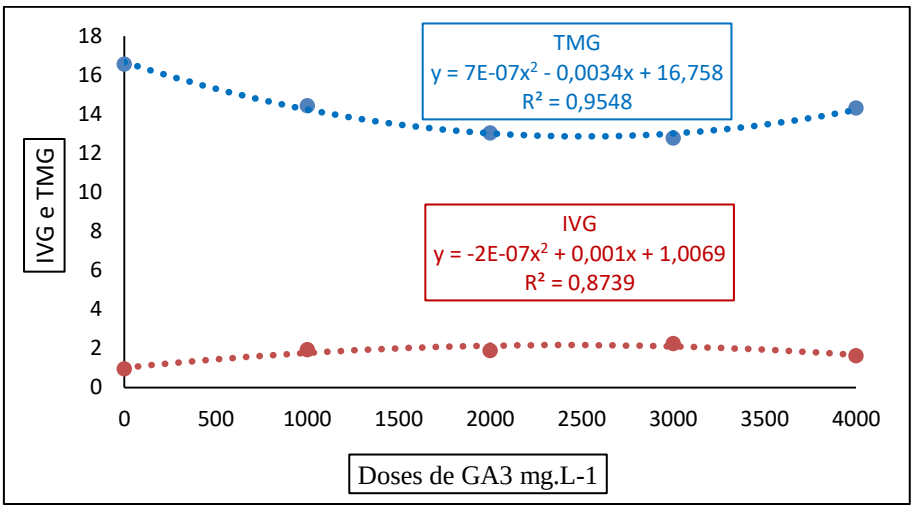
Dosagem ideal G = 3700 mg.L^{-1}

Figura 1 - Regressão para germinação em mamão 'THB' com sementes armazenadas por um ano.

Quando avaliamos o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação, observamos um aumento na velocidade de germinação, configurando como ponto máximo ideal na análise de regressão a

dosagem de GA_3 2500 mg.L^{-1} e na avaliação do tempo de germinação, a dosagem mínima ideal aparece igualmente ao índice de velocidade de germinação na dose de GA_3 2500 mg.L^{-1} (Figura 2).

Estes dados mostram que a avaliação do teste de médias fica próximo da dosagem média utilizando as três avaliações realizadas, onde a média dos três valores apurados aparece na dosagem de GA_3 2900 mg.L^{-1} (Figura 2).



Dosagem mínima TMG = 2500 mg.L^{-1} Dosagem máxima IVG = 2500 mg.L^{-1}

Figura 2 - Regressão para IVG e TMG em mamão cv. THB com sementes armazenadas por um ano

Ao avaliarmos estatisticamente pelo teste de médias, a dosagem de GA_3 3000 mg.L^{-1} elevou a germinação, mostrando que a semente de mamão 'THB' armazenada por um ano ainda não ficou inviável. Segundo Paixão (2023), atuam na germinação inibidores e promotores da germinação, e que na ausência de um promotor a semente não germina, acrescentando ainda que se tivermos um inibidor, precisaremos de dois promotores para ocorrer a germinação. Sugere a pesquisa, que as sementes de mamão cv. THB com um ano de armazenamento, perderam os hormônios promotores da germinação, e ao adicionarmos uma dosagem que desative o bloqueio e ative o embrião para início da germinação, a semente germina normalmente, sugerindo que sementes de mamão desta cultivar, armazenadas por longos períodos perdem o podem germinativo por perdas de promotores da germinação, porém, não estão inviáveis.

CONCLUSÃO

A dosagem de 2900 mg.L^{-1} de giberelina é a dosagem indicada para germinação de sementes de mamão cv. THB com sementes armazenadas por um ano, com maior velocidade e menor tempo de germinação, mostrando que sementes com um ano de armazenamento não estão inviáveis para cultivo.

REFERÊNCIAS

BRITO NETO, J. F.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTI, L. F.; ARAÚJO, R. C.; LACERDA, J. S. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro 'Sunrise Solo' em função de doses de nitrogênio e boro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 69-80, 2011.

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

CORDEIRO, J. A. D. **Crescimento, diferenciação e produção em plantas de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench, tratadas com os ácidos giberélico-3 e anaftalenoacético**. 1979. 50f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. p. 1-13. In: DAVIES, P. J. (2ª ed.). **Plant hormones**: physiology, biochemistry and molecular biology. London, Kluwer Academic Publishers. 1995.

INCAPER. **Polos de fruticultura:** mamão. 2022. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/fruticultura. Acesso em: 29 ago. 2024.

PAIXÃO, M. V. S. **Propagação de plantas**. 2ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023, 210p.

RAMOS, J. D.; CHLFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J. C. M. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 64-72, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHU, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

EFEITO DO TRATAMENTO PRÉ-GERMINATIVO COM DIFERENTES DOSES DE STIMULATE® NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Carica papaya* L. CV. ALIANÇA

Fernando Gomes Hoste[1], Ana Júlia Câmara Jeveaux Machado[1], Janyne Soares Braga Pires[1], Marcos Antonio Cezario Dias[1], Cristhiane Tatagiba Franco Brandão[2], Jusciane Marques de Jesus[3], Basílio Cerri Netto[4], Sara Dousseau Arantes[4]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Goiabeiras. Vitória, ES. E-mail: fernando.hoste@edu.ufes.br; ana.jeveaux@edu.ufes.br; janyne.braga@edu.ufes.br; marcos.a.dias@edu.ufes.br; [2]Faculdades Integradas Espírito Santenses (FAESA). Linhares, ES. E-mail: ctatagiba10@gmail.com; [3] Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus São Mateus. São Mateus, ES. E-mail: jusciane.jesus@ufes.edu.br; [4]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Linhares, ES. E-mail: basoliocerri@yahoo.com.br; saradousseau@gmail.com

INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo assume papel proeminente na produção nacional de mamão, representando o principal polo de produção, com colheita de 439.550 toneladas anuais (IBGE, 2021). O cultivo no estado abrange tanto as variedades do grupo Solo, comumente conhecidas como "mamão Papaia ou Havaí", quanto do grupo "Formosa". A cultivar Aliança se destaca como a principal do grupo "Solo", sendo responsável por cerca de 23,9% da produção (Galeano *et al.*, 2022).

O mamoeiro, caracterizado por seu ciclo de vida rápido, coloca a qualidade das mudas como um fator decisivo para otimizar a produtividade, especialmente em sua colheita inicial, permitindo assim a expressão plena do potencial genotípico das plantas (Weckner *et al.*, 2016). A via seminal é a principal forma de propagação do mamoeiro, uma prática amplamente empregada na produção de mudas (Bebert, 2008). No entanto, sua germinação é considerada lenta, desuniforme e irregular, podendo inclusive apresentar dormência pós-colheita, dificultando o processo de produção de mudas (Vale *et al*., 2020).

Desta forma, tratamentos pré-germinativos com reguladores de crescimento têm sido amplamente utilizados para melhorar a velocidade e a uniformidade de germinação das sementes, promovendo maior vigor das mudas (José *et al*., 2019). Estudos têm sido realizados com bioestimulantes e outras fontes de hormônios em diversas espécies, com o objetivo de alcançar uma germinação mais eficiente e plântulas mais vigorosas (Santos; Ortiz, 2024). O Stimulate® apresenta em sua composição uma mistura de hormônios vegetais sintéticos, ácido indolbutírico 0,005%, cinetina 0,009%, ácido giberélico 0,005% e 99,981% de substâncias inertes (Gonçalves *et al.*, 2018). A utilização de bioestimulantes, como o Stimulate®, tem demonstrado potencializar os processos fisiológicos e o crescimento das plantas.

Santos e Ortiz (2024) demonstram que este bioestimulante pode impulsionar o crescimento das plantas ao estimular a divisão celular, além de favorecer a diferenciação e o alongamento das células. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do tratamento pré-germinativo de sementes de mamão da cultivar Aliança com diferentes doses de Stimulate® na emergência e desenvolvimento inicial de mudas, determinando os efeitos de diferentes doses do produto através de avaliações morfofisiológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro da Fazenda Experimental de Linhares (FEL) pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Espírito Santo (Incaper), localizado no município de Linhares – ES, entre os meses de julho e setembro de 2023.

Antes da semeadura, as sementes foram pré-embebidas por 30 minutos nas seguintes concentrações de Stimulate®: 100, 200, e 400 mL kg^{-1} de sementes, e como controle água destilada. Para o plantio foram utilizados tubetes com volume de 50 cm^3 preenchidos com substrato orgânico comercial (Bioplant®), enriquecido com adubo de liberação lenta Osmocote® 3M.

Para o estudo da porcentagem de emergência (PE) e do índice de velocidade de emergência (IVE), conforme Maguire (1962), o surgimento dos ganchos foi avaliado diariamente no decorrer do experimento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no qual foram avaliadas 4 doses de Stimulate em 4 repetições, contendo 30 plantas cada.

A qualidade das mudas foi avaliada 55 dias após a semeadura, para estas análises foram selecionadas as 15 plantas mais uniformes de cada tratamento, desta forma, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, no qual foram avaliadas 4 doses de Stimulate em 4 repetições, contendo 15 plantas, totalizando 240 mudas. O desenvolvimento da parte aérea foi avaliado considerando o comprimento do caule (CC), o diâmetro do caule (DC), o número de folhas (NF), a área foliar foi medida em cm^2 (AF), utilizando o aparelho Tipo Scaner Area Meter LI-3100C, a massa seca foliar (MSF) e caulinar (MSC).

O desenvolvimento radicular foi avaliado mediante ao comprimento da maior raiz (CR), volume radicular (VR), e massa seca do sistema radicular (MSR). Foi calculado o índice de robustez (IR), conforme Birchler *et al*. (1981). As análises estatísticas foram realizadas mediante o uso do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011), sendo realizado o teste de normalidade e a análise de variância. As médias das doses foram comparadas pelo teste de Tukey e submetidas à regressão polinomial ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a aplicação de Stimulate® afeta negativamente a germinação das sementes de mamão, com as maiores doses (400 mL kg^{-1} de sementes) resultando em menor PE (Figura 1A). O IVE (Figura 1B) apresenta uma tendência linear decrescente à medida que as doses de Stimulate® aumentam, indicando que há um possível efeito tóxico ou inibitório, onde maiores doses do produto resultam em uma

emergência mais lenta.

Ainda não há na literatura estudos com o uso de Stimulate® no tratamento de sementes de mamão, porém, os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os de Cavalcante *et al*. (2022), que observaram efeito desfavorável na emergência de plântulas de algodão a partir do aumento das concentrações de Stimulate®. Em outras culturas, como o pimentão, por exemplo, foi observado que o Stimulate® tem efeito positivo sobre a germinação das sementes, emergência das plântulas (Nogueira *et al*., 2023). Tais resultados demonstram que o tratamento de sementes com o produto pode apresentar resultados benéficos ou adversos na emergência e consequentemente no desenvolvimento inicial de mudas, reforçando a importância do estudo das doses para sua utilização correta em cada cultura.

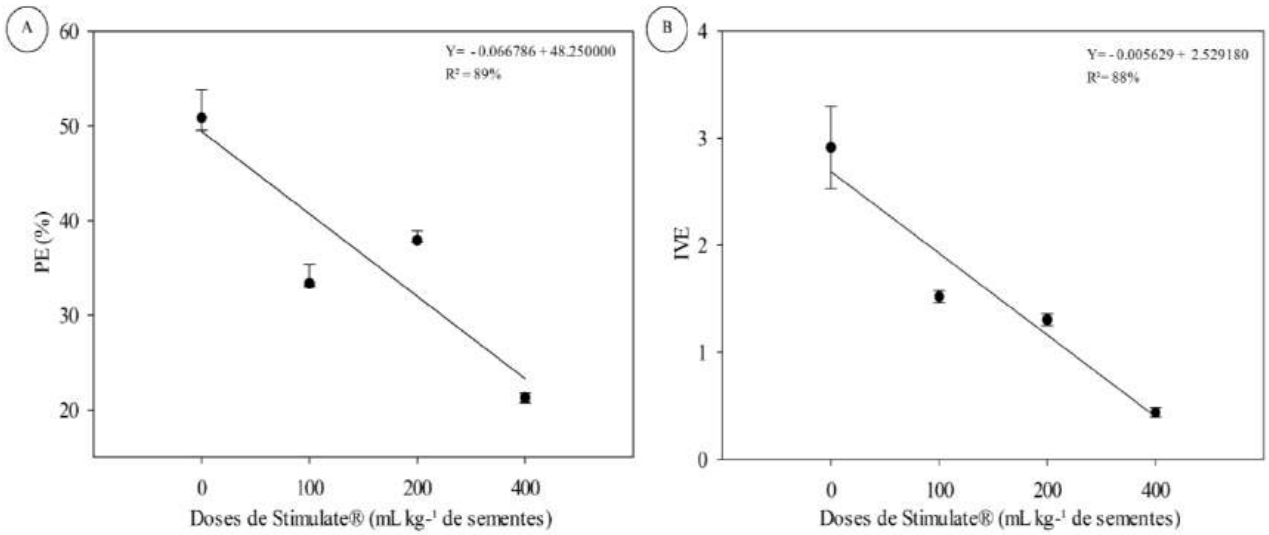


Figura 1 - Desenvolvimento vegetativo de *C. papaya* em função das doses de Stimulate®. Em (A): Porcentagem de emergência (%) em função das doses de 100, 200, e 400 mL kg-1 de Stimulate®. Em (B): Índice de velocidade de emergência em função das doses de 100, 200, e 400 mL kg-1 de Stimulate®.

Os resultados indicam que as diferentes doses de Stimulate® aplicadas às sementes de mamão não promoveram efeitos significativos no desenvolvimento inicial das mudas, considerando os parâmetros avaliados para desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular (Tabela 1), sugerindo que o Stimulate, nas concentrações testadas, não altera a qualidade das mudas de mamão de forma estatisticamente relevante.

O tratamento de sementes com Stimulate® em doses crescentes resulta em uma diminuição da robustez das plantas de mamão, evidenciada pela redução do diâmetro do caule (Figura 2A) e pelo aumento do índice de robustez (Figura 2B). Esses efeitos indicam que, embora o bioestimulante possa ter outros benefícios, ele pode prejudicar a estrutura física das plantas, tornando-as menos resistentes. Portanto, é essencial avaliar a dosagem ideal de Stimulate® para equilibrar qualquer benefício potencial com a preservação da robustez das plantas.

Tabela 1 - ANAVA do efeito das diferentes doses de Stimulate® em parâmetros de desenvolvimento de mudas de *Carica papaya*

Doses de Stimulate® (mL kg^{-1} de sem.)	CC	NF	AF	MSC	MSF	CR	VR	MSR
Controle	6,85 a	5,25 a	27,34 a	0,0454 a	0,0614 a	11,99 a	0,79 a	0,0491 a
100	6,85 a	5,50 a	29,30 a	0,0446 a	0,0733 a	11,86 a	0,86 a	0,0424 a
200	6,78 a	5,75 a	28,35 a	0,0434 a	0,0691 a	11,78 a	0,98 a	0,0532 a
400	6,80 a	5,25 a	30,77 a	0,0460 a	0,0792 a	11,00 a	0,80 a	0,0511 a
Média Geral	6,82	5,43	28,94	0,0448	0,0708	11,66	0,85	0,0489
CV (%)	7,28	12,36	12,87	22,29	15,84	7,24	23,44	23,54

CC - comprimento do caule; NF - número de folhas; AF - área foliar; MSC - massa seca caulinar; MSF - massa seca foliar; CR - comprimento da maior raiz; VR - volume radicular; MSR - massa seca do sistema radicular.
Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

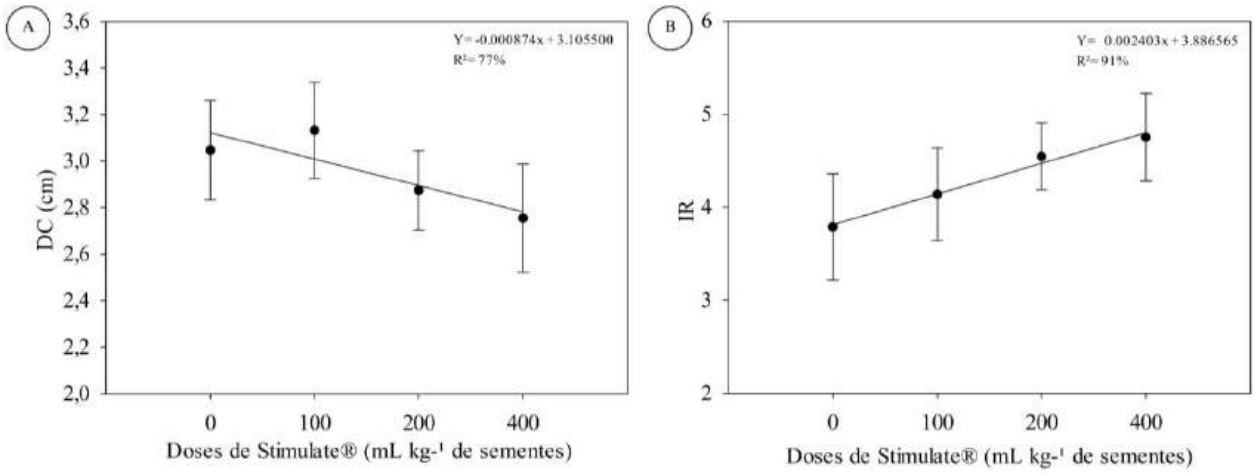


Figura 2 - Desenvolvimento vegetativo de *C. papaya* em função das doses de Stimulate®. Em (A): diâmetro do caule (cm) em função das doses de 100, 200, e 400 mL kg-1 de Stimulate®. Em (B): Índice de robustez em função das doses de 100, 200, e 400 mL kg-1 de Stimulate®.

Segundo Amaro *et al*. (2020), o uso de biorreguladores vegetais tem mostrado potencial de aplicação em várias culturas de interesse agrícola, no entanto, ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas, uma vez que há muita discrepância entre os resultados obtidos. O Stimulate® contém em sua composição hormônios vegetais que regulam o crescimento das plantas que embora sejam essenciais, em excesso podem causar desbalanço hormonal, tendo como consequência a inibição do processo germinativo das sementes, e desregulação do desenvolvimento inicial das plântulas.

Ramos *et al*. (2022) relatam que o efeito dos biofertilizantes é condicionado a um balanço hormonal, desta forma quando é acrescida uma dose superior à necessária ocorre efeito deletério podendo inclusive acarretar em prejuízos de forma geral, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo. Além disso, as doses mais elevadas de Stimulate® podem ser tóxicas para as sementes, prejudicando sua capacidade de absorver água e nutrientes, bem como danificar os tecidos embrionários.

CONCLUSÃO

O tratamento pré-germinativo de sementes de mamão com Stimulate® teve efeito adverso sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das mudas, com as doses mais elevadas causando redução significativa na porcentagem e velocidade de emergência, bem como da robustez, o que pode comprometer a estrutura física e a resistência das mudas. Esses achados reforçam a necessidade de avaliar outras estratégias para o uso de Stimulate® na produção de mudas do mamoeiro, principalmente quanto à dosagem ideal. Para futuras pesquisas, recomenda-se explorar concentrações menores do bioestimulante no tratamento de sementes, bem como a aplicação do produto em fases posteriores via foliar, a fim de avaliar se esses métodos poderiam mitigar os efeitos negativos observados, visando otimizar o desenvolvimento das mudas de mamão sem comprometer sua qualidade e robustez.

REFERÊNCIAS

AMARO, H. T. R.; COSTA, R. C.; PORTO, E. M. V.; ARAÚJO, E. C. M.; FERNANDES, H. M. F. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 222-242, 31 ago. 2020.

BERBERT, P. A. *et al*. Qualidade fisiológica de semente de mamão em função da secagem e do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 40-48, 2008.

BIRCHLER, J. A.; HIEBERT, J. C.; PAIGEN, K. Analysis of autosomal dosage compensation involving the alcohol dehydrogenase locus in *Drosophila melanogaster*. **Genetics**, v. 97, n. 3-4, p. 639-652, 1981.

CAVALCANTE, W. S. S.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; CORRÊA, F. R.; RODRIGUES, E.; ZANOTTO NETO, G.; CABRAL FILHO, F. R.; LIMA, I. H. A. Use of biostimulants in cotton seed treatment. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. e31211528396, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.28396.

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

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: Incaper, 2022. 172p. (Fruticultura Capixaba; v. 1).

GONÇALVES, B. H. L.; SOUZA, J. M. A.; FERRAZ, R. F.; TÉCCHIO, M. A.; LEONEL, S. Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 1, p. 147-155, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal - PAM**. Sistema IBGE de Recuperação Automática de Dados – SIDRA IBGE-PAM. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. Acesso em: 20 de agosto de 2024.

JOSÉ, S. C. B. R.; SALOMÃO, A. N.; DE MELO, C. C.; CORDEIRO, I. D. M.; GIMENES, M. A. **Tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de maracujás silvestres**. 2019. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 351).

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science, Madison**, v. 2, p. 176-177, 1962.

NOGUEIRA, M. CRUZ, P. S.; CRUZ, L. S.; JESUS, A. C. D.; SANTOS, P. A.; AQUINO, C. F. Uso de bioestimulante Stimulate® na produção de mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 5, n. 1, p. 45-57, 2023.

RAMOS, A. T.; ASSIS, K. C. de C.; LIVRAMENTO, D. E. do. Influence of bean seed treatment on germination characteristics and initial seedling development. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 17, p. e56111738714, 2022.

SANTOS, R. L. A.; ORTIZ, T. A. A influência de reguladores de crescimento vegetal nas características agronômicas, em especial o Stimulate®, na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 7, 2024.

VALE, L. S. R.; MARTINS, P. H. M.; FÉLIX, M. J. D.; WINDER, A. R. S.; MARQUES, M. L. S.; ASSIS, E. Métodos de remoção da sarcotesta para superação de dormência em sementes de mamão. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 41161-41174, 2020.

WECKNER, F. C.; CAMPOS, M. C. C.; NASCIMENTO, E. P.; MANTOVANELLI, B. C.; NASCIMENTO, M. F. Evaluation of papaya seedlings under the effect of applying different compositions of biofertilizers. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 1, p. 700-706, 2016.

EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE GIBERELINA NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Carica papaya* L.

Francine Bonomo Crispim Silva[1], Janyne Soares Braga Pires[2], Fernando Gomes Hoste[2], Ana Júlia Câmara Jeveaux Machado[2], Geovana Ribeiro Cavilha[1], Maria Eduarda da Silva Barbosa[1], Sara Dousseau Arantes[3]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus São Mateus. São Mateus, ES. E-mail: francine.b.silva@edu.ufes.br; geovana.cavilha@edu.ufes.br; maria.s.barbosa@edu.ufes.br; [2]Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Goiabeiras. Vitória, ES. E-mail: janyne.braga@edu.ufes.br; fernando.hoste@edu.ufes.br; ana.jeveaux@edu.ufes.br; [3]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Linhares, ES. E-mail: saradousseau@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma cultura amplamente difundida nas regiões de clima tropical e subtropical, sendo no Brasil de grande importância para o mercado da fruticultura. Tem-se que em 2022, apresentou uma produção nacional de 1.107.761 toneladas, ocupando 26.431ha, representando um valor de produção de 2.402.452 mil reais (IBGE, 2023). Afunilando o quadro geral observa-se que o Sudoeste é responsável por 44% da produção, sendo nessa região, o Espírito Santo o estado de destaque, produzindo 87% da produção da região e representando 26% da área cultivada no país (IBGE, 2023).

Segundo Serafini *et al*. (2021) o campo de uso do mamão tem aumentado, não sendo apenas interesse do setor agroindustrial, mas também do setor da saúde, visando sua utilização medicinal e farmacêutica. Com a expansão das formas de exploração aumenta-se a busca por técnicas que elevem a eficiência da produção de acordo com as limitações existentes. Sabe-se que para a frutiferas a etapa de produção de mudas é fundamental para os demais processos produtivos (Santos *et al*., 2020).

A propagação do mamoeiro se dá por meio de sementes, que são protegidas por um revestimento chamado sarcotesta, substância mucilaginosa (Serafini *et al*., 2021), essa possui inibidores e compostos fenólicos que ocasionam uma germinação desuniforme (Oliveira, 2024). O ácido giberélico (GA_3) é um hormônio vegetal que pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, e sua aplicação no tratamento de sementes é explorada para melhorar o desempenho das mudas de mamão (Meena; Jain, 2011).

Ácido giberélico promove o desgaste da camada do endosperma e desencadeamento das reservas da semente, estimulando o crescimento do embrião, bem como a expansão e divisão celular assim tem-se como reação o crescimento do número de células da planta, refletindo no crescimento da plântula (Oliveira, 2024).

Estudos realizado por Paixão *et al.* (2021) mostram que houve resultados positivos quanto ao uso de GA_3 para os parâmetros de desenvolvimento das plântulas do mamão, da mesma forma que Oliveira (2024), encontrado, entretanto diferentes dosagens, recomendado respectivamente, 2.000 mg L^{-1} e 1724,5 mg L^{-1}.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos de diferentes doses do ácido giberélico (GA_3) como pré-tratamento em sementes de *Carica papaya* L., analisando seu impacto no desenvolvimento inicial das mudas de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro da Fazenda Experimental de Linhares (FEL) pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), entre os meses de julho e setembro de 2023. O tratamento das sementes de mamoeiro cv. Aliança foi realizada através de imersão por 12 horas em soluções contendo quatro concentrações de giberelina (0; 200; 400 e 800 mg.L^{-1}), conforme procedimento realizado por Maneesha e Priya Devi (2019), com adaptações.

As soluções de giberelina foram preparadas com o Ácido Giberélico P.A (ACS Científica) no dia anterior e armazenadas em geladeira. O ácido foi solubilizado com algumas gotas de álcool e em seguida, o volume foi completado com água destilada para fazer a solução estoque na maior concentração (800 mg L^{-1}). A solução estoque foi diluída para obtenção das demais concentrações. Após os tratamentos, a semeadura foi realizada no dia 25 de julho de 2023, utilizando três sementes em cada tubete com volume de 50 cm^3 preenchido com o substrato orgânico comercial (Bioplant®), enriquecido com adubo de liberação lenta Osmocote® 3M na proporção de 11,2 kg m^{-3}, definida pela literatura (Serrano *et al.*, 2010).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no qual foram avaliadas 4 doses de giberelina em 4 repetições com 15 plantas, totalizando desta forma 240 mudas. A qualidade das mudas foi avaliada 55 dias após a emergência, sendo o surgimento dos ganchos avaliado diariamente no decorrer do experimento para o cálculo de porcentagem de emergência (%E) e o índice de velocidade de emergência (IVE) conforme Maguire (1962).

Desenvolvimento da parte aérea foi avaliado considerando o número de folhas (NF), massa seca foliar (MSF) e caulinar (MSC), comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC), relação entre CC/DC. O desenvolvimento radicular foi avaliado após a cuidadosa lavagem da raiz para a retirada do substrato, mediante a quantificação do comprimento da maior raiz (CR), massa seca do sistema radicular (MSR). A alocação de massa seca foi obtida através da pesagem dos órgãos fracionados com o auxílio de uma balança analítica de precisão, após secagem em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, até peso constante.

As análises estatísticas foram realizadas mediante o uso do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019), sendo realizado o teste de normalidade e a análise de variância. As médias referentes aos produtos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott enquanto às doses, submetidas à regressão polinomial ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, apresentados na Tabela 1, indicam que não houve significância estatística entre o percentual de emergência, bem como no índice de velocidade de emergência. No entanto, ao observar o CC, o controle e os tratamentos de 200mg L^{-1} e 400 mg L^{-1} não diferiram estatisticamente entre si, sendo superiores ao tratamento de 800mg L^{-1}. O DC apresentou o mesmo comportamento. Ambos apresentaram uma regressão linear (Figura 1), refletindo a tendência de diminuição do desenvolvimento com o aumento das doses.

Comprimento da maior raiz (CR), entretanto, não teve significância. Quando comparado aos resultados de Oliveira (2024), que trabalhou com a mesma cultivar, mas com doses de 1.000 a 4.000 mg L^{-1} em sementes colhidas após a maturação do fruto durante os meses de fevereiro a julho, observa-se que as mudas atingiram maiores valores gerais de diâmetro de caule. Esse apresentou resultados significativos para os mesmos parâmetros analisados, entretanto considera-se a diferença do período do experimento, bem como ao estágio da semente, tendo em vista que as utilizadas no experimento estavam armazenadas, assim sua dormência já havia sido quebrada. O número de folhas (NF) e a área foliar (AF) não apresentaram significância.

Tabela 1 - ANAVA do efeito das diferentes concentrações de giberelina nos parâmetros não significativos de emergência e desenvolvimento de mudas de *Carica papaya*.

Doses de GA3	%E	IVE	NF	AF	CR (cm)	MSF (g)	MSR (g)
Controle	64,16	2,29	5,25	41,49	11,12	0,0908	0,0646
200 mg L^{-1}	57,50	2,92	5,75	39,03	12,81	0,1027	0,0632
400 mg L^{-1}	59,16	2,32	5,75	37,18	12,11	0,0874	0,0519
800 mg L^{-1}	53,33	2,29	6,00	33,13	11,63	0,0829	0,0654
Média Geral	58,54	2,45	5,69	37,71	11,92	0,0612	0,0927
CV (%)	15,90	21,87	8,42	12,99	13,05	34,46	19,38

As médias não apresentaram diferença estatística em $p < 0,05$.

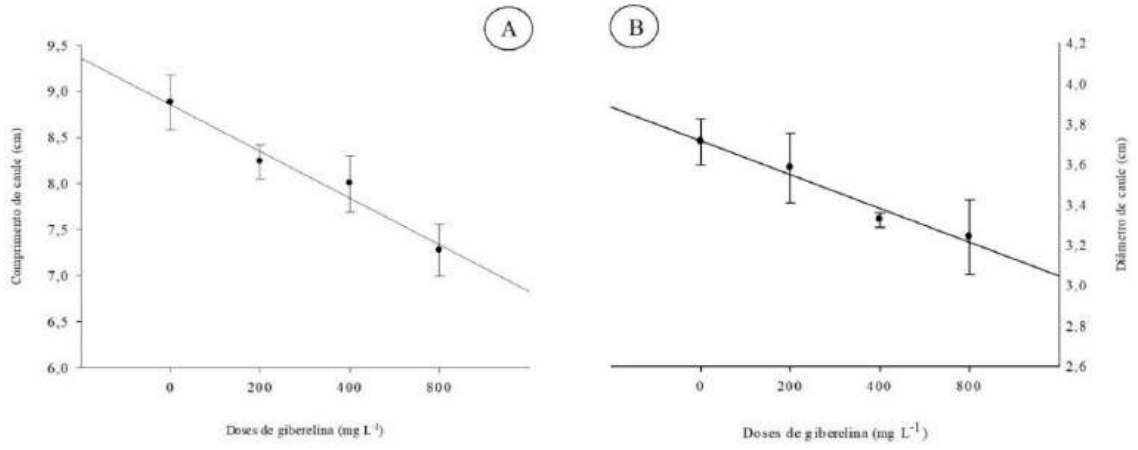


Figura 1 - Regressão para o (A) Comprimento do Caule (cm) e (B) Diâmetro do Caule (cm) de *Carica papaya* em função de diferentes doses de Giberelina.

Massa seca caulinar (MSC) apresentou significância, entretanto as médias de tratamentos não diferiram, tendo o controle e 200 mg L^{-1}, quantitativamente, os melhores resultados. Esse apresentou um comportamento de regressão linear (Figura 2). Nota-se que o CC e DC obtiveram menores valores que o controle na dose de 200 mg L^{-1}, entretanto sua massa teve valor emparelhado. A MSF e MSR não obtiveram significância.

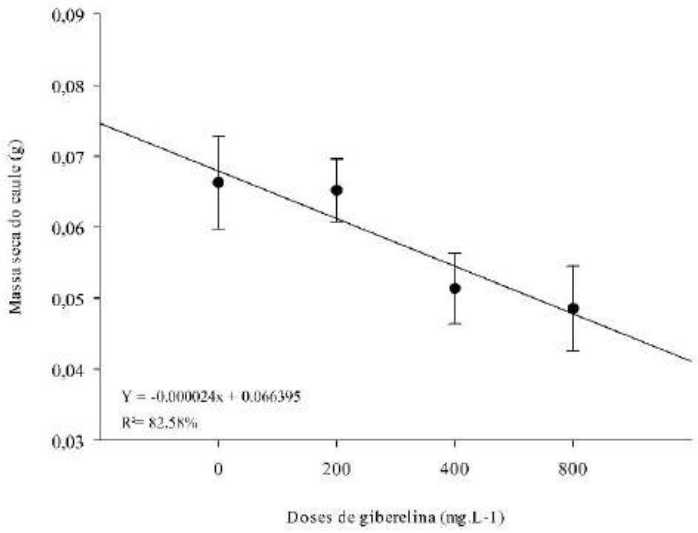


Figura 2 - Regressão para a Massa seca do caule (g) de *Carica papaya* em função de diferentes doses de Giberelina.

O comportamento linear apresentado nas regressões indica que altas doses prejudicam o desenvolvimento da planta, gerando um efeito inverso ao desejado, consoante com os resultados encontrados por Meena e Jain (2011) que trabalharam com doses de 25 mg L^{-1} a 200 mg L^{-1}, confirmando que embora ocorra melhoras nos parâmetros de crescimento tem-se tendências de regressão com maiores concentrações.

CONCLUSÃO

Ao observar os resultados conclui-se que as doses avaliadas do ácido giberélico apresentaram efeitos significativos sobre o desenvolvimento caulinar, demonstrando a auxílio perante o alongamento celular desta área e o estímulo ao crescimento. Entretanto as regressões demonstraram que as doses utilizadas, para sementes que já passaram pela superação da dormência, não foram eficientes, assim recomenda-se estudo com doses menores, nessa condição, visando efeitos melhores que o controle.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper); Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2023.** Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/espirito-santo. Acesso em: 30 ago.2024.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MANEESHA, S., R.; PRIYA, D. S. Effect of calcium nitrate and potassium nitrate priming on seed germination and seedling vigour of papaya (*Carica papaya* L.). **Journal of Horticultural Sciences**, v. 14, n. 2, p. 149-154, 2019.

OLIVEIRA, C. M. **Giberelina na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de mamão (*Carica papaya*) 'cv. Aliança'**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Santa Catarina, 2024. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/4760. Acesso em: 30 ago.2024.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; HOFFAY, A. C. N.; CORREA, A. C.; CREMONINI, G. M. Ácido giberélico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Agrotrópica**, v. 33, n. 2, p. 143-148, 2021.

MEENA, R. R.; JAIN, M. C. Effect of seed treatment with gibberellic acid on growth paramerters of papaya seedlings (*Carica papaya* L.). **Progressive horticulture**, v. 44, p. 248-250, 2011.

SANTOS, N.; FREIRE, J.; SILVA, J.; BARRETO NETO, J.; DIAS, C.; NASCIMENTO, G. Qualidade de mudas de mamoeiro Formosa (*Carica papaya* L.) produzidas em substratos com rejeitos de mica na composição e fertilização com urina de vaca. **Revista Principia - IFPB**, v. 52, n. 1, p. 9-19, 2020.

SERAFINI, S.; SOARES, J. G.; PICOLI, F.; DINON, A. Z.; ROBAZZA, W. S.; PAULINO, A. T. Aspects and peculiarities of the commercial production of papaya (*Carica papaya* Linnaeus) in Brazil: strategies for the future of culture. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, 2021.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L.; FERREGUETTI, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 874-883, 2010.

GIBERELINA NO DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. ALIANÇA

Gabriel Evangivaldo Rocha de Freitas Valle[1], Cassiele Moreira de Oliveira[1], Thiago Gratz Spinassé[1], Vitória Evangelista dos Santos[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: ogabrielrochavalle@gmail.com; cassiele.moreira.cm@gmail.com; thiagogratz2606@gmail.com; dossantosvitoria23@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é originário da América tropical, especificamente de uma parte do México. Os indígenas locais cultivavam mamões, e os espanhóis que chegaram às Américas também se depararam com essa fruta (Badillo; Leal, 2020). A partir da colonização o mamão se espalhou por regiões tropicais em todo o mundo, incluindo o Brasil aonde foi introduzido por volta de 1587 (Pinnamaneni, 2017).

Os hormônios desempenham papéis importantes como promotores ou inibidores da germinação. As giberelinas, em particular, são hormônios que promovem a germinação, atuando no crescimento vegetativo do embrião, e estão presentes em várias partes das plantas, como raízes, folhas jovens, sementes em fase de germinação e frutos sendo fundamentais para o desenvolvimento adequado das plantas (Taiz *et al*., 2017).

Outra atuação da giberelina é no controle e na elevação do potencial de crescimento do embrião e do eixo embrionário, causando a indução da síntese de hormônios que estão diretamente relacionados com o crescimento das plântulas e enzimas (Cavusoglu; Sulusoglu, 2015).

Após a germinação, é necessário proporcionar cuidados específicos para o desenvolvimento saudável das plântulas, como controle adequado da luminosidade, a irrigação e a fertilização visando fornecer os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plântulas, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio.

O uso de hormônios como as giberelina (GA_3) na fase de germinação podem melhorar o desempenho de sementes de várias espécies, principalmente em condições adversas. Este hormônio atua auxiliando no desenvolvimento da raiz primária, fazendo com que a mesma rompa os tecidos como o endosperma que restringem o seu crescimento, o tegumento da semente ou do fruto (Taiz *et al*., 2017). O ácido giberélico estimula a síntese de enzimas responsáveis pela hidrólise de amido e outras substâncias, possibilitando assim, a retomada do crescimento embrionário (Dalastra *et al*., 2010).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina no desenvolvimento inicial de plântulas de mamão cultivar Aliança.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Para o experimento, foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar 'Aliança', extraídas de frutos coletados em Linhares, ES, foi feito a limpeza manual, remoção da sarcotesta e colocadas para secar à sombra.

As sementes foram imersas durante uma hora nas soluções de GA_3 e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e 500 sementes no total. As diferentes concentrações de giberelina (GA_3) usadas na emergência e desenvolvimento das plântulas foram de 1.000 $mg.L^{-1}$, 2.000 $mg.L^{-1}$, 3.000 $mg.L^{-1}$, 4.000 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação de hormônio.

Após sessenta dias depois da emergência da primeira plântula foi avaliado a altura da plântula (AP)(cm), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC)(mm), comprimento da raiz (CR)(cm), sendo as avaliações da seguinte forma: Altura da planta (AP) medido da base até o ápice da planta com uma trena milimetrada; Número de folhas (NF), contado todas as folhas da planta; Diâmetro do coleto (DC) medido com um paquímetro na interseção entre a raiz e o caule; Comprimento da raiz (CR), determinada a partir do nível do coleto até a extremidade da maior raiz, com auxílio de uma régua graduada em centímetros.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, houve diferença estatística entre as diferentes doses de ácido giberélico (GA_3) na altura da plântula. O tratamento controle com água pura, registrou uma altura média das plântulas de 9,25 cm, seguido por uma queda gradual na altura conforme as doses de GA_3 aumentavam. As plântulas tratadas com 1000 $mg.L^{-1}$ de GA_3 apresentaram uma altura média de 7,65 cm, enquanto aquelas tratadas com doses mais elevadas de GA_3 mostraram alturas ainda menores, variando de 6,1 cm a 5,3 cm.

Em relação ao número de folhas, houve diferença estatística sendo o tratamento na dosagem de 2000 $mg.L^{-1}$ de GA_3 apresentou o melhor resultado superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Quanto ao diâmetro do caule, o tratamento com GA_3 1000 mg.L^{-1} apresentou o maior diâmetro médio, com 3,46 mm superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

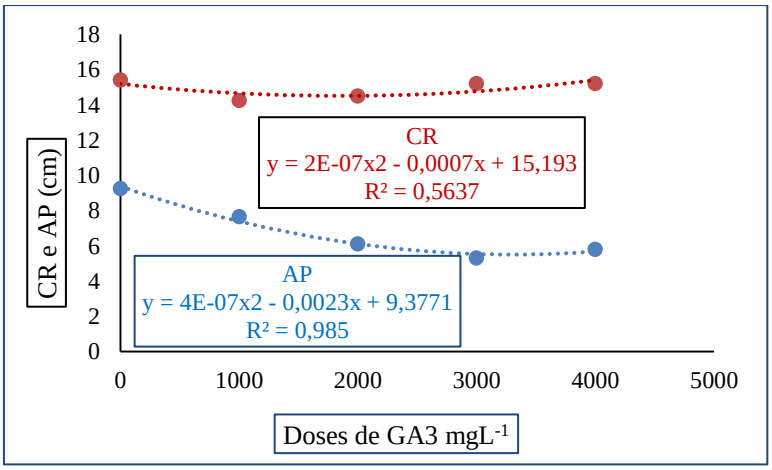
Na avaliação do comprimento da raiz, também foi constatada uma diferença estatística entre os tratamentos, conforme os dados apresentados na Tabela 1. O tratamento com água pura apresentou a maior média de comprimento da raiz, seguido pelos tratamentos com dosagens de GA_3 3000 mg.L^{-1} e 4000 mg.L^{-1}, sem diferença estatística entre si e superiores estatisticamente aos outros tratamentos.

Tabela 1 - Desenvolvimento de plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes doses de giberelina

TRATAMENTO	AP	NF	DC	CR
Água pura	9,25 a	2,95 c	2,60 bc	15,4 a
GA_3 1000 mg.L^{-1}	7,65 b	2,7 c	3,46 a	14,3 b
GA_3 2000 mg.L^{-1}	6,1 c	6,15 a	2,74 b	14,5 b
GA_3 3000 mg.L^{-1}	5,3 d	5,3 ab	2,18 c	15,2 a
GA_3 4000 mg.L^{-1}	5,8 cd	4,95 b	2,30 bc	15,2 a
CV (%)	12,1	23,48	20,9	8,15

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. AP = altura da plântula (cm); NF = número de folhas; DC = diâmetro do coleto (mm); CR = comprimento de raiz (cm).

Diante dos dados analisados, para o encontrar a dosagem ideal de GA_3 para análise de cada variável testada na pesquisa, foi necessário realizar análises de regressão, resultando em parábolas com pontos máximos ideais, sendo que as curvas de tendência foram apresentando a partir da equação da figura, as dosagens indicadas para o uso de giberelina em sementes de mamoeiro.

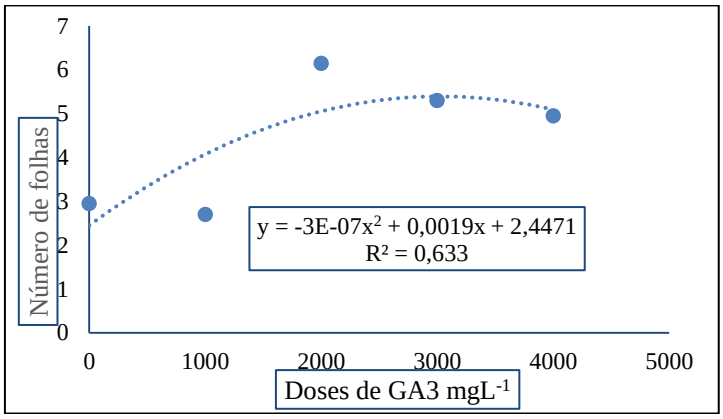


Dose ideal = 1750 mg.L^{-1}

Figura 1 - Regressão para altura da plântula e comprimento de raiz.

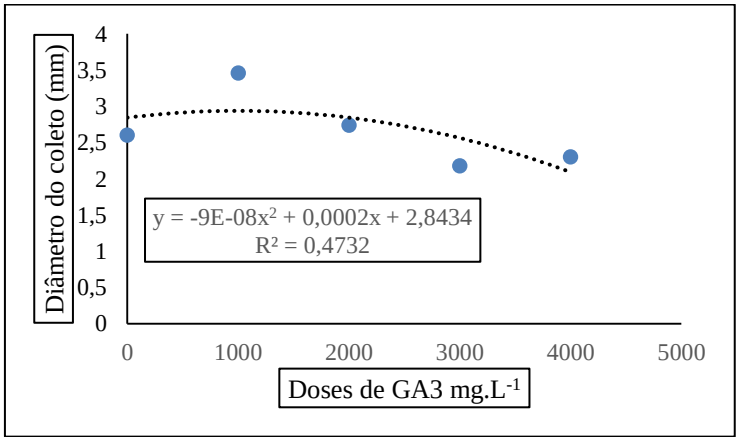
No processo metabólico de germinação de sementes, a giberelina atua na promoção da síntese da

enzima hidrolítica α-amilase, sendo esta, a grande responsável pela degradação do amido (Floss, 2011), sugerindo que esta atuação gera um aumento da germinação das sementes, com consequente aumento na emergência de plântulas.



Dose ideal = 3160 mg.L^{-1}

Figura 2 - Regressão para número de folhas.



Dose ideal = 1111 mg.L^{-1}

Figura 3 - Regressão para diâmetro do coleto.

Considerando que, de acordo com a análise de regressão as dosagens indicadas para cada variável não são iguais, para encontrarmos o ponto ideal que atenda a todas as variáveis analisadas, foi feito uma média entre as análises de regressão, resultando na dosagem ideal de GA_3 de 1673 mg.L^{-1} a ser utilizada.

CONCLUSÃO

O ácido giberélico demonstrou um efeito positivo no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro da cv. Aliança, sendo que a dosagem media ideal para atender o melhor desenvolvimento inicial é de 1673 mg.L^{-1}

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BADILLO, V. M.; LEAL, F. Taxonomy and botany of the Caricaceae. **Horticultural Reviews**. v. 47. p. 289-323. 2020.

CAVUSOGLU, A.; SULUSOGLU, M. The effects of exogenous gibberellin on seed germination of the fruit species. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi**, v. 8, n. 69. 2015.

DALASTRA, I. M. *et al*. Germinação de sementes de nogueira-macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 641-645, 2010.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. 5ª ed., Passo Fundo: Upf, 2011. 733p.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

PINNAMANENI, R. Nutritional and medicinal value of papaya (*Carica papaya* Linn.). **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 6, p. 2559-2578, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHU, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

GIBERELINA E CITOCININA NA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E SECA EM PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. THB COM SEMENTES ARMAZENADAS POR UM ANO

Gabrielly Gomes de Oliveira Deorce[1], Vitório Augusto Menegardo[1], Karen Gomes Fernandes[1], Laisa Gomes da Rosa[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Intituto Federal do Espirito Santo, Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: deorcegabrielly22@gmail.com; vitoriomenegardo03@gmail.com; gfernandeskaren@gmail.com; laisagomes973@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamão é uma fruta amplamente cultivada no Brasil, onde encontra condições ideais para seu desenvolvimento, especialmente nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, que possuem climas tropicais e subtropicais favoráveis. Entre as variedades de mamão cultivadas, a cultivar THB se destaca por suas características agronômicas favoráveis, como alta produtividade, resistência a doenças e qualidade dos frutos, que são de tamanho médio a grande, com polpa firme e sabor doce. A importância econômica dessa cultura no Brasil é significativa, tanto para o mercado interno quanto para a exportação (Silva; Santos, 2021), gerando grande quantidade de empregos nos locais de produção.

A germinação das sementes de mamão papaia é um processo crucial para o estabelecimento da cultura, e pode ser influenciada por fatores como temperatura e umidade, com a temperatura ideal para a germinação variando entre 25 °C e 30 °C. Para superar a dormência das sementes, práticas como a imersão em água morna ou em soluções de hormônios vegetais são frequentemente utilizadas para acelerar a germinação, que geralmente ocorre entre 15 e 30 dias após a semeadura (Oliveira *et al*., 2019).

Os hormônios vegetais, como a giberelina e a citocinina, desempenham papéis fundamentais no desenvolvimento das plantas e na germinação das sementes. A giberelina, por exemplo, é conhecida por sua capacidade de promover a germinação ao quebrar a dormência das sementes, estimulando o alongamento celular e ajudando a raiz a penetrar no solo, o que é crucial para o sucesso do cultivo do mamão (Ferreira & Andrade, 2020). Por outro lado, a citocinina, embora menos estudada, também influencia a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas, promovendo a divisão celular e a diferenciação dos tecidos, contribuindo para o crescimento das raízes e da parte aérea da plântula (Pereira *et al*., 2018).

Esses hormônios vegetais são essenciais para otimizar a produção e o cultivo do mamão papaya variedade THB, melhorando a uniformidade e a velocidade de germinação das sementes, além de contribuir

para o vigor inicial das plantas.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina e da citocinina na produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro cv. THB com sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Para o experimento, foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar THB, extraídas de frutos coletados em Linhares, ES, foi feito a limpeza manual, remoção da sarcotesta e colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Após um ano de armazenadas, a pesquisa foi realizada, colocando as sementes imersas durante uma hora nas soluções de GA_3 e solução de citocinina, e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e 600 sementes no total.

As diferentes concentrações de giberelina (GA_3) usadas para avaliar a produção de massa verde e seca das plântulas foram de 1000 $mg.L^{-1}$, 2000 $mg.L^{-1}$, 3000 $mg.L^{-1}$, 4000 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação de hormônio e a solução de citocinina na concentração de 2000 $mg.L^{-1}$.

Após 60 dias da emergência da primeira plântula foi avaliado a massa verde das folhas (MVF) ($g.pl^{-1}$); massa seca das folhas (MSF) ($g.pl^{-1}$), massa verde da raiz (MVR) ($g.pl^{-1}$); massa seca da raiz (MSR) ($g.pl^{-1}$), massa verde do caule (MVC) ($g.pl^{-1}$) e massa seca do caule (MSC) ($g.pl^{-1}$), sendo as avaliações da seguinte forma: Massa verde das folhas (MVF), retirando as folhas do caule e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa verde radicular (MVR) e Massa verde do caule (MVC), separando as raízes e caules e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa seca das folhas (MSF), retirando as folhas da parte aérea da planta, acondicionadas em sacos de papel e obtido a partir do material seco em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas; Massa seca radicular (MSR) e Massa seca do caule (MSC), as raízes foram separadas da parte aérea, ambas acondicionadas em sacos de papel separadamente e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70° C por 72 horas.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, a produção de massa verde e seca das folhas foi maior na dosagem de GA_3 1000 $mg.L^{-1}$, superior estatisticamente aos outros tratamentos.

Na avaliação da massa verde da raiz, a dosagem de GA_3 1000 $mg.L^{-1}$ foi superior estatisticamente aos outros tratamentos, porém, na avaliação da massa seca das raízes as dosagens de GA_3 1000 $mg.L^{-1}$ e GA_3 2000 $mg.L^{-1}$ foram superiores aos outros tratamentos e não apresentaram diferença estatística entre si (Tabela 1).

Para massa verde do caule todas apenas a dosagem de GA_3 1000 $mg.L^{-1}$ foi superior estatisticamente a testemunha. Não foi observado diferença estatística entre as dosagens de giberelina e entre a citocinina para esta variável, porém, para massa seca do caule, as dosagens de GA_3 1000 $mg.L^{-1}$, GA_3 2000 $mg.L^{-1}$ e GA_3 3000 $mg.L^{-1}$ foram superiores estatisticamente aos outros tratamentos e iguais entre si (Tabela 1).

Tabela 1 - Produção de massa verde e seca em plântulas de mamão cv. THB em diferentes doses de giberelina, com sementes armazenadas por um ano

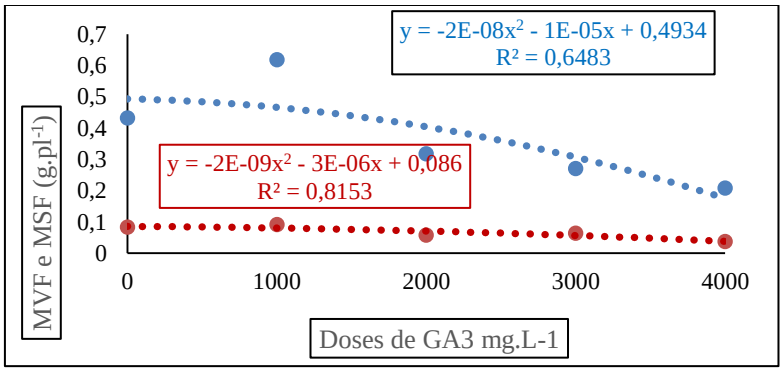
TR	MVF	MVR	MVC	MSF	MSR	MSC
Água pura	0,432 b	0,790 b	0,566 b	0,083 b	0,142 b	0,083 b
GA_3 1000 $mg.L^{-1}$	0,618 a	1,032 a	0,869 ab	0,091 a	0,148 a	0,126 a
GA_3 2000 $mg.L^{-1}$	0,318 bc	0,748 b	0,974 a	0,058 d	0,147 a	0,144 a
GA_3 3000 $mg.L^{-1}$	0,271 bc	0,571 c	0,714 ab	0,064 c	0,081 d	0,116 a
GA_3 4000 $mg.L^{-1}$	0,208 c	0,512 c	0,785 ab	0,037 f	0,068 e	0,088 b
Citocinina 2000 $mg.L^{-1}$	0,273 bc	0,710 b	0,665 ab	0,045 e	0,098 c	0,083 b
CV (%)	27,32	32,85	25,64	2,16	1,39	1,50

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. MVF = massa verde das folhas ($g.pl^{-1}$); MVR = massa verde da raiz ($g.pl^{-1}$); MVC = massa verde do caule ($g.pl^{-1}$); MSF= massa seca das folhas ($g.pl^{-1}$); MSR = massa seca da raiz ($g.pl^{-1}$); MSC = massa seca do caule ($g.pl^{-1}$).

Para identificar a dosagem ideal de giberelina, foi construído figuras a partir da análise de regressão para as variáveis estudadas.

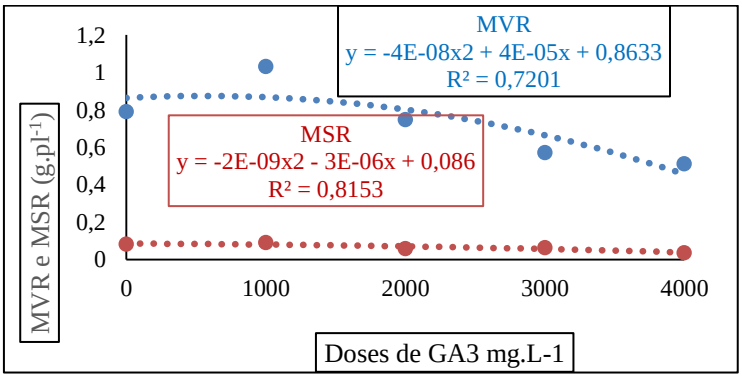
Ao analisarmos a dosagem mais correta a ser utilizado para cada variável, entramos em divergência, pois as doses indicadas para cada variável não são iguais, sendo apenas próximas. Para encontrarmos o ponto ideal que atenda a todas as variáveis analisadas, foi idealizado a construção de uma média englobando todas as análises de regressão, resultando na dosagem ideal.

De acordo com as dosagens ideais encontradas, podemos encontrar uma média que atenda a todas as variáveis avaliadas, obtendo a dose de GA_3 1200 $mg.L^{-1}$.



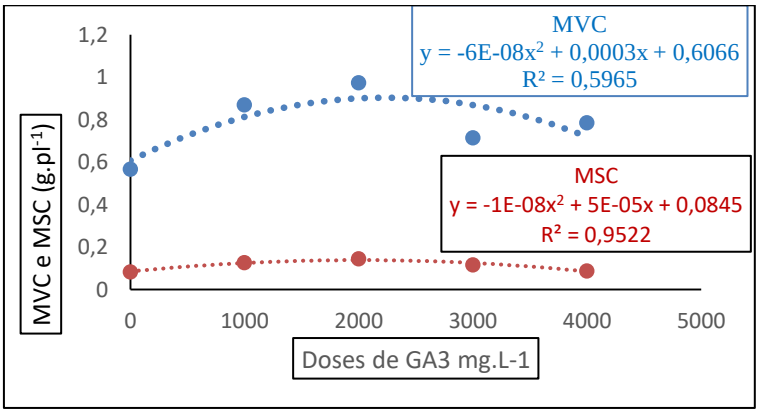
Dose ideal MVF = 250 mg.L^{-1} Dose ideal MSF = 750 mg.L^{-1}

Figura 1 - Massa verde e seca das folhas de plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes doses de giberelina, a partir de sementes armazenadas por um ano.



Dose ideal MVR = 500 mg.L^{-1} Dose ideal MSR = 750 mg.L^{-1}

Figura 2 - Massa verde e seca das raízes de plântulas mamão cv. THB em diferentes doses de giberelina, a partir de sementes armazenadas por um ano.



Dose ideal MVR = 2500 mg.L^{-1} Dose ideal MSR = 2500 mg.L^{-1}

Figura 3 - Massa verde e seca do caule de plântulas de mamão cv. THB em diferentes doses de giberelina, a partir de sementes armazenadas por um ano.

CONCLUSÃO

A giberelina atuou de forma a aumentar a massa seca e verde em plântulas de mamoeiro cv. THB, produzidas a partir de sementes armazenadas por um ano, sendo que a dosagem de giberelina recomendada foi de GA_3 1200 $mg.L^{-1}$.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

FERREIRA, C.; ANDRADE, T. Efeitos da giberelina na germinação de sementes de mamão. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 35, n. 3, p. 213-220, 2020.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

OLIVEIRA, M.; ALMEIDA, R.; COSTA, P. Técnicas de germinação de sementes de mamão papaya. **Ciência e Tecnologia de Sementes**, v. 41, n. 2, p. 98-104, 2019.

PEREIRA, L.; MONTEIRO, D.; NUNES, R. Ação das citocininas na germinação e crescimento de plântulas. **Plant Cell Reports,** v. 37, n. 7, p. 1025-1035, 2018.

SILVA, J.; SANTOS, A. Cultivo de mamão no brasil: variedades e desafios. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 1, p. 123-134, 2021.

TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO CV. CALIMOSA

Hellen Cristhiny Deolindo de Santana[1], Mariana Gomes Santos[1], Diogo Galão[1], Samara da Silva Evaristo[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES.
E-mail: hellensantana513@gmail.com; marianasantelmo15@gmail.com; galaodiogo@gmail.com; samaraevaristo21@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras mais comuns em quase todos os países da América Tropical, sendo descoberto pelos espanhóis na região compreendida entre o sul do México e o norte da Nicarágua (Serrano; Cattaneo, 2010). Após a descoberta, o mamoeiro foi amplamente distribuído em várias regiões tropicais, estendendo-se a 32° de latitude norte e sul, com possível introdução no Brasil em 1587. No Brasil, o mamoeiro é cultivado em praticamente todo o seu território, merecendo destaque os estados da Bahia e Espírito Santo, que respondem por aproximadamente 70% da produção no país (Incaper, 2022).

As sementes de mamão podem ser transformadas em produtos de valor significativos, devido ao seu potencial nutritivo e sua atividade antioxidante, apresentando-se como uma alternativa natural para ser aplicadas em alimentos (Malacrida; Jorge, 2008).

Em sementes de mamão, a presença de sarcotesta, material gelatinoso que protege a semente (Marin *et al*., 1995), pode resultar em germinação lenta e desuniforme (Schmildt *et al*., 1993). De acordo com Vasquez (1969), o ideal é que seja extraído a sarcotesta, e a secagem das sementes deve ser realizada em temperatura ambiente, para que se tenha elevada germinação.

Durante o armazenamento das sementes, a velocidade do processo de deterioração depende de fatores como longevidade da espécie, qualidade inicial das sementes e condições do ambiente. Como a longevidade é uma característica genética, inerente à espécie, somente a qualidade inicial das sementes e as condições do ambiente de armazenamento podem ser manipuladas (Carvalho; Nakagawa, 2000).

A temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores físicos que afetam a manutenção da qualidade das sementes armazenadas, sendo a umidade relativa considerada mais importante, dada a sua relação direta com o teor de água das sementes. Entretanto, a temperatura também contribui significativamente, afetando a velocidade dos processos bioquímicos (Delouche, 1973).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do armazenamento das sementes na germinação das sementes de mamão cultivar Calimosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de propagação de plantas do IFES Campus Santa Teresa. Sendo utilizadas no experimento, sementes de mamão obtidas de produtores localizados na região de Linhares, sendo selecionados 20 frutos da cultivar Calimosa para retirada das sementes. As sementes foram lavadas, retiradas a sarcotesta e secadas a sombra por 24 horas, e armazenadas em geladeira (10 °C) e em ambiente natural, no laboratório (26 °C).

Os tratamentos foram compostos de sementes armazenadas em geladeira (10 °C) e em ambiente natural (26 °C) por 1 dia, 8 dias, 15 dias, 22 dias e 29 dias armazenadas.

O teste de germinação aplicado, foi conduzido em rolo de papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, utilizando 1 folhas sob as sementes e 1 folha sobre as sementes. Em seguida, cada rolo (repetição) foi armazenado em câmara de germinação tipo BOD, com temperatura média de 25º C e luz controlada 12x12 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com 5 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes por parcela.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas por análise de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação para todos os tratamentos ocorreu entre 29 e 31 dias após semeio.

De acordo com a Figura 1, observa-se que as sementes armazenadas em ambiente natural (26 °C) apresentou tendência a uma germinação mais estável que a semente armazenada em geladeira, com pico máximo de germinação aos 22 dias de armazenamento, com queda na germinação após este dia.

As sementes armazenadas em geladeira apresentaram uma tendência a diminuir a germinação até os 22 dias de armazenada, com aumento da porcentagem de germinação após este período (Figura 1).

A germinação das sementes de mamão é considerada lenta e irregular (Chacko; Singh, 1966; Yahiro, 1979), podendo levar de 4 a 8 semanas para que todo o processo de formação interna se complete. Este processo lento pode ser atribuído tanto à presença da sarcotesta, uma capa mucilaginosa que envolve externamente a semente, como à ocorrência de dormência pós-colheita.

A análise de regressão sugere que sementes armazenadas em geladeira (10 °C) precisam de um período para finalizar o processo de formação embrionária em sementes recém colhidas, sendo este processo mais lento que em sementes armazenadas em ambiente natural (26 °C) que em temperaturas maiores aceleram este processo, indicando um menor tempo de vida das sementes armazenadas em temperaturas mais elevadas.

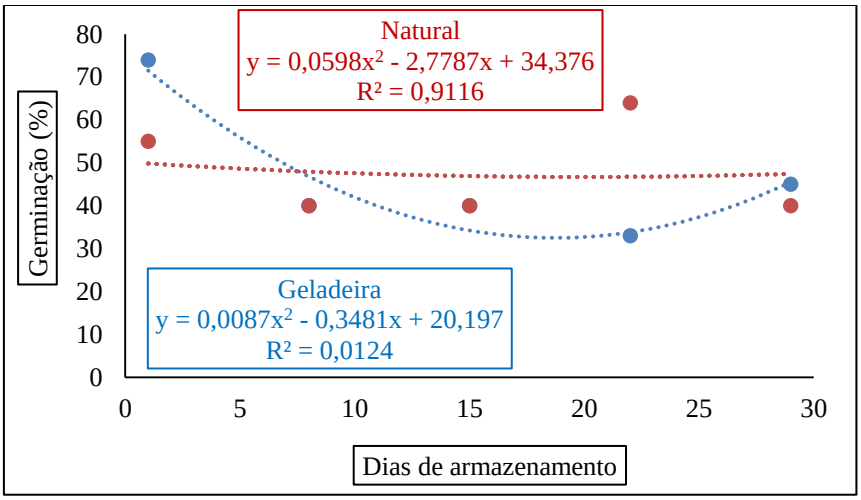


Figura 1 - Regressão para germinação de sementes de mamão cv. Calimosa de acordo com o armazenamento das sementes e dias de armazenamento.

Viggiano *et al*. (2000a) verificaram em sementes de mamão recém colhidos uma baixa percentagem de germinação, os autores atribuíram essa baixa germinação à dormência pós-colheita, corroborado por Aroucha *et al*. (2004), em sementes da cv. Golden e do híbrido 'Tainung Nº 1', sendo necessário um período de 8 a 16 meses de armazenamento, respectivamente, para se obter cerca de 80% de germinação.

Tokuhisa *et al*. (2007), constatam que as sementes de mamão possuem baixa germinação natural, sendo importante que seja feito um tratamento pré germinativo nas sementes para aumentar a germinação e diminuir o tempo de germinação.

Outro fator que pode ser considerado na interferência da germinação das sementes de mamão e que pode atuar na superação da dormência é a temperatura. Lange (1961) verificaram que temperaturas noturnas de 23 ºC e diurnas de 40 ºC foram benéficas à germinação. Também Viggiano *et al*. (2000b) obtiveram germinação máxima ao utilizarem temperaturas alternadas de 20/35 ºC.

Corroborando com esta pesquisa, Yahiro (1979) e Aroucha *et al*. (2005) citam que o armazenamento das sementes de mamão por determinado período de tempo também pode atuar na quebra da dormência. Segundo Viggiano *et al*. (2000a), o armazenamento por dois meses pode superar a dormência das sementes independente do ambiente, embalagem e grau de umidade das sementes.

CONCLUSÃO

O tipo de armazenamento das sementes de mamão cv. Calimosa, e o tempo de armazenamento, podem atuar na porcentagem de germinação final destas sementes.

REFERÊNCIAS

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, A. P.; FREITAS, S. P. Influência do estádio de maturação dos frutos e período de armazenamento das sementes no vigor das sementes de mamão dos grupos Solo e Formosa. p. 71-75. In: Reunião de Pesquisa do Frutimamão, 2, 2004, Campos de Goytacazes, RJ, **Anais...** Campos de Goytacazes: UENF, 2004.

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; GONZAGA, M. P. Época de colheita e período de repouso dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden na qualidade fisiológica das sementes. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 537-543, 2005.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHACKO, E. K.; SINGH, R. N. The effect of gibberelic acid on the germination of papaya seeds and subsequent seedling growth. **Tropical Agricultural**, Trinidad, v. 43, p. 341-346, 1966.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, p. 427-452, 1973.

ESTANISLAU, W. T. Conservação de sementes de mamão em função da presença da sarcotesta, teor de água das sementes e tipo de embalagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3 p. 657-959, 2024.

INCAPER. **Polos de fruticultura:** mamão. 2022. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/fruticultura. Acesso em: 29 ago. 2024.

LANGE, A. H., The effect of temperature and photoperiod on the growth of *Carica papaya.* **Ecology**, Durham, v. 42, n. 3, p. 481-486, 1961.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Extratos de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) como fonte de antioxidantes naturais. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 337-340, 2008.

MARIN, S. L. D.; GOMES. J. A.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. S.; FULLIN, E. A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro cv. Solo no Estado do Espírito Santo.** 4.ed. Vitória: EMCAPA, 1995. 57p.

SCHMILDT, E. R.; FRONZA, V.; DIAS, J. L. S; UNÊDA, S. H.; ALVARENGA, E. M. Comparação de métodos físicos de remoção de sarcotesta e de métodos de secagem de sementes de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 15, n. 2, p. 147-151, 1993.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 657-959, 2010.

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 131-139**,** 2007**.**

VASQUEZ, R. M. Efecto de diversos tratamientos aplicados a la semilla de papaya, sobre su poder germinativo. **Agricultura Técnica**, México, v. 2, n. 11, p. 487-491, 1969.

VIGGIANO, J. R.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Sementes Online**, v. 1, n. 1, p. 6-10, 2000a.

VIGGIANO, J. R.; VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; ARAUJO, E. F.; VIANA, A. P. Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função do grau de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 279-287, 2000b.

YAHIRO, M. Effects of pre-treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. **Memorial Faculty Agriculture Kogoshima University**, Kagoshima, v. 15, n. 1, p. 49-54, 1979.

YAHIRO, M.; ORYOJI, Y. Effects of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. seeds. **Memorial Faculty Agriculture Kogoshima University**, Kagoshima, v. 16, n. 1, p. 45-51, 1980.

SUBSTRATOS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. CALIMOSA

Iasmyn Novelli Schulz[1], José Carlos Souza Vieira[1], Saulo Fagno Romagna[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1], Diogo Galão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: schulziasmyn@gmail.com; josesouzavieira18@gmail.com; saulim404@gmail.com; mvspaixao@gmail.com; galaodiogo@gmail.com

INTRODUÇÃO

A cultura do mamão (*Carica papaya* L.) possui grande importância econômica para o estado do Espírito Santo, se destacando como maior produtor e exportador do país. Devido às condições adequadas de solo e clima, a produção do estado se concentra na região norte, gerando renda para os agricultores locais e movimentando o mercado interno (Prodest, 2016).

A cultivar Calimosa foi obtida a partir de um cruzamento entre plantas do grupo Formosa e do grupo Solo, gerando o primeiro híbrido produzido no Brasil. Possui características semelhantes ao grupo Formosa, com frutos alongados com polpa avermelhada e firme, com sabor e aroma bastante positivos na aceitação do mercado consumidor (Faria *et al*., 2009).

O cultivo de mamoeiro tem como principal prática de manejo a renovação dos pomares, exigindo a produção de mudas por meio do produtor ou aquisição de viveiros certificados, sendo necessário o conhecimento de métodos para otimizar a produção das mudas e evitar a disseminação de doenças (Faria *et al.*, 2009).

Para uma boa produção de mudas, é indispensável que se tenha um substrato com as características desejáveis para a cultura, que influencia diretamente no vigor das mudas produzidas. De modo geral, o substrato deve apresentar boa composição física, química e orgânica, com riqueza nos nutrientes essenciais, pH ideal, ausência de organismos nocivos à muda, boa retenção de água, transporte e aquisição facilitados, textura e porosidade adequada, de forma que seja facilitada a mobilidade dos gases entre a atmosfera e o substrato, garantindo uma boa respiração radicular e oxigênio necessário para a germinação (Borges *et al*., 1995; Júnior *et al*., 2006).

São diversos os tipos de substratos encontrados no mercado disponíveis para a utilização, de diversas formas de origem, não existindo um material que seja comprovadamente eficaz para todas as espécies. Por isso, é necessário verificar qual substrato disponível comercialmente que proporcione uma emergência e formação de mudas de melhor qualidade (Júnior *et al*., 2006).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de substratos comerciais em relação à terra pura na emergência de plântulas de mamão cultivar Calimosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na mesorregião Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foram utilizadas no experimento, sementes de mamão da cultivar Calimosa, colhidas manualmente de plantas localizadas na região de Linhares, sendo selecionados 20 frutos para retirada das sementes. As sementes foram lavadas, retiradas a sarcotesta e secadas à sombra por 48 horas, semeadas em tubetes de 150 mL, sendo utilizada uma semente por tubete.

Os tratamentos foram compostos dos substratos: Terra pura como testemunha e os substratos comerciais puros, Carolina Soil, Mogifertil, Biomix e Bioplant®. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes por parcela.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo às pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à emergência, o substrato Carolina Soil apresentou melhor índice e superior estatisticamente quando comparado aos outros substratos. Os substratos Terra pura, Mogifertil e Biomix não apresentaram diferença estatística entre si. O substrato Bioplant apresentou o menor índice de emergência entre os substratos (Tabela 1).

Para IVE, os substratos Carolina Soil e Mogifertil apresentaram melhores médias, superiores estatisticamente aos outros substratos. Terra pura e Biomix não apresentaram diferença entre si, sendo Bioplant inferior aos outros substratos (Tabela 1).

Na avaliação do TME, foi possível observar maiores tempos de emergência na Terra Pura, enquanto

os outros substratos não se diferenciam estatisticamente (Tabela 1).

De acordo com Silva *et al*. (2019), a emergência de plântulas analisadas sob plantio em substrato comercial, apresentam relativa uniformidade e maior velocidade de emergência em plântulas de pimenta e pimentão, como observado, os tratamentos com substratos comerciais Carolina Soil e Mogifertil apresentaram resultados semelhantes ao trabalho realizado, mesmo sendo uma cultura diferente.

Tabela 1 - Emergência em plântulas de mamão cv. Calimosa em diferentes substratos comerciais

Tratamentos	E	IVE	TME
Terra pura	82,5 b	5,037 b	4,147 a
Carolina Soil	90,5 a	5,725 a	2,573 b
Mogifertil	84,5 b	5,621 a	3,088 b
Biomix	80,5 b	5,031 b	2,446 b
Bioplant	72,5 c	4,239 c	3,045 b
CV (%)	2,33	8,21	11,97

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. E= emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= tempo médio de emergência.

É possível observar que o substrato Carolina Soil apresentou melhores médias no parâmetro geral de avaliação. Isso pode ser explicado pelas características do substrato, possuindo em sua composição, vermiculita expandida que é um elemento desejável para a produção de mudas. As respostas podem estar ligadas a presença de vermiculita expandida que ajuda na capacidade de retenção de água e um espaço poroso adequado para o enraizamento (Muraishi, 2012).

CONCLUSÃO

O substrato comercial Carolina Soil apresentou os melhores resultados para emergência e velocidade de emergência em um menor tempo, em plântulas de mamão cultivar Calimosa.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa, pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BORGES, A. L.; LIMA, A. A.; CALDAS, R. C. Adubação orgânica e química na formação de mudas de maracujazeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 17, n. 2, p. 17-22, ago.1995.

FARIA, A. R. N.; NORONHA, A. C. S.; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L. **A cultura do mamão.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

JÚNIOR, A. W.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do pH da água de embebição das sementes e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro doce. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 12, n. 2, p. 231-235, 2006.

MURAISHI, R. I. **Condicionadores em substratos para a formação de mudas de eucalipto com dois níveis de irrigação**. Tese de doutorado, UNESP, São Paulo, 2012. 41p.

PRODEST, ES. **Espírito Santo é o maior produtor e exportador de mamão do Brasil**. Disponível em: https://www.es.gov.br/Noticia/espirito-santo-e-o-maior-produtor-e-exportador-de-mamao-do brasil#:~:text=O%20Esp%C3%ADrito%20Santo%20conta%20uma. Acesso em: 11 ago. 2024.

SILVA, L. P; OLIVEIRA, A. C.; ALVES, N. F.; SILVA, V. L.; SILVA, T. I. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colóquio Agrário**, v. 15, n. 3, p.104-115, 2019.

FITOTOXICIDADE DE BIOESTIMULANTE À BASE DE MICROALGAS EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE SEMENTES DE MAMÃO

Igor José Lopes da Cruz Santos[1], Bárbara Caires Brito[1], Caroline Boaventura Nascimento Penha[2], Cláudio Lúcio Fernandes Amaral[1], Rita de Cássia Santos Nunes[1], Alcebíades Rebouças[1], Adriana Dias Cardoso[1]

[1]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista, Vitória da Conquista, BA. E-mail: Igorj467@gmail.com; barbaracb.agro@gmail.com; claudio.amaral@uesb.edu.br; rita.nunes@uesb.edu.br; alcebiades@uesb.edu.br; adriana.cardoso@uesb.edu.br; [2]Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA. E-mail: carol_boaventura18@hormail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a quarta posição entre os maiores produtores de mamão (*Carica papaya* L.), atrás apenas da Índia, República Dominicana e México. De acordo com o IBGE, em 2023, o país produziu 1.107.761 toneladas de mamão, com uma área colhida de 26.431 hectares (FAO, 2024). A maior parte dessa produção está concentrada nos estados da Bahia e Espírito Santo, que juntos respondem por cerca de 65% da produção nacional.

Nos últimos anos, o uso de bioestimulantes de origem natural, como os à base de microalgas, tem ganhado relevância na agricultura. Esses compostos oferecem benefícios como o aumento da produtividade, qualidade das culturas e sustentabilidade ambiental (Navarro-López *et al*., 2020). As microalgas, em particular, destacam-se por serem ricas em nutrientes essenciais que promovem o crescimento radicular, melhoram a absorção de nutrientes e estimulam a fotossíntese e o desenvolvimento vegetal (Ronga *et al*., 2019). Elas também influenciam positivamente processos como a quebra da dormência das sementes, a floração e o tamanho dos frutos (Parađiković *et al*., 2019).

Entretanto, a fitotoxicidade causada por estimulantes naturais pode ocorrer quando aplicados em doses excessivas, resultando em efeitos adversos no desenvolvimento vegetal. Embora bastante empregados para melhorar a absorção de nutrientes e aumentar a resistência ao estresse abiótico, concentrações elevadas de bioestimulantes à base de microalgas podem induzir o estresse oxidativo e prejudicar o crescimento das plantas (Martínez *et al*., 2020). Pesquisas indicam que, apesar dos benefícios em doses controladas, o uso prolongado desses compostos pode provocar toxicidade, comprometendo a germinação das sementes e o desenvolvimento das raízes (Roumie *et al*., 2019). Desta forma, o manejo adequado das doses é essencial para evitar efeitos

fitotóxicos e garantir um crescimento saudável das plantas (González *et al*., 2021).

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar efeito do bioestimulante à base de microalgas na fitotoxidade em sementes de mamão papaya.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório Biofábrica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus de Vitória da Conquista, Bahia, durante os meses de agosto e setembro de 2024. As sementes utilizadas foram da cultivar Sunrise Solo, com taxa germinativa de 70% e pureza de 99%, adquiridas em loja agropecuária do município de Vitória da Conquista, Bahia.

O experimento foi delineado em um esquema inteiramente casualizado (DIC), com cinco concentrações do bioestimulante à base de microalgas (0%, 15%, 30%, 45% e 60%), embebidas por 24 horas, com quatro repetições de 25 sementes cada.

O bioestimulante utilizado foi um extrato de microalgas rico em nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, diluído em água destilada para alcançar as concentrações determinadas. As sementes foram embebidas em 20 mL das soluções de bioestimulante por períodos de 0, 2 e 24 horas, conforme o tratamento experimental. Antes do processo de embebição, as sementes passaram por um tratamento com 2000 mg L^{-1} de ácido giberélico por 45 minutos, para superar a dormência, seguindo o protocolo descrito por Paixão *et al*. (2021).

Em seguida, as sementes foram dispostas em três folhas de papel Germitest umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa seca das folhas. As sementes, devidamente enroladas no papel, foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes e mantidas em uma câmara de germinação (B.O.D.) a 25 ± 1 ºC, em posição vertical. Foi avaliado a Porcentagem de Germinação Relativa (PGR) e o Índice de Germinação (IG). Na última contagem, também foram medidos o comprimento do hipocótilo e das raízes, conforme os métodos descritos por Tiquia (2000).

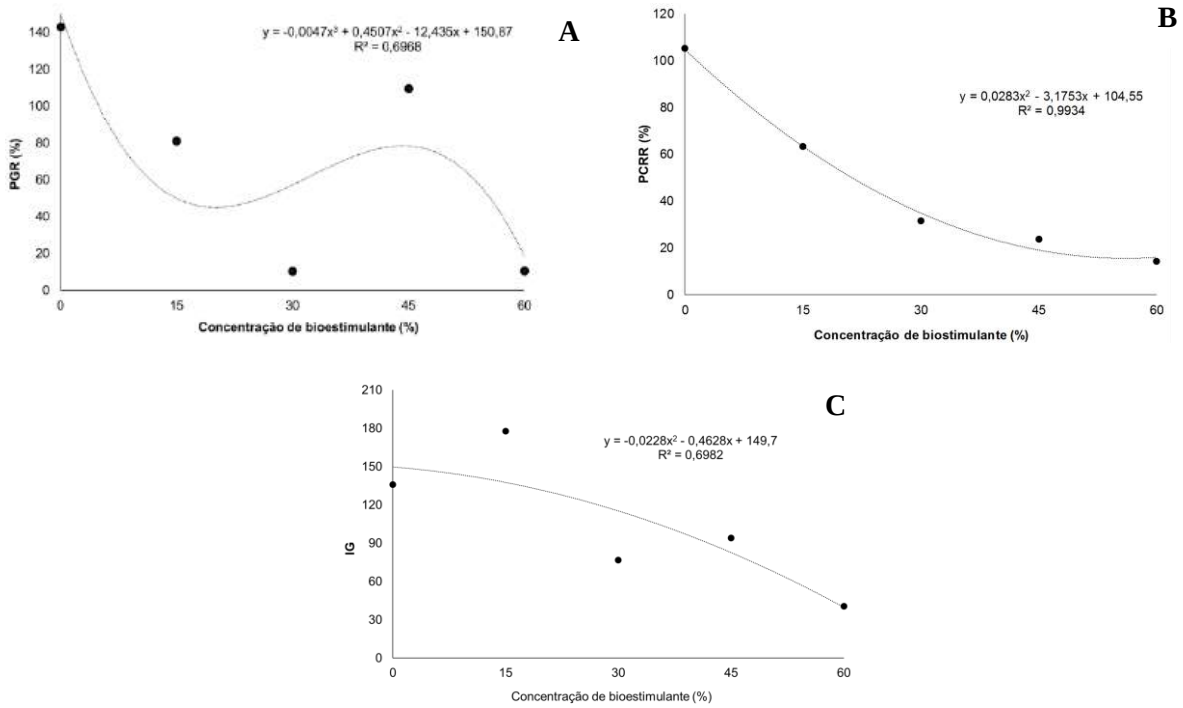
Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Liliefords) e homogeneidade (Cochran), seguido de análise de variância (F a 0,05). Posteriormente, foi feita a análise de regressão. As funções matemáticas selecionadas para expressar o comportamento das variáveis quantitativas obedeceram ao critério de significância do modelo, maior coeficiente de determinação e melhor explicação biológica com auxílio do software SAEG, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações do bioestimulante à base de microalgas influenciaram significativamente a germinação e o desenvolvimento inicial das sementes de mamão cv. Sunrise Solo. A porcentagem de germinação (PGR), a porcentagem de crescimento relativo da radícula (PCRR) e o índice de germinação (IG)

apresentaram variações entre os tratamentos testados.

A porcentagem de germinação (PGR) das sementes tratadas apresentou comportamento distinto de acordo com as diferentes concentrações de bioestimulante (0%, 15%, 30%, 45% e 60%). Conforme a Figura 1A, a maior taxa de germinação foi observada no tratamento com 0% (143,047%), demonstrando que a ausência do bioestimulante proporcionou o melhor desempenho de germinação. A concentração de 45% proporcionou valor de 109,582% para PGR, indicando que essa dosagem, dentre as concentrações aplicadas, foi a mais eficaz entre os tratamentos que incluíram bioestimulante. Por outro lado, concentrações de 30% e 60% resultaram nas menores taxas de germinação¸ sugerindo possível inibição do processo germinativo, possivelmente por efeito fitotóxico.



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela Analise de Variancia da Regressão

Figura 1 - A) Porcentagem de germinação relativa (PGR). B) Porcentagem de crescimento relativo da radícula (PCRR) e C) Índice de germinação (IG) das sementes de mamão cv. Sunrise Solo em função de diferentes concentrações de bioestimulante à base de microalgas.

Esses resultados indicam que, embora o bioestimulante à base de microalgas possa apresentar efeitos positivos sobre a germinação em concentrações intermediárias, como 45%, o uso excessivo ou insuficiente do bioestimulante (30% e 60%) pode comprometer o desempenho germinativo das sementes. Concentrações medianas ou muito elevadas resultaram em uma forte redução na germinação, sugerindo que há uma faixa de dosagem ideal para esse bioestimulante, como observado no tratamento de 45%.

Os dados referentes ao comprimento da radícula (PGRR) também mostraram resposta interessante à

aplicação do bioestimulante, conforme ilustrado na Figura 1B. A regressão polinomial quadrática explica 99,34% da variação ($R^2 = 0,9934$), a figura revela tendência decrescente da PCRR à medida que a concentração de bioestimulante aumenta. A concentração de 0% apresentou a maior PCRR (~100%), enquanto a concentração de 15% reduziu essa taxa para aproximadamente 60%. Entre 30% e 60%, a PGRR caiu drasticamente, estabilizando-se em valores próximos de 10%, o que revela os efeitos fitotóxicos do bioestimulante em concentrações mais elevadas. Esses resultados estão de acordo com estudos de Mora *et al.* (2018) e González *et al.* (2021) que destacam que bioestimulantes são mais eficazes em doses moderadas, enquanto doses extremas podem comprometer a germinação.

Foi definido modelo quadrático para a característica Índice de Germinação (IG) em função das concentrações do bioestimulante (Figura 1C). O IG obteve melhor desempenho observado nas concentrações de 15% e 0%, enquanto as concentrações extremas (30% e 60%) apresentaram índices de germinação significativamente menores. A curva quadrática sugere que concentrações intermediárias otimizam o processo de germinação, enquanto doses excessivas ou insuficientes de bioestimulantes podem gerar efeitos fitotóxicos, reduzindo a eficiência germinativa. Esse comportamento é consistente com as observações de Calvo *et al.* (2014), que sugerem que doses elevadas de bioestimulantes podem provocar estresse oxidativo, comprometendo a capacidade das sementes de absorver água e nutrientes. A concentração de 15% foi a mais eficiente tanto para PCRR quanto para IG, sugerindo que essa dosagem equilibra a absorção de nutrientes e estimula o desenvolvimento inicial das plântulas sem provocar efeitos adversos.

Os resultados destacam a importância de se controlar rigorosamente a concentração de bioestimulantes, pois quando inadequadas podem não apenas reduzir o índice de germinação, mas também comprometer o crescimento inicial das plântulas. Estudos recentes, como os de González *et al.* (2021) também apontam que a escolha da dose adequada é fundamental para maximizar os efeitos benéficos dos bioestimulantes e evitar efeitos fitotóxicos.

CONCLUSÃO

O uso de bioestimulantes à base de microalgas influencia o processo de germinação e o desenvolvimento inicial das sementes de mamão cv. Sunrise Solo.

Concentrações moderadas, como 15% e 45%, demonstraram ser eficazes, otimizando a germinação e o desenvolvimento radicular, enquanto concentrações mais altas podem causar fitotoxidade.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. G.; RODRIGUES, A. V. Uso de bioestimulantes no desenvolvimento de culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 23, n. 2, p. 165-179, 2017.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil,** v. 383, n. 1, p. 3-41, 2014.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database**. Disponível em: http://www.fao.org/faostat. Acesso em: 15 set. 2024.

GONZÁLEZ, A. *et al.* Biofertilizantes à base de microalgas: Uma revisão sobre as características, aplicações e riscos do uso de microalgas na agricultura. **Agricultural Sciences**, v. 42, n. 2, p. 134-143, 2021.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2022: mamão**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas-agropecuarias/mamao. Acesso em: 12 set. 2024.

MARTINEZ, M.S.; ÁLVAREZ, C.; PÉREZ, F. Efeito de bioestimulantes de microalgas no desenvolvimento inicial de plântulas. **Jornal de Fisiologia Vegetal**, v. 153338, 2020.

MORA, V.; BALESTRINI, R.; DUPUIS, F. *et al.* Bio-stimulant action of humic substances is related to their chemical composition. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 113, p. 100-108, 2018.

NAVARRO-LÓPEZ, D. *et al*. Potencial de bioestimulantes de algas no crescimento vegetal. **Phytochemistry**, v. 12, n. 4, p. 233-250, 2020.

PAIXÃO, J. F. *et al*. Uso de ácido giberélico para superar a dormência em sementes de mamão. **Seed Science and Technology**, v. 47, n. 2, p. 89-95, 2021.

PARAĐIKOVIĆ, N. *et al*. Algas marinhas como bioestimulantes: influência no crescimento de plantas e rendimento de frutos. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 10, n. 1, p. 223-236, 2019.

RONGA, D. *et al.* Extratos de algas como bioestimulantes em horticultura. **Horticultural Reviews**, v. 47, n. 1, p. 115-150, 2019.

ROUMIE, A.; KHADIM, H.; FERRAGUT, G. Impacto de bioestimulantes à base de algas em culturas agrícolas: efeitos e fitotoxicidade. **Revista Agronomia**, v. 111, n. 3, p. 1042-1049, 2019.

SAEG. Sistema para análises estatísticas. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes - UFV, 2007.

TIQUIA, S. M. Evaluating phytotoxicity of pig manure from the pig-on-litter system. p. 625-647. In: International Composting Symposium, 2., 1999, Dartmouth. **Proceedings [...]**. Nova Scotia: CBA Press, 2000.

BIOESTIMULANTE À BASE DE MICROALGAS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO

Igor José Lopes da Cruz Santos[1], Bárbara Caires Brito[1], Caroline Boaventura Nascimento Penha[2], Cláudio Lúcio Fernandes Amaral[1], Aldair Rocha Araújo[1], Alcebíades Rebouças[1], Adriana Dias Cardoso[1]

[1]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista, Vitória da Conquista, BA. E-mail: igorj467@gmail.com; barbaracb.agro@gmail.com; claudio.amaral@uesb.edu.br; aldairrocha1@gmail.com; alcebiades@uesb.edu.br; adriana.cardoso@uesb.edu.br; [2]Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA. E-mail: carol_boaventura18@hormail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor de mamão (*Carica papaya* L.), superado apenas pela Índia, República dominicana e México. Segundo o IBGE, em 2023, a quantidade produzida no Brasil foi de 1.107.761 toneladas e a área colhida de 26.431 hectares (FAO, 2024). A produção brasileira de mamão concentra-se, principalmente, nos estados da Bahia e Espírito Santo, os quais são responsáveis por aproximadamente 65% do total nacional.

Nos últimos anos, o interesse por substâncias bioestimulantes de origem natural tem crescido significativamente na agricultura. Esse fenômeno reflete a necessidade de conciliar avanços tecnológicos com a preservação ambiental, além de aumentar a produtividade e qualidade das culturas (Navarro-López *et al*., 2020). No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento classifica produtos como aminoácidos e substâncias húmicas como aditivos autorizados em fertilizantes, dentro da categoria de compostos naturais (Costa *et al*., 2014).

As microalgas, ricas em macronutrientes e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal, têm se destacado como promissoras bioestimulantes na agricultura. Elas contribuem para o crescimento das raízes, facilitando a absorção de nutrientes, estimulam a fotossíntese e promovem o desenvolvimento dos tecidos vegetais (Ronga *et al.*, 2019). Além disso, os extratos de algas ajudam a quebrar a dormência das sementes, influenciam a floração e aumentam o tamanho dos frutos (Parađiković e*t al.*, 2019). O uso de bioestimulantes é especialmente relevante no contexto atual, pois promovem alterações nos processos vitais das plantas, potencializando o crescimento das raízes e equilibrando os níveis hormonais, o que favorece a expressão do potencial genético das plantas (Almeida; Rodrigues, 2017; Frezato *et al*., 2021).

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar a correlação entre as variáveis fisiológicas por meio de uma análise de componentes principais (PCA), a fim de identificar as concentrações de

bioestimulante mais eficazes para o desenvolvimento saudável das plântulas e minimizar os riscos de fitotoxicidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório Biofábrica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus de Vitória da Conquista, Bahia, durante os meses de agosto e setembro de 2024. As sementes utilizadas foram da cultivar Sunrise Solo, com taxa germinativa de 70% e pureza de 99%, adquiridas em loja agropecuária da cidade de Vitória da Conquista, Bahia.

O experimento foi delineado em um esquema inteiramente casualizado (DIC), com cinco concentrações do bioestimulante à base de microalgas (0%, 15%, 30%, 45% e 60%) e três tempos de embebição (0, 2 e 24 horas), totalizando 15 tratamentos, com quatro repetições de 25 sementes cada.

O bioestimulante utilizado foi um extrato de microalgas rico em nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, diluído em água destilada para alcançar as concentrações determinadas. As sementes foram embebidas em 20 mL das soluções de bioestimulante por períodos de 0, 2 e 24 horas, conforme o tratamento experimental. Antes do processo de embebição, as sementes passaram por um tratamento com 2000 mg L^{-1} de ácido giberélico por 45 minutos, para superar a dormência, seguindo o protocolo descrito por Paixão *et al.* (2021).

Em seguida, as sementes foram dispostas em três folhas de papel Germitest umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa seca das folhas. As sementes, devidamente enroladas no papel, foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes e mantidas em uma câmara incubadora do tipo B.O.D. a 25 ± 1 ºC, em posição vertical. As sementes foram subetmidas ao período de incubação durante 30 dias, e realizadas as seguintes avaliações: a) Comprimento do Hipocótilo (Hip): O comprimento do hipocótilo foi medido utilizando uma régua milimetrada, conforme a metodologia descrita por Nakagawa (1999). O hipocótilo foi avaliado após o estabelecimento das plântulas, considerando o maior comprimento das amostras de cada tratamento; b) Comprimento da Radícula (Rad): O comprimento da radícula foi avaliado de forma similar ao hipocótilo, utilizando régua milimetrada, conforme Nakagawa (1999). A medição foi realizada após o término do período de incubação, comparando-se os resultados entre os tratamentos; c) Porcentagem de Germinação Relativa (PGR): A porcentagem de germinação relativa foi calculada como a relação percentual entre a germinação das sementes tratadas e o controle (0% de bioestimulante), conforme metodologia descrita por Labouriau (1983); d) Porcentagem de Crescimento Relativo da Radícula (PCRR): O crescimento relativo da radícula foi calculado como a porcentagem do crescimento da radícula das sementes tratadas em relação ao controle, conforme descrito por Marcos Filho (2015); e) Índice de Germinação (IG): O índice de germinação foi determinado com base na metodologia de Maguire (1962), que considera a velocidade de germinação como a razão entre o número de sementes germinadas e o tempo transcorrido, medido diariamente até o fim do experimento.

Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias, posteriormente, foi realizada a análise de variância, utilizando o software R (R CORE TEAM, 2023). Adicionalmente, as correlações entre os parâmetros avaliados (Hip, Rad, PGR, PCRR e IG) foram analisadas por meio da análise de componentes principais (PCA) para identificar padrões de associação entre as variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bioestimulantes à base de microalgas influenciaram significativamente o desenvolvimento inicial das sementes de mamão da cultivar Sunrise Solo. Os parâmetros avaliados, como comprimento do hipocótilo (Hip), comprimento da radícula (Rad), porcentagem de germinação relativa (PGR), porcentagem de crescimento relativo da radícula (PCRR) e índice de germinação (IG) apresentaram variações dependentes da concentração de bioestimulantes e do tempo de embebição aplicado.

A concentração de 30% de bioestimulante influenciou de forma positiva no comprimento do hipocótilo e da radícula. O maior comprimento médio do hipocótilo foi observado na concentração de 30%, com 25 cm, seguido pela concentração de 15%, que resultou em um comprimento médio de 23 cm. Esses resultados corroboram com Ronga *et al*. (2019), que constataramo papel positivo das microalgas no desenvolvimento vegetativo, especialmente em concentrações moderadas, nas quais promovem a maior absorção de nutrientes e o crescimento celular.

Em relação ao comprimento da radícula, o comportamento foi similar ao do hipocótilo. A concentração de 30% resultou no maior comprimento de radícula, com média de 20 cm, evidenciando que essa dose é a mais eficiente para o desenvolvimento radicular. Estudos de Frezato *et al*. (2021) também confirmam a eficácia dos bioestimulantes à base de microalgas no aumento do crescimento radicular.

A concentração de 30% proporcionou maiores valores de PGR e IG, com valores de 85% e 7,5, respectivamente. Esses resultados são significativos quando comparados às concentrações mais altas, como 60%, onde foram observados os menores valores para ambos os parâmetros, com 55% de PGR e IG de 4,3. Isso confirma a hipótese de que concentrações excessivas podem gerar efeitos fitotóxicos, como descrito por Navarro-López *et al.* (2020).

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada com o objetivo de explorar correlações entre as variáveis fisiológicas (Hip, Rad, PGR, PGRR e IG) e identificar padrões de associação. Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados os dados des componentes principais (PC1 e PC2) para as variáveis analisadas, bem como os autovalores e a variação percentual explicada pelos componentes. A análise revelou correlações significativas entre as variáveis analisadas.

A projeção gráfica da análise de componentes principais (Figura 1) ilustra a associação entre as variáveis e os tratamentos experimentais. Ressalta-se que o PC1 explicou 71,34% da variabilidade total, enquanto o PC2 explicou 23,89%, somando 95,23% de variabilidade acumulada.

Na Figura 1, verifica-se que o índice de germinação (IG) e o tratamento T12 estão mais associados ao

PC2, enquanto o crescimento do hipocótilo e da radícula (HIP + RAD e RAD), assim como a porcentagem de germinação relativa (PGR) e o crescimento relativo da radícula (PGRR) estão fortemente correlacionados ao PC1. Os tratamentos mais eficientes, como T2 e T12 apresentaram associação positiva com as variáveis IG, PGR e HIP + RAD, enquanto as concentrações mais altas, como T1 e T3, mostraram menores associações, o que reflete o efeito negativo das concentrações elevadas de bioestimulante.

Tabela 1 - Coeficientes de correlação das variáveis analisadas para os dois principais componentes da análise de componentes principais (PCA) para os dados fisiológicos de sementes de mamão da cultivar Sunrise Solo

Variável	PC1	PC2
HIP + RAD	0.507	0.100
RAD	0.495	-0.277
PGR	0.484	0.283
PGRR	0.496	-0.283
IG	0.123	0.879

Tabela 2 - Autovalor e porcentagens de variância explicadas por cada componente principal na análise multivariada das variáveis fisiológicas de germinação de sementes de mamão tratadas com bioestimulante

Componente	Autovalor	Variação (%)
PC1	3.567	71.34
PC2	1.194	23.89
PC3	0.134	2.68
PC4	0.083	1.66
PC5	0.020	0.41

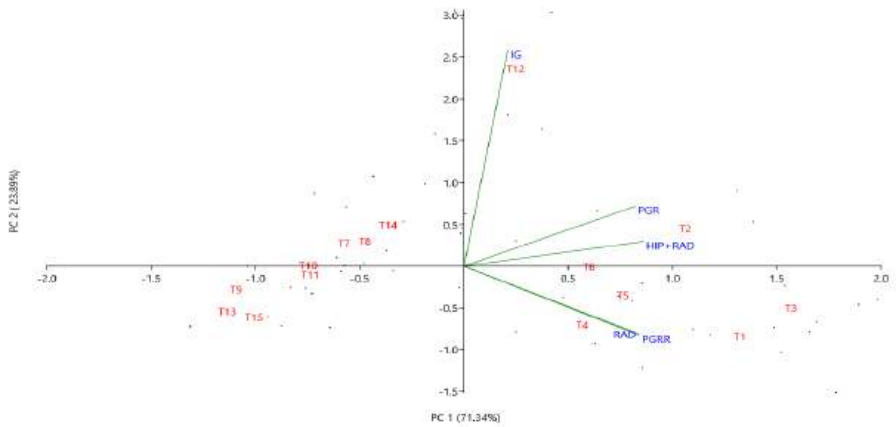


Figura 1 - Projeção das variáveis fitotóxicas e tratamentos (T1 a T15) no plano formado pelos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2).

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que bioestimulantes à base de microalgas influenciam positivamente o desenvolvimento inicial das sementes de mamão ‘Sunrise Solo’.

A concentração de 30% mostrou-se a mais eficiente, promovendo o maior crescimento do hipocótilo e da radícula, além de apresentar os melhores valores para a porcentagem de germinação e o índice de germinação. A análise de componentes principais confirmou que as variáveis fisiológicas estão fortemente associadas a essa concentração, enquanto concentrações mais altas, como 60%, resultaram em efeitos fitotóxicos, prejudicando o desempenho das plântulas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A.; RODRIGUES, C. A. Bioestimulantes vegetais: fundamentos e aplicações práticas. 2. ed. São Paulo: **Atlas**, 2017.

COSTA, P. R. *et al*. Substâncias húmicas como bioestimulantes na agricultura: aspectos fisiológicos e produtivos. **Revista Brasileira de Agroecologia,** v. 9, n. 3, p. 119-129, 2014.

FAO - Food and Agriculture Organizations of The United Nations. 2024. Principales Frutas Tropicales. Análisis del mercado. **Resultados preliminares 2023**. Roma. 2024. Disponível em: https://www.fao.org/markets-and-trade/publications/detail/en/c/1675569/ Acesso em:12 set. 2024.

FREZATO, L. M. *et al*. Efeito de bioestimulantes à base de microalgas no crescimento inicial de plantas. **Journal of Plant Physiology**, v. 251, p. 153-162, 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. IBGE, **Produção Agrícola Municipal**, 2023. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 14 set. 2024.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

NAVARRO-LÓPEZ, R. *et al*. Uso de bioestimulantes na agricultura: uma revisão dos efeitos fitotóxicos e fisiológicos. **Agroecology Journal**, v. 15, n. 2, p. 110-121, 2020.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; HOFFAY, A. C. N.; CORREA, A. C.; CREMONINI, G. M. Ácido giberélico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Agrotrópica**, v. 33, n. 2, p. 143-148, 2021.

PARAĐIKOVIĆ, N. *et al*. Efeito dos bioestimulantes à base de algas marinhas no desenvolvimento das plantas. **Plant Biology Journal**, v. 23, n. 1, p. 87-98, 2019.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: https://www.R-project.org/. 2023.

RONGA, D. *et al*. Uso de microalgas como bioestimulantes em culturas agrícolas: perspectivas e desafios. **Agronomy**, v. 9, n. 4, p. 249-258, 2019.

TRATAMENTO DE SEMENTES COM NANOTUBO DE CARBONO NO DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. ALIANÇA

Isaque Barbosa Francisco[1], Virgínia Campos de Oliveira[1], Hediberto Nei Matiello[1], Luiz Carlos Pimentel Almeida[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: isaquebars06@gmail.com; virginiacamposol@icloud.com; hnmatiello@ifes.edu.br; luiz.almeida@ifes.edu.br; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta pertencente à família Caricaceae e é uma das frutas tropicais mais relevantes em termos socioeconômicos, medicinais e nutricionais. Ele tem suas origens na América Central e, é cultivado em nos países tropicais e em diversas áreas subtropicais ao redor do mundo (Morton, 1987). O mamão (*Carica papaya* L.) é uma fruta que se destaca tanto pelo seu alto valor nutritivo quanto pelo potencial de exportação. Os cinco principais produtores de mamão no mundo são Índia, Brasil, México, Indonésia e República Dominicana. Em 2020, a produção global de mamão chegou a cerca de 14 milhões de toneladas (Faostat, 2022).

Há muitos estudos sobre métodos de propagação visando melhorar a emergência e o desenvolvimento das mudas em viveiros, com o objetivo de acelerar e uniformizar o estabelecimento inicial das plântulas no campo. Entre os tratamentos pré-germinativos mais utilizados para essa cultura estão o tratamento térmico e o tratamento com giberelina, que promovem a germinação (Paixão, 2023), porém, no uso de nanotubos de carbono para esse propósito ainda é pouco explorado. Conhecer as melhores condições para o desenvolvimento das plântulas, especialmente em relação à influência dos tratamentos pré-germinativos, é crucial para a recomendação de sementes de diferentes espécies, devido ao comportamento específico de cada tipo de semente.

Os nanotubos de carbono têm o potencial de transformar a agricultura, especialmente no que diz respeito ao cultivo de sementes de tomate. As sementes de tomate tratadas com nanotubos de carbono germinam mais rapidamente e produzem mudas muito maiores e mais robustas em comparação com sementes da mesma linhagem que não receberam o tratamento. Esse aumento na velocidade e na qualidade do crescimento das plantas pode representar uma revolução na produção de biomassa, oferecendo benefícios significativos tanto para a agricultura de alimentos quanto para a produção de vegetais destinados a

biocombustíveis (Velma *et al.*, 2019).

A análise das sementes demonstra que os nanotubos de carbono conseguem penetrar na camada externa mais dura das sementes, aumentando a capacidade de absorção de água e, assim, estimulando o crescimento das plantas (Velma *et al.*, 2019).

Apesar de haver relatos na literatura científica sobre o uso de nanotubos de carbono em diversas culturas, são incipientes os estudos, principalmente por se tratar de uma nova tecnologia que está cada dia mais presente no mercado.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de nanotubos de carbono no desenvolvimento inicial de plântulas de mamão cultivar Aliança.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Para o experimento, foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar Aliança, extraídas de frutos coletados em Linhares, ES, foi feito a limpeza manual, remoção da sarcotesta e colocadas para secar à sombra.

As sementes foram imersas durante 60 minutos nas soluções de nanotubo de carbono e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e 500 sementes no total. As diferentes concentrações de nanotubos usadas na imersão das sementes foram de 5 $mg.L^{-1}$, 10 $mg.L^{-1}$, 15 $mg.L^{-1}$, 20 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação do nanotubo.

Aos 60 dias após a emergência da primeira plântula foi avaliado a altura da plântula (AP)(cm), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC)(mm), comprimento da raiz (CR)(cm) e volume de raízes (VR) sendo as avaliações da seguinte forma: Altura da planta medido da base até o ápice da planta com uma trena milimétrica; Número de folhas, contado todas as folhas da planta; Diâmetro do coleto medido com um paquímetro na interseção entre a raiz e o caule; Comprimento da raiz, determinada a partir do nível do coleto até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada em centímetros e volume das raízes em uma proveta graduada em mL.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que as concentrações de 5 mg.L^{-1} e 10 mg.L^{-1} apresentaram os melhores resultados para altura das plântulas sem diferença estatística entre si e superior estatisticamente as outras concentrações.

Em relação ao número de folhas, houve diferença estatística sendo os tratamentos nas concentrações de 5 mg.L-1, 10 mg.L^{-1} e 15 mg.L-1 apresentaram os melhores resultados para altura das plântulas sem diferença estatística entre si e superior estatisticamente as outras concentrações (Tabela 1).

Quanto ao diâmetro do coleto, o tratamento com concentrações de 5 mg.L^{-1} apresentou o maior diâmetro médio, superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Na avaliação do comprimento da raiz, o mesmo é observado, onde a concentração de 5 mg.L^{-1} apresentou o maior comprimento, superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Para volume de raízes, a concentração de 5 mg.L^{-1} foi superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

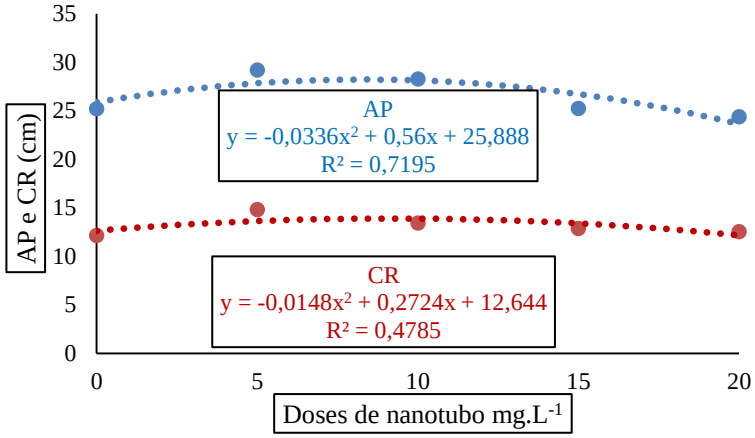
Tabela 1 - Desenvolvimento de plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes doses de nanotubos de carbono

TR	AP	NF	DC	CR	VR
Água pura	25,20 b	4,8 b	4,40 c	12,14 c	0,22 bc
5 mg.L^{-1}	29,18 a	7,0 a	6,39 a	14,80 a	0,36 a
10 mg.L^{-1}	28,26 a	6,8 a	5,45 b	13,42 b	0,25 b
15 mg.L^{-1}	25,22 b	6,4 a	4,99 b	12,86 c	0,14 c
20 mg.L^{-1}	24,38 b	4,2 b	3,69 d	12,52 c	0,14 c
CV (%)	6,02	7,62	4,85	3,77	27,52

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. AP = altura da plântula (cm); NF = número de folhas; DC = diâmetro do coleto (mm); CR = comprimento de raiz (cm); VR= volume de raízes.

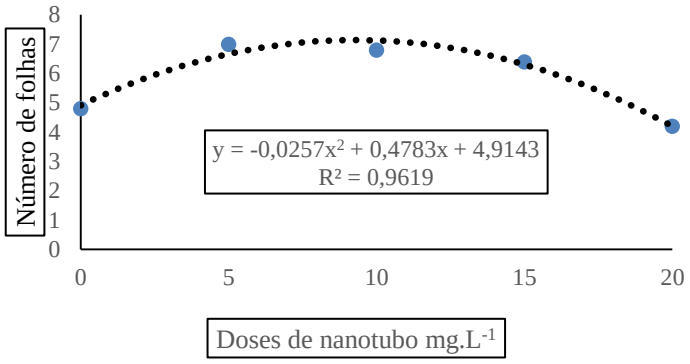
Observa-se na Tabela 1 que a concentração de 5 mg.L^{-1} apresentou o melhor resultado, porém, para o encontrar a dosagem ideal para análise de cada variável testada na pesquisa, foi necessário realizar análises de regressão, resultando em parábolas com pontos máximos ideais, sendo que as curvas de tendência foram apresentando a partir da equação da figura, as dosagens indicadas para o uso de nanotubos de carbono no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cultivar Aliança.

Considerando que, de acordo com a análise de regressão as concentrações indicadas para cada variável não são iguais, para encontrarmos o ponto ideal que atenda a todas as variáveis analisadas, foi feito uma média entre as análises de regressão, resultando na concentração ideal de nanotubos de carbono de 8,81 mg.L^{-1} a ser utilizada.



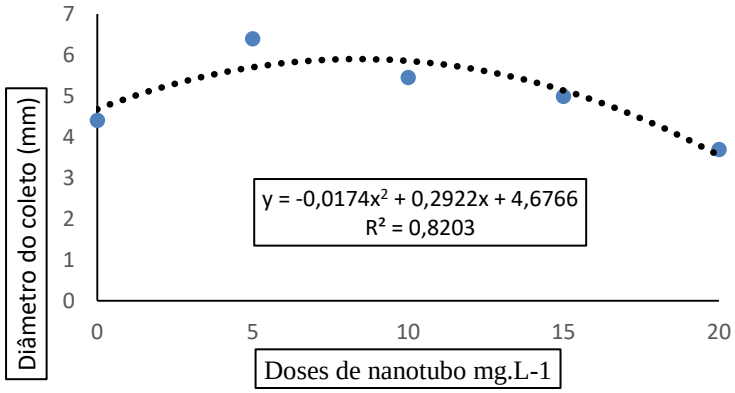
Dose ideal AP = 8,33 mg.L^{-1} Dose ideal CR = 9,20 mg.L^{-1}

Figura 1 - Regressão para altura da plântula e comprimento de raiz em plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes doses de nanotubos de carbono.



Dose ideal NF = 9,31 mg.L^{-1}

Figura 2 - Regressão para número de folhas em plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes doses de nanotubos de carbono.



Dose ideal DC = 8,40 mg.L^{-1}

Figura 3 - Regressão para diâmetro do coleto em plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes doses de nanotubos de carbono.

CONCLUSÃO

O nanotubo de carbono demonstrou um efeito positivo no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. Aliança, sendo que entre as concentrações utilizadas na pesquisa a concentração de 5 $mg.L^{-1}$ apresentou o melhor desenvolvimento, porém a concentração media ideal para atender todas as variáveis no melhor desenvolvimento inicial é de 8,81 $mg.L^{-1}$.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

FAOSTAT - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Data. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/. Acesso em: 10 ago. 2024.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

MORTON, J. F.; MIAMI, F. L. Mamão. p. 336-346. In: MORTON, J. (ed.). **Fruits of warm climates**. Miami, 1987.

PAIXÃO, M. V. S. **Propagação de plantas**. 3ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

VERMA, S. K.; DAS, A. K.; GANTAIT, S.; KUMAR, V.; GUREL, E.; Applications of carbon nanomaterials in the plant system: A perspective view on the pros and cons. **Science of The Total Environment**, v. 667, p. 485-499, 2019.

SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E SECA EM PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. ALIANÇA

Izally Grippa[1], João Antônio Stieg Côrti[1], Alison Augusto Hand Kuhn[1], Eduardo Silva Rodrigues[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: izallygrippa2004@gmail.com; joaoastieg@gmail.com; alisonhand9@gmail.com; eduardorodrigues.s200@hotmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma espécie tropical adaptada às condições climáticas de diversas regiões brasileiras, com rápido desenvolvimento, sendo atualmente uma opção de renda para agricultores que aproveitam para cultivar nas mais diversas regiões do estado do Espírito Santo (Ponte *et al.*, 2023).

Os pomares de mamão necessitam de renovação a cada três anos, sendo essa uma prática constante que exige atenção especial na produção de mudas. A produção da muda pode ser realizada por estaquia, enxertia e sementes, sendo está última o método amplamente utilizado pelos produtores (Pereira *et al*., 2008).

Na produção de mamão é de essencial importância a utilização de mudas sadias, de alta qualidade, vigorosas e bem nutridas (Corrêa *et al*., 2005; Hafle *et al*., 2009), e para suprir as necessidades nutricionais das plantas, um componente importante nessa fase são os substratos que devem ter boas características físicas e serem de fácil disponibilidade (Pereira *et al*., 2008).

A utilização de substratos orgânicos na produção de mudas, aparece como alternativa para diminuir as despesas da adubação química (Cunha *et al*., 2005), colocando a matéria orgânica como um componente importante na mistura para produção de substratos (Costa *et al*., 2005), que misturado aos substratos podem favorecer o desenvolvimento inicial das plântulas, com maior produção de massa.

Diversos trabalhos têm reproduzido o efeito de compostos orgânicos misturados ao substrato como forma de enriquecer a mistura, porém são carentes os estudos que citam especificamente alguns substratos orgânicos puros como fonte de enriquecimento do substrato para produção de mudas (Paixão *et al*., 2023).

Os substratos para produção de mudas, devem apresentar, características que validam seu uso na agricultura, como disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, elevado teor de nutrientes essenciais, pH, textura e estrutura adequados (Silva *et al*., 2001).

Alguns materiais de origem orgânica são utilizados para produção de diferentes espécies frutíferas, podendo citar a casca de arroz carbonizada (Souza, 2001), bagaço de cana-de açúcar em laranjeira (Toledo *et*

al., 1997) e esterco de animais (Sediyama *et al*., 2000), assim como diversos substratos de origem mineral ou orgânica, natural ou sintética, cujas características diferem drasticamente do solo (Guerrero; Polo, 1989), o que pode justificar a utilização destes nas misturas para produção de mudas, minimizando custos de produção para os viveiristas.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produção de massa verde e seca em plântulas de mamão, cultivar Aliança com substratos orgânicos puros em comparação com a terra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foram utilizadas no experimento, sementes de mamão da cultivar Aliança colhidas manualmente de plantas localizadas na região de Linhares, sendo selecionados 20 frutos para retirada das sementes. As sementes foram lavadas, retiradas a sarcotesta e secadas a sombra por 48 horas, semeadas em tubetes de 150 mL, sendo utilizada uma semente por tubete.

Os tratamentos foram compostos dos substratos: Terra pura como testemunha e os substratos Bioplant®, Substrato de samambaia, Turfa, Pó de pinus, e Pó de casca de coco. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes por parcela.

Durante toda a condução do experimento, foi realizada irrigação diária das plântulas e, 60 dias após a emergência da primeira plântula foi avaliado a massa verde das folhas (MVF) ($g.pl^{-1}$); massa seca das folhas (MSF) ($g.pl^{-1}$), massa verde da raiz (MVR) ($g.pl^{-1}$); massa seca da raiz (MSR) ($g.pl^{-1}$), massa verde do caule (MVC) ($g.pl^{-1}$) e massa seca do caule (MSC) ($g.pl^{-1}$), sendo as avaliações da seguinte forma: Massa verde das folhas (MVF), retirando as folhas do caule e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa verde radicular (MVR) e Massa verde do caule (MVC), separando as raízes e caules e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa seca das folhas (MSF), retirando as folhas da parte aérea da planta, acondicionadas em sacos de papel e obtido a partir do material seco em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas; Massa seca radicular (MSR) e Massa seca do caule (MSC), as raízes foram separadas da parte aérea, ambas acondicionadas em sacos de papel separadamente e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos

tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que a Casca de coco e o Bioplant® apresentaram o melhor resultado para massa verde das folhas, superiores estatisticamente aos outros substratos e sem diferença entre si, porém, quando avaliamos a massa seca das folhas, o substrato composto pelo pó da casca de coco foi superior estatisticamente a todos os outros substratos.

Na avaliação da massa verde das raízes, observa-se que a Casca de coco e o Bioplant® apresentaram o melhor resultado superiores estatisticamente aos outros substratos e sem diferença estatística entre si (Tabela 1).

Para massa seca das raízes, apenas a terra foi inferior estatisticamente que os substratos orgânicos puro, sendo que estes foram iguais estatisticamente entre si (Tabela 1).

Tabela 1 - Produção de massa em plântulas de mamoeiro cv. Aliança em diferentes substratos

Tratamentos	MVF	MVR	MSF	MSR
Bioplant®	1,017 a	0,218 a	2,032 b	0,137 a
Resíduo de Samambaia	0,515 c	0,111 c	1,759 b	0,135 a
Turfa	0,713 b	0,167 b	1,923 b	0,137 a
Casca de Pinus	0,527 c	0,128 c	1,914 b	0,137 a
Casca de Coco	0,970 a	0,217 a	2,577 a	0,172 a
Terra	0,394 c	0,077 d	0,862 c	0,065 b
CV (%)	21,71	24	26,94	32,74

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; MVR = massa verde da raiz ($g.pl^{-1}$); MVF =massa verde das folhas ($g.pl^{-1}$); MSR =massa seca da raiz ($g.pl^{-1}$); MSF = massa seca das folhas ($g.pl^{-1}$).

De acordo com Brancalião e Morais (2008), os diferentes tipos de solo são modificados em seus atributos, quando resíduos orgânicos são adicionados, podendo alterar a densidade, porosidade, capacidade de aerar, reter água e permitir que a água se infiltre no solo.

Os substratos vão muito além do que apenas exercer a função de assistência às plantas, necessitam proporcionar à planta água e nutrientes indispensáveis, e ao sistema radicular a oxigenação necessária, de fácil manejo, baixo custo, alta disponibilidade e ter longa durabilidade (Quintero *et al*., 2011), substratos orgânicos adicionados ao solo, agregam partículas que influenciam em diferentes atributos do solo, como a densidade, a porosidade, a aeração, a capacidade de retenção e a infiltração de água (Brancalião; Morais, 2008), desta forma, podemos sugerir que a mistura do substrato confeccionado com o pó da casca de coco, adicionado ao substrato convencional para formulação de um substrato, pode atuar de forma positiva para produção de mudas, podendo ser uma opção para os viveiristas.

CONCLUSÃO

O substrato composto pelo pó de casca de coco apresentou o melhor resultado para produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro cv. Aliança, sendo uma opção para utilização por produtores de muda do mamoeiro.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BRANCALIÃO, S. R.; MORAES, M. H. Alterações de alguns atributos físicos e das frações húmicas de um Nitossolo Vermelho na sucessão milheto-soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 393-404, 2008.

CORRÊA, M. C. M.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; OLIVEIRA, I. V. M.; ALMEIDA, E. V. Adubação com zinco na formação de mudas de mamoeiro. **Revista Caatinga**, v. 18, n. 4, p. 245-250, 2005.

COSTA, A. M. G.; COSTA, J. T. A.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CORREIA, D.; MEDEIROS FILHO, S. Influência de diferentes combinações de substratos na formação de porta-enxertos de gravioleira (*Annoma muricata* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 3, p. 299-305, 2005.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex. D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

GUERRERO, F.; POLO, A. Control de las propiedades hidrofísicas de las turbas para su utilización agrícola. **Agricultura Mediterrânea**, v. 119, p. 453-459. 1989.

HAFLE, O. M.; SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; MELO, P. C. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 245-251, 2009.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

PAIXÃO, M. V. S.; JESUS, J. M.; OLIVEIRA, E. M.; CREMONINI, G. M.; COSTA NETO, B. Sheep manure and fertilizer mixed to the substrate in the emergency of papaya seedlings. **Revista Foco,** v. 16, n. 2, e1211, 2023.

PEREIRA, W. E.; SOUSA, G. G.; ALENCAR, M. L.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, G. P. Crescimento de mudas de mamoeiro contendo caulim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró,** v. 3, n. 1, p. 27-35, 2008.

PONTE, D. C.; FAUSTINO, C. S.; PAIXÃO, M. V. S.; BECALLI, I. S.; FERNANDES, A. R. Emergency and development of papaya seedling cv. Alliance in substrates based on mixtures of animal waste. **Revista Foco,** v. 16, n. 2, e1212, 2023.

QUINTERO, M.; GONZÁLEZ, C.; GUZMÁN, J. Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte. p. 79-108. In: Flórez R., V. (ed.). **Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo**. Bogota: Universidad. Nacional de Colômbia, 2011.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 185-189, 2000.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

SOUZA, F. X. **Materiais para a formação de substratos na produção de mudas e cultivo de plantas envasadas.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 21p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documento, 43).

TOLEDO, A. R. M.; GIROTTO, L. F.; SOUZA, M. Efeito de substratos na formação de laranjeira (*Citrus cinessis* (L) OSBEACK cv. Pêra Rio) em vaso. **Ciência e Agrotecnologia,** v. 21, n. 1, p. 29-34, 1997.

EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE NITRATO DE CÁLCIO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Carica papaya* L.

Janyne Soares Braga Pires[1], Fernando Gomes Hoste[1], Ana Júlia Câmara Jeveaux Machado[1], Marcos Antonio Cezario Dias[1], Francine Bonomo Crispim Silva[2], Geovana Ribeiro Cavilha[2], Maria Eduarda da Silva Barbosa[2], Jusciane Marques de Jesus[2], Adriano Alves Fernandes[2], Sara Dousseau Arantes[3]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Goiabeiras. Vitória, ES. E-mail: janyne.braga@edu.ufes.br; fernando.hoste@edu.ufes.br; ana.jeveaux@edu.ufes.br; marcos.a.dias@edu.ufes.br; [2]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus São Mateus. São Mateus, ES. E-mail: francine.b.silva@edu.ufes.br; geovana.cavilha@edu.ufes.br; maria.s.barbosa@edu.ufes.br; jusciane.jesus@edu.ufes.br; adriano.fernandes@ufes.br; [3]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Linhares, ES. E-mail: saradousseau@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos principais produtores mundiais de mamão, em 2021 o país produziu 1.256.703 toneladas de mamão, com os estados do Espírito Santo e Bahia sendo os maiores produtores, representando 35% da produção nacional, concentrada na porção norte do Espírito Santo (IBGE, 2021; FAO, 2021). Apesar de sua importância econômica, a produção de mamão enfrenta desafios, como baixas taxas de germinação e a incidência de doenças durante a fase de viveiro, comprometendo o vigor das plântulas.

O cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) requer cuidados desde a fase de produção das mudas, devido à sua sensibilidade às condições edafoclimáticas (Incaper, 2022). A qualidade dessas mudas pode afetar diretamente o estabelecimento e o desenvolvimento da lavoura, influenciando também a produtividade e a qualidade dos frutos (Araújo *et al.*, 2010).

Esses problemas estão ligados tanto a fatores internos, como a maturidade e a sanidade das sementes, quanto a fatores externos, como as condições de armazenamento e o estresse ambiental. Compreender esses aspectos é essencial para otimizar a produção e a qualidade das mudas, garantindo a sustentabilidade e o sucesso da cultura do mamão. Além disso, a produção de mudas demanda estudos que promovam inovações para alcançar um desempenho superior (Maneesha; Priya, 2019).

O nitrato de cálcio $Ca(NO_3)_2$ tem ganhado destaque por auxiliar na melhoria da germinação e do vigor das plântulas de mamão. Estudos indicam que a aplicação em baixas concentrações desse composto pode acelerar a germinação, promovendo um desenvolvimento inicial robusto sem impactar negativamente outros

parâmetros de crescimento, tornando-o uma ferramenta prática e promissora para o manejo do mamoeiro (Maneesha; Priya, 2019). Além disso, o nitrato de cálcio é reconhecido por aumentar o teor de nitrogênio nas plantas, desempenhando um papel vital na nutrição e crescimento das mudas (Madani *et al.*, 2013). Dessa forma, o presente estudo visou investigar os efeitos do nitrato de cálcio na germinação das sementes, na emergência e no desenvolvimento inicial de mudas de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro da Fazenda Experimental de Linhares (FEL) pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), entre os meses de julho e setembro de 2023. O tratamento das sementes foi realizado através de imersão por 12 horas em soluções contendo 4 concentrações de $Ca(NO_3)_2$ (0; 0,1; 0,2; 0,4%), conforme procedimento realizado por Maneesha e Priya (2019), com adaptações. As soluções de $Ca(NO_3)_2$ foram preparadas com Nitrato de Cálcio P.A (Êxodo Científica), diluído em água destilada.

Após o tratamento, a semeadura foi realizada no dia 25 de julho de 2023, utilizando três sementes em cada tubete com volume de 50 cm^3, preenchido com o substrato orgânico comercial (Bioplant®), enriquecido com adubo de liberação lenta Osmocote® 3M na proporção de 11,2 $kg.m^{-3}$, definida pela literatura (Serrano *et al*., 2010). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no qual foram avaliadas 4 doses de $Ca(NO_3)_2$ em 4 repetições com 15 plantas, totalizando desta forma 240 mudas. As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019), sendo realizado o teste de normalidade e a análise de variância. As médias referentes aos produtos foram comparadas pelo teste de Tukey, e as doses submetidas à regressão polinomial ($p < 0,05$).

A qualidade das mudas foi avaliada 55 dias após a emergência, sendo o surgimento dos ganchos avaliado diariamente no decorrer do experimento para o cálculo de porcentagem de emergência (%E) e o índice de velocidade de emergência (IVE) conforme Maguire (1962). O desenvolvimento da parte aérea foi avaliado considerando o número de folhas (NF), massa seca foliar (MSF) e caulinar (MSC), comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC). O desenvolvimento radicular foi avaliado após a lavagem das raízes para a retirada do substrato, mediante a quantificação do comprimento da maior raiz (CR), volume radicular (VR), massa seca do sistema radicular (MSR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que as diferentes doses de nitrato de cálcio testadas em sementes de mamão não apresentaram diferenças estatísticas nos parâmetros indicados na Tabela 1, sugerindo que as doses utilizadas não influenciaram a qualidade das mudas de mamão.

Nota-se que as doses de nitrato de cálcio influenciaram a taxa de germinação e a velocidade com que

as sementes emergiram, indicando que o tratamento promove uma germinação mais eficiente. O índice de velocidade de emergência maior nas sementes tratadas com nitrato de cálcio indica que o tratamento acelerou a germinação, o que é benéfico para a uniformidade e vigor das plântulas (Figura 1).

O tratamento com nitrato de cálcio demonstrou benefícios nas variáveis analisadas, sugerindo que sua aplicação pode se tornar uma ferramenta valiosa para o aprimoramento do estabelecimento inicial do mamoeiro. Pandya *et al.* (2023) concluíram que sementes de *Carica papaya* tratadas com nitrato de cálcio apresentaram uma melhor taxa de germinação e velocidade de emergência, indicando maior eficiência na germinação devido ao tratamento. O nitrato de cálcio pode melhorar a germinação das sementes ao fornecer um suprimento imediato de cálcio e nitrogênio, elementos essenciais para a formação da parede celular e para a divisão celular, contribuindo para o crescimento e o funcionamento das plantas.

Tabela 1 - ANAVA do efeito das diferentes doses de nitrato de cálcio [$Ca(NO_3)_2$] em parâmetros de desenvolvimento de mudas de *Carica papaya*. Comprimento da radícula (CR), número de folha (NF), área foliar (AF), massa seca de caule (MSC), massa seca de folha (MSF), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST)

Doses de $Ca(NO_3)_2$	CR (cm)	NF	AF	MSC (g)	MSF (g)	MSR (g)	MST (g)
Controle	12,51 a	6,50 a	36,02 a	0,0467 a	0,0864 a	0,0632 a	0,1963 a
0,1 %	13,28 a	5,75 a	31,98 a	0,0423 a	0,0824 a	0,0606 a	0,1851 a
0,2 %	12,46 a	6,25 a	38,10 a	0,0488 a	0,0901 a	0,0474 a	0,1863 a
0,4 %	11,87 a	6,25 a	32,87 a	0,0370 a	0,0763 a	0,0451 a	0,1585 a
Média Geral	12,53	6,19	34,74	0,0437	0,0838	0,0541	0,1815
CV (%)	6,85	10,17	13,86	15,33	14,23	26,12	15,61

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

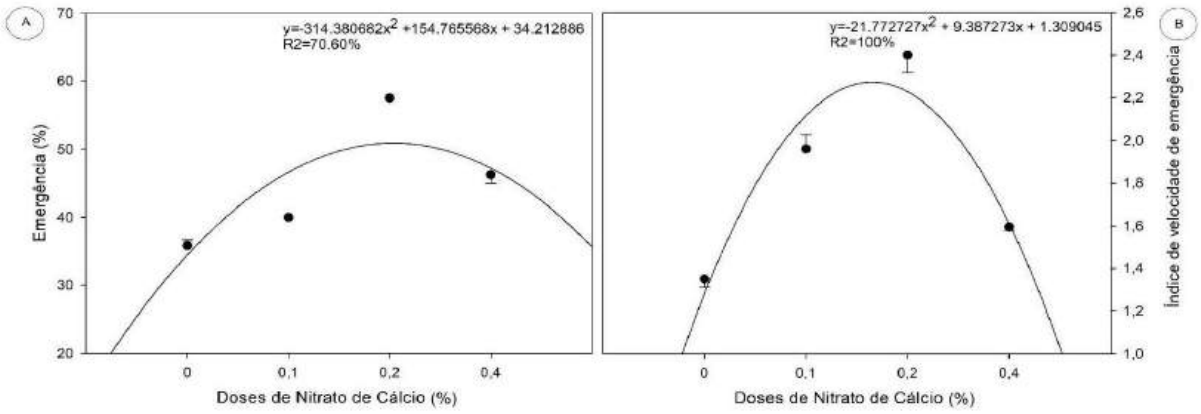


Figura 1 - Desenvolvimento vegetativo de *Carica papaya* em função das doses de nitrato de cálcio em (A) - Emergência (%) em função das doses de 0,1%, 0,2% e 0,4% de nitrato de cálcio. Em (B) - Índice de velocidade de emergência em função das doses de 0,1%, 0,2% e 0,4% de nitrato de cálcio.

Os resultados indicam que o crescimento do caule das plântulas de *Carica papaya* respondeu de forma positiva às diferentes doses de nitrato de cálcio aplicadas. Houve um aumento no comprimento do caule conforme a dose de nitrato de cálcio aumentava, até atingir um ponto máximo de 0,21, após o qual o crescimento começou a diminuir. Isso evidencia um efeito benéfico do nutriente no desenvolvimento do caule até uma dose específica. Madani *et al*. (2013) observaram que a aplicação de nitrato de cálcio em *C. papaya* aumentou o comprimento do caule, indicando um efeito positivo das doses. No entanto, conforme ilustrado na Figura 2B, observou-se uma redução no volume de raiz à medida que a dose de nitrato de cálcio aumentava.

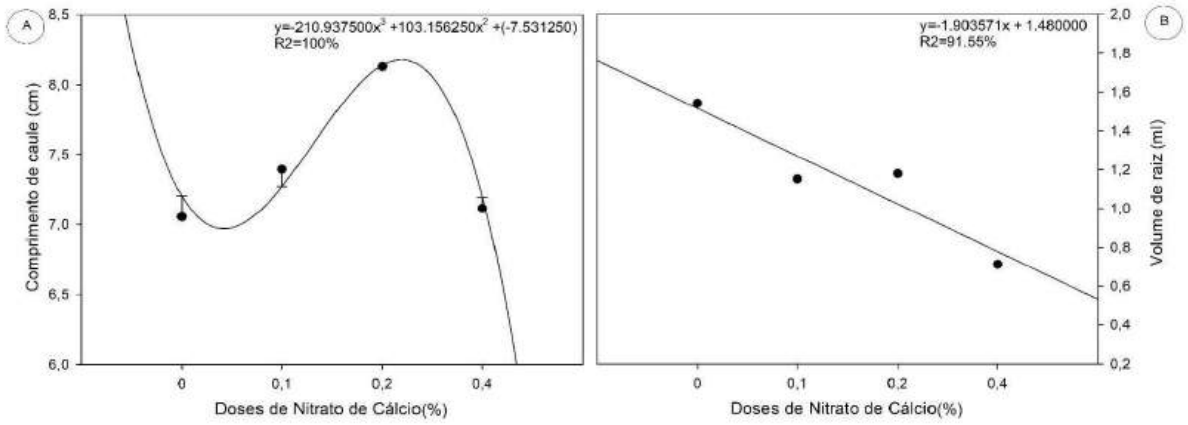


Figura 2 - Desenvolvimento vegetativo de *Carica papaya* em função das doses de nitrato de cálcio em (A) - Comprimento de caule (cm) em função das doses de 0,1%, 0,2% e 0,4% de nitrato de cálcio. Em (B) - Volume de raiz (ml) em função das doses de 0,1%, 0,2% e 0,4% de nitrato de cálcio.

Os resultados indicam que, embora o nitrato de cálcio apresente benefícios para o crescimento e desenvolvimento inicial do mamoeiro, a dosagem deve ser administrada com cautela. Concentrações elevadas podem gerar efeitos adversos, como a redução do desenvolvimento radicular, comprometendo a sanidade geral da planta e potencialmente resultando em problemas de fitotoxicidade e desequilíbrios nutricionais (Du *et al*., 2023). Assim, um manejo preciso da dosagem é fundamental para maximizar os benefícios do nitrato de cálcio, garantindo um desenvolvimento radicular robusto e a sanidade plena da planta.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o uso de nitrato de cálcio exerce um efeito positivo no desenvolvimento inicial do mamoeiro. As doses de nitrato de cálcio testadas melhoraram a taxa de germinação e a velocidade de emergência das sementes de *Carica papaya*, além de promoverem um aumento no comprimento do caule. Contudo, foi observado que doses elevadas do nitrato de cálcio causaram redução no volume radicular. Os resultados indicam que a aplicação controlada de nitrato de cálcio pode ser uma

estratégia eficaz para melhorar o desenvolvimento inicial do mamoeiro, contribuindo para uma produção mais uniforme e vigorosa. No entanto, ainda são necessários estudos para determinação de doses ideais em condições de campo para assegurar o equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e o desenvolvimento radicular em mamoeiro.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. B. M. *et al*. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência e agrotecnologia**, v. 34, p. 68-73, 2010.

DU, G. Y; ZHAO, Y.; XIAO, C.; REN, D.; DING, Y.; XU, J.; JIN, H.; JIAO, H. Mechanism analysis of calcium nitrate application to induce gibberellin biosynthesis and signal transduction promoting stem elongation of *Dendrobium officinale*. **Industrial Crops and Products**, v. 195, p. 116495-116495, 2023.

FAO, **Faostat**. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#home. Acesso em: 28 ago. 2024.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

IBGE, **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. Acesso em: 28 ago. 2024.

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural. **Polos de fruticultura - Mamão**. 2022. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/fruticultura-mamao. Acesso em: 19 ago. 2024.

MADANI, B.; TENGKU, M.; MOHAMED, M.; AWANG, Y.; KADIR, J.; PATIL, V. D. Effects of calcium treatment applied around the root zone on nutrient concentrations and morphological traits of papaya seedlings (*Carica papaya* L. cv. Eksotika II). **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 5, p. 568-572, 2013.

MADANI, B.; MIRSHEKARI, A.; SOFO, A.; TENGKU, M.; MOHAMED, M. Preharvest calcium applications improve postharvest quality of papaya fruits (Carica papaya L. cv. Eksotika II). **Journal of Plant Nutrition**, v. 39, n. 10, p. 1483-1492, 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MANEESHA, S. R.; PRIYA, D. S. Effect of calcium nitrate and potassium nitrate priming on seed germination and seedling vigour of papaya (*Carica papaya* L.). **Journal of Horticultural Sciences**, v. 14, n. 2, p. 149-154, 2019.

PANDYA, Y.; MADANI, B.; SHARMA, A. Effect of calcium nitrate and calcium carbonate on plant growth, fruit quality and yield of papaya cv. Red Lady. I**nternational Journal of Agriculture and Animal Production**, v. 3, n. 3, p. 25-32, 2023.

SUBSTRATOS COMERCIAIS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. BS 2000

João Antônio Stieg Côrti[1], Laisa Gomes da Rosa[1], Alison Augusto Hand Kuhn[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1], Exebídio de Almeida Júnior[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: joaoastieg@gmail.com; laisagomes973@gmail.com; alisonhand9@gmail.com; mvspaixao@gmail.com; exebidiojr.st@gmail.com

INTRODUÇÃO

Entre as diferentes cultivares de mamão, a cv. BS 2000 aparece como uma das mais promissoras devido as suas características agronômicas comerciais, apresentando frutos com qualidade de mercado e resistência a algumas doenças que ocorrem no mamoeiro. Possui adaptabilidade a diferentes condições climáticas e solos, além de sua resistência a pragas e doenças, como a mancha anelar do mamoeiro e a podridão radicular, tornando a cultivar BS 2000 em condições de ser produzida em regiões com maiores dificuldades para o cultivo.

Vários fatores interferem na produtividade dos mamoeiros, o tipo de substrato utilizado aparece como fator preponderante para obtenção de uma boa muda. Substratos adequados proporcionam um melhor desenvolvimento das plantas, influenciando diretamente na produtividade e na qualidade dos frutos. A escolha do substrato precisa ser considerada a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de retenção de água e a aeração das raízes, atributos em que o mamão é mais exigente, sendo que a combinação de diferentes tipos de substratos pode resultar em melhorias na germinação e no crescimento das plântulas e na produção de frutos (Pereira *et al*., 2008).

Segundo Tosta *et al*. (2010) e Ferreira *et al*. (2020a), as informações que se relacionam ao uso de substratos alternativos e de substratos com disponibilidade na região de plantio, podem garantir uma produção de mudas de qualidade, com melhor desenvolvimento da cultura em campo, pois apresentam características físicas e químicas que possam proporcionar um bom desenvolvimento das mudas com uma boa formação de seu sistema radicular e da parte aérea da planta (Trigueiro; Guerrini, 2014).

O substrato deve possuir capacidade de retenção de água e espaço poroso para fornecimento de oxigênio e início do desenvolvimento radicular (Antunes; Raseira, 2004). Entre os materiais comumente usados estão a vermiculita, a casca de arroz carbonizada, a fibra de coco (Lone *et al*., 2010), terra, areia, turfa, pinus, resíduos de samambaia e substratos comerciais, sendo a mistura de substratos a melhor opção para a produção de mudas (Paixão, 2023).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a emergência de plântulas de mamão,

cultivar BS 2000 com substratos comerciais em comparação com a terra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foram utilizadas no experimento, sementes de mamão da cultivar BS 2000 colhidas manualmente de plantas localizadas na região de Linhares, sendo selecionados 20 frutos para retirada das sementes. As sementes foram lavadas, retiradas a sarcotesta e secadas a sombra por 48 horas, semeadas em tubetes de 150 mL, sendo utilizada uma semente por tubete.

Os tratamentos foram compostos dos substratos: Terra pura como testemunha e os substratos comerciais puros, Carolina Soil, Mogifertil, Biomix e Bioplant®. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes por parcela.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que o substrato comercial Mogifertil apresentou a maior porcentagem de emergência, superior estatisticamente a todos os outros tratamentos. A terra pura apresentou resultados superiores estatisticamente aos substratos Carolina Soil, Biomix e Bioplant®, mostrando nesta variável, que estes substratos não devem substituir a Terra pura.

Na avaliação do índice de velocidade de emergência, observou-se os mesmos resultados para emergência de plântulas, com o substrato comercial Mogifertil apresentando a maior velocidade de emergência, superior estatisticamente a todos os outros tratamentos (Tabela 1).

Para o tempo médio de emergência, o substrato comercial Mogifertil e a terra pura apresentaram resultado estatisticamente iguais e superiores aos outros substratos utilizados na pesquisa (Tabela 1).

Os adubos orgânicos são as fontes de nutrientes de uso mais frequente na composição de substratos, têm atuação relevante na melhoria dos seus atributos físicos e estimulam os processos microbianos. Esta característica permite que o viveirista reduza o tempo necessário para que produza mudas prontas para o plantio, diminuído assim custos e aumentando o rendimento.

Tabela 1 - Desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. BS 2000 em diferentes substratos comerciais em comparativo com a terra pura

Tratamentos	E	IVE	TME
Terra pura	75 b	1,274 b	18,546 b
Carolina Soil	67 d	1,124 c	19,235 a
Mogifertil	79 a	1,330 a	18,414 b
Biomix	71 c	1,125 c	19,433 a
Bioplant®	70 cd	1,129 c	19,373 a
CV (%)	2,2	18,75	6,43

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
E= emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= tempo médio de emergência.

Para a obtenção de mudas de boa qualidade, faz-se necessário à utilização de substratos, os quais devem apresentar propriedades físicas e químicas adequadas e fornecer os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta, além disso, a qualidade do substrato depende, primordialmente, das proporções e dos materiais que compõem a mistura (Silva *et al*., 2001).

Os substratos devem cumprir a missão de melhorar a germinação das sementes, proporcionando as condições essenciais para desenvolvimento das raízes e parte aérea, e além de suas propriedades físicas devem também disponibilizar nutrientes necessários ao melhor desenvolvimento a partir da geminação (Ferreira *et al*., 2020b).

O substrato Biomix possui em sua composição, produtos considerados orgânicos, que podem ter atuado na melhoria da emergência de plântulas desta cultivar de mamão, de forma a produzir mudas com um alto padrão de qualidade, para promover uma maior longevidade e segurança para o produtor.

CONCLUSÃO

O substrato comercial Mogifertil apresentou os melhores resultados para emergência de plântulas de mamoeiro cv. BS 2000, com maior velocidade e menor tempo de emergência, podendo ser considerado como substrato opcional para substituir a terra na produção de mudas de mamoeiro ‘BS 2000’.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos técnicos da cultura da amora-preta.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54p. (Embrapa Clima Temperado Documentos 122).

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F. Produção de mudas de angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) em diferentes ambientes, recipientes e substratos. **Revista Ciência Agronômica,** v. 35, n. 1, p. 61-67, 2004.

FERREIRA, M. V. N.; PEREIRA, R. Y. F.; SILVA, R. O.; DOIHARA, I. P. Resíduo de café e casca de ovo na produção de mudas de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). **Global Science and Technology,** v. 13, n. 2, p. 169-185, 2020a.

FERREIRA, G. P. C.; PAIXÃO, M. V. S.; SANTOS, E. F.; NASCIMENTO, L. A.; GROBÉRIO, R. B. C. Emergency of lemon cravo plants in different organic substrates. XI Congresso Brasileiro de Agroecologia. v. 15, n. 2, 2020. **Anais...** São Cristóvão, Sergipe, 2020b.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L. J.; SCHNITZER, A.; SATO, A. J.; RICCE, W. S.; ASSIS, A. M.; ROBERTO; S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

PAIXÃO, M. S. V. **Propagação de plantas**. 2ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

PEREIRA, W. E.; SOUSA, G. G.; ALENCAR, M. L.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, G. P. Crescimento de mudas de mamoeiro contendo caulim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 27-35, 2008.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims* f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

TOSTA, M. S.; LEITE, G. A.; GÓES, G. B.; MEDEIROS, P. V. Q.; ALENCAR, R. D.; TOSTA, P. A. F. Doses e fontes de matéria orgânica no desenvolvimento inicial de mudas de melancia "Mickylee". **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,** v. 5, n. 2, p. 117-122, 2010.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 657-665, 2014.

SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. ALIANÇA

Larissa Machado Bortolote[1], Hellen Cristhiny Deolindo de Santana[1], Natalia Ferreira Souza[1], Clarisse dos Santos Claudio[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: larissamachado3450@gmail.com; hellensantana513@gmail.com; nataliaferre39@gmail.com; clarisseclaudio53@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma espécie tropical adaptada às condições climáticas de diversas regiões brasileiras, com rápido desenvolvimento e de grande apreço pela população brasileira e do estado do Espírito Santo, constituindo-se como uma fonte de renda para agricultores de diversas regiões do Estado. Nos últimos anos, a cultura vem se destacando na fruticultura nacional, possibilitando o seu cultivo nas diversas regiões do Brasil. A produção ainda é crescente e a busca pela maior produtividade se constitui em fator preponderante para melhoria na renda dos produtores.

Um dos fatores de produção constitui-se no substrato utilizado para a produção. O termo substrato para plantas refere-se ao meio de crescimento usado no cultivo em recipientes. É um meio poroso, formado por partículas sólidas e poros. As partículas sólidas, de origem mineral, orgânica ou sintética podem variar muito em aspectos físicos como aparência, forma, tamanho e massa específica (Fermino; Kampf, 2012).

Os substratos em geral têm como principal função dar sustentação às sementes, tanto do ponto de vista físico como químico, e são constituídos por três frações, a física, a química e a biológica (Sturion, 1981). Além de ser suporte, o substrato deve regular a disponibilidade de nutrientes para as raízes e pode ser formado de solo mineral ou orgânico, de um só ou de diversos materiais misturados (Kämpf, 2000).

Diversos trabalhos têm reproduzido o efeito de compostos orgânicos misturados ao substrato como forma de enriquecer a mistura, porém são carentes os estudos que citam o esterco ovino e o fertilizante provaso como fonte de enriquecimento do substrato para produção de mudas.

O substrato deve possuir capacidade de retenção de água e espaço poroso para fornecimento de oxigênio e início do desenvolvimento radicular (Antunes *et al*., 2004; Fachinello *et al*., 2005). Entre os materiais comumente usados estão a vermiculita, a casca de arroz carbonizada, a fibra de coco (Lone *et al*., 2010), terra, areia, substratos comerciais, turfa, casca de pinus e resíduo de samambaia (Paixão, 2023).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de substratos orgânicos no desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro cv. Aliança.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foram utilizadas no experimento, sementes de mamão cv. Aliança colhidas manualmente de plantas localizadas na região de Linhares, sendo selecionados 20 frutos para retirada das sementes. As sementes foram lavadas, retiradas a sarcotesta e secadas a sombra por 48 horas, semeadas em tubetes de 150 mL, sendo utilizada uma semente por tubete.

Os tratamentos foram compostos dos substratos: Terra pura como testemunha e os substratos orgânicos, Bioplant®, Resíduo de samambaia, Turfa, Casca de pinus, Casca de coco triturada. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições de 25 sementes por parcela.

Após 60 dias após a emergência da primeira plântula foi avaliado a altura da plântula (AP) (cm), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC) (mm), comprimento da raiz (CR) (cm), sendo as avaliações da seguinte forma: Altura da planta (AP) medido da base até o ápice da planta com uma trena milimétrica; Número de folhas (NF), contado todas as folhas da planta; Diâmetro do coleto (DC) medido com um paquímetro na interseção entre a raiz e o caule; Comprimento da raiz (CR), determinada a partir do nível do coleto até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada em centímetros.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1 podemos observar que o substrato Bioplant® e a casca de coco apresentaram os melhores resultados para número de folhas, estatisticamente superiores aos outros substratos e estatisticamente iguais entre si.

Na avaliação do diâmetro do coleto, assim como no número de folhas, os substratos Bioplant® e a casca de coco apresentaram os melhores resultados, estatisticamente superiores aos outros substratos e iguais entre si (Tabela 1).

Na avaliação da altura da planta, a turfa e a casca de coco apresentaram os melhores resultados, superiores estatisticamente aos outros substratos e iguais entre si (Tabela 1).

Para crescimento das raízes, todos os substratos utilizados apresentaram resultado estatisticamente

iguais, superiores apenas da terra pura (Tabela 1).

As substâncias oriundas de materiais orgânicos utilizados na mistura com substratos para a produção de mudas, apresentam-se como fontes de nutrientes e principalmente, como agentes melhoradores físicos do ambiente radicular. A mistura de compostos orgânicos a substratos aumenta os teores de matéria orgânica, a capacidade de armazenamento de água, resultando em maior disponibilidade às plantas (Hoffmann *et al*., 2001; Souto *et al*., 2005).

Oliveira *et al*. (2015) trabalhando com mamão formosa em composto orgânico enriquecido com esterco, obteve resultados positivos para número de folhas, na altura de planta, no diâmetro do coleto, na área foliar e na produção de matéria seca de plantas de mamoeiro, com este substrato proporcionando maior crescimento, mostrando que os substratos orgânicos possuem atributos suficientes para sua utilização na produção de mudas de mamoeiro.

Pode-se observar que a casca de coco agiu positivamente no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro. Estes resultados podem ser atribuídos a maior capacidade de arejamento deste substrato, assim como da melhoria de estrutura do substrato, consequentemente, com melhor absorção de água e nutrientes, de forma a contribuir com o crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas, o que o coloca como uma opção para os produtores de mudas desta cultura.

Considerando que a casca de coco é um material de fácil obtenção, pois o norte do Espírito Santo é um grande produtor desta fruteira, o aproveitamento da casca triturada pode aparecer como uma opção de diminuição de custos de produção da muda de mamoeiro.

Tabela 1 - Desenvolvimento inicial em plântulas de mamoeiro cv. Aliança em substratos orgânicos

Tratamentos	NF	DC	AP	CR
Bioplant®	11,715 a	7,25 a	5,423 b	16,32 a
Resíduo de samambaia	10,045 b	4,55 b	5,091 b	16,33 a
Turfa	9,875 bc	5,1 b	5,995 a	16,55 a
Casca de pinus	9,07 cd	5,1 b	5,084 b	16,60 a
Casca de coco	12,565 a	6,4 a	6,197 a	16,81 a
Terra	8,36 d	4,8 b	3,923 c	13,875 b
CV (%)	10	16,76	13,16	11,81

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.
AP = altura da plântula (cm); NF = número de folhas; DC = diâmetro do coleto (mm); CR = comprimento de raiz (cm).

CONCLUSÃO

O substrato composto de Casca de coco triturada apresentou os melhores resultados para desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro cv. Aliança, podendo ser uma opção de substrato para produção de mudas de mamão.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos técnicos da cultura da amora-preta.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54p. (Embrapa Clima Temperado Documentos 122).

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FERMINO, M. H; KAMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 1, p. 75-79, 2012.

HOFFMANN, I.; GERLING , D.; KYIOGWOM , U. B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigéria. **Agriculture, Ecosystems& Environment**, v. 86, n. 3, p. 263-275, 2001.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000, 254p.

OLIVEIRA FILHO, F. S.; HAFLE, O. M.; ABRANTE, E. G.; OLIVEIRA, F. T.; SANTOS, V. M. Produção de mudas de mamoeiro em tubetes com diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 96-103, 2013.

OLIVEIRA, F. S.; FARIAS, O. R.; NOBRE, R. G.; FERREIRA, I. B.; FIGUEREDO, L. C.; OLIVEIRA, F. S. Produção de mudas de mamoeiro 'Formosa' com diferentes doses de esterco ovino. **Revista Ciências Agrarias**, v. 58, n. 1, p. 52-57, 2015.

PAIXÃO, M. V. S. **Propagação de plantas**. 3ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023. 230 p.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de estercos dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 29, n. 1, p. 125-130, 2005.

STURION, J. A. **Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais**. Curitiba: EMBRAPA, Doc. 3, 1981. 18p.

SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. ALIANÇA

Letícia Lima Sinfrônio[1], Eduardo Silva Rodrigues[1], Letícia Serafim Cesconeto[1], Rayna Duda Rocha[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: leticiasinfronio1@gmail.com; eduardorodrigues.s200@hotmail.com; leticiacesconeto6@gmail.com; raynarochapt@gmail.com; mvspaixao@gmail.com@gmail.com;

INTRODUÇÃO

O mamão é uma fruta de grande apreço pela população brasileira e do estado do Espírito Santo, constituindo-se como uma fonte de renda para agricultores de diversas regiões do Estado. A produção ainda é crescente e a busca pela maior produtividade se constitui em fator preponderante para maiores produções e melhoria na renda dos produtores.

O substrato é um potencial fator de produção. O termo substrato para plantas refere-se ao meio de crescimento usado no cultivo em recipientes. É um meio poroso, formado por partículas sólidas e poros. As partículas sólidas, de origem mineral, orgânica ou sintética podem variar muito em aspectos físicos como aparência, forma, tamanho e massa específica (Fermino; Kampf, 2012)

Além de ser suporte, o substrato deve regular a disponibilidade de nutrientes para as raízes e pode ser formado de solo mineral ou orgânico, de um só ou de diversos materiais misturados (Kämpf, 2000).

No mercado, existem poucas marcas de substratos, o que encarece o preço final da muda e dificulta que pequenos viveiristas e produtores possam utilizá-los (Fernandes *et al*., 2012).

Kampf (2008) cita que as características físicas indispensáveis para a caracterização fundamental do substrato de forma a atender o desejado podem ser resumidas em: densidade volumétrica, porosidade e capacidade de retenção de água.

Ferreira *et al*., (2009), considera que os substratos orgânicos apresentam os melhores resultados, para germinação de sementes, e produção de mudas de qualidade. As mudas produzidas devem apresentar alto padrão de qualidade, para que possam se estabelecer com êxito no local definitivo de plantio (Duarte *et al*., 2015), sendo que a utilização do substrato adequado pode favorecer a maior sobrevivência das mudas no campo, propiciando maior precocidade no processo produtivo, diminuindo assim os custos de produção (Dumroese *et al*., 2011).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes substratos orgânicos na

emergência de plântulas de mamoeiro cv. Aliança.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foram utilizadas no experimento, sementes de mamão cv. Aliança colhidas manualmente de plantas localizadas na região de Linhares, sendo selecionados 20 frutos para retirada das sementes. As sementes foram lavadas, retiradas a sarcotesta e secadas a sombra por 48 horas, semeadas em tubetes de 150 mL, sendo utilizada uma semente por tubete.

Os tratamentos foram compostos dos substratos: Terra pura como testemunha e os substratos orgânicos, Bioplant®, Resíduo de samambaia, Turfa, Casca de pinus, Casca de coco triturada. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições de 25 sementes por parcela.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação iniciou aos 15 dias após semeadura para todos os tratamentos. De acordo com a Tabela 1 pode-se observar a ação da casca de pinus na germinação e emergência das plântulas, superior estatisticamente a todos os outros tratamentos. Os tratamentos com terra e casca de coco triturada não diferiram estatisticamente.

Menezes *et al*. (2013), trabalhando com sementes de mamão da variedade do grupo Formosa, conseguiram o maior índice de germinação na mistura de Terra + esterco com 84,4%, 73,4% para o substrato composto orgânico e apenas 30,5% para o substrato com húmus puro. Nesta pesquisa conseguiu-se 82% de emergência para o substrato casca de pinus, mostrando a eficiência deste substrato.

Para IVE, os substratos cascas de pinus e casca de coco apresentaram a melhor velocidade de

emergência, não diferindo estatisticamente entre si, e foram superiores aos outros substratos (Tabela 1).
Na avaliação do TME, a casca de pinus e a turfa apresentaram os menores tempos para emergência, superiores estatisticamente aos outros substratos testados (Tabela 1).

Tabela 1 - Dados para emergência em sementes de mamão cv. Aliança

Tratamentos	E (%)	IVE	TME
Bioplant®	47 cd	2,768 d	6,385 a
Resíduo de Samambaia	49 c	5,173 bc	2,879 b
Turfa	44 d	4,730 c	3,445 c
Casca de Pinus	82 a	7,483 a	3,624 c
Casca de Coco	58 b	6,901 a	2,723 b
Terra	58 b	5,871 b	2,538 b
CV (%)	3,24	11,18	12,29

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.
E= Emergência (%); IVE= Índice de velocidade de emergência; TME= Tempo médio de emergência.

Fermino (2003) cita que a caracterização física é ferramenta fundamental para a avaliação da adequação e seleção de substratos agrícolas para espécies vegetais. Faccini *et al*. (2008) afirma que o efeito do substrato no processo de germinação afeta o rendimento da cultura no campo, que depende da utilização do substrato mais conveniente para a obtenção de mudas saudáveis e de boa qualidade. Segundo Popinigis (1977), o substrato apresenta influência nos testes de germinação, já que fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros podem variar de acordo com o tipo de material utilizado.

Considerando os resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se observar que o substrato casca de pinus se apresentou com boa qualidade para utilização na cultura do mamoeiro, apresentando os melhores resultados para emergência, IVE e TME podendo ser uma boa opção para viveiristas produtores de muda de mamão.

CONCLUSÃO

A Casca de pinus apresentou os melhores resultados para as características avaliadas, aparecendo como uma opção como substrato na produção de mudas de mamão cv. Aliança.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

DUARTE, M. L.; DE PAIVA, H. N.; ALVES, M. O.; DE FREITAS, A. F.; MAIA, F. F.; GOULART, L. M. L. Crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Platymenia foliolosa* Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 221-229, 2015.

DUMROESE, R. K.; DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F. Nursery response of *Acacia koa* seedlings to container size, irrigation method, and fertilization rate. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, p. 877-887, 2011.

FACCINI, C. S.; SILVEIRA, M. A. M.; OSÓRIO, C. S.; SILVA, A. P. M. Influência da salinidade dos substratos na germinação das sementes de fumo (*Nicotiana tabacum*). ***Pesquisa Agropecuária Gaúcha***, v. 14, n. 1, p. 21-25, 2008.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 89 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2003.

FERREIRA, M. G. R.; ROCHA, R. B.; GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; RIBEIRO, G. D. Influência do substrato no crescimento de mudas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 677-681, 2009.

FERMINO, M. H; KAMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 75-79, 2012.

FERNANDES, L. F.; GOMES, W. A.; MENDONÇA, R. M. N. Substratos na produção de porta-enxertos cítricos em ambiente protegido. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 1-06, 2012.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000, 254p.

KAMPF, A. N. Materiais regionais como alternativa ao substrato. In: Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas - Materiais regionais como substrato, 6, 2008, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, SEBRAE/CE e UFC, 2008.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, n. 2, p. 263-284. 1976.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science,** v. 2, n. 2, p. 176-177. 1962.

MENEZES, A. S.; MOREIRA, F. J. C.; SOUZA, M. C. M. R.; SILVA, M. C. B. Efeito do substrato no processo de germinação em duas variedades de mamão. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 3, 2013.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 284p.

SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. TAIWAN

Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1], Taynara Pereira Ângelo[1], Rayna Duda Rocha[1], Amanda Sarmento Lopes[1], Antônio Resende Fernandes[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa, Santa Teresa, ES.
E-mail: mvspaixao@gmail.com; taynaraangelop@gmail.com; raynarochapt@gmail.com; amandasarmento52@gmail.com; aresendefernandes@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma espécie cultivada em todo o mundo e encontra condições climáticas satisfatórias para seu cultivo e produção em grande parte do território brasileiro (Medina, 1989). Segundo Dantas (2000) o mamão foi descoberto pelos espanhóis no Panamá, sendo originário, provavelmente, do noroeste da América do Sul.

A cultura do mamão possui grande potencial comercial no mercado de frutas frescas, tanto no mercado interno, quanto em outros mercados mundiais (Silva, 2011), representando grande geração de empregos e renda no campo, devido a prática normal que é feita com a renovação dos plantios, normalmente ocorrendo a cada três anos (Nomura *et al*., 2019).

De acordo com Dantas e Castro Neto (2000), a morfologia do mamoeiro é bastante interessante. A planta atinge alturas entre 3 e 8 m. O caule se apresenta com diâmetro entre 0,1 e 0,3 m, verde oco, cilíndrico, ereto, indiviso, herbáceo, fistuloso, terminando com uma concentração de folhas na região apical, disposta de forma espiralada, sendo que as folhas em forma alternada, com grandes limbos foliares, de lâminas ovais ou orbiculares, palmatilobadas, com 7 a 11 nervuras. Os pecíolos são fistulosos, cilíndricos, de comprimento variando de 0,5 a 0,7 m, podendo atingir 1,0 m. O sistema radicular é pivotante, com ramificações radiais e raiz principal napiforme.

A propagação do mamoeiro é fator importante na instalação de pomares, podendo influenciar diretamente na produtividade (Yamanishi *et al*., 2004). Silva (2011) relata que o mamão pode ser propagado por meio de sementes, de estacas e de enxertia, entretanto, os produtores brasileiros, preferem produzir mudas das sementes. Um bom padrão de muda significa uniformidade no estande e rápida formação de plantas (Silva Matos *et al*., 2016).

Segundo Yamanishi *et al*. (2004) é necessário que no processo de produção de mudas, tenhamos um substrato adequado que forneça condições favoráveis ao desenvolvimento das mudas, pois a qualidade da

muda é fundamental na implantação de um pomar produtivo. O substrato adequado deve apresentar boas características físicas, químicas e biológicas, possibilitando, assim, um rápido crescimento da muda, um bom teor de matéria seca nas partes aérea e radicular, dentre outras características. Entretanto, um grande problema na produção das mudas de mamoeiro é o custo de substratos e fertilizantes para os viveiristas, nesse sentido, surgem os substratos orgânicos que trazem inúmeras vantagens, como a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do substrato (Barros *et el*., 2020), além disso, o aproveitamento de resíduos reduz o impacto ao meio ambiente (Galvão *et al*., 2007).

O plantio de mudas com padrão de qualidade garante altos índices de sobrevivência e elevado desenvolvimento inicial após o plantio. Mudas que apresentam dimensões inadequadas e sem reservas nutricionais tem pequenas chances de resistir às condições adversas de campo (Carneiro, 1995). Segundo Medeiros *et al*. (2009) para assegurar a produtividade, a utilização de mudas de qualidade é essencial, sendo influenciadas pelo tipo de substrato e adubação, o que contribui para um melhor desenvolvimento e sanidade das mudas.

Diante da relevância socioeconômica e alimentar da cultura do mamoeiro, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais e exportador dessa fruta, justifica-se ter mais estudos relacionados a produção de mudas, principalmente substrato ideal e na proporção adequada para permitir a produção de mudas frutíferas mais saudáveis, visando qualidade na implementação de um pomar, a fim de assegurar uniformidade, formação rápida e estabelecimento de colheita.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes substratos orgânicos na emergência de plântulas de mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56’12”S e 40º35’28”W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar Taiwan. As sementes foram extraídas de frutos coletados em estágio final de maturação, colhidas na cidade de Linhares, ES, as quais foram limpas manualmente retiradas a sarcotesta e colocadas para secar à sombra.

O experimento foi realizado em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 500 mudas em todo o experimento.

Para cada avaliação foram consideradas cinco plantas úteis de cada repetição. Os tratamentos utilizados foram pó de casca de coco, casca de arroz carbonizada, resíduo de samambaia, turfa e casca de pinus triturada.

As bandejas foram levadas para a casa de vegetação com os substratos colocados nos tubetes com capacidade volumétrica de 150 ml. Os tubetes foram molhados, posteriormente foram semeados, colocando-se uma semente por tubete e em seguida foi realizado a rega.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E) e após trinta dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias de emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME) das plântulas de mamão Taiwan, avaliadas aos 30 dias após a primeira plântula emergir, em função dos tratamentos. Os primeiros registros de emergência iniciaram aos 21 dias após a semeadura, para todos os tratamentos.

Podemos observar na Tabela 1 que o substrato samambaia destacou-se para emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas, sendo superior estatisticamente a todos os outros tratamentos, devido ser um substrato que retém mais água, com uma boa aeração. Esse resultado corrobora com o trabalho de Ziviani *et al*. (2022) que encontrou resultado semelhante para cultivar de mamão 'Formosa Mel' onde a ação do resíduo de samambaia e turfa na emergência e índice de velocidade de emergência das plântulas do mamoeiro, foram superiores estatisticamente aos outros tratamentos.

Na avaliação do TME o resíduo de samambaia e a turfa apresentaram o menor tempo de emergência sem diferença estatística entre si e diferente estatisticamente dos outros tratamentos (Tabela 1). O substrato produzido a base de resíduo de samambaia tem sido muito utilizado para produção de mudas e hortaliças na região serrana do Espírito Santo, com boas respostas na produção, sendo uma opção de substratos aos produtores desta região.

Pio (2004) cita que para a boa formação da muda, devemos usar um substrato que proporcione uma boa capacidade de retenção de água para permitir a germinação e que mantenha uma quantidade de poros suficiente para facilitar o fornecimento de oxigênio.

O substrato apresenta influência nos testes de germinação e emergência, pois diversos fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, infestação de patógenos, entre outros podem variar ao considerarmos o tipo de material utilizado (Popinigis, 1977).

Tabela 1 - Emergência de plântulas de mamão cultivar Taiwan em diferentes substratos orgânicos

Tratamentos	E	IVE	TME
Pó de coco	50 c	1,238 b	22,858 a
Casca de arroz	46 c	0,547 c	23,401 a
Resíduo de Samambaia	92 a	2,103 a	15,680 b
Turfa	69 b	1,392 b	17,270 b
Casca de pinus	60 b	1,045 bc	22,430 a
CV (%)	7,73	22,63	14,24

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
E= emergência das plântulas (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= Tempo médio de emergência.

CONCLUSÃO

O substrato constituído de resíduo de samambaia apresentou os melhores resultados para emergência em plântulas de mamão cv. Taiwan, com maior velocidade e menor tempo de emergência.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BARROS, C. M. B.; VANOLLI, B. S.; VICENSI, M.; ÁVILA, F. W.; BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L. Substratos orgânicos e pulverização com biofertilizante na produção de mudas de mamoeiro. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e6359109129, 2020.

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

DANTAS, J. L. L. Introdução. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão. Produção**: aspectos técnicos Brasília - DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 9, 2000. (Frutas do Brasil, 3).

DANTAS, J. L. L.; CASTRO NETO, M. T. **Mamão. Produção:** aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 11-14, 2000. (Frutas do Brasil, 3).

GALVÃO, R. O.; ARAÚJO NETO, S. E.; SANTOS, F. C. B.; DA SILVA, S. S. Desempenho de mudas de mamoeiro cv. Sunrise Solo sob diferentes substratos orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, 2007.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa**. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

MEDINA, J. C. Cultura. p. 1-177. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Mamão**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1989.

MEDEIROS, E. V.; CARVALHO NETO, R. A.; MENDONÇA, V.; JESUS, D. D.; MELO, J. K. H.; ARAUJO, F. A. R. Superfosfato triplo e substrato alternativo na produção de mudas de mamoeiro. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 2, p. 55-62, 2009.

NOMURA, M.; PEREIRA FILHO, J. M.; COSTA, E. M.; PEREIRA, L. S.; VENTURA, M. V. A. Avaliação de diferentes quantidades de hidrogel na produção de mudas de mamão papaya. **Revista Ipê Agronomic Journal**, v. 3, n. 1, p. 19-25, 2019.

PIO, R.; GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; CARRIJO, E. P.; TOLEDO, M.; VISIOLI, E. L.; TOMASETTO, F. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 10, n. 4, p. 523-525, 2004.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN. 1977. 284p.

SILVA, J. A. L. **Uso do condicionador de crescimento uniconazole na produção de portaenxertos de mamoeiro, cultivar Sunrise Solo**. 2011. 52 f. Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SILVA-MATOS, R. R. S.; SILVA, J. R. G. B.; MARQUES, A. S.; MONTEIRO, M. L.; CAVALCANTE, I. H. L.; OSAJIMA, J. A. New organic substrates and boron fertilizing for production of yellow passion fruit seedlings. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 62, n. 3, p. 445-455, 2016.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; VALONE, G. V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 276-279, 2004.

ZIVIANI, L. N.; BRIDI, S.; RIZZI, R. P.; PAIXÃO, M. V. S. substratos orgânicos na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Formosa Mel. In: Simpósio do Papaya Brasileiro. 8., 2022, Linhares. Papaya Brasil: produção e sustentabilidade. **Anais...** Linhares: Incaper, Cedagro e Brapex, 2022.

GIBERELINA E CITOCININA NA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E SACA EM PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. BS 2000 COM SEMENTES DE UM ANO DE ARMAZENAMENTO

Maria Taís Barbosa dos Santos[1], Thayanne da Costa Carlini[1], Sara Cristina Pinto de Oliveira[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1], Taynara Pereira Ângelo[1]

[1]Intituto Federal do Espirito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: tais75013@gmail.com; thayannecosta858@gmail.com; saracpo04@gmail.com; mvspaixao@gmail.com; taynaraangelop@gmail.com

INTRODUÇÃO

A giberelina e a citocinina desempenham papéis cruciais em vários processos fisiológicos das plantas. A giberelina atua no crescimento de plântulas, além de promover o alongamento do caule. A citocinina é um hormônio vegetal que atua na divisão celular e é fundamental para o crescimento dos tecidos das plantas, retardam também a senescências das folhas, mantendo-as verdes e funcionalmente ativas por mais tempo, sendo importante para fotossíntese prolongada e produtividade da planta (Taiz; Zeiger, 2013).

O mamão é uma fruta tropical de grande aceitação no mercado global, sendo o Brasil um dos maiores produtores e exportadores (IBGE, 2022). O Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de frutas (SIM, 2016) e dentre estas, o mamão vem ocupando lugar de destaque, não só em produção, como em consumo, dentre os estados brasileiros que se destacam na produção do fruto, pode-se citar: Bahia, Espírito Santo, Ceará, Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Paraíba (Embrapa, 2017).

A polpa possui características sensoriais atrativas (textura, cor e aroma), químicas (teor de sólidos solúveis, acidez e bom equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos) e digestivas, que o tornam um alimento ideal e saudável para pessoas de todas as idades. Além disso, destaca-se por possuir vários nutrientes prontamente disponíveis à digestão e absorção. Conforme Silva *et al*. (2015), seu valor nutricional está relacionado com o teor de açúcares, pró vitamina A e vitamina C. Segundo Roger (2006) e Silva *et al*. (2015), a polpa é também rica em ferro, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, tais nutrientes variam conforme a cultivar, grau de maturação, época do ano, clima, tipo e fertilidade do solo.

A otimização das práticas de cultivo, incluindo a escolha de plântulas de diferentes idades e tipos, pode levar a melhorias na produtividade e qualidade dos frutos (Souza *et al*., 2019; Oliveira *et al*., 2020).

A pesquisa sobre desenvolvimento inicial de plântulas de mamão pode proporcionar ganhos na produção de mudas, e na melhoria das práticas de cultivo pode levar a um aumento na produção.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina e da citocinina na produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro cv. BS 2000 com sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Para o experimento, foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar BS 2000, extraídas de frutos coletados em Linhares, ES, foi feito a limpeza manual, remoção da sarcotesta e colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Após um ano de armazenadas, as sementes foram imersas durante uma hora nas soluções de GA_3 e solução de citocinina, e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e 600 sementes no total.

As diferentes concentrações de giberelina (GA_3) usadas na emergência e desenvolvimento das plântulas foram de 1000 $mg.L^{-1}$, 2000 $mg.L^{-1}$, 3000 $mg.L^{-1}$, 4000 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação de hormônio e a solução de citocinina na concentração de 2000 $mg.L^{-1}$.

Após 60 dias da emergência da primeira plântula foi avaliado a massa verde das folhas (MVF) ($g.pl^{-1}$); massa seca das folhas (MSF) ($g.pl^{-1}$), massa verde da raiz (MVR) ($g.pl^{-1}$); massa seca da raiz (MSR) ($g.pl^{-1}$), massa verde do caule (MVC) ($g.pl^{-1}$) e massa seca do caule (MSC) ($g.pl^{-1}$), sendo as avaliações da seguinte forma: Massa verde das folhas (MVF), retirando as folhas do caule e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa verde radicular (MVR) e Massa verde do caule (MVC), separando as raízes e caules e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa seca das folhas (MSF), retirando as folhas da parte aérea da planta, acondicionadas em sacos de papel e obtido a partir do material seco em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas; Massa seca radicular (MSR) e Massa seca do caule (MSC), as raízes foram separadas da parte aérea, ambas acondicionadas em sacos de papel separadamente e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que para produção de massa verde e seca das folhas, a dosagem de GA_3 3000 mg.L^{-1} apresentou o melhor resultado, estatisticamente superior aos outros tratamentos.

Para massa verde e seca das raízes, os tratamentos com GA_3 3000 mg.L^{-1}, GA_3 3000 mg.L^{-1} e Citocinina 2000 mg.L^{-1} apresentaram resultados estatisticamente iguais, e superiores aos outros tratamentos (Tabela 1).

Na avaliação da massa verde e seca do caule, a Citocinina 2000 mg.L^{-1} e GA_3 3000 mg.L^{-1} apresentaram resultados superiores estatisticamente aos outros tratamentos, e sem diferença entre si (Tabela 1).

Tabela 1 - Produção de massa verde e seca em plântulas de mamão cv. BS 2000 em diferentes doses de giberelina e citocinina

TR	MVF	MVR	MVC	MSF	MSR	MSC
Água pura	0,246 c	1,004 b	0,664 c	0,826 b	0,112 c	0,092 c
GA_3 1000 mg.L^{-1}	0,249 c	1,002 b	0,674 c	0,062 e	0,117 b	0,091 c
GA_3 2000 mg.L^{-1}	0,320 b	0,907 b	0,703 b	0,068 d	0,116 b	0,101 b
GA_3 3000 mg.L^{-1}	0,421 a	1,210 a	0,787 a	0,114 a	0,134 a	0,109 a
GA_3 4000 mg.L^{-1}	0,257 c	1,217 a	0,581 d	0,048 f	0,135 a	0,074 d
Citocinina 2000 mg.L^{-1}	0,366 b	1,221 a	0,774 a	0,734 c	0,132 a	0,108 a
CV (%)	26,93	25,55	19,43	1,9	1,24	1,08

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. MVF = massa verde das folhas (g.pl^{-1}); MVR = massa verde da raiz (g.pl^{-1}); MVC = massa verde do caule (g.pl^{-1}); MSF = massa seca das folhas (g.pl^{-1}); MSR = massa seca da raiz (g.pl^{-1}); MSC = massa seca do caule (g.pl^{-1}).

A citocinina não se apresentou superior aos tratamentos com giberelina, e sendo um hormônio que atua na melhoria da germinação, esta não apresentou reflexos na produção de massa verde e seca.

A atuação da giberelina na produção de massa foi destacada como positiva para a cultivar BS 2000, com a utilização de sementes armazenadas por um ano, mostrando que este hormônio é benéfico a produção de massa verde e seca nas plântulas.

CONCLUSÃO

A giberelina na dose de GA_3 3000 mg.L^{-1} apresentou o melhor resultado na produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro cv. BS 2000, com sementes armazenadas por um ano.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2017. Mandioca e Fruticultura: produção brasileira de mamão 2017.

IBGE. **Brazilian Papaya Production Data**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: http://www.ibge.gov.br.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

OLIVEIRA, R. T.; LIMA, J. S.; SOUZA, A. L. Técnicas de cultivo e produtividade do mamão. **Journal of Tropical Agriculture**, v. 45, n. 2, p. 110-125, 2020.

PAIXÃO, M. S. V. **Propagação de Plantas**. 3ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

ROGER, J. D. P. **O poder medicinal dos alimentos**. Tradução: MATOS, D.A. Tatuí: Casa Publicadora Brasileira, 2006. 272p.

SILVA, E. P.; BECKER, F. S.; SILVA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M. Bebidas mistas de extratos de arroz com maracujá e mamão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 74, n. 1, p. 49-56, 2015.

SIM – **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas** (SEBRAE). Sistema de inteligência de Mercados. Relatório - Cenários Prospectivos da Fruticultura Brasileira em 2018.

SOUZA, E. M.; ALMEIDA, P. R.; RIBEIRO, G. S. Melhorias na produtividade do mamoeiro. **Agricultura Brasileira**, v. 44, n. 4, p. 205-215, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2013. 722p.

GIBERELINA E CITOCININA NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. THB COM SEMENTES DE UM ANO DE ARMAZENAMENTO

Pedro Henrique Correia[1], Vitório Augusto Menegardo[1], Gabrielly Gomes de Oliveira Deorce[1], Antônio Resende Fernandes[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Intituto Federal do Espirito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES.
E-mail: pedrocorreia03@hotmail.com; vitoriomenegardo03@gmail.com; deorcegabrielly22@gmail.com; aresendefernandes@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (C*arica papaya* L.) é uma cultura que está difundida no território brasileiro, sendo cultivado em 25 estados, além do Distrito Federal (Embrapa, 2021), sendo majoritariamente implantada nas regiões sudeste e nordeste, devido ao clima propício a sua produção. Sendo o destaque e maior produtor o estado do Espírito Santo, conforme a SEAG 2022, o estado produziu 426 mil toneladas, gerando um faturamento de 1,2 bilhão de reais.

Para alcançar grande produção é imprescindível a formação de uma lavoura vigorosa e sadia, através da utilização de mudas com alta qualidade e um adequado manejo, visto que a propagação de mudas de mamão é realizada pelas sementes, sendo um método viavelmente econômico e prático, porém, conforme Chacko e Singh (1966) e Yahiro (1979), a germinação das sementes do mamão ocorre de forma lenta e irregular, devido a fatores como a dormência e a presença de sarcotesta em sua morfologia, gerando uma problemática a produção de mudas uniformes.

Ao decorrer da germinação os fitormônios desempenham um papel na comunicação do eixo embrionário e os tecidos de reserva (Paixão, 2023).

Para superar a dormência nas sementes e atingir resultados de germinação favoráveis e viáveis para obter-se uma produção que atenda à grande demanda, são utilizados fitormônios nas sementes. Usa-se a giberelina nesse processo, visto que proporciona a síntese de enzimas hidrolíticas, responsáveis pela deterioração de algumas reservas como de amido e proteínas, usadas no desenvolvimento embrionário e radicular (Taiz; Zeiger, 2013).

Citocinina também pode ser utilizada no processo de quebra de dormência, pois esse fitormônio irá induzir a divisão celular e a produção de novos tecidos, além de atuar com sinergismo junto a giberelina equilibrando o crescimento e o desenvolvimento da plântula, além de promover o crescimento das raízes (Crozier *et al*., 2001; Taiz; Zeiger, 2013).

As citocininas juntamente as giberelinas irão atuar na semente obtendo uma resposta germinativa, a citocinina desempenha a função de inibir o possível inibidor da germinação das sementes, sendo assim a utilização desses dois hormônios traz resultados positivos a quebra de dormência em sementes, visto que juntos superam os inibidores (Paixão, 2023).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina e da citocinina na emergência de plântulas de mamoeiro cv. THB com sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Para o experimento, foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar THB, extraídas de frutos coletados em Linhares, ES, foi feito a limpeza manual, remoção da sarcotesta e colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Após um ano de armazenadas, as sementes foram imersas durante uma hora nas soluções de GA_3 e solução de citocinina, e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e 600 sementes no total.

As diferentes concentrações de giberelina (GA_3) usadas na emergência e desenvolvimento das plântulas foram de 1000 $mg.L^{-1}$, 2000 $mg.L^{-1}$, 3000 $mg.L^{-1}$, 4000 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação de hormônio e a solução de citocinina na concentração de 2000 $mg.L^{-1}$.

Após 30 dias do início da emergência, foi avaliado a porcentagem de emergência (E), o índice de velocidade de emergência (IVE), o tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que ao aumentarmos a dose de giberelina tivemos aumento na emergência das plântulas, porém as doses de GA_3 2000 $mg.L^{-1}$, GA_3 3000 $mg.L^{-1}$ e GA_3 4000 $mg.L^{-1}$

apresentaram resultados superiores a testemunha e sem diferença estatística entre si, e sem diferença para a citocinina 2000 mg.L^{-1}.

Para IVE a citocinina apresentou a maior velocidade de emergência sem diferença estatística para o GA_3 4000 mg.L^{-1} (Tabela 1).

Na avaliação do TMG, o mesmo pode ser observado, a citocinina e GA_3 4000 mg.L^{-1} apresentaram os menores tempos de emergência, superiores estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Emergência em plântulas de mamão cv. THB com sementes armazenadas por um ano

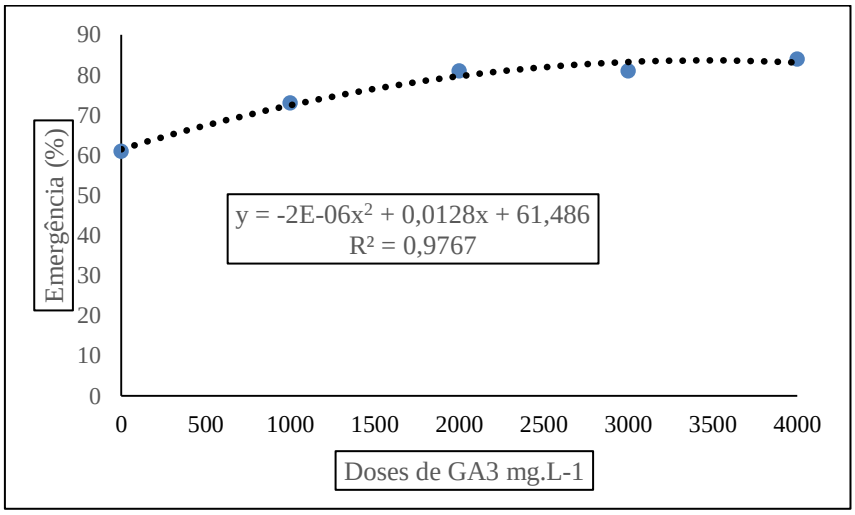
Tratamento	G	IVG	TMG
Água pura	61 c	2,686 d	12,971 a
GA_3 1000 mg.L^{-1}	73 b	3,425 c	9,773 c
GA_3 2000 mg.L^{-1}	81 a	4,970 b	12,471 a
GA_3 3000 mg.L^{-1}	81 a	4,375 b	10,938 b
GA_3 4000 mg.L^{-1}	84 a	6,377 a	8,408 d
Citocinina 2000 mg.L^{-1}	82 a	6,419 a	8,243 d
CV (%)	2,06	7,28	4,67

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. G= germinação das sementes (%); IVG= índice de velocidade de germinação; TMG= Tempo médio de germinação.

Estes resultados mostram que a semente de mamão ‘THB’ com um ano de armazenamento, ainda não perdeu a viabilidade, e que com o passar do tempo, estas desenvolvem algum bloqueio interno que diminui a germinação destas sementes. Paixão *et al*. (2023), cita que a semente que possui um bloqueio, precisa de mais um promotor ou um inibidor do bloqueador da germinação, fato observado nesta pesquisa, quando adicionamos a giberelina que atua como ativador da germinação ou a citocinina que atua inibindo o bloqueador, fazendo com que a germinação e emergência volte aos índices normais de uma semente nova.

Considerando que todas as dosagens de giberelina atuaram melhorando a germinação e que se apresentaram superior estatisticamente a testemunha, foi feito análise de regressão para se obter a dosagem ideal de GA_3 (Figura 1).

Jesus *et al.* (2023), cita a redução do poder germinativo a medida que as sementes envelhecem, sendo diferente para cada espécie, neste caso quebrando o paradigma de que a semente de mamão com um ano esteja inviável e não pode ser utilizada, corroborando com esta pesquisa, Paixão *et al.* (2023) cita a necessidade de um promotor para ocorrer a germinação e emergência. Nesta pesquisa, o armazenamento da semente por um ano pode ter desenvolvido um inativador, e com o fornecimento de giberelina ou da citocinina, estas atuaram como promotor da emergência.



Dose ideal = GA_3 3200 $mg.L^{-1}$

Figura 1 - Regressão para emergência de plântulas de mamão cv. THB com sementes armazenadas por um ano em diferentes doses de giberelina.

CONCLUSÃO

A giberelina e a citocinina atuaram de forma positiva para aumentar a germinação e emergência de plântula de mamoeiro da cultivar THB, com sementes armazenadas por um ano, mostrando que estas sementes não estão inviáveis.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

CHACKO, E. K.; SINGH, R. N. The effect of gibberelic acid on the germination of papaya seeds and subsequent seedling growth. **Tropical Agricultural**, v. 43, p. 341-346, 1966.

CROZIER, A.; KAMIYA, K.; BISHOP, G. E.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. p. 850-929. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; RUSSEL, L. J. (eds.). **Biochemistry & molecular biology of plants**. Courier Companies Inc., New York, USA, 2001.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2021. Mandioca e Fruticultura: produção brasileira de mamão.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

JESUS, J. M.; SCHAFFER, M. L.; BARATELA, G. B.; CREMONINI, G. M.; PAIXÃO, M. V. S. Potencial de emergência e desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. Aliança e cv. Golden com a utilização de sementes com um ano. **Revista foco**, v. 16, n. 2, p. e1217, 2023.

PAIXÃO, M. S. V. **Propagação de plantas**. 3ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2013. 722p.

YAHIRO, M**.** Effects of pre-treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. **Memorial Faculty Agriculture Kogoshima University**, Kagoshima, v. 15, n. 1, p. 49-54, 1979.

CRESCIMENTO DE MUDAS DE MAMOEIRO 'ALIANÇA' EM DIFERENTES LOTAÇÕES POR TUBETE

Thiago Vieira dos Santos[1], Édlen dos Santos Bonelá[1], Rafaela Barreto Cazaroto Grobério[1], Militino Paiva Carrafa[1], Edilson Romais Schmildt[1]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus São Mateus. São Mateus, ES.
E-mail: thiagovieira1974@gmail.com; edlen.bonela@edu.ufes.br; rafaela.cazaroto@edu.ufes.br; militinocarrafa@hotmail.com; edilson.schmildt@ufes.br

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), pertencente à família Caricaceae, é uma frutífera de significativa importância comercial e social no Brasil, especialmente no estado do Espírito Santo, que lidera o ranking nacional de produção. Em 2022, a produção nacional de mamão alcançou 1.107.761 toneladas, com rendimento médio de 41.911 kg/ha, conforme dados do IBGE (2022). No mesmo ano, o estado do Espírito Santo produziu 426.616 toneladas, com um rendimento médio de 61.668 kg/ha, superando significativamente a média nacional.

Dentre os mamoeiros cultivados do grupo Solo, a cultivar Aliança é um material relativamente recente. Segundo Marin *et al*. (2018) a cultivar 'Aliança' foi selecionada em 2010 para as condições de cultivo no Norte e Noroeste do Espírito Santo. Atualmente essa cultivar ocupa cerca de 40% da área cultivada com mamoeiro no estado, devido à relativa tolerância à "mancha fisiológica do mamoeiro" e maior consistência de sua polpa.

No Brasil, as cultivares de mamoeiro plantadas comercialmente são de populações ginóico-andromonóicas, em que as plantas são femininas ou hermafroditas (Schmildt *et al*., 2015). No caso da cultivar 'Aliança', as sementes são obtidas por autofecundação de plantas hermafroditas e resultam em 2/3 de plantas hermafroditas e 1/3 de plantas femininas, sendo as plantas femininas de baixo valor comercial devido aos frutos arredondados ou ovalados com grande cavidade interna e menor espessura da polpa (Costa, 2003). Esse processo exige a realização da sexagem, em que se plantam 3 mudas por cova e, após o aparecimento das flores, realiza-se o desbaste mantendo-se apenas uma planta hermafrodita por cova. Ao final desse processo, cerca de 96,3% das plantas da lavoura serão hermafroditas (Schmildt *et al*., 2015).

A atividade de produção de mudas demanda diversos gastos com sementes, substrato, tubetes, espaço no viveiro e, posteriormente, com a operação de sexagem e cuidados necessários até que as plantas atinjam o início do florescimento. Uma das formas encontradas pelos produtores para reduzir esses custos foi utilizar as 3 plântulas semeadas no tubete, sem realizar a prática do raleio. Diante dessa adaptação, o objetivo deste

trabalho é avaliar o crescimento de plântulas de mamoeiro submetidas a diferentes lotações.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com o mamoeiro (*Carica papaya* L.) 'Aliança'. As mudas foram preparadas no Viveiro Tião Mudas Ltda. cadastrado no Registro Nacional de Semente e Mudas (RENASEM) com inscrição nº ES-01562/2013, situado no município de Sooretama, no estado do Espírito Santo (19º11'49"S e 40°05'52"W). O clima da região é do tipo Aw, quente e úmido, com estação seca no inverno, segundo classificação de Köppen (Alvares *et al*., 2013).

O sistema de irrigação utilizado pelo viveiro é o de aspersão. A semeadura ocorreu no dia 14 de junho de 2023 em tubetes de polipropileno com capacidade de 50 cm^3, preenchidos com uma mistura-padrão utilizada pelo viveiro, composta pelo adubo Basacote Mini 3M® com fórmula NPK 13-06-16 com nutrientes (10% S, 0,05% Cu, 0,26% Mn e 0,015% Mo) na dosagem de 10 kg m^{-3} e substrato Bioplant® (Paixão *et al*., 2012).

Foram semeadas 3 sementes por tubete. Os tubetes com apenas uma plântula emergida constituíram o primeiro grupo e foram dispostos utilizando-se todas as células de uma bandeja 12 x 8, com 96 células, sem intervalo entre elas. Aqueles em que emergiram duas plântulas formaram o segundo grupo, e os tubetes com 3 plântulas constituíram o terceiro grupo. Para os tubetes destinados a conter 2 e 3 mudas, foram deixadas uma célula vazia a cada célula ocupada, de modo a evitar o estiolamento das mudas, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Distribuição espacial das mudas (à esquerda), lotação das plantas por tubete (à direita).

Assim, o trabalho contou com 3 tratamentos (1, 2 e 3 mudas por tubete) e 70 tubetes de cada tratamento (70, 140 e 210 mudas por tratamento).

Em 20 de julho foram realizadas as avaliações das mudas no estado de expedição de acordo com as seguintes características: altura das mudas (cm) medida com trena; diâmetro do coleto (mm) aferido com paquímetro digital Fowler®; número de folhas (un) feita a contagem das folhas abertas; área foliar (cm^2) mensurada com o medidor foliar de bancada LI-3100C; massa seca de raiz (mg) e massa seca da parte aérea (mg) pesadas em balança de precisão analítica. Para obter os dados de massa seca, as plantas foram

identificadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 70 ºC, até peso constante. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança de precisão. Com os dados obtidos estimou-se, também, o Índice de Qualidade Dickson (Dickson *et al*., 1960).

Os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade com *post-hoc* do teste de Dunn ($p < 0,05$). As análises foram feitas com auxílio do software R Core Team (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da Figura 2, verifica-se que o tratamento com 1 muda por tubete foi superior estatisticamente aos demais em todas as características avaliadas. O tratamento com 2 mudas foi superior ao tratamento com 3 mudas em todas as avaliações, exceto para altura de muda, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea.

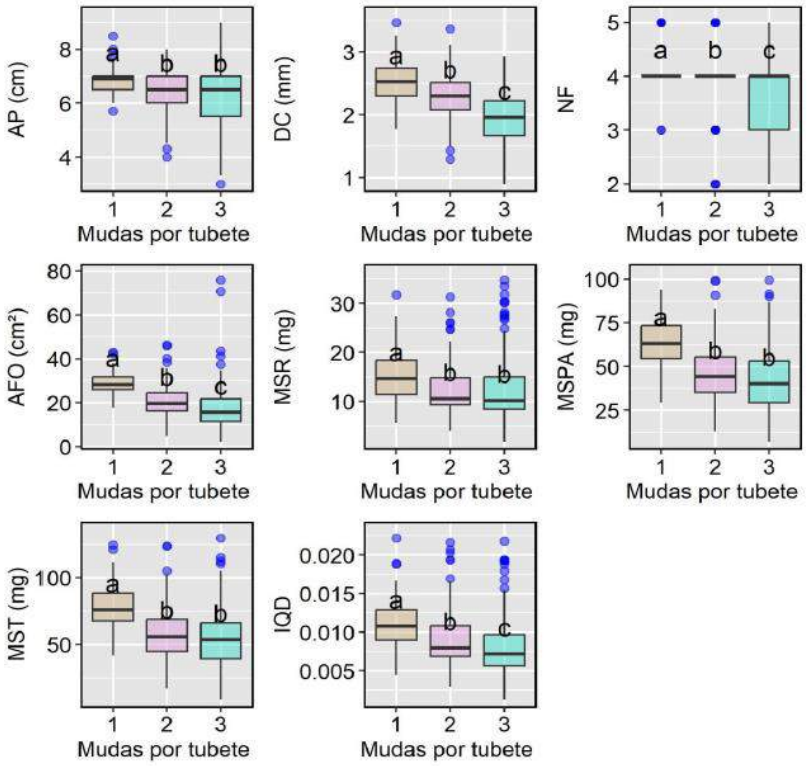


Figura 2 - AP (Altura da Planta); DC (Diâmetro de Coleto); NF (Número de Folhas); AF (Área Foliar); MSR (Massa Seca de Raiz); MSPA (Massa Seca da Parte Aérea); MST (Massa Seca Total); IQD (Índice de Qualidade de Dickson). Mamão 'Aliança' (*Carica papaya* L.) após 36 dias de semeadura em função da lotação por tubetes. [(Tratamento: T1 = 70 plantas; T2 = 140 plantas; e T3 = 210 plantas)]; medianas seguidas da mesma letra não diferem pela análise de Kruskal-Wallis com pós-teste de Dunn a 5% ($p > 0,05$).

Em relação à altura de plantas (AP), a Figura 2 mostra que o tratamento com 1 muda por tubete (T1) apresentou mediana de 6,9 cm, o tratamento com 2 mudas por tubete (T2) e o tratamento com 3 mudas por

tubete (T3) tiveram medianas iguais de 6,5 cm. É importante destacar que as plantas não apresentaram estiolamento, possivelmente, pela distribuição diferenciada feita nas células das bandejas tanto em T2 como em T3. Apesar de não haver diferença estatística entre T2 e T3, houve uma maior variação em relação à mediana no T3, sendo a uniformidade um elemento essencial para a formação de uma lavoura (Brandão *et al*., 2022), de modo que, essa maior dispersão dos resultados é um indicativo negativo para tal tratamento.

O resultado de diâmetro de coleto (DC) do tratamento com 1 muda por tubete apresentou uma mediana superior as demais, no valor de 2,52 mm, seguida pelo tratamento com 2 mudas por tubete com 2,30 mm e o tratamento com 3 mudas por tubete com menor valor de 1,96 mm. Segundo Heberle *et al*. (2018) mudas com diâmetro muito pequeno tendem a ter dificuldades em se estabelecer no campo, pois encontram maior dificuldade em se manter eretas. Dessa forma, o tratamento com uma única muda mostra sua superioridade em relação aos demais tratamentos, indicando uma melhor adaptabilidade aos parâmetros que serão exigidos no momento da implantação das mudas.

Em relação ao número de folhas (NF) todos tratamentos apresentaram a mesma mediana de 4 folhas por muda, entretanto, como pode ser observado pela Figura 2, houve diferença estatística entre os tratamentos, onde o tratamento com 1 muda por tubete apresentou melhor resultado, seguido do tratamento com 2 mudas, e o pior desempenho para o tratamento com 3 mudas.

Quanto a área foliar das plantas (AFO) resultados semelhantes aos de altura e diâmetro de coleto foram encontrados, onde o tratamento com 1 muda apresentou 28,25 cm² de mediana, o tratamento com 2 mudas apresentou 19,74 cm² e o tratamento com 3 mudas por tubete apresentou 15,64 cm². Uma vez que a interceptação solar está diretamente ligada a conversão de energia química, a área foliar se torna um importante parâmetro indicativo, e esse maior resultado do tratamento 1 pode explicar o motivo do maior crescimento das plantas submetidas a essa lotação.

Para massa seca de raiz (MSR) o tratamento com 1 muda apresentou o maior valor de mediana, com 14,6 mg, o tratamento com 2 mudas mostrou resultado de 10,5 mg igual estatisticamente ao tratamento com 3 mudas, que teve mediana de 10,2 mg. Como demostrado pelo trabalho de Costa *et al*. (2010) o aumento das doses de adubos próprios para o plantio resulta em maiores teores de fósforo e de cálcio, sendo esses nutrientes essenciais para o crescimento das plantas e em especial o fósforo para o crescimento do sistema radicular, de modo que, a menor mediana dos valores de massa seca de raiz encontrados nos tratamentos com 2 e 3 mudas podem ser resultantes da aplicação da mesma dose de adubo para todos os tratamentos.

Em relação a massa seca da parte aérea (MSPA) os resultados seguiram a tendência de massa seca de raiz, onde o tratamento com 1 muda teve 63,2 mg de mediana, maior valor, e o tratamento com 2 mudas apresentou 44,4 mg sendo igual estatisticamente ao tratamento com 3 mudas, que apresentou 40,2 mg.

Quanto ao Índice de Qualidade de Dickson (IQD), o tratamento com 1 muda por tubete, apresentou a maior mediana, com valor de 0,0107, seguido pelo tratamento com 2 mudas por tubete com 0,0079 e o tratamento com 3 mudas por tubete, com 0,0071. Esse índice mostra que, para além dos resultados quantitativos, o tratamento com 1 muda foi superior aos demais qualitativamente. Além disso, o T2 foi superior

a T3, indicando certa linearidade entre o aumento de plantas por tubete e menor qualidade das mudas.

Trabalhos experimentais com tubetes geralmente utilizam recipientes de 50 cm³ para uma única plântula, como demonstrado por Paixão *et al*. (2012), Ambrósio *et al*. (2022) e Mendonça *et al*. (2003). No entanto, ao adotar 2 ou 3 plântulas por tubete, é importante avaliar a necessidade de recipientes maiores. Mendonça *et al*. (2003) demonstraram que o volume do recipiente afeta significativamente o desenvolvimento das mudas de mamoeiro, com recipientes maiores proporcionando melhores resultados. Assim, são necessários estudos que analisem o impacto de diferentes lotações e tamanhos de recipientes no crescimento das mudas.

CONCLUSÃO

O manejo com uma única planta por tubete apresentou melhores resultados em todas as características avaliadas, resultando em mudas mais vigorosas e desenvolvidas em condição de expedição.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013

AMBROSIO, T. J.; MORAIS, G. S.; CARRAFA, M. P.; RIBEIRO, G. C.; SCHMILDT, O.; BONELÁ, É. S.; ARANTES, S. D.; SCHMILDT, E. R. Determinação do tamanho ótimo de parcelas em experimentos com mudas de mamoeiro THB. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 12, p. 79346-79356, 2022.

BRANDÃO, C. T. F.; BRANDÃO, T. M. S.; SIMON, C. A.; PEREIRA, L. D. B.; ARANTES, S. D. Substâncias húmicas na qualidade de mudas do mamoeiro 'Tainung'. p. 444-448. In: MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. (eds.). Simpósio do Papaya Brasileiro, Papaya Brasil: produção e sustentabilidade. **Anais...** Linhares, ES: Incaper, 2022.

COSTA, A. F. S.; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. cap. 3, p. 59-102. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (eds.). **A cultura do mamão**: tecnologia e produção. Vitória-ES: INCAPER, 2003.

COSTA, A. P. M.; PEREIRA, W. E.; MARQUES, L. F.; ARAÚJO, R. D. C.; LOPES, E. B. Composição mineral de mudas de mamoeiro em substratos adubadas com nitrogênio e fósforo. **Engenharia Ambiental**: **Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 4, p. 180-190, 2010.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, West Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11985. Acesso em: Acesso em: 28 ago. 2024.

MARIN, S. L. D.; ARANTES, S. D.; LEDO, C. A. L. Melhoramento genético de mamão (*Carica papaya* L.)

no Brasil, México e nas Ilhas Canárias. In: MARTINS, D. S. (ed.). Anais do VII Simpósio do Papaya Brasileiro: Produção e sustentabilidade hídrica. Vitória-ES: Incaper, 2018. CD-ROM.

MENDONÇA, V.; ARAÚJO NETO, S. E.; RAMOS, J. D.; PIO, R.; GONTIJO, T. C. A. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro 'Sunrise Solo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 1, p. 127-130, 2003.

PAIXÃO, M. V. S.; SCHMILDT, E. R.; MATTIELLO, H. N.; FERREGUETTI, G. A.; ALEXANDRE, R. S. Frações orgânicas e mineral na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1105-1112, 2012.

R CORE TEAM. R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, R version 4.4.1, Vienna.

HEBERLE, K.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Morfometria e lignificação em função da aplicação de ácido jasmônico em mudas de Ipê Roxo e Guajuvira. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 3, p. 317-325, 2018.

SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; ALEXANDRE, R. S.; AMARAL, J. A. T.; CAMPOSTRINI, E.; FERREGUETTI, G. A.; GONZÁLEZ, J. C. Propagação assexuada de mamoeiro. p. 158-176. In: ZUCOLOTO, M.; SCHMILDT, E. R.; COELHO, R. I. (orgs.). **Fruticultura tropical:** diversificação e consolidação. Alegre, ES: CAUFES, 2017.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; PRATES, R. S. **Mosaico do mamoeiro**. Vitória, ES: Incaper, 2013.

GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO CV. ALIANÇA COM SEMENTES ARMAZENADAS POR UM ANO

Rayna Duda Rocha[1], Cassiele Moreira de Oliveira[1], Lorrayna Zucolotto[1], Luis Fernando Buldrine Boina[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: raynarochapt@gmail.com; cassiele.moreira.cm@gmail.com; lorrayna.zuc@hotmail.com; luisboina17@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.), tem como centro de origem o Noroeste da América do Sul, mais precisamente a parte alta da bacia amazônica, onde há grande diversidade genética é máxima (Martins; Costa, 2003). Essa planta se adapta bem às condições climáticas de diversas regiões brasileiras, e nos últimos anos vem se destacando na fruticultura nacional, sendo a produção de mudas o primeiro passo para uma produção saudável (Paixão *et al*., 2020).

Os estados do Espírito Santo e Bahia são responsáveis por cerca de 65% da produção nacional. O Espírito Santo destaca-se como o primeiro produtor e exportador de mamão do país, apresentando uma produtividade média de 58,7 t/ha/ano, considerada como uma das maiores do Brasil. Além de liderar a produção, o Espírito Santo tem uma produtividade 40% superior à média nacional, colhendo uma média de 60,04 t/ha (IBGE, 2022).

O mamoeiro possui grande importância social, gerando empregos, diretos e indiretos e renda. Essa cultura demanda de mão de obra durante o ano todo, já que os tratos culturais, a colheita e a comercialização são efetuadas de maneira contínua nas lavouras, com plantios renovados a cada 3 anos, (Dantas *et al*., 2013).

No estado do Espírito Santo a produção de mamão é uma fonte de renda para agricultores de diversas regiões. A produção ainda é crescente e a busca pela maior produtividade se constitui em fator preponderante para maiores produções e melhoria na renda dos produtores (Santos *et al*., 2018).

Durante a produção de mudas, os hormônios desempenham papéis cruciais como promotores ou inibidores da germinação. As giberelinas, em particular, são hormônios que promovem a germinação, atuando no crescimento vegetativo do embrião, mobilizando reservas e enfraquecendo o endosperma que cobre o embrião e bloqueia o crescimento do embrião, presentes em várias partes das plantas, como raízes, folhas jovens, sementes em fase de germinação e frutos as giberelinas são fundamentais para o preparo adequado das plantas (Taiz *et al*., 2017). É importante considerar a concentração, o número de aplicações, a época de aplicação e a espécie ou cultivar em uso (Lavagnini *et al*., 2014).

Para a produção de mudas de mamão (*Carica papaya* L.) é essencial, para garantir a qualidade e o rendimento dos plantios, que todas as etapas de produção sejam seguidas de acordo com a exigência da cultura. Esse processo inclui várias etapas importantes, desde a seleção de sementes e métodos de germinação até os cuidados com as mudas e a preparação para o transplante.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina na germinação de sementes de mamão cultivar Aliança, com sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Propagação de Plantas do IFES Campus Santa Teresa.

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar Aliança. As sementes foram extraídas de frutos coletados em estágio final de maturação, colhidas na cidade de Linhares, ES, as quais foram limpas manualmente retiradas a sarcotesta, colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Um ano após a extração das sementes, foi realizado o experimento em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 500 sementes em todo o experimento.

As sementes foram submetidas aos tratamentos com imersão por 30 minutos, sendo eles: água (testemunha); solução de giberelina a 1000 $mg.L^{-1}$; 2000 $mg.L^{-1}$; 3000 $mg.L^{-1}$; 4000 $mg.L^{-1}$, e semeadas em papel germitest umedecido com 2,5 vezes o peso do papel, sendo colocado as sementes em cinco repetições de 10 sementes e encaminhado a uma estufa BOD, temperatura de 25 °C e luz intermitente 12 x 12 horas.

Após a germinação da primeira semente e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de germinação (G) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, estão apresentadas as médias entre as diferentes doses de ácido giberélico (GA_3) na germinação de sementes, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação.

Com relação a germinação houve diferença estatística conforme observado na Tabela 1, o tratamento com concentração de GA_3 1000 $mg.L^{-1}$ e GA_3 2000 $mg.L^{-1}$, apresentaram a maior taxa de germinação com 84% e 81%, respectivamente, das sementes germinando, com superioridade estatística para os outros tratamentos, sendo que a partir desta dosagem, à medida que a concentração de GA_3 aumentou, a taxa de germinação diminuiu gradualmente.

Ao avaliar o IVG, observa-se que houve diferença estatística, sendo o tratamento com água pura superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

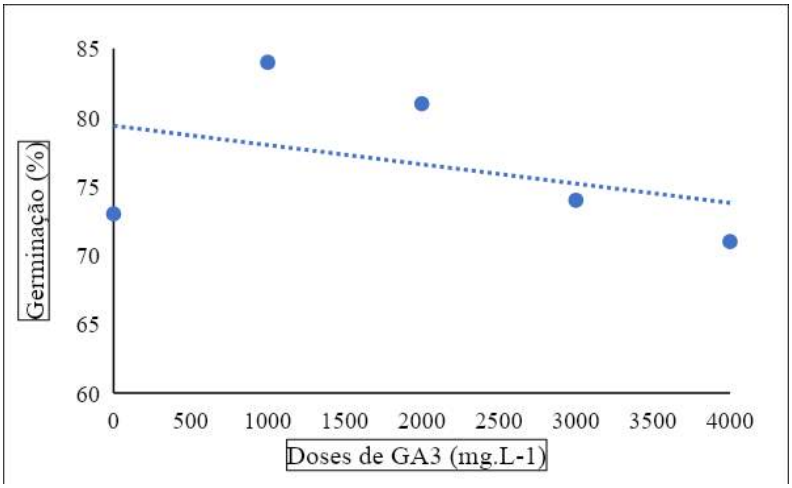
Na avaliação do TMG observa-se que os tratamentos na água pura e com giberelina na dosagem de 4000 mg L^{-1}, teve-se o menor tempo de germinação, sem diferença estatística entre si e superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Germinação de sementes de mamão cv. Aliança em diferentes doses de giberelina com sementes armazenadas por um ano

Tratamento	G	IVG	TMG
Água pura	73 b	7,99 a	6,03 b
GA_3 1000 mg.L^{-1}	84 a	5,67 cd	9,22 a
GA_3 2000 mg.L^{-1}	81 a	5,06 d	9,84 a
GA_3 3000 mg.L^{-1}	74 b	5,78 c	9,61 a
GA_3 4000 mg.L^{-1}	71 c	6,79 b	6,00 b
CV (%)	1,6	5,17	6,41

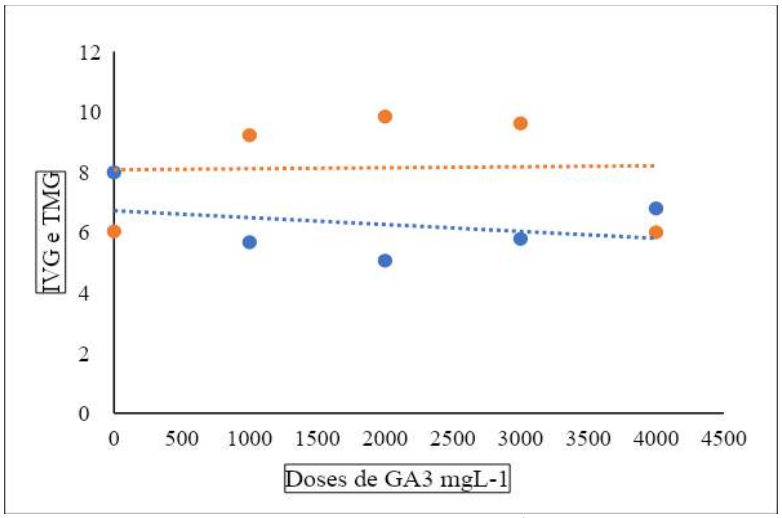
Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. G= germinação das plântulas (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= Tempo médio de emergência.

Diante dos dados analisados, para o encontrar a dosagem ideal de GA_3 para análise de cada variável testada na pesquisa, foi necessário realizar análises de regressão, resultando em parábolas com pontos máximos ideais, sendo a partir da equação da figura, as dosagens indicadas para o uso da giberelina nas sementes.



Dose ideal = 1900 mg.L^{-1}

Figura 1 - Regressão para germinação de sementes de mamão cv. Aliança em diferentes doses de giberelina com sementes armazenadas por um ano



Dose ideal = 2100 mg.L^{-1}

Figura 2 - Regressão para índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação em sementes de mamão cv. Aliança em diferentes doses de giberelina com sementes armazenadas por um ano.

No processo metabólico de germinação de sementes, a giberelina atua na promoção da síntese da enzima hidrolítica α-amilase, sendo esta, a grande responsável pela degradação do amido (Floss, 2011), sugerindo que esta atuação gera um aumento da germinação das sementes, com consequente aumento na emergência de plântulas.

Através da análise de regressão realizada, foi encontrado o ponto máximo de cada avaliação, com as dosagens ideais, e sucessivamente através da equação da figura de tendência, as dosagens especificas para cada variável.

Analisando a dosagem ideal a ser utilizada para cada variável, entramos em divergência, pois as doses indicadas para cada variável não são iguais, sendo apenas próximas. Para encontrarmos o ponto ideal que atenda a todas as variáveis analisadas, foi idealizado a construção de uma média englobando as análises de regressão, resultando na dosagem ideal de GA_3 a ser utilizada

CONCLUSÃO

O ácido giberélico demonstrou um efeito positivo na germinação de sementes de mamoeiro com um ano de armazenamento, mostrando que estas sementes ainda estão viáveis, sendo que a dosagem media ideal para atender a melhor emergência é de 2100 mg.L^{-1}

REFERÊNCIAS

DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2ª ed., Brasília-DF: Embrapa. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Produção agrícola municipal -PAM**: 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html? =&t=o-que-e. Acesso em: 15 ago. 2024.

LAVAGNINI, C. G.; DI CARNE, C. A. V.; CORREA, F.; HENRIQUE, F.; TOKUMO, L. E.; SILVA, M. H.; SANTOS, P. C. S. Fisiologia vegetal – hormônio giberelina. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia** (FAEF), v. 25, n. 1, p. 48-52, 2014.

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (ed.). **A cultura do mamoeiro:** tecnologias de produção. Vitória, ES: Incaper, 2003. 497p.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; FERNANDES, A. R.; JUNIOR, H. P. F; MEIRELES, R. C.; SOUSA, G. B. Esterco bovino e fertilizante na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 59048-59057, 2020.

SANTOS, E. F.; FERNANDES, G. B.; PAIXÃO, M. V. S.; TOMAZELLI, O. C.; HOFFAY, A. C. N.; CHISTÉ, H. Substratos na germinação de sementes de mamão. In: MARTINS, D. S. (ed.). Anais do Simpósio do Papaya Brasileiro. Produção e sustentabilidade hídrica. **Anais...** Vitória, ES: Incaper, 2018. CD-ROM.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHU, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES COMERCIAIS DE MAMÃO DOS GRUPOS SOLO E FORMOSA

Rita de Cássia Santos Nunes[1], Bárbara Caires Brito[1], Caroline Boaventura Nascimento Penha[2], Igor José Lopes da Cruz Santos[1], Alcebiades Rebouças São José[1], Cláudio Lúcio Fernandes Amaral[1], Adriana Dias Cardoso[1]

[1]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA. E-mail: rita.nunes@uesb.edu.br; barbaracb.agro@gmail.com; igorj467@gmail.com; alcebiades@uesb.edu.br; claudio.amaral@uesb.edu.br; adriana.cardoso@uesb.edu.br; [2]Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA. E-mail: carol_boaventura18@hormail.com

INTRODUÇÃO

De importância socioeconômica, o cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) é encontrado em sistemas produtivos por todas as regiões do Brasil. Com destaque no mercado internacional, o país também se encontra entre os maiores produtores mundiais e exportadores, principalmente, para países da Europa (Lima *et al*., 2022). Além disso, as características sensoriais dos seus frutos apresentam ótima aceitação no comércio, o que favorece o aumento das áreas produtivas dessa frutífera.

O alcance do sucesso produtivo na cultura do mamoeiro está atrelado a uma série de fatores diretamente envolvidos em sua cadeia produtiva, como a constituição genética da cultivar, o manejo adotado e, especialmente, a utilização de sementes e mudas de qualidade (Costa *et al*., 2019). A propagação do mamão acontece majoritariamente por meio de sementes, em função da maior praticidade e disponibilidade (Nogueira *et al*., 2024). Por isso, a utilização de sementes de boa procedência é de fundamental importância na obtenção de bons resultados produtivos.

A qualidade fisiológica das sementes pode sofrer interferência de fatores como armazenamento, temperatura, teor de água, condutividade elétrica e geminação. Dessa forma, a análise do vigor de sementes é imprescindível, pois irá fornecer resultados precisos e confiáveis a partir de metodologias adequadas que expressem devidamente viabilidade e vigor das sementes (Brasil, 2009; Silva *et al*., 2019). Diante disso, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica por meio da caracterização de sementes de diferentes materiais genéticos de *Carica papaya* L.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório Biofábrica, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus de Vitória da Conquista, localizada em Vitória da Conquista, Bahia, no ano de

2024. As sementes de mamão utilizadas foram 'Sunrise Solo' (grupo Solo) e do grupo Formosa, com taxa germinativa de 70 e 74%, respectivamente, com purezas de 99%. Os lotes das sementes estudadas foram adquiridos em loja agropecuária do município de Vitória da Conquista, BA.

Para comparação dos lotes estudados, foram feitas avaliações quanto a massa de mil sementes, o teor de água, condutividade elétrica, germinação e percentual de plântulas normais e anormais. Para o teor de água foram pesadas 50 sementes em 4 repetições em estufa a 105 ± 3 ºC, durante 24 horas que foram novamente pesadas. A análise de condutividade elétrica foi feita a partir de quatro repetições de 50 sementes, as quais foram pesadas e imersas em béckeres contendo 75 mL de água destilada e mantidas em câmara incubadora tipo B.O.D. (Biochemical Oxigen Demand) por 24 horas, regulada a 25 °C. Posteriormente, as soluções foram submetidas a leituras em condutivímetro digital, com valores expressos em µS $cm^{-1}g^{-1}$ de sementes (Vieira; Krzyanowski, 1999).

A massa de mil sementes foi obtida pela mensuração, em balança analítica com precisão de 0,0001g, de 8 repetições de 100 sementes coletadas ao acaso nos lotes estudados. Os valores obtidos foram aplicados a fórmula, com valores expressos em gramas conforme propostos por Brasil (2009). Para realização do teste de germinação, foram utilizadas 25 sementes em 4 repetições postas em três folhas de papel (Germitest), umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca das folhas, sendo enroladas, acondicionadas e identificadas em sacos plásticos transparentes armazenados em câmara incubadora tipo B.O.D (25 ± 1 ºC) em posição vertical para as avaliações de germinação, com resultados expressos em porcentagem. Ao final do teste de germinação, as sementes germinadas foram classificadas como normais e anormais de acordo a metodologia de Brasil (2009).

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade (Bartlett), procedendo-se a análise de variância pelo teste t, a 5% de probabilidade com auxílio do programa Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 9.1. Para análise da massa de mil sementes, foi utilizado apenas a estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de mamão das cultivares Sunrise Solo (grupo Solo) e do grupo Formosa apresentaram massa de mil sementes de 14,7 e 18,5 g, respectivamente. Favero *et al*. (2019) corroboram com os resultados dessa pesquisa ao avaliarem genótipos de mamão do grupo Formosa com massa de mil sementes entre os valores de 12,23 a 15,33 g. Em geral, os valores desse estudo indicam variabilidade entre as cultivares do grupo Solo e Formosa, tendo valores próximos ao registrado em literatura. Essa variação pode ocorrer tanto em espécies de diferentes grupos e/ou pertencentes ao mesmo grupo, como observado por Azevedo e Neto (2014), que ao analisarem diferentes estádios de maturação de frutos de mamão do grupo Formosa, híbrido Tainung Nº 1, registraram menores valores entre 7,9 e 8,05 g para sementes maduras. Entretanto, sementes

com maior massa tendem a possuir maiores reservas e, por consequente, maior vigor (Zuffo *et al*., 2023).

Os resultados obtidos nas avaliações dos lotes de sementes das cultivares dos grupos Solo e Formosa para as demais variáveis estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Teor de água (TA), condutividade elétrica (CE), porcentagem de germinação de sementes (GERM), percentual de plântulas normais e plântulas anormais de mamão ‘Sunrise Solo’ e Formosa. Vitória da Conquista, Bahia, 2024

Material genético	TA (%)	CE ($\mu S.cm^{-1}.\ g^{-1}$ semente)	GERM (%)	Plântulas normais (%)	Plântulas anormais (%)
‘Sunrise Solo’	9,6 a	109,6 b	57,0 a	34,1 b	65,9 a
Formosa	8,1 b	890,0 a	6,0 b	66,7 a	33,3 b

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

A partir da análise dos dados, foi possível verificar que as sementes de mamão ‘Sunrise Solo’ e Formosa diferiram quanto à caracterização dos lotes estudados. O teor de água (TA) obtido para as sementes da cv. Sunrise Solo (9,6%) foi superior ao TA das sementes do grupo Formosa (8,1%). Entretanto, no geral, as sementes de mamão apresentam elevada umidade, o que contribui na aceleração da degradação de suas reservas e, consequentemente, redução da sua viabilidade (Santos *et al*., 2022). Valores semelhantes ao encontrado nessa pesquisa foram observados por Nogueira *et al*. (2024), ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de mamão da linhagem L78 tratadas com bioestimulante e germinadas em diferentes fotoperíodos, que obtiveram teores de água entre 9,0 e 10,2%.

Para a condutividade elétrica (CE), observou-se variação de 109,6 e 890,0 $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ para sementes de mamão ‘Sunrise Solo’ e Formosa, respectivamente. O teste de CE é um indicador de vigor de sementes, pois, por meio dele é possível realizar uma avaliação indireta do estado de organização das membranas celulares, por meio da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes, de modo que os menores valores correspondem à menor liberação de exsudatos, o que revela menor desorganização dos sistemas de membranas celulares, indicando maior vigor (Azevedo; Neto, 2014). Logo, as sementes do grupo Solo indicam maior integridade de suas membranas, por consequência, maior vigor quando comparado ao grupo Formosa. Vale *et al*. (2020) verificaram que sementes de mamão após pré-secagem, apresentaram CE de 339,8 $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ e germinação acima de 70%. Todavia, Azevedo e Neto (2014), ao avaliarem sementes de mamão oriundas de frutos em cinco estádios de maturação (1 a 5), registraram valores de condutividade elétrica entre 50,68 e 117,03 $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$, sendo que as sementes dos estádios 1 e 2 apresentaram condutividade elétrica acima de 99,0 $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ e baixa viabilidade.

Referente a germinação, as sementes do grupo Solo presentaram percentual germinativo superior ao das sementes do grupo Formosa (Tabela 1). Naturalmente, as sementes do mamoeiro possuem dormência o

que reflete em uma germinação lenta e desuniforme (Vale *et al*., 2020). Além disso, o tipo de substrato utilizado interfere diretamente na atividade germinativa das sementes de mamão (Savacini *et al*., 2023), uma vez que o substrato deve prover as condições necessárias para um bom desenvolvimento vegetal e, especialmente, para uma boa germinação (Alves; Ferreira, 2020), o que justificaria os baixos percentuais germinativos deste trabalho.

Com base na taxa germinativa, o mamão do grupo Formosa apresentou maior percentual de formação de plântulas normais (66,7%) em relação a cultivar Sunrise Solo, tendo esse apresentado maior número de plântulas anormais (65,9%), conforme Tabela 1, indicando que plântulas obtidas pelo material do grupo Formosa, apesar de possuírem baixa germinação neste estudo, possuem maior vigor e melhores condições de desenvolver em campo (Brasil, 2009). Dessa forma, conhecimento da qualidade fisiológica é uma prática relevante para a produção agrícola, uma vez que a utilização de sementes vigorosas irá originar plântulas com vigor e estande adequado para o cultivo (Zuffo *et al*., 2023).

CONCLUSÃO

As sementes comerciais de mamão da cultivar Sunrise solo e do grupo Formosa apresentaram baixa qualidade fisiológica, podendo comprometer, futuramente, a implantação e a produtividade dos pomares. Ainda assim, a cultivar Sunrise solo foi superior a Formosa em relação ao vigor dos lotes estudados.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, T. P.; FIGUEIRÊDO NETO, A. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Carica papaya* L. em função do estádio de maturação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 52-58, 2014. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2223. Acesso em: 14 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; THIÉBAUT, J. T. L. T.; OLIVEIRA, M. T. R. Germinação e vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden secadas em altas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 228-235, 2009.

COSTA, A. F. S.; ABREU, E. F. M.; SCHMILDT, E. R.; COSTA, A. N.; SCHMILDT, O. Advances observed in papaya tree propagation. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 41, n. 5, p. e-036, 2019.

FAVERO, M.; ARPINI, B. S.; COSTA, N. S.; MOITINHO, A. C. R.; SOUZA SOBRINHO, L. F.; MOREIRA, S. O.; KUHLCAMP, K. T.; DOUSSEAU, S.; BARRO, F. L. S. Variabilidade genética de sementes em família de meios-irmãos oriundas da cultivar Rubi Incaper 511. In: XXIII Encontro Latino Americano de Iniciação

Científica, XIX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e IX Encontro de Iniciação à Docência - Universidade do Vale do Paraíba, 9., 2018, São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2019.

FERREIRA, R. L. Teste de condutividade elétrica para estimar o vigor de sementes de urucum. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 3, p. 3-10, 2015.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; PRADO, J. P.; HENNING, F. A. **Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor da semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2023. 20p.

LIMA, V. M.; LIMA JUNIOR, J. A.; BRONZE, A. B. S.; COELHO, E. F.; DANIEL, R.; SILVA, L. S. Viabilidade econômica do cultivo de mamão fertirrigado sob diferentes doses de potássio. **Irriga**, v. 27, n. 1, p. 141-154, 2022.

LOPES, H. M.; SOUZA, C. M. Efeito da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 181-189. 2008.

MARCOS FILHO, J. (2015). **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. (2.ed.) Piracicaba: FEALQ, 660p.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇANETO, J. B.; Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 9 -16, 2010.

RIBEIRO JÚNIOR, J. J. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001, 301p.

SILVA, J. N.; SILVA; M. A. D.; RODRIGUES, M. H. B. S.; ALVES, R. M. Testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica para sementes de espécies florestais nativas: uma breve revisão. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 2, p. 24-30, 2019.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

SOUZA, L. G. S.; NETO, R. C. A.; SILVA, N. M.; UCHÔA, T. L. Avanços na propagação e cultivo do mamoeiro. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 13, p. e5949, 2020.

VALE, L. S. R.; MARTINS, P. H. M.; FÉLIX, M. J. D.; WINDER, A. R. S.; MARQUES, M. L. S.; ASSIS, E. Métodos de remoção da sarcotesta para superação de dormência em sementes de mamão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, 41161-41174, 2020.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. cap. 4, p.1-26. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999.

ZUFFO, A. M.; SOUSA, J. F.; BARROZO, L. M.; MEZZOMO, R.; SILVA, F. C. S.; SANTOS, R. A.

Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de sorgo produzidas em Balsas-MA. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, *[S. l.]*, v. 27, n. 2, p. 177-183, 2023.

ZULHISYAM, A. K.; SENG, C. T.; ISMAIL, A. A.; AZWANIDA, N. N.; JAMALUDIN, M. Effect of storage temperature and seed moisture contents on papaya (*Carica papaya* L.) seed viability and germination. **Journal of Sustainability Science and Management**, v. 8, n. 1, p. 87-92, 2013.

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA E VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO PAPAYA SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO GIBERÉLICO

Rita de Cássia Santos Nunes[1], Alcebiades Rebouças São José[1], Igor José Lopes da Cruz Santos[1], Bárbara Caires Brito[1], Caroline Boaventura Nascimento Penha[2], Cláudio Lúcio Fernandes Amaral[1], Adriana Dias Cardoso[1]

[1]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA. E-mail: rita.nunes@uesb.edu.br; alcebiades@uesb.edu.br; igorj467@gmail.com; barbaracb.agro@gmail.com; claudio.amaral@uesb.edu.br; adriana.cardoso@uesb.edu.br; [2]Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus, BA, e-mail: carol_boaventura18@hormail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera nativa da América do Sul que representa grande importância para a fruticultura nacional (Moraes; Shinohara, 2022) devido às características sensoriais e nutricionais dos frutos (Silva Júnior; Cunha, 2024). Ele ocupa lugar de destaque entre as frutas tropicais mais produzidas e consumidas no Brasil, tornando o país o quarto maior produtor, com 1.138.343 toneladas produzidas em 2023 (IBGE, 2023).

A maior parte da produção nacional é obtida pelos estados da Bahia e Espírito Santo que detém 62% de toda a produção nacional (IBGE, 2023). Para atender ao abastecimento dessa fruta no mercado é necessário otimizar a produção continuamente em todas as suas etapas, desde a produção de mudas até a pós-colheita (Oliveira; Meissner Filho, 2022).

O cultivo do mamoeiro exige uma renovação periódica dos pomares, o que necessita de constante produção ou aquisição de mudas. Há varias cultivares disponíveis para cultivo, porém as mais utilizadas comercialmente são as do grupo Solo e do grupo Formosa. Na cultura do mamão as mudas são produzidas, principalmente, por sementes, tornando-se um desafio para o produtor devido à germinação lenta e desuniforme e ocorrência de dormência (Paixão *et al*., 2023), atribuída à presença da sarcotesta, envoltório rico em compostos fenólicos que protege a semente (Tokuhisa *et al*., 2009).

Ainda há muitas lacunas e dificuldades na germinação que necessitam ser esclarecidas e resolvidas, no entanto, a grande maioria dos produtores tem recorrido a técnicas para estimular a germinação ao contribuir para a superação da dormência das sementes, a exemplo da utilização do regulador de crescimento giberelina (Silva Júnior; Cunha, 2024).

Devido à importância econômica dessa fruteira, torna-se necessário realizar estudos que comprovem a eficácia das tecnologias que surgem, bem como a metodologia mais adequada para incrementar os índices de germinação e, consequentemente, a produtividade da cultura. Assim, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito de diferentes doses de ácido giberélico na superação da dormência e germinação de sementes de mamão do grupo Solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Biofábrica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista, BA, no período de agosto a setembro de 2024. Foram utilizadas sementes comerciais de mamão cultivar Sunrise Solo, indicando índice de germinação de 74% e 99% de pureza. As sementes foram submetidas ao teste de germinação após aplicação de ácido giberélico (GA_3). Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos consistiram em soluções com concentrações crescentes de ácido giberélico (GA_3), sendo T1: Controle (água destilada); T2: 1500 $mg.L^{-1}$; T3: 2000 $mg.L^{-1}$; T4: 2500 e T5: 3000 $mg.L^{-1}$ de GA_3. Cada repetição continha 50 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento.

As sementes foram imersas, inicialmente, nas diferentes soluções de GA_3 pelo tempo de 45 minutos, após o qual foram retiradas com peneiras e dispostas em papel toalha para remoção do excesso da solução. Posteriormente, as sementes foram distribuídas em três folhas de papel tipo Germitest® umedecidas com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel (Brasil, 2009). Em seguida, as folhas foram enroladas e as quatro repetições de cada tratamento foram acondicionadas em sacos plásticos, os quais foram fechados, identificados e armazenados em câmara incubadora tipo B.O.D. à temperatura de 25 °C por 30 dias.

Foram avaliadas as características: porcentagem de germinação (G), o índice de velocidade de germinação (IVG) e a velocidade média de germinação (VMG), foram obtidas após os 30 dias de início da germinação. As contagens de germinação foram efetuadas diariamente ao longo do experimento, finalizando aos 30 dias com a porcentagem da germinação.

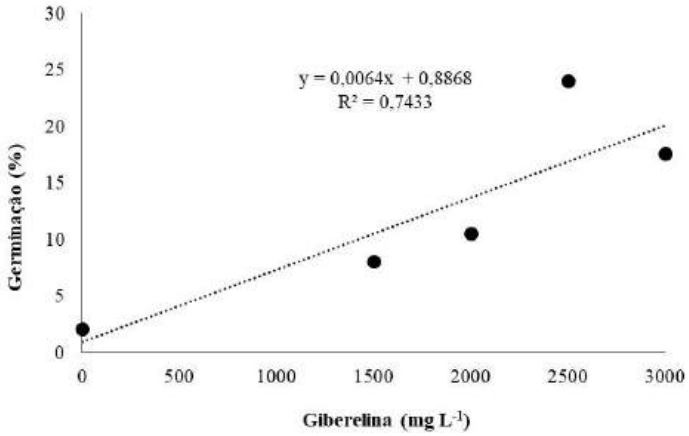
Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade (Cochran), seguido de análise de variância (F a 0,05). Posteriormente, foi feita a análise de regressão. As funções matemáticas selecionadas para expressar o comportamento das variáveis quantitativas obedeceram ao critério de significância do modelo, maior coeficiente de determinação e melhor explicação biológica com auxílio do software SAEG, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lote das sementes avaliadas foi, inicialmente, submetido à caracterização fisiológica, quando se verificou teor de água (TA) de 9,6% e condutividade elétrica (CE) de 109,6 $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$. Em testes de

superação de dormência, Vale *et al*. (2020), obtiveram resultados satisfatórios na germinação (81,5%) em sementes não armazenadas com TA e CE de 9,1% e 1583,5 $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$, respectivamente, enquanto Bebert *et al*. (2008) observaram taxa de germinação acima de 70% em sementes com TA de 12,6% obtidas após pré-secagem à sombra.

Os resultados encontrados para percentual de germinação (G) estão apresentados na Figura 1. A curva de regressão linear obtida a partir dos dados indica que houve tendência de aumento no percentual de germinação para maiores concentrações de GA_3. No entanto, os percentuais de sementes germinadas no estudo foi baixo para todos os tratamentos, sendo 2% no grupo controle e o ponto máximo, de 24%, para a concentração de 2500 $mg.L^{-1}$ de ácido giberélico.



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela Análise de Variância da Regressão.

Figura 1- Porcentagem de germinação de sementes comerciais de *Carica papaya*, grupo Solo, em função de diferentes concentrações de giberelina.

Resultados superiores foram obtidos por Coutinho *et al*. (2023) ao avaliarem sementes de mamão da cultivar Golden submetidas a doses crescentes de GA_3 (0 a 4000 $mg.L^{-1}$), cujos índices de germinação variaram de 63% (controle) a 93%, sendo a dosagem ideal de 2375 $mg.L^{-1}$ de GA_3, semelhante ao obtido por Favarato *et al*. (2023).

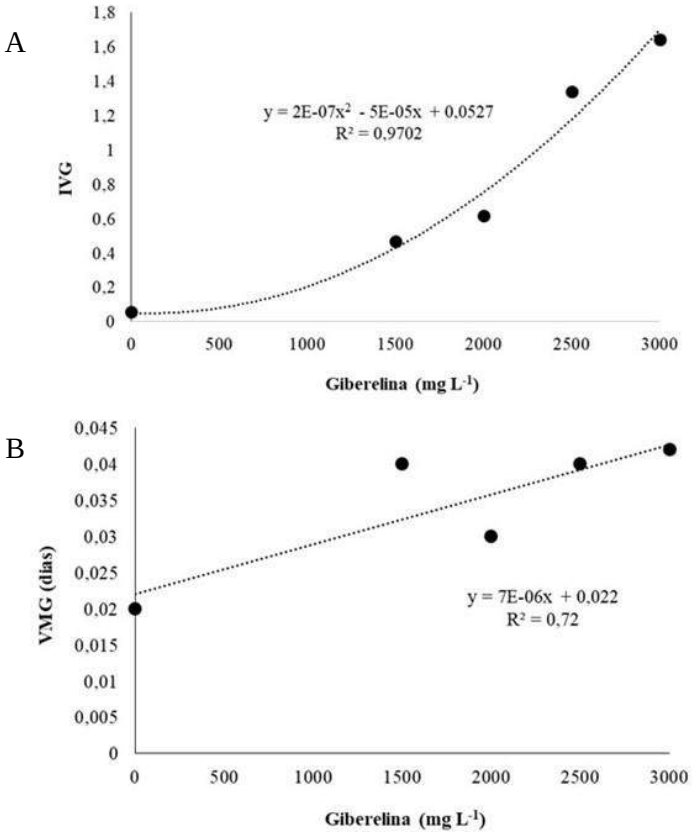
Os percentuais de germinação verificados no presente estudo, inferiores à informação contida na embalagem (74%) podem estar relacionados com ambiente de conservação das embalagens no comércio local.

Na Figura 2 estão apresentados os valores para índice de velocidade de germinação (IVG) e velocidade média de germinação (VMG) obtidos ao final dos 30 dias de avaliação.

Verifica-se nas Figuras 2 A-B que houve aumento crescente no IVG e VMG, atingindo valores máximos para a concentração de 3000 $mg.L^{-1}$ de GA_3, embora a taxa de germinação tenha sido baixa para todos os tratamentos. Essa resposta encontrada diverge dos resultados obtidos por Paixão *et al*. (2021), os quais

relatam concentração de GA_3 entre 2000 e 3000 mg.L-^{1} como ideal para proporcionar maiores valores de IVG, os quais recomendam usar a menor dosagem.

As giberelinas, são compostos que atuam como promotores da germinação, ativando o crescimento vegetativo do embrião e enfraquecendo a camada do endosperma que envolve o embrião e restringe seu crescimento (Paixão, 2023). No entanto, os resultados obtidos demonstram que a aplicação de giberelina não foi suficiente para elevar a porcentagem de germinação e emergência das plântulas. Segundo Zulhisyam *et al*. (2013), a umidade e temperatura inadequadas podem comprometer a viabilidade das sementes armazenadas por longos períodos.



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela Análise de Variância da Regressão.

Figura 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) (A) e velocidade média de germinação (VMG) (B) de sementes comerciais de *Carica papaya*, grupo Solo em função de diferentes concentrações de giberelina.

CONCLUSÃO

A utilização de doses crescentes de ácido giberélico (GA_3) como técnica de superação de dormência não foram eficientes na promoção da germinação em lotes de sementes comerciais utilizados nessa pesquisa.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UESB, por disponibilizar as condições necessárias para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

COUTINHO, M. E. D.; LAUVERS, F. S.; CARRARA, J. A. M.; PAIXÃO, M. V. S.; MEIRELES, R. C. Giberelina na germinação de sementes de mamoeiro cv. Golden. **Revista Foco**, v. 16, n. 3, p. e.1295, p. 1-8, 2023.

FAVARATO, E. C.; CORREIA, P. H.; MARTINS, V. S.; PAIXÃO, M. V. S.; FERNANDES, A. R. Giberelina na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Formosa mel. **Revista Foco**, v. 16, n. 2, p. e.1214, p. 1-15, 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agropecuária**. 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mamao/br.

MORAES, C. R. L.; SHINOHARA, N. K. S. Fruitful diversity in the territory of the Universidade Federal Rural of Pernambuco – UFRPE Sede. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 11, n. 10, p. e240111032628, 2022.

OLIVEIRA, A. M. G.; MEISSNER FILHO, P. E. **Mamoeiro do grupo solo: cultivo, colheita, pós-colheita e comercialização**. Brasília, DF: Embrapa, 2022, 273p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1143935.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; HOFFAY, A. C. N.; CORREA, A. C.; CREMONINI, G. M. Ácido giberélico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Agrotrópica**, v. 33, n. 2, p. 143-148, 2021.

PAIXÃO, M. V. S.; BORSOI NETO, A. C.; MOTA, L. L.; SINFRÔNIO, L. L. Giberelina na emergência de plântulas de mamoeiro cv. Aliança. **Contemporânea**, v. 3, n. 6, 2023.

SILVA JÚNIOR, S.L.; CUNHA, W. V. Avaliação de germinação de sementes de *Carica papaya* L. submetidas a diferentes tratamentos. **Revista Perquirere**, v. 21, n. 2, p. 31-36, 2024.

TOKUHISA, D.; ZANUNCIO, C. A.; HILST, P. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 137-145, 2009.

ZULHISYAM, A. K.; SENG, C. T.; ISMAIL, A. A.; AZWANIDA, N. N.; JAMALUDIN, M. Effect of storage temperature and seed moisture contents on papaya (*Carica papaya* L.) seed viability and germination. **Journal of Sustainability Science and Management**, v. 8, n. 1, p. 87-92, 2013.

SUBSTRATOS COMERCIAIS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. ALIANÇA

Samara da Silva Evaristo[1], Maria Taís Barbosa dos Santos[1], Sara Cristina Pinto de Oliveira[1], Dioliana Ponte Coswosck[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: samaraevaristo21@gmail.com; tais75013@gmail.com; saracpo04@gmail.com; diolianaagrocoswosck@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é uma das frutas tropicais mais cultivadas e consumidas mundialmente, destacando-se pela sua versatilidade e benefícios nutricionais. Entre as diversas cultivares de mamão, a cultivar Aliança tem se mostrado promissora devido às suas características agronômicas e comerciais. Sendo esta cultivar conhecida por apresentar frutos de qualidade superior, com boa aceitação no mercado e resistência a algumas doenças comuns ao mamoeiro.

A cultivar Aliança tem ganhado destaque entre os produtores de mamão devido à sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas e solos, além de sua resistência a pragas e doenças, como a mancha anelar do mamoeiro e a podridão radicular. Essas características tornam a cultivar Aliança uma opção atraente para a agricultura comercial, especialmente em regiões onde as condições de cultivo são desafiadoras. Além disso, o mamão 'Aliança' é valorizado por seus frutos de polpa firme e sabor doce, características que são altamente desejadas pelos consumidores e mercados internacionais. A qualidade dos frutos é um fator crucial para a competitividade no mercado global, onde a demanda por produtos de alta qualidade é crescente.

O sucesso na produção de mamão depende de vários fatores, incluindo o tipo de substrato utilizado. Substratos adequados proporcionam um melhor desenvolvimento das plantas, influenciando diretamente na produtividade e na qualidade dos frutos. A escolha do substrato ideal ainda se mostra como um desafio, pois diversos fatores precisam ser considerados, como a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de retenção de água e a aeração das raízes. Pesquisas têm demonstrado que a combinação de diferentes tipos de substratos pode resultar em melhorias significativas no crescimento das plantas e na produção de frutos (Pereira *et al*., 2008).

Segundo Tosta *et al*. (2010) e Ferreira *et al*. (2020), informações técnicas relacionadas ao uso de substratos alternativos e de disponibilidade regional que possam garantir uma produção de mudas de qualidade, podem ser de fundamental importância tanto para o desenvolvimento da cultura em campo quanto para o

aspecto de sustentabilidade. Um substrato deve apresentar características físicas e químicas que possam proporcionar o desenvolvimento das mudas, permitindo uma boa formação de seu sistema radicular e da parte aérea da planta (Trigueiro; Guerrini, 2014).

A pesquisa científica busca constantemente otimizar as condições de cultivo para maximizar a eficiência produtiva e a qualidade do mamão. Estudos recentes têm enfatizado a importância de avaliar diferentes tipos de substratos para identificar aqueles que oferecem os melhores resultados agronômicos e econômicos. A compreensão detalhada da interação entre a cultivar Aliança e os substratos pode fornecer informações valiosas para produtores, pesquisadores e formuladores de políticas agrícolas.

A hipótese subjacente é que a variação dos substratos proporcionará diferentes condições de desenvolvimento para as plantas, refletindo-se em variações na produtividade e qualidade dos frutos. A pesquisa pretende contribuir para a literatura existente ao fornecer dados empíricos sobre a eficácia dos substratos testados, oferecendo diretrizes práticas para o aprimoramento das práticas agrícolas e a sustentabilidade da produção de mamão, considerando a avaliação de diferentes substratos comercias que podem substituir a terra na produção de mudas de mamão.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a emergência de plântulas de mamão, cultivar Aliança em substratos comerciais em comparação com a terra pura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56’12”S e 40º35’28”W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foram utilizadas no experimento, sementes de mamão da cultivar Aliança colhidas manualmente de plantas localizadas na região de Linhares, sendo selecionados 20 frutos para retirada das sementes. As sementes foram lavadas, retiradas a sarcotesta e secadas a sombra por 48 horas, semeadas em tubetes de 150 mL, sendo utilizada uma semente por tubete.

Os tratamentos foram compostos dos substratos: Terra pura como testemunha e os substratos comerciais puros, Carolina Soil, Mogifertil, Biomix e Bioplant®. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes por parcela.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que os substratos Biomix e Carolina Soil apresentaram o melhor resultado para emergência de plântulas, superior estatisticamente aos outros tratamentos e iguais entre si. O substrato Bioplant® apresentou resultado estatisticamente igual a terra pura, e, considerando a emergência da terra pura, podemos considerar que os substratos Biomix, Carolina Soil e Bioplant® podem ser utilizados em substituição a terra pura na produção de mudas.

Para o índice de velocidade de emergência, o Biomix, Carolina Soil e a terra apresentaram resultado estatisticamente iguais e superior aos outros substratos utilizados, sugerindo mais uma vez que estes substratos podem substituir a terra pura na produção de mudas.

Na avaliação do tempo médio de emergência, podemos observar que o substrato Carolina Soil apresentou o melhor resultado, porém estatisticamente igual ao Biomix, Bioplant® e a Terra pura, superior somente ao Mogifertil, porém a terra pura não diferiu estatisticamente a nenhum outro tratamento (Tabela 1). Nesta variável, todos os substratos estão aptos a substituir a terra pura.

Tabela 1 - Emergência em plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes substratos comerciais

Tratamentos	E	IVE	TME
Bioplant®	65 b	0,902 b	18,474 ab
Mogifertil	60 c	0,899 b	17,622 b
Biomix	69 a	0,943 a	18,376 ab
Carolina Soil	68 ab	0,940 a	18,484 a
Terra pura	65 b	0,949 a	18,346 ab
CV (%)	1,78	8,21	2,16

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. E= emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= tempo médio de emergência.

Para a obtenção de mudas de boa qualidade, faz-se necessário à utilização de substratos, os quais devem apresentar propriedades físicas e químicas adequadas e fornecer os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta, além disso, a qualidade do substrato depende, primordialmente, das proporções e dos materiais que compõem a mistura (Silva *et al*., 2001). Os substratos comerciais apresentam diversidades na sua composição, o que podem apresentar diferentes resultados em seus atributos, como porosidade, densidade, permeabilidade e textura, fazendo com que apresentem diferenças na germinação das sementes e

no desenvolvimento das plântulas, na qual podemos sugerir que os resultados encontrados podem divergir para outra cultura a ser avaliada.

CONCLUSÃO

Os substratos Biomix e Carolina Soil apresentaram os melhores resultados para emergência de plântula de mamão, com maior velocidade de emergência em menor tempo, sendo considerados como substratos que podem substituir a terra pura na produção de mudas do mamoeiro.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

FERREIRA, M. V. N.; PEREIRA, R. Y. F.; SILVA, R. O.; DOIHARA, I. P. Resíduo de café e casca de ovo na produção de mudas de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). **Global Science and Technology,** v. 13, n. 2, p. 169-185, 2020.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

PEREIRA, W. E.; SOUSA, G. G.; ALENCAR, M. L.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, G. P. Crescimento de mudas de mamoeiro contendo caulim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 27-35, 2008.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

TOSTA, M. S.; LEITE, G. A.; GÓES, G. B.; MEDEIROS, P. V. Q.; ALENCAR, R. D.; TOSTA, P. A. F. Doses e fontes de matéria orgânica no desenvolvimento inicial de mudas de melancia "Mickylee". **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,** v. 5, n. 2, p. 117-122, 2010.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 657-665, 2014.

SUBSTRATOS COMERCIAIS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. FORMOSA GIGANTE

Samira Alice de Oliveira[1], José Carlos Souza Vieira[1], Iasmyn Novelli Schulz[1], Saulo Fagno Romagna[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espirito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: samira.a.fideles@gmail.com; josesouzavieira18@gmail.com; schulziasmyn@gmail.com; saulim404@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil aparece entre os maiores produtores de mamão mundial respondendo com aproximadamente 10,8% da produção mundial, sendo que ela atingiu mais de 13,5 milhões de toneladas, tendo como principais produtores a Índia, Brasil e México (Faostat, 2023).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), é uma espécie tropical adaptada às condições climáticas de diversas regiões brasileiras, com representatividade no cenário nacional, sendo a produção de suas mudas o primeiro passo para uma cultura sadia (Paixão *et al*., 2020). O mamoeiro tem sido cultivado em todas as regiões do Brasil, alcançando uma área de 28.495 ha, e uma produtividade média de 44,10 t.ha¹ (IBGE, 2015).

O mamoeiro pode ser propagado por meio de sementes, estaquia e enxertia, entretanto, nos plantios comerciais, a propagação mais utilizada ocorre por meio de sementes (Faria *et al*., 2009). No entanto, sua germinação é considerada lenta, desigual e irregular o que dificulta a formação de mudas (Tokuhisa *et al*., 2007). A planta do mamoeiro caracteriza-se por sua adaptação às diversas condições climáticas das regiões do país, todavia, para o bom desenvolvimento dos pomares, a produção de mudas se torna imprescindível (Paixão *et al*., 2020), e por ser uma cultura que necessita de uma grande densidade de plantas/ha e renovação dos pomares no máximo a cada três anos (Souza, 2000), há uma demanda constante por mudas.

Para a obtenção de uma muda de qualidade torna-se de fundamental importância o uso de um bom substrato (Leal *et al*., 2007). Os substratos utilizados na produção de mudas devem desempenhar suas funções essenciais para garantir condições adequadas à germinação e o desenvolvimento saudável do sistema radicular (Ramos *et al*., 2002) devendo ter em sua composição partículas minerais, ter origem vegetal, animal ou mineral e conter espaços que facilitam a mobilidade de água e ar (Oliveira *et al*., 2014).

O mamoeiro tem sido propagado comercialmente via sementes, utilizando substratos comerciais, com elevado custo e sem o aproveitamento de materiais regionais disponíveis com potencial, realidade que motiva a execução de pesquisas envolvendo insumos de disponibilidade e custos reduzidos, mas eficientes no processo

de produção e de mudas.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento de mudas mamoeiro 'Formosa gigante' através do uso de diferentes substratos comerciais em comparação com a terra pura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar Formosa gigante. As sementes foram extraídas de frutos coletados em estágio final de maturação, colhidas de produtores na cidade de Linhares, ES, as quais foram limpas manualmente retiradas a sarcotesta e colocadas para secar à sombra.

O experimento foi realizado em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 600 mudas em todo o experimento.

Para cada avaliação foram consideradas cinco plantas úteis de cada repetição. Os tratamentos utilizados foram os substratos comerciais encontrados no comércio regional, sendo eles: Maxfertil, Carolina Soil, Biomix, Bioplant®, Mogifertil e a terra pura como testemunha.

As bandejas foram levadas para a casa de vegetação com os substratos colocados nos tubetes com capacidade volumétrica de 150 mL. Os tubetes foram molhados, posteriormente foram semeadas, colocando-se uma semente por tubete e em seguida foi realizado a rega das bandejas.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que o substrato comercial Biomix apresentou o melhor resultado para emergência de plântulas, com superioridade estatística para todos os outros tratamentos.

Destaca-se que apenas o substrato Mogifertil não apresentou superioridade estatística para a terra,

sendo que todos os outros tratamentos apresentaram diferença.

Outro dado importante a ser considerado é a viabilidade da semente desta cultivar, com altos índices de germinação em todos os tratamentos (Tabela 1).

Os substratos Maxfertil, Carolina Soil e Biomix apresentaram o melhor resultado para IVE, diferentes estatisticamente dos outros substratos e sem diferença entre si (Tabela 1).

Na avaliação do tempo médio de emergência (TME), o substrato Biomix apresentou o menor tempo para emergência, diferente estatisticamente dos outros substratos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 - Emergência em plântulas de mamão cv. Formosa gigante em diferentes substratos comerciais

Tratamentos	E	IVE	TME
Maxfertil	97 b	1,128 a	21,741 b
Carolina soil	95 c	1,126 a	21,678 b
Biomix	99,3 a	1,133 a	20,709 c
Bioplant®	95 c	1,033 b	22,701a
Mogifertil	91,2 d	1,032 b	21,733 b
Terra	91 d	1,046 b	22,562 a
CV (%)	0,87	3,09	1,55

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. E= emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= tempo médio de emergência.

A terra comumente utilizada para produção de mudas, apresentou resultados inferiores aos substratos comerciais avaliados, mostrando que mesmo sendo um substrato mais barato, pois é encontrada na natureza, não proporcionará mudas de qualidade se não adicionarmos algum material que melhore sua fertilidade.

Para a boa formação da muda, deve ser utilizado um substrato que tenha os atributos de uma boa capacidade de retenção de água para permitir a germinação, com uma porosidade suficiente para facilitar o fornecimento de oxigênio (Pio, 2004).

A obtenção de mudas de boa qualidade exige a utilização de um bom substrato que forneça os nutrientes necessários ao pleno desenvolvimento da planta, pois o substrato deve manter o equilíbrio entre água e ar, além de proporcionar nutrição nos estágios iniciais do desenvolvimento do sistema radicular (Franzon *et al*., 2010).

CONCLUSÃO

O Biomix apresentou os melhores resultados para emergência e velocidade de emergência em plântulas de mamoeiro cultivar Formosa gigante, em um menor tempo.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

FAO, Faostat. **Food and agriculture organization of the United Nations**. Rome, URL: http://faostat. fao. org, p.403, 2023.

FARIA, A. R. N.; NORONHA, A. D. S.; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; DE OLIVEIRA, E. J.; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, J. D. **A cultura do mamão**, Brasília, DF: Embrapa Informação, 2009.

FERNANDES, F. M.; CANASIN, R. C. F. S.; CORRÊA, L. S. Adubação orgânica e/ou mineral no crescimento de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: Congresso brasileiro de fruticultura, p.17, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas**: principais técnicas na propagação de fruteiras. EMBRAPA-Cerrados: Planaltina-DF, 2010. 56p. (Série Documentos, 283).

IBGE, G. Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA. **Banco de dados agregados.** Disponível em: http://www. sidra. ibge. gov. br/bda/tabela/protabl. asp, 2015.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa**. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 31p.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. G.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L. Utilização de compostos orgânicos como substrato na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 392-395, 2007.

OLIVEIRA, K. S.; OLIVEIRA, M. S.; PEREIRA, E. C. Efeito de diferentes meios de cultura na germinação in vitro de sementes de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 601-607, 2014.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; FERNANDES, A. R.; JUNIOR, H. P. F; MEIRELES, R. C.; SOUSA, G. B. Esterco bovino e fertilizante na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 59048-59057, 2020.

PIO, R.; GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; CARRIJO, E. P.; TOLEDO, M.; VISIOLI, E. L.; TOMASETTO, F. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 10, n. 4, p. 523-525, 2004.

RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J. C. M. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente**. Informe Agropecuário**, v. 23, p. 64-72, 2002.

RUGGIERO, C. **Mamão**. Jaboticabal: FCAV Unesp, 1988. 428p.

SOUZA, J. S. Aspecto socioeconômicos. **Mamão produção: aspecto técnico**. Brasília, DF: Embrapa

Comunicação para transferência de tecnologia, 2000. 10 p. (Frutas do Brasil, 3).

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; HILST, P. C.; DEMUNER, A. J. Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (Carica papaya). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 180-188, 2007.

SUBSTRATOS COMERCIAIS NA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E SECA DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. FORMOSA GIGANTE

Samira Martins Ohnesorge[1], Samira Alice de Oliveira[1], Gabriel Evangivaldo Rocha de Freitas Valle[1], Amanda Sarmento Lopes[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espirito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES.
E-mail: samiraohnesorge@gmail.com; samira.a.fideles@gmail.com; ogabrielrochavalle@gmail.com; amandasarmento52@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

A cultura do mamão, pertencente à família Caricaceae, gênero *Carica*, é uma frutífera encontrada em quase todos os países da América tropical (Costa *et al*., 2019). Das 22 espécies do gênero, a mais cultivada comercialmente nas mais variadas regiões tropicais do mundo é a *Carica papaya* L. (Lima *et al*., 2007). O Brasil apresenta grande destaque no que tange a produção do mamoeiro, encontrando-se na segunda posição em relação aos principais países produtores, ficando atrás somente da Índia (Embrapa, 2023). Apesar de ser cultivado em quase todos os estados do Brasil, o Espírito Santo é o primeiro e a Bahia o segundo maior produtor da cultura (IBGE, 2018).

A cultura do mamoeiro apresenta grande importância na geração de empregos pois, de acordo com Lima *et al.* (2007) a cultura necessita de renovação dos pomares e há produção o ano inteiro, fazendo com que ocorra absorção de mão de obra durante todo o ano. No Brasil, o mamoeiro é cultivado quase na totalidade do seu território, merecendo destaque os Estados da Bahia, Espírito Santo, que são responsáveis por cerca de 70% da produção nacional (IPEA, 2024).

A planta do mamoeiro caracteriza-se por sua adaptação às diversas condições climáticas das regiões do país, todavia, para o bom desenvolvimento dos pomares a produção de mudas se torna imprescindível (Paixão *et al.*, 2020). Mudas de boa qualidade necessitam em sua maioria de solos com concentrações de macro e micronutrientes essenciais e todo desenvolvimento radicular e aéreo da planta, pois isso facilita o estabelecimento dessas em condições desfavoráveis (Melo *et al*., 2002), por isso é fundamental a utilização de substrato adequado para um bom desenvolvimento da planta.

Lemaire (1994) destacou que as propriedades físicas, químicas e biológicas dos substratos são fundamentais para o funcionamento do sistema radicular. A fase sólida assegura a estabilidade mecânica das raízes, enquanto a fase líquida fornece água e nutrientes. Por sua vez, a fase gasosa é responsável pela oferta de oxigênio e pelo transporte de dióxido de carbono entre as raízes e a atmosfera externa. Uma das etapas mais

importantes do sistema produtivo é a produção de mudas, a qual influencia diretamente o desempenho final das plantas (Maggioni, 2014), todavia, trabalhos analisando os tipos de substrato comerciais que beneficiem o mamoeiro são escassos.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em diferentes substratos comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar Formosa gigante. As sementes foram extraídas de frutos coletados em estágio final de maturação, colhidas de produtores na cidade de Linhares, ES, as quais foram limpas manualmente retiradas a sarcotesta e colocadas para secar à sombra.

O experimento foi realizado em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 600 mudas em todo o experimento.

Para cada avaliação foram consideradas cinco plantas úteis de cada repetição. Os tratamentos utilizados foram os substratos comerciais encontrados no comércio regional, sendo eles: Maxfertil, Carolina Soil, Biomix, Bioplant®, Mogifertil e a terra pura como testemunha.

As bandejas foram levadas para a casa de vegetação com os substratos colocados nos tubetes com capacidade volumétrica de 150 mL. Os tubetes foram molhados, posteriormente foram semeadas, colocando-se uma semente por tubete e em seguida foi realizado a rega das bandejas.

Após 60 dias da emergência da primeira plântula foi avaliado a massa verde das folhas (MVF) ($g.pl^{-1}$); massa seca das folhas (MSF) ($g.pl^{-1}$), massa verde da raiz (MVR) ($g.pl^{-1}$); massa seca da raiz (MSR) ($g.pl^{-1}$), massa verde do caule (MVC) ($g.pl^{-1}$) e massa seca do caule (MSC) ($g.pl^{-1}$), sendo as avaliações da seguinte forma: Massa verde das folhas (MVF), retirando as folhas do caule e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa verde radicular (MVR) e Massa verde do caule (MVC), separando as raízes e caules e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa seca das folhas (MSF), retirando as folhas da parte aérea da planta, acondicionadas em sacos de papel e obtido a partir do material seco em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas; Massa seca radicular (MSR) e Massa seca do caule (MSC), as raízes foram separadas da parte aérea, ambas acondicionadas em sacos de papel separadamente e colocadas

para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que para a massa verde e seca das folhas, os substratos Carolina Soil e Bioplant® apresentaram os melhores resultados, superiores estatisticamente dos outros substratos e sem diferença entre si.

Para massa verde do caule, o substrato Bioplant® apresentou o melhor resultado estatístico, superior aos outros tratamentos, porém na massa seca do caule o mesmo não foi observado, onde os substratos, Bioplant®, Mogifertil e Terra apresentaram resultado estatisticamente iguais (Tabela 1).

Na avaliação da massa verde da raiz, o substrato Bioplant® apresentou o melhor resultado estatístico, superior aos outros tratamentos, o mesmo podendo ser observado para massa seca das raízes (Tabela 1).

Tabela 1 - Produção de massa verde e seca em plântulas de mamão cv. Formosa gigante em diferentes substratos comerciais

Tratamentos	MVF	MVC	MVR	MSF	MSC	MSR
Maxfertil	0,083 c	0,429 b	0,172 b	0,019 b	0,014 bc	0,026 c
Carolina Soil	0,305 a	0,366 bc	0,139 bc	0,064 a	0,002 c	0,034 bc
Biomix	0,104 c	0,255 bc	0,14 bc	0,020 b	0,021 ab	0,022 c
Bioplant®	0,299 a	0,898 a	0,57 a	0,066 a	0,031 a	0,097 a
Mogifertil	0,202 b	0,176 c	0,123 bc	0,018 b	0,021 ab	0,041 b
Terra	0,079 c	0,155 c	0,069 c	0,015 b	0,030 a	0,021 c
CV (%)	58,85	65,94	43,56	54,78	77,04	38,41

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. MVF = massa verde das folhas ($g.pl^{-1}$); MVR = massa verde da raiz ($g.pl^{-1}$); MVC = massa verde do caule ($g.pl^{-1}$); MSF= massa seca das folhas ($g.pl^{-1}$); MSR = massa seca da raiz ($g.pl^{-1}$); MSC = massa seca do caule ($g.pl^{-1}$).

Um dos fatores de produção, constitui-se no substrato utilizado para a produção, e, considerando os diversos substratos comerciais disponíveis para produção de mudas de mamão, é que surgiu a necessidade de se buscar subsídios para aplicar no manejo da cultura, o substrato comercial que mais favoreça a produção de massa verde das plântulas, com fins de fornecer os melhores rendimentos para a produção. A busca por novas tecnologias e sistemas de produção, com utilização do substrato adequado tem sido uma constante entre os produtores, a fim de facilitar aumentar a produtividade desta fruta.

A terra pura apresentou os piores resultados para produção de massa verde e seca em plântulas do

mamoeiro, mostrando que este substrato, precisa de acréscimo nutricional para melhorar as mudas produzidas.

Segundo Malavolta *et al*. (2002), a adubação orgânica, além de melhorar a drenagem e a aeração do substrato, incrementa a capacidade de armazenamento de água, níveis de nutrientes à planta, estimulando o desenvolvimento radicular, o que sugere que nesta pesquisa, que o substrato Bioplant® possui em sua composição nutricional uma quantidade maior e mais balanceada que os outros substratos testados, apresentando os melhores resultados para produção de massa verde e seca em plântulas do mamoeiro.

CONCLUSÃO

O substrato Bioplant® apresentou os melhores resultados na produção de mudas no que se refere a maior produção de massa verde e seca das plântulas de mamoeiro cultivar Formosa gigante, considerando os substratos comerciais utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

COSTA, V. M.; CAVALCANTE NETO, A. A.; SOUZA, T. R. M.; PARENTE, I. P.; BARROSO, D. F. R. Efeito do sombreamento sobre a germinação e crescimento de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Assuntos Interdisciplinares**, v. 1, n. 1, p. 19-34, 2019.

EMBRAPA. **Base de dados dos produtos**: mamão no mundo. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2023.

IBGE. Sidra. **Produção Agrícola Municipal**. 2018. https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado.

IPEA – IBGE (IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Relatório econômico**. Brasília: Ipea: IBGE, 2024.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Hydroponics and Transplant Production**, p. 273-284, 1994.

LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1358-1363, 2007.

MAGGIONI, M. S.; ROSA, C. B. C. J.; ROSA JÚNIOR, E. J.; SILVA, E. F.; ROSA, Y. B. C. J.; SCALON, S. P. Q.; VASCONCELOS, A. A. Desenvolvimento de mudas de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) em função do recipiente e do tipo e densidade de substratos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, p. 10-17, 2014.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MELO, A. S.; COSTA, A. S.; RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, F. X.; FILGUEIRAS, H. A. C.; SILVA, L. M. S.; SIQUEIRA, L. A. **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracajú: Embrapa, 2002. 216p.

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; FERNANDES, A. R.; JUNIOR, H. P. F; MEIRELES, R. C.; SOUSA, G. B. Esterco bovino e fertilizante na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 59048-59057, 2020.

ESTERCO BOVINO MISTURADO A SUBSTRATOS COMERCIAIS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. CALIMOSA

Saulo Fagno Romagna[1], Iasmyn Novelli Schulz[1], José Carlos Souza Vieira[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1], Diogo Galão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: saulim404@gmail.com; schulziasmyn@gmail.com; josesouzavieira18@gmail.com; mvspaixao@gmail.com; galaodiogo@gmail.com

INTRODUÇÃO

A cultivar Calimosa foi obtida a partir de um cruzamento entre uma cultivar do grupo Formosa e uma do grupo Solo, gerando o primeiro híbrido produzido no Brasil. Possui características semelhantes ao grupo Formosa, com frutos alongados com polpa avermelhada e firme, com sabor e aroma bastante positivos na aceitação do mercado consumidor (Faria *et al*., 2009).

Na produção de mudas, o sucesso está na escolha de um substrato com as características desejáveis para a cultura, que possa atuar diretamente no vigor das mudas produzidas. Em geral, o substrato deve apresentar boa composição física, química e orgânica, com riqueza nos nutrientes essenciais, pH ideal, ausência de organismos nocivos à muda, boa retenção de água, transporte e aquisição facilitados textura e porosidade adequada, facilitando a mobilidade dos gases entre a atmosfera e o substrato, garantindo uma boa respiração radicular e oxigênio necessário para a germinação (Borges *et al*., 1995; Júnior *et al*., 2006).

No mercado local de substratos, existem diferentes marcas com diferentes formulações, de diversas formas de origem, levando-nos a concluir que não existe um material que seja comprovadamente eficaz para todas as espécies de plantas. Considerando esta afirmação, devemos verificar qual substrato disponível comercialmente que proporcione uma emergência e formação de mudas de melhor qualidade (Júnior *et al*., 2006).

Na propagação por sementes, o substrato tem a finalidade de proporcionar condições adequadas à germinação e/ou ao desenvolvimento inicial da muda. Para isso, é importante que se busque por métodos de propagação e substratos que preservem as características genéticas de interesse (Da Silva; Pereira, 2004). Diversos substratos são utilizados quando se trabalha com produção de mudas, sendo estes utilizado puro, misturado a outro substrato ou a um composto orgânico como esterco bovino, caprino ou equino. Entre os materiais comumente encontrado na produção de mudas estão os substratos vermiculita, a casca de arroz carbonizada, a fibra de coco (Lone *et al*., 2010), terra, areia, substratos comerciais, destacando que a mistura de substratos aparece como a melhor opção para a produção de mudas (Paixão, 2023).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de substratos comerciais misturado com esterco bovino em relação à terra pura na emergência de plântulas de mamão cultivar Calimosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na mesorregião Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foram utilizadas no experimento, sementes de mamão da cultivar Calimosa, colhidas manualmente de plantas localizadas na região de Linhares, sendo selecionados 20 frutos para retirada das sementes. As sementes foram lavadas, retiradas a sarcotesta e secadas à sombra por 48 horas, semeadas em tubetes de 150 mL, sendo utilizada uma semente por tubete.

Os tratamentos foram compostos dos substratos: Terra pura + esterco bovino (3:1) como testemunha e os substratos comerciais puros, Carolina Soil + esterco bovino (3:1), Mogifertil + esterco bovino (3:1), Biomix + esterco bovino (3:1) e Bioplant® + esterco bovino (3:1). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes por parcela.

Após a emergência da primeira plântula e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de emergência (E) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo às pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência iniciou 13 dias após o semeio.

Em relação à emergência, o substrato Carolina Soil e o substrato Bioplant® ambos misturados ao esterco bovino (3:1), apresentaram melhor porcentagem de emergência quando comparado aos outros substratos, com superioridade estatisticamente e sem diferença entre si. Os substratos Mogifertil misturada com esterco bovino e Biomix misturada com esterco bovino não apresentaram diferença estatística entre si.

O substrato Terra pura misturada com esterco bovino (3:1), apresentou o menor índice de emergência entre os substratos avaliados (Tabela 1).

Foi observado no experimento, que a terra misturada com esterco bovino apresentou a maior compactação, que pode ter gerado a menor emergência de plântulas, justificando a baixa emergência neste substrato.

Para IVE, os substratos Carolina Soil misturada com esterco bovino e Bioplant® misturada com esterco bovino, apresentaram melhores médias, superiores estatisticamente aos outros substratos. Mogifertil e Biomix misturados com esterco bovino não apresentaram diferença entre si, sendo a terra misturada com esterco bovino inferior aos outros substratos (Tabela 1).

Na avaliação do TME, foi possível observar maiores tempos de emergência nos substratos Carolina Soil misturada com esterco bovino e Bioplant® misturada com esterco bovino, superiores estatisticamente aos outros substratos, com os menores tempos de emergência. A Terra pura e o Mogifertil misturados com esterco bovino apresentaram os maiores tempos para emergência (Tabela 1).

Tabela 1 - Emergência em plântulas de mamão cv. Calimosa em diferentes substratos comerciais

Tratamentos	E	IVE	TME
Terra pura + esterco bovino (3:1)	46 c	0,596 c	17,698 ab
Carolina Soil + esterco bovino (3:1)	76 a	1,131 a	16,196 c
Mogifertil + esterco bovino (3:1)	64 b	0,901 b	18,412 a
Biomix + esterco bovino (3:1)	62 b	0,922 b	17,374 b
Bioplant® + esterco bovino (3:1)	73 a	1,140 a	16,174 c
CV (%)	2,40	5,90	2,45

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. E= emergência (%); IVE= índice de velocidade de emergência; TME= tempo médio de emergência.

A emergência de plântulas em substrato comercial, apresentam relativa uniformidade e maior velocidade de emergência em plântulas (Silva *et al*., 2019), os tratamentos com substratos comerciais misturada com esterco bovino, Carolina Soil e Bioplant® apresentaram resultados superiores à terra misturada com esterco bovino, mostrando que estes substratos comerciais podem substituir a terra na produção de mudas de mamoeiro.

De acordo com os resultados da Tabela 1, todos os substratos utilizados foram melhores que a terra, mostrando que os substratos comerciais encontrados no comércio possuem aptidão para produção de mudas de mamão.

CONCLUSÃO

O substrato comercial Carolina Soil e o Bioplant® misturados ao esterco bovino, apresentaram os melhores resultados para emergência e velocidade de emergência em um menor tempo, em plântulas de mamão

cultivar Calimosa, podendo substituir a terra na composição do substrato para produção de mudas de mamoeiro cultivar Calimosa.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BORGES, A. L.; LIMA, A. A.; CALDAS, R. C. Adubação orgânica e química na formação de mudas de maracujazeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 17, n. 2, p. 17-22, 1995.

DA SILVA, J. A. A.; PEREIRA, F. M. Enraizamento de estacas herbáceas de nespereira (*Eriobotrya japônica* Lindl). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 369-371, 2004.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

JÚNIOR, A. W.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do pH da água de embebição das sementes e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro doce. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 12, n. 2, 2006.

LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L. J.; SCHNITZER, A.; SATO, A. J.; RICCE, W. S.; ASSIS, A. M.; ROBERTO; S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

PAIXÃO, M. V. S. **Propagação de plantas**. 2ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

SILVA, L. P; OLIVEIRA, A. C.; ALVES, N. F.; SILVA, V. L.; SILVA, T. I. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colóquio Agrário**, v. 15, n. 3, p. 104-115, 2019.

SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. TAIWAN

Taynara Pereira Angelo[1], Larissa Machado Bortolote[1], Pedro Henrique Correia[1], Natalia Ferreira Sousa[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. taynaraangelop@gmail.com; larissamachado3450@gmail.com; pedrocorreia03@hotmail.com; nataliaferre39@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é uma das frutas de maior importância no cenário brasileiro, devido ao seu alto valor nutricional e medicinal, e devido à alta produção e geração de renda no país (Embrapa, 2022). É um fruto bastante cultivado e consumido, rico em vitaminas A e C, niacina, riboflavina, ferro, cálcio, e fibras, servindo também como fonte de moléculas tais como papaína e quimo papaína, utilizadas na indústria farmacêutica na composição de medicamentos, e na indústria alimentícia para amaciar carnes, também outras partes da planta como folha e raiz que apresentam aplicações medicinais (Huerta-Ocampo *et al*., 2012).

Além da importância econômica da cultura, ela também tem um aspecto social, gerando emprego e renda, com o uso de mão de obra durante todo o ano, face as demandas permanentes de manejo, tratos culturais, colheita e comercialização ocorrerem de maneira contínua, com renovação de plantios a cada três anos de produção da cultura (Benassi, 2007).

De acordo com Nascimento *et al*. (2011), a qualidade da muda pode resultar, em boa formação do pomar e consequentemente, uma colheita precoce e homogenia. Para a obtenção de mudas de boa qualidade, é necessária a utilização de substratos, os quais devem possuir propriedades físicas e químicas adequadas e fornecer os nutrientes necessários para o desenvolvimento da muda.

Substrato é todo material cuja finalidade é fornecer suporte para o desenvolvimento das plantas antes de sua transferência para um viveiro ou área de produção, além de servir como um meio adequado de reter quantidades suficientes de água, oxigênio e nutrientes, também devemos considerar que deve ter um pH compatível, livre de níveis tóxicos de elementos químicos e condutividade adequada, sendo importante estudar a disposição percentual de seus componentes, pois podem atuar como fonte de nutrição e afetar diretamente o crescimento e desenvolvimento da planta (Guerrini; Trigueiro, 2004).

A grande diversidade de materiais que podem ser utilizados como substratos estão os diferentes tipos de resíduos e sua utilização contribui para a redução dos impactos ambientais que seriam gerados com a sua destinação inadequada, proporciona a redução de custos quando disponíveis regionalmente (Bezerra *et al*., 2008).

Para isso, diferentes matérias-primas minerais e orgânicas são usadas em misturas para compor substratos para plantas. Exemplos incluem casca de arroz (carbonizada ou queimada), vermiculita, espuma fenólica, areia, subprodutos da madeira como serragem e maravalha, fibra de madeira, composto de resíduos sólidos urbanos e de restos de poda e vermicomposto (Sodré, 2007).

Os substratos de origem orgânica possuem importante atuação na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Silva *et al*., 2017). A aplicação de resíduos de origem animal ou vegetal possibilita no solo a melhoria principalmente da qualidade química, tendo em vista à medida que esse material é decomposto, tornando disponíveis para às plantas os nutrientes que antes faziam parte da sua constituição (Mesquita *et al*., 2012).

Na obtenção de mudas de alta qualidade com boa produtividade, a utilização de um substrato com propriedades favoráveis à germinação das sementes, desenvolvimento radicular e crescimento pleno da planta, permitindo que as culturas desenvolvam seu máximo potencial genético no campo (Ramos *et al*., 2002).

A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes substratos orgânicos no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro da cultivar Taiwan.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56’12”S e 40º35’28”W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar Taiwan. As sementes foram extraídas de frutos coletados em estágio final de maturação, colhidas na cidade de Linhares, ES, retiradas a sarcotesta e colocadas para secar à sombra.

O experimento foi realizado em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 500 mudas em todo o experimento.

Para cada avaliação foram consideradas cinco plantas úteis de cada repetição. Os tratamentos utilizados foram pó de casca de coco, casca de arroz carbonizada, resíduo de samambaia, turfa e casca de pinus triturada.

As bandejas foram levadas para a casa de vegetação com os substratos colocados nos tubetes com capacidade volumétrica de 150 ml. Os tubetes foram molhados, posteriormente foram semeadas, colocando-

se uma semente por tubete e em seguida foi realizado a rega das bandejas.

Durante toda a condução do experimento, foi realizada irrigação diária das plântulas e, 60 dias depois do início da emergência, foi avaliado o número de folhas, e com o auxílio de uma trena foi avaliado o comprimento da raiz (cm) e altura da plântula (cm), e com um paquímetro avaliado o diâmetro do coleto (mm).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados do desenvolvimento das plântulas de mamão, avaliadas aos 60 dias após a primeira plântula emergir, em função dos tratamentos.

O substrato turfa apresentou o melhor resultado para número de folhas, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Fato semelhante também ocorreu na análise do diâmetro do coleto, onde a turfa demonstrou novamente os melhores resultados (Tabela 1).

Resultados semelhantes foram obtidos com o estudo desenvolvido por Xavier (2021) ao avaliar a emergência e do desenvolvimento inicial de plântulas de melão em diferentes substratos, no qual, o substrato turfa proporcionou maior número de folhas e maior diâmetro do coleto.

Quando analisado a altura de plantas, a turfa novamente demonstrou os melhores resultados, sendo igual estatisticamente ao resíduo de samambaia, diferindo estatisticamente do pó de coco, casca de arroz e casca de pinus.

Em relação ao comprimento das raízes não foi observado diferença estatística entre os tratamentos pó de coco, resíduo de samambaia, turfa e casca de pinus, sendo que o tratamento com casca de arroz foi inferior estatisticamente aos demais tratamentos, proporcionando menor crescimento radicular.

Tabela 1 - Desenvolvimento inicial em plântulas de mamoeiro Taiwan em diferentes substratos orgânicos

Tratamentos	NF	DC	AP	CR
Pó de coco	2,2 b	1,12 b	3,12 b	5,16 a
Casca de arroz	4,0 b	1,54 b	1,60 c	3,10 b
Resíduo de samambaia	3,4 b	1,62 b	4,54 a	5,80 a
Turfa	6,2 a	3,53 a	4,26 a	5,07 a
Casca de pinus	2,6 b	1,21 b	2,56 bc	5,38 a
CV (%)	27,17	35,3	16,66	63,29

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. NF= número de folhas; DC= diâmetro do coleto (mm); AP= altura da plântula (cm); CR= comprimento da raiz (cm).

Estes dados corroboram com os obtidos por Xavier (2021), que relata que no desenvolvimento inicial da altura de plantas e comprimento das raízes de mudas de meloeiro, a turfa também demonstra os melhores resultados, mostrando a importância do uso deste substrato na produção de mudas de mamão.

CONCLUSÃO

O substrato constituído de turfa apresentou os melhores resultados para desenvolvimento de plântulas de mamão cv. Taiwan.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BEZERRA, F. C.; FERREIRA, F. V. M.; SILVA, T. C.; SOUSA, H. H. F. Produção de mudas de alface em substratos à base de resíduos orgânicos e irrigados com água ou solução nutritiva. In: Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, p. 6, Fortaleza, CE. **Anais**.... Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

EMBRAPA. **Mamão**. 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/mandioca-efruticultura/ cultivos/ mamão. Acesso em: 09 jul. 2024.

BENASSI, A. C. **Informes sobre a produção do mamão**. São Paulo: Toda Fruta, 2007**.**

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

HUERTA-OCAMPO, J. Á.; OSUNA-CASTRO, J. A.; LINO-LÓPEZ, G. J.; BARRERA-PACHECO, A.; MENDOZA-HERNÁNDEZ, G.; DE LEÓN-RODRÍGUEZ, A.; DE LA ROSA, A. P. B. Proteomic analysis of differentially accumulated proteins during ripening and in response to 1-MCP in papaya fruit. **Journal of Proteomics**, v. 75, p. 2160-2169. 2012.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural - PROATER, Secretaria de Agricultura, 2011.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; FREITAS, B. V.; SILVA, G. A.; SOUSA, M. V. R.; ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p.5 8- 65, 2012.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTI, L. F.; SANTOS, P. D.; SILVA, S. A.; VIEIRA, M. S.; OLIVEIRA, A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. Agrária: **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.

RAMOS, J. D.; CHLFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J. C. M. Produção de mudas de plantas frutíferas

por semente. **Informe Agropecuário**, v. 23, n. 216, p. 64-72, 2002.

SILVA, M. R. R.; BERTOLAIA, M. C.; VANZELA, L. S.; VAZQUEZ, G. H. Fosfogesso no crescimento de mudas de mamão. **Cultura Agronômica**, v. 26, n. 1, p. 42-52, 2017.

SODRÉ, G. A. **Substratos e estaquia na produção de mudas de cacaueiro.** 2007. 84 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2007.

XAVIER, C. S. **Avaliação da emergência e do desenvolvimento inicial de plântulas de melão em diferentes substratos**. TCC (Graduação) - Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, Zona Rural, 2021.

GIBERELINA E CITOCININA NO DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. BS 2000 COM SEMENTES DE UM ANO DE ARMAZENAMENTO

Thayanne da Costa Carlini[1], Sara Cristina Pinto de Oliveira[1], Maria Taís Barbosa dos Santos[1], Laisa Gomes da Rosa[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: thayannecosta858@gmail.com; saracpo04@gmail.com; tais75013@gmail.com; laisagomes973@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os grandes produtores de mamão do mundo, sendo que os estados da Bahia e do Espírito Santo concentram a maior parte da produção brasileira.

Em sementes de mamão é comum observarmos dormência pós-colheita dificultando a propagação sexuada (Viggiano *et al*., 2000), e para diminuir essa dormência, utiliza-se, com destaque, os reguladores de crescimento (Tokuhisa *et al*., 2007). Se considerarmos que entre três a quatro anos os plantios têm de ser renovados, a demanda por sementes passa a ter maior valor, e sua qualidade passa a ser de grande importância para melhoria da cultura no país.

Para que o processo de germinação ocorra de forma mais uniforme e com maior percentual possível, têm-se alguns procedimentos que podem ser adotados nas sementes, como a identificação adequada de temperatura ambiente, a aplicação de reguladores vegetais (Ferrari *et al*., 2008), e o uso de técnicas para acelerar a embebição da semente.

Substâncias inibidoras têm papel altamente relevante no processo de germinação das sementes. Gherardi e Valio (1976) e Manica (1982) afirmam que as substâncias inibidoras de crescimento podem estar presentes tanto na sarcotesta quanto na esclerotesta. Embora tais substâncias inibidoras não sejam totalmente identificadas pelos pesquisadores, atribui-se a elas a regulação da germinação.

A giberelina, tem efeitos na indução da germinação de sementes, promoção do alongamento do hipocótilo e do caule (Peng; Harberd, 2000; Richards *et al*., 2001). A ação da giberelina está relacionada à síntese de enzimas envolvidas no enfraquecimento dos tegumentos, como endo-β-mananase, sendo expansivas e de enzimas hidrolíticas de reserva nutritiva contida no endosperma, como α-amilase (Paixão, 2023). Esses eventos estão relacionados ao alongamento embrionário e à protrusão da radícula (Bewley; Black, 1994), permitindo a quebra do amido e consequente liberação de energia e posteriormente a retomada do crescimento do embrião, gerando em seguida a protusão da radícula (Ferreira *et al*., 2005).

As giberelinas, como o ácido giberélico (GA_3), aumentam a elongação e divisão celular, o que é evidenciado pelo aumento do comprimento e do número de células em resposta à aplicação deste fitorregulador (Taiz *et al*., 2017).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina e da citocinina no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. BS 2000 com sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (incaper, 2011).

Para o experimento, foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar BS 2000, extraídas de frutos coletados em Linhares, ES, foi feito a limpeza manual, remoção da sarcotesta e colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Após um ano de armazenadas, as sementes foram imersas durante uma hora nas soluções de GA_3 e solução de citocinina, e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e 600 sementes no total.

As diferentes concentrações de giberelina (GA_3) usadas na emergência e desenvolvimento das plântulas foram de 1000 $mg.L^{-1}$, 2000 $mg.L^{-1}$, 3000 $mg.L^{-1}$, 4000 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação de hormônio e a solução de citocinina na concentração de 2000 $mg.L^{-1}$.

Após 60 dias após a emergência da primeira plântula foi avaliado a altura da plântula (AP) (cm), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC) (mm), comprimento da raiz (CR) (cm), volume de raízes (VR) (mL) e índice de clorofila (IC), sendo as avaliações da seguinte forma: altura da planta (AP) medido da base até o ápice da planta com uma trena milimétrica; número de folhas (NF), contado todas as folhas da planta; diâmetro do coleto (DC) medido com um paquímetro na interseção entre a raiz e o caule; comprimento da raiz (CR), determinada a partir do nível do coleto até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, volume de raízes (VR) medido com uma proveta graduada; índice de clorofila (IC) medida com o clorofilômetro.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que para altura da planta a dose de GA_3 3000 mg.L^{-1} apresentou o melhor resultado junto com a citocinina 2000 mg.L^{-1}, sem diferença estatística entre si e superior aos outros tratamentos.

Na avaliação do número de folhas, o tratamento com GA_3 3000 mg.L^{-1} apresentou o melhor resultado, superior estatisticamente a todos os outros tratamentos, o mesmo podendo ser observado para o diâmetro do coleto, onde esta dosagem de GA_3 também foi superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Ao avaliarmos o comprimento da raiz, todos os tratamentos com GA3 foram superiores estatisticamente a testemunha com água pura e a solução de citocinina 2000 mg.L^{-1}, porém estes não apresentaram diferença estatística entre si (Tabela 1).

Na avaliação do volume de raízes, os tratamentos com água pura, GA_3 3000 mg.L^{-1} e citocinina 2000 mg.L^{-1} apresentaram resultados estatisticamente iguais e superiores aos outros tratamentos (Tabela 1).

Para índice de clorofila, o tratamento com GA_3 3000 mg.L^{-1} apresentou o melhor índice, superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 2 – Desenvolvimento de plântulas de mamão cv. BS 2000 em diferentes doses de giberelina

Tratamentos	AP	NF	DC	CR	VR	IC
Água pura	10,10 b	7,6 b	0,531 c	10,12 c	1,3 a	33,16 d
GA_3 1000 mg.L^{-1}	9,72 c	7,0 c	0,494 d	16,72 a	0,9 b	46,34 b
GA_3 2000 mg.L^{-1}	10,16 b	6,8 c	0,674 b	16,02 a	0,9 b	38,90 c
GA_3 3000 mg.L^{-1}	10,74 a	8,2 a	0,806 a	16,32 a	1,2 a	52,96 a
GA_3 4000 mg.L^{-1}	9,68 c	7,5 b	0,556 c	16,88 a	0,6 c	47,90 b
Citocinina 2000 mg.L^{-1}	10,68 a	6,8 c	0,530 c	15,34 b	1,3 a	39,48 c
CV (%)	7,95	23,97	36,95	15,31	33,59	25,98

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. AP = altura da plântula (cm); NF = número de folhas; DC = diâmetro do coleto (mm); CR = comprimento de raiz (cm); VR = volume de raízes; IC = índice de clorofila.

A conservação das sementes de mamão pode variar com o método de secagem, o período de armazenamento e a temperatura de armazenagem. Martins *et al*. (2004), que verificaram que sementes de mamão do grupo Solo, cultivar Golden, secadas à sombra até teor de água de 10%, apresentaram redução significativa na porcentagem de plântulas normais fortes depois de 180 dias de armazenamento.

Neste trabalho, podemos citar que o uso da giberelina prolonga o tempo de viabilidade da semente, com melhorias no desenvolvimento inicial das mudas.

Jesus *et al.* (2023), não observaram melhorias no desenvolvimento de plântulas da cv. Aliança com

sementes imersas em giberelina GA_3 2000 $mg.L^{-1}$, onde podemos sugerir que a dose foi abaixo da ideal, pois como podemos observar nesta pesquisa com cv. BS 2000, a dose ideal foi de GA_3 3000 $mg.L^{-1}$.

CONCLUSÃO

O tratamento com giberelina foi eficiente para melhorar o desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro cv. BS 2000, a partir de sementes com um ano de armazenamento, sendo que a dose de GA_3 3000 $mg.L^{-1}$ apresentou o melhor resultado, mostrando que este tempo de armazenamento não é suficiente para tornar a semente inviável.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. E.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**: teoria e pratica. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 640p.

FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis): fases e efeito de reguladores vegetais. **Revista Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 65-74, 2008.

FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A.; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B.; DETONI, A. M.; TESSER, S. M.; ANTUNES, A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 277-280, 2005.

GHERARDI, E.; VALIO, I. F. M. Ocurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L. **Journal of Horticultural Science**, v. 51, n. 1, p. 1-4, 1976.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

JESUS, J. M.; SCHAFFER, M. L.; BARATELA, G. B.; CREMONINI, G. M.; PAIXÃO, M. V. S. Potencial de emergência e desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. Aliança e cv. Golden com a utilização de sementes com um ano. **Revista foco**, v. 16, n. 2, p. e1217, 2023.

LOPES, A. W. P.; SELEGUINI, A.; BOLIANI, A. C.; CÔRREA, L. S. Estádio de maturação do fruto e uso do ácido giberélico na germinação de sementes de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, p. 278-284, 2009.

MANICA, I. **Fruticultura Tropical 3**: mamão. São Paulo: Ceres, 1982.

MARTINS, G. M.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P. Influência do tipo de fruto, peso específico e do período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo Formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 12-17, 2005.

PAIXÃO, M. S. V. **Propagação de plantas**. 3ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

PASSOS, I. R. S.; MATOS, G. V. C.; MELETTI, L. M. M.; SCOTT, M. D. S.; BERNACCI, L. C.; VIEIRA, M. A. R. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nitida* Kunth germinadas in vitro**. Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 380-381, 2004.

PENG, J.; HARBERD, N. P. The role of GA-mediated signalling in the control of seed germination. **Current Opinion in Plant Biology**, n. 5, p. 376-381, 2000.

RICHARDS, D. E.; KING, K. E.; AIT-ALI, T.; HARBERD, N. P. How gibberellin regulates plant growth and development: a molecular genetic analysis of gibberellin signaling. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, n. 52, p. 67-88, 2001.

SOUSA, S. A.; PELACANI, C. R.; VIEIRA, E. L.; LEDO, C. A. S. Superação da dormência em sementes de pinha. **Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 118-121. 2008.

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 131-139, 2007.

VIGGIANO, J. R.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Sementes On line**, v. 1, n. 1, p. 6-10, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHU, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMOEIRO FORMOSA COM SEMENTES ARMAZENADAS POR UM ANO

Thiago Gratz Spinassé[1], Eriele Westfal[1], Letícia Lima Sinfrônio[1], Samara da Silva Evaristo[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES.
E-mail: thiagogratz2606@gmail.com; erielewestfal@hotmail; leticiasinfronio1@gmail.com; samaraevaristo21@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

As sementes de mamão apresentam dormência pós-colheita dificultando a propagação sexuada (Viggiato *et al*., 2000). Alguns métodos para superar a dormência destas sementes têm sido testados, com destaque para o uso de baixa temperatura; envelhecimento acelerado; lavagem em água corrente; remoção da sarcotesta; aplicação de KNO_3, de hipoclorito de sódio, uso de reguladores de crescimento; dentre outros (Tokuhisa *et al*., 2007).

Se considerarmos que entre três a quatro anos os plantios têm de ser renovados, a demanda por sementes passa a ter maior valor, e sua qualidade passa a ser de grande importância para melhoria da cultura no país.

Substâncias inibidoras atuam no processo de germinação das sementes. Gherardi e Valio (1976) e Manica (1982) afirmam que as substâncias inibidoras de crescimento podem estar presentes tanto na sarcotesta quanto na esclerotesta. Embora tais substâncias inibidoras não sejam totalmente identificadas pelos pesquisadores, atribui-se a elas a regulação da germinação.

Para que o processo de germinação ocorra de forma mais uniforme e com maior percentual possível, têm-se alguns procedimentos que podem ser adotados nas sementes, como a identificação adequada de temperatura ambiente, a aplicação de reguladores vegetais (Ferrari *et al*., 2008), e o uso de técnicas para acelerar a embebição da semente.

A giberelina, importante regulador vegetal endógeno de crescimento, tem efeitos na indução da germinação de sementes, promoção do alongamento do hipocótilo e do caule (Peng; Harberd, 2000; Richards *et al*., 2001). A ação da giberelina está relacionada à síntese de enzimas envolvidas no enfraquecimento dos tegumentos, como endo-β-manases, sendo expansivas e de enzimas hidrolíticas de reserva nutritiva contida no endosperma, como α-amilase. Esses eventos estão relacionados ao alongamento embrionário e à protrusão da radícula (Bewley; Black, 1994), permitindo a quebra do amido e consequente liberação de energia e

posteriormente a retomada do crescimento do embrião, gerando em seguida a protusão da radícula (Ferreira *et al*., 2005).

As giberelinas, como o ácido giberélico (GA_3), aumentam a elongação e divisão celular, o que é evidenciado pelo aumento do comprimento e do número de células em resposta à aplicação deste fitorregulador (Taiz *et al*., 2017).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina na germinação de sementes de mamão Formosa a partir de sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Propagação de Plantas do IFES Campus Santa Teresa.

Foi utilizado para o experimento mamoeiros de Formosa. As sementes foram adquiridas de produtores na cidade de Linhares, ES, as quais foram armazenadas em geladeira (10 °C).

Um ano após a extração das sementes, foi realizado o experimento em um delineamento inteiramente casualizados (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 500 sementes em todo o experimento.

As sementes foram submetidas aos tratamentos com imersão por 30 minutos, sendo eles: água (testemunha); solução de giberelina a 1000 $mg.L^{-1}$; 2000 $mg.L^{-1}$; 3000 $mg.L^{-1}$; 4000 $mg.L^{-1}$, e semeadas em papel germitest umedecido com 2,5 vezes o peso do papel, sendo colocado as sementes em cinco repetições de 10 sementes e encaminhado a uma estufa BOD, temperatura de 25 °C e luz intermitente 12 x 12 horas, luz e escuro.

Após a germinação da primeira semente e durante 30 dias foi avaliado a porcentagem de germinação (G) e após 30 dias da primeira plântula emergida foi avaliado o índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG) das plântulas de mamão Formosa com sementes armazenadas por 1 ano, avaliadas aos 30 dias após a primeira semente germinar, em função da dose de giberelina utilizada.

Os primeiros registros de germinação iniciaram aos 12 dias após a semeadura.

Observa-se uma baixa germinação na testemunha e nas dosagens mais altas de giberelina, porém, ao elevarmos a dosagem até GA_3 1000 $mg.L^{-1}$, a germinação eleva-se a índices normais de germinação de uma

semente recém-colhida, mostrando germinação normal e com diferença estatística aos outros tratamentos (Tabela 1).

A medida que aumentamos a dose de giberelina, a germinação tende a diminuir sugerindo o não aproveitamento da giberelina utilizada.

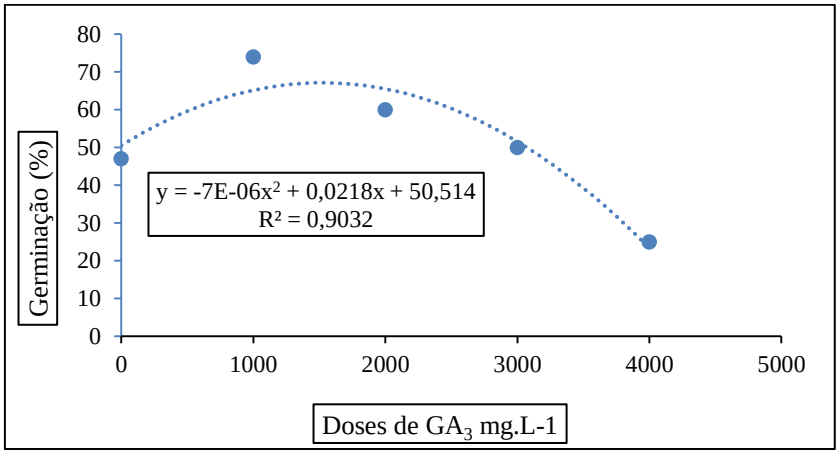
O mesmo pode ser observado para a velocidade de germinação, com maior velocidade na dose de GA_3 1000 $mg.L^{-1}$, superior estatisticamente aos outros tratamentos, porém, o tempo médio de germinação não apresentou diferença estatística entre o tratamento com GA_3 1000 $mg.L^{-1}$ e GA_3 2000 $mg.L^{-1}$, com os menores tempos para germinação, superior estatisticamente aos outros tratamentos e iguais estatisticamente entre si (Tabela 1).

Tabela 1 - Giberelina na germinação de sementes de mamão Formosa com sementes armazenadas por 1 ano

Tratamentos	G	IVG	TMG
Água	47 bc	1,769 c	7,671 a
GA_3 1000 $mg.L^{-1}$	74 a	2,570 a	6,114 b
GA_3 2000 $mg.L^{-1}$	60 b	2,268 b	6,183 b
GA_3 3000 $mg.L^{-1}$	50 b	2,156 b	7,443 a
GA_3 4000 $mg.L^{-1}$	25 c	0,953 d	7,392 a
CV (%)	12,84	27,37	36,3

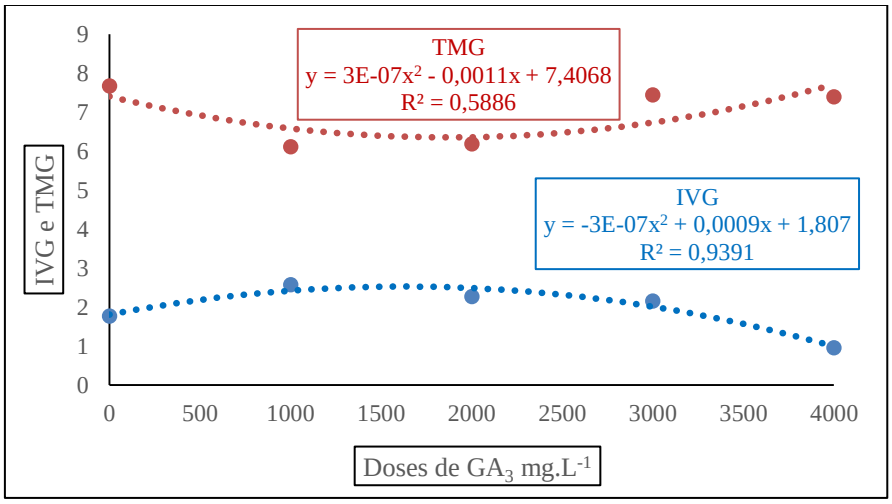
Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. G= germinação (%); IVG= índice de velocidade de germinação; TMG= tempo médio de germinação.

A parti da dosagem de GA_3 1000 $mg.L^{-1}$ observa-se uma diminuição da germinação a níveis insuficientes para produção de mudas, porém a análise de regressão, mostra a dosagem ideal para germinação (Figura 1) e velocidade de germinação (Figura 2).



Dosagem ideal G = 1560 $mg.L^{-1}$

Figura 1 - Regressão para germinação em mamão Taiwan com sementes armazenadas por 1 ano.



Dosagem ideal IVG = 1830 mg.L^{-1} Dosagem ideal TMG = 1500 mg.L^{-1}

Figura 2 - Regressão para índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação em mamão Formosa com sementes armazenadas por 1 ano

Lopes *et al*. (2009) utilizando a imersão de sementes de frutos maduros não obteve germinação para sementes sem tratamento (G = 0%), sendo que quando as sementes foram imersas em solução de giberelina 1.000 mg L^{-1} promoveram melhor germinação (67,75%), abaixo do encontrado neste trabalho (74%), porém este autor não testou dosagens maiores, o que poderia alterar os seus resultados.

As diferentes dosagens ideais para germinação e velocidade de germinação, divergem em valores, porém, uma média dos valores encontrados pode apresentar um valor que atenda a todas as variáveis, sendo este valor de GA_3 1630 mg.L^{-1}.

CONCLUSÃO

A dosagem de 1630 mg.L^{-1} de giberelina aparece como a dosagem indicada para germinação de sementes de mamão Formosa com sementes armazenadas por um ano, com maior velocidade e menor tempo de germinação, mostrando que sementes com um ano de armazenamento não estão inviáveis para cultivo.

REFERÊNCIAS

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis): fases e efeito de reguladores vegetais. **Revista Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 65-74. 2008.

FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A.; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B.; DETONI, A. M.; TESSER, S. M.; ANTUNES, A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 277-280. 2005.

GHERARDI, E.; VALIO, I. F. M. Ocurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L. **Journal of Horticultural Science**, v. 51, n. 1, p. 1-4, 1976.

LOPES, A. W. P.; SELEGUINI, A.; BOLIANI, A. C.; CÔRREA, L. S. Estádio de maturação do fruto e uso do ácido giberélico na germinação de sementes de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, p. 278-284, 2009.

MANICA, I. **Fruticultura Tropical 3**: mamão. São Paulo: Ceres, 1982. 255p.

PENG, J.; HARBERD, N. P. The role of GA-mediated signalling in the control of seed germination. **Current Opinion in Plant Biology**, n. 5, p. 376-381, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHU, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed, Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, L. A. S.; MARIN, S. L. D. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 131-139, 2007.

VIGGIANO, J. R.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Sementes On line**, v. 1, n. 1, p. 6-10, 2000.

NANOTUBO DE CARBONO NA PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E SECA EM PLÂNTULAS DE MAMÃO CV. ALIANÇA

Virgínia Campos de Oliveira[1], Isaque Barbosa Francisco[1], Hediberto Nei Matiello[1], Luiz Carlos Pimentel Almeida[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: virginiacamposol@icloud.com; isaquebars06@gmail.com; hnmatiello@ifes.edu.br; luiz.almeida@ifes.edu.br; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) faz parte da família Caricaceae e se destaca como uma das frutas tropicais mais importantes do ponto de vista socioeconômico, medicinal e nutricional. Originário da América Central, atualmente ele é cultivado em todos os países tropicais e em várias regiões subtropicais ao redor do globo (Morton, 1987).

Diversos estudos têm investigado técnicas de propagação para aprimorar a emergência e o crescimento das mudas em viveiros, com a finalidade de acelerar e tornar mais uniforme o processo de estabelecimento inicial das plântulas no campo como o tratamento térmico e uso de giberelina (Paixão, 2023), no entanto, o emprego de nanotubos de carbono para esse fim ainda não foi suficientemente investigado.

Entender as melhores condições para a emergência das plântulas, particularmente no que diz respeito aos efeitos dos tratamentos pré-germinativos, é fundamental para a recomendação de sementes de diferentes espécies, devido às características únicas de cada tipo de semente. Os nanotubos de carbono têm o potencial de revolucionar a agricultura, particularmente no cultivo de sementes de tomate. Esses nanotubos conseguem penetrar na camada externa mais dura das sementes, aumentando sua capacidade de absorção de água e, consequentemente, acelerando a germinação e o crescimento das mudas, que se tornam significativamente maiores e mais robustas em comparação com sementes não tratadas. Esse avanço não só melhora a eficiência na produção de biomassa, com implicações importantes para a agricultura e a horticultura, mas também pode beneficiar o setor de energia, especialmente na produção de biocombustíveis. Os nanotubos de carbono podem trazer avanços significativos para a eficiência agrícola e o desenvolvimento sustentável de fontes energéticas (Velma *et al*., 2019).

Apesar de haver relatos na literatura científica sobre o uso de nanotubos de carbono em diversas culturas, são incipientes os estudos sobre tal produto, principalmente por se tratar de uma nova tecnologia que está cada dia mais presente no mercado. Porém, são escassas as pesquisas que trazem o uso de nanotubos de

carbono na cultura do mamão. Nessa perspectiva, torna-se relevante e necessário realizar pesquisas que mostram a eficiência de tal produto no desenvolvimento de mudas do mamão.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de nanotubo de carbono na produção de massa verde e seca em plântulas de mamão cultivar Aliança.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Para o experimento, foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar Aliança, extraídas de frutos coletados em Linhares, ES, foi feito a limpeza manual, remoção da sarcotesta e colocadas para secar à sombra.

As sementes foram imersas durante 60 minutos nas soluções de nanotubo de carbono e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e 500 sementes no total. As diferentes concentrações de nanotubos usadas no desenvolvimento das plântulas foram de 5 $mg.L^{-1}$, 10 $mg.L^{-1}$, 15 $mg.L^{-1}$, 20 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação do nanotubo.

Durante toda a condução do experimento, foi realizada irrigação diária das plântulas e, 60 dias após a emergência da primeira plântula foi avaliado a massa verde das folhas (MVF) ($g.pl^{-1}$); massa seca das folhas (MSF) ($g.pl^{-1}$), massa verde da raiz (MVR) ($g.pl^{-1}$); massa seca da raiz (MSR) ($g.pl^{-1}$), massa verde do caule (MVC) ($g.pl^{-1}$) e massa seca do caule (MSC) ($g.pl^{-1}$), sendo as avaliações da seguinte forma: Massa verde das folhas (MVF), retirando as folhas do caule e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa verde radicular (MVR) e Massa verde do caule (MVC), separando as raízes e caules e pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica. Massa seca das folhas (MSF), retirando as folhas da parte aérea da planta, acondicionadas em sacos de papel e obtido a partir do material seco em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas; Massa seca radicular (MSR) e Massa seca do caule (MSC), as raízes foram separadas da parte aérea, ambas acondicionadas em sacos de papel separadamente e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 72 horas.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, A MVF e MSF apresentaram o melhor resultado para a concentração de 5 mg.L^{-1} com superioridade estatística para os outros tratamentos. As concentrações de nanotubo foram superiores à testemunha, sendo que somente a concentração de 20 mg.L^{-1} foi inferior à testemunha.

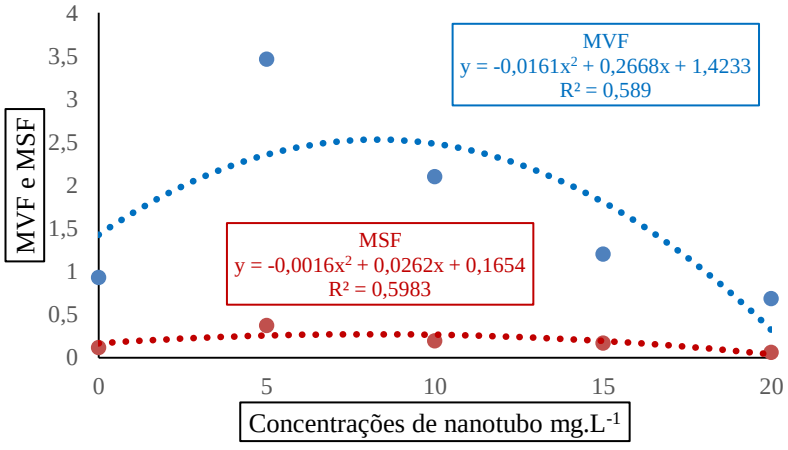
Na avaliação da MVR e MSR o mesmo resultado pode ser observado, onde o melhor resultado aparece para a concentração de 5 mg.L^{-1} com superioridade estatística em relação aos outros tratamentos (Tabela 1).

Repete-se o resultado na avaliação da MVC e MSC, onde a concentração de 5 mg.L^{-1} foi superior estatística em relação aos outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Produção de massa verde e seca em plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes concentrações de nanotubos de carbono

Tratamentos	MVF	MSF	MVR	MSR	MVC	MSC
Água pura	0,932 d	0,118 d	0,311 d	0,071 c	0,804 c	0,129 c
5 mg.L^{-1}	3,464 a	0,374 a	0,625 a	0,151 a	1,676 a	0,266 a
10 mg.L^{-1}	2,102 b	0,194 b	0,515 b	0,104 b	1,112 b	0,165 b
15 mg.L^{-1}	1,200 c	0,168 c	0,478 c	0,101 b	1,110 b	0,165 b
20 mg.L^{-1}	0,685 e	0,062 e	0,165 e	0,032 d	0,615 d	0,099 d
CV (%)	3,30	1,35	3,06	3,71	3,12	3,61

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. MVF = massa verde das folhas (g.pl^{-1}); MVR = massa verde da raiz (g.pl^{-1}); MVC = massa verde do caule (g.pl^{-1}); MSF= massa seca das folhas (g.pl^{-1}); MSR = massa seca da raiz (g.pl^{-1}); MSC = massa seca do caule (g.pl^{-1}).

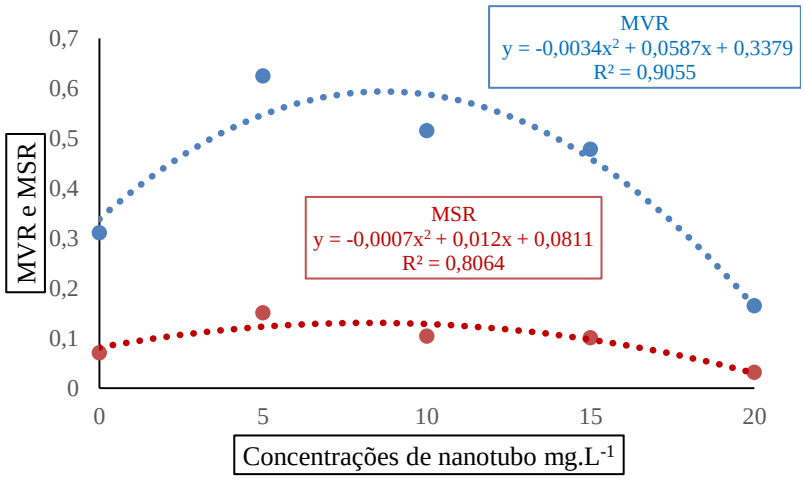


Dose ideal MVF = 8,29 mg.L^{-1} Dose ideal MSF = 8,19 mg.L^{-1}

Figura 1 - Regressão para massa verde das folhas (MVF) e massa seca das folhas (MSF) em plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes concentrações de nanotubos de carbono.

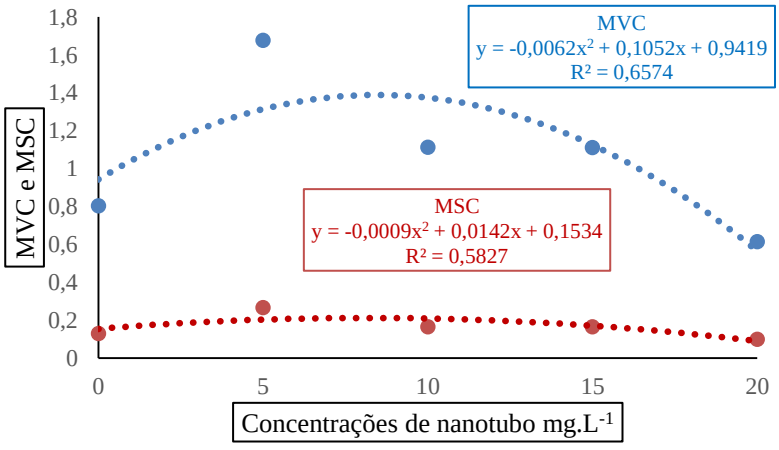
A Tabela 1 mostra que a concentração de 5 mg.L-1 propõe que esta seja a concentração ideal, porém na avaliação quantitativa, é necessário o ajuste da concentração, usando para tal a análise de regressão para encontrarmos a concentração ideal.

Diante dos dados analisados, para o estabelecimento da dosagem ideal para análise de cada variável testada na pesquisa, foi necessário realizar análises de regressão, resultando em parábolas com pontos máximos ideais, sendo que as curvas de tendência foram apresentando a partir da equação da figura, para as dosagens indicadas no uso de nanotubos de carbono no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. Aliança.



Dose ideal MVR = 8,63 mg.L^{-1} Dose ideal MSR = 7,89 mg.L^{-1}

Figura 2 - Regressão para massa verde da raiz (MVR) e massa seca da raiz (MSR) em plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes concentrações de nanotubos de carbono.



Dose ideal MVC = 8,48 mg.L^{-1} Dose ideal MSC = 7,88 mg.L^{-1}

Figura 3 - Regressão para massa verde do caule (MVC) e massa seca do caule (MSC) em plântulas de mamão cv. Aliança em diferentes concentrações de nanotubos de carbono.

De acordo com a análise de regressão as concentrações indicadas para cada variável não são iguais, para encontrarmos o ponto ideal que atenda a todas as variáveis analisadas, foi feito uma média entre as análises de regressão, resultando na concentração ideal de nanotubos de carbono de 8,22 $mg.L^{-1}$ a ser utilizada para produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro.

CONCLUSÃO

O nanotubo de carbono demonstrou um efeito positivo na produção de massa verde e seca em plântulas de mamoeiro cv. Aliança, sendo que entre as concentrações utilizadas na pesquisa a concentração de 5 $mg.L^{-1}$ apresentou a melhor produção de massa, porém a concentração media ideal para atender todas as variáveis na melhor produção de massa foi de 8,22 $mg.L^{-1}$.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

FAOSTAT - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Data. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/. Acesso em: 10 ago. 2024.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

MORTON, J. F.; MIAMI, F. L. Mamão. In: MORTON, J. (ed.). **Fruits of warm climates**. p. 336-346. Miami, 1987.

PAIXÃO, M. V. S. **Propagação de plantas**. 3ª ed., Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

VERMA, S. K.; DAS, A. K.; GANTAIT, S.; KUMAR, V.; GUREL, E.; Applications of carbon nanomaterials in the plant system: a perspective view on the pros and cons. **Science of the Total Environment**, v. 667, p. 485-499, 2019.

SUBSTRATOS COMERCIAIS NO DESENVOLVIMENTO PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. FORMOSA GIGANTE

Vitória Evangelista dos Santos[1], Samira Alice de Oliveira[1], Thiago Gratz Spinassé[1], Valentina Ramos de Oliveira[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Instituto Federal do Espirito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES.
E-mail: dossantosvitoria23@gmail.com; samira.a.fideles@gmail.com; thiagogratz2606@gmail.com; valentinardeo@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

A cultura do mamão, pertencente à família Caricaceae, gênero *Carica*, é uma frutífera encontrada em quase todos os países da América tropical (Costa *et al*., 2019). O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta cujo fruto tem grande importância econômica, alimentícia e social, sendo cultivado principalmente nos países tropicais (Paixão *et al*., 2012). O Brasil é o segundo maior produtor de mamão mundial que responde com 10,8% da produção mundial, sendo que já atingiu mais de 13,2 milhões de toneladas, tendo como principais produtores a Índia, Brasil e México (Faostat, 2023).

No Brasil, o mamoeiro é cultivado quase na totalidade do seu território, merecendo destaque os estados da Bahia e Espírito Santo, que são responsáveis por cerca de 70% da produção nacional (IPEA, 2024). A fruticultura brasileira apresenta-se como um dos principais setores da economia agrícola, tendo em vista a grande oferta de emprego e geração de renda significativa para o país, tendo a cultura do mamão como uma cultura de expressão no estado do Espírito Santo (Paixão *et al*., 2020).

O mamoeiro pode ser propagado por meio de sementes, estaquia e enxertia, entretanto, nos plantios comerciais brasileiros, a propagação mais utilizada ocorre por meio de sementes (Faria *et al.*, 2009). No entanto, sua germinação é considerada lenta, desigual e irregular o que dificulta a formação de mudas (Tokuhisa *et al.*, 2007). Mudas de boa qualidade necessitam em sua maioria de solos com concentrações de macro e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento radicular e aéreo da planta, pois isso facilita o estabelecimento dessas em condições desfavoráveis (Melo *et al*., 2002), por isso é fundamental a utilização de substrato adequado para um bom desenvolvimento da planta.

No Espírito Santo, existe uma grande variação de substratos na produção de mudas de mamão, e devido principalmente à grande lixiviação nos substratos comerciais, há necessidade de aplicações frequentes de nutrientes (Paixão *et al*., 2012). As mudas produzidas devem apresentar alto padrão de qualidade, para que possam se estabelecer com êxito no local definitivo de plantio (Duarte *et al*., 2015), sendo que a utilização do

substrato adequado pode favorecer a maior sobrevivência das mudas no campo (Dumroese *et al*., 2011).

A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar diferentes substratos comerciais na formação de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (ALVARES *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Foi utilizado para o experimento mamoeiros da cultivar Formosa gigante. As sementes foram extraídas de frutos coletados em estágio final de maturação, colhidas de produtores na cidade de Linhares, ES, as quais foram limpas manualmente retiradas a sarcotesta e colocadas para secar à sombra.

O experimento foi realizado em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas 25 sementes por repetição, resultando em 100 sementes por tratamento, e um total de 600 mudas em todo o experimento.

Para cada avaliação foram consideradas cinco plantas úteis de cada repetição. Os tratamentos utilizados foram os substratos comerciais encontrados no comércio regional, sendo eles: Maxfertil, Carolina Soil, Biomix, Bioplant®, Mogifertil e a terra pura como testemunha.

As bandejas foram levadas para a casa de vegetação com os substratos colocados nos tubetes com capacidade volumétrica de 150 ml. Os tubetes foram molhados, posteriormente foram semeadas, colocando-se uma semente por tubete e em seguida foi realizado a rega das bandejas.

Durante toda a condução do experimento, foi realizada irrigação diária das plântulas e, após 60 dias após a emergência da primeira plântula foi avaliado a altura da plântula (AP) (cm), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC) (mm), comprimento da raiz (CR) (cm), sendo as avaliações da seguinte forma: Altura da planta (AP) medido da base até o ápice da planta com uma trena milimétrica; Número de folhas (NF), contado todas as folhas da planta; Diâmetro do coleto (DC) medido com um paquímetro na interseção entre a raiz e o caule; Comprimento da raiz (CR), determinada a partir do nível do coleto até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada em centímetros.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 podemos observar que o substrato Bioplant® apresentou o melhor resultado para altura da plântula, superior estatisticamente aos outros tratamentos.

Na avaliação do número de folhas, o substrato Biomix apresentou o melhor resultado, superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Para o diâmetro do coleto, o substrato Bioplant® apresentou o melhor resultado para altura da plântula, superior estatisticamente aos outros tratamentos e na avaliação do comprimento da raiz, os substratos Maxfertil, Bioplant® e a terra apresentaram resultados sem diferença estatística entre si, porém apenas o Maxfertil foi superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Desenvolvimento de plântulas de mamão cv. Formosa gigante em diferentes substratos comerciais

Tratamento	AP	NF	DC	CR
Maxfertil	7,47 b	4,75 b	2,23 bc	12,10 a
Carolina soil	6,21 d	3,60 c	1,89 cd	9,18 cd
Biomix	6,86 c	5,85 a	2,34 b	8,75 d
Bioplant®	10,07 a	4,60 b	4,32 a	11,42 ab
Mogifertil	6,14 d	4,80 b	1,45 e	9,82 bdc
Terra	5,89 d	4,75 b	1,78 de	10,87 abc
CV (%)	6,8	18,27	17,18	20,1

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. AP = altura da plântula (cm); NF = número de folhas; DC = diâmetro do coleto (mm); CR = comprimento de raiz (cm).

A interpretação dos dados demonstrou não haver interação significativa entre os substratos estudados, indicando um maior desenvolvimento das plântulas no substrato Bioplant®.

O substrato comercial tem como composição básica substâncias orgânicas, o que pode ter levado a um resultado superior à testemunha com a terra pura, que é pobre em matéria orgânica, mostrando nos parâmetros avaliados, o baixo fornecimento de nutrientes pela terra.

De acordo com Carvalho *et al*. (2013), a disponibilidade de nutrientes e água no substrato é fundamental para a sobrevivência e consequente formação de mudas provenientes de propagação por sementes. Esta afirmação corrobora com esta pesquisa, onde os substratos com maior concentração de produtos orgânicos ficaram superior estatisticamente a terra pura.

CONCLUSÃO

O substrato Bioplant® apresentou os melhores resultados no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cultivar Formosa gigante, considerando os substratos comerciais utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

CARVALHO, R. P.; CRUZ, M. C. M.; MARTINS, L. M. Frequência de irrigação utilizando polímero hidroabsorvente na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, 2013.

COSTA, V. M.; CAVALCANTE NETO, A. A.; SOUZA, T. R. M.; PARENTE, I. P.; BARROSO, D. F. R. Efeito do sombreamento sobre a germinação e crescimento de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Assuntos Interdisciplinares**, v. 1, n. 1, p. 19-34, 2019.

DUARTE, M. L.; PAIVA, H. N.; ALVES, M. O.; FREITAS, A. F.; MAIA, F. F.; GOULART, L. M. L. Crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Platymenia foliolosa* Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 221-229, 2015.

DUMROESE, R. K.; DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F. Nursery response of *Acacia koa* seedlings to container size, irrigation method, and fertilization rate. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 6, p. 877-887, 2011.

FAOSTAT. **Food and agriculture organization of the United Nations**. Rome, URL: http://faostat.fao.org, 2023.

FARIA, A. R. N.; NORONHA, A. D. S.; OLIVEIRA, A. A. R.; OLIVEIRA, A. M. G.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; OLIVEIRA, E. J.; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, J. D. **A cultura do mamão**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa**. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 31p.

IPEA – IBGE (IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Relatório econômico**. Brasília: Ipea; IBGE, 2024.

MELO, A. S.; COSTA, A. S.; RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, F. X.; FILGUEIRAS, H. A. C.; SILVA, L. M. S.; SIQUEIRA, L. A. **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracajú: Embrapa, 2002. 216p

PAIXÃO, M. V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; FERNANDES, A. R.; JUNIOR, H. P. F; MEIRELES, R C.; SOUSA, G. B. Esterco bovino e fertilizante na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 59048-59057, 2020.

PAIXÃO, M. V. S.; SCHMILDT, E. R.; MATTIELLO, H. N.; FERREGUETTI, G. A.; ALEXANDRE, R. S. Frações orgânicas e mineral na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 4, n. 4, p. 1105-1112, 2012.

TOKUHISA, D.; DIAS, D. C.F.S.; ALVARENGA, E. M.; HILST, P. C.; DEMUNER, A. J. Compostos fenólicos inibidores da germinação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 161-168, 2007.

GIBERELINA E CITOCININA NO DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE MAMOEIRO CV. THB COM SEMENTES DE UM ANO DE ARMAZENAMENTO

Vitório Augusto Menegardo[1], Pedro Henrique Correia[1], Gabrielly Gomes de Oliveira Deorce[1], Antônio Resende Fernandes[1], Marcus Vinicius Sandoval Paixão[1]

[1]Intituto Federal do Espirito Santo (IFES), Campus Santa Teresa. Santa Teresa, ES. E-mail: vitoriomenegardo03@gmail.com; pedrocorreia03@hotmail.com; deorcegabrielly22@gmail.com; aresendefernandes@gmail.com; mvspaixao@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma cultura de extrema importância, não somente pelo seu valor nutritivo, mas também pelo valor comercial. O Espírito Santo conta com uma produção muito expressiva de mamão e se destaca como o maior produtor e exportador do Brasil. A cadeia produtiva do mamão é importante para o Estado, cuja renda rural para os produtores ultrapassou 1,17 bilhão em 2022, equivalente a quase 5% do Valor Bruto da Produção Agropecuária capixaba (Prodest, 2024). O crescimento na produção de mamão é atribuído principalmente à utilização de mudas de alta qualidade, ao manejo apropriado do solo e à adubação adequada.

As áreas cultivadas com mamoeiro requerem constante renovação, pois o tempo de produção da cultura de 24 meses (Souza *et al*., 2020), assim tendo uma alta demanda na produção e agilidade de produção dessas mudas. Nos plantios comerciais de mamão, a propagação é essencialmente seminífera, feita por mudas oriundas de sementes, já que este é um método prático e econômico. Porém a germinação das sementes é de forma lenta e irregular (Chacko; Singh, 1966; Yahiro, 1979), podendo levar de 4 a 8 semanas para o processo se completar, e ser afetada por uma série de fatores endógenos, relacionados com a própria semente como grau de maturação, viabilidade, ausência de dormência, presença de promotores e/ou inibidores da germinação e fatores exógenos, como disponibilidade de água, temperatura, oxigênio e luz (Lopes *et al*., 2013).

Visto isso, a adição de hormônios vegetais na agricultura tem se mostrado uma prática eficaz para melhorar a produtividade e a qualidade das culturas. Esses hormônios, também conhecidos como fitormônios, são substâncias orgânicas produzidas pelas plantas que regulam diversos processos fisiológicos, como crescimento, desenvolvimento e resposta a estresses ambientais (Ribeiro, 2019). A aplicação exógena de giberelinas pode alterar os processos fisiológicos, modificando o crescimento e o desenvolvimento das plantas, dado que as giberelinas são sintetizadas em várias partes de uma planta, incluindo entrenós em alongamento, sementes germinando e em desenvolvimento e folhas em desenvolvimento (Taiz *et al*., 2017).

Além da giberelina a citocinina também pode ser utilizada no processo de quebra de dormência, pois esse fitormônio irá induzir a divisão celular e a produção de novos tecidos, além de atuar com sinergismo junto a giberelina equilibrando o crescimento e o desenvolvimento da plântula, além de promover o crescimento das raízes (Crozier *et al*., 2001; Taiz *et al*., 2017).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da giberelina e da citocinina no desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. THB com sementes armazenadas por um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas, tela de poliolefina com 50% de sombreamento, altura de 2,3 m, do setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Campus Santa Teresa), localizado na meso região Central Espírito-Santense, cidade de Santa Teresa, ES, distrito de São João de Petrópolis, coordenadas geográficas 19º56'12"S e 40º35'28"W, com altitude de 155 m. O clima da região caracteriza-se como Cwa, mesotérmico, com estação seca no inverno e forte pluviosidade no verão (classificação de Köppen) (Alvares *et al*., 2013), com precipitação anual média de 1.404,2 mm e temperatura média anual de 19,9 °C, com máxima de 32,8 °C e mínima de 10,6 °C (Incaper, 2011).

Para o experimento, foram utilizadas sementes de mamoeiro da cultivar THB, extraídas de frutos coletados em Linhares, ES, foi feito a limpeza manual, remoção da sarcotesta e colocadas para secar à sombra e armazenadas em geladeira (10 °C).

Após um ano de armazenadas, as sementes foram imersas durante uma hora nas soluções de GA_3 e solução de citocinina, e semeadas em tubetes com capacidade de 150 mL. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento e 600 sementes no total.

As diferentes concentrações de giberelina (GA_3) usadas na emergência e desenvolvimento das plântulas foram de 1000 $mg.L^{-1}$, 2000 $mg.L^{-1}$, 3000 $mg.L^{-1}$, 4000 $mg.L^{-1}$, além de um grupo controle sem aplicação de hormônio e a solução de citocinina na concentração de 2000 $mg.L^{-1}$.

Após 60 dias após a emergência da primeira plântula foi avaliado a altura da plântula (AP) (cm), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC) (mm), comprimento da raiz (CR) (cm), sendo as avaliações da seguinte forma: Altura da planta (AP) medido da base até o ápice da planta com uma trena milimetrada; Número de folhas (NF), contado todas as folhas da planta; Diâmetro do coleto (DC) medido com um paquímetro na interseção entre a raiz e o caule; Comprimento da raiz (CR), determinada a partir do nível do coleto até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, Volume de raízes (VR) medido com uma proveta graduada; índice de clorofila (IC) medida com o clorofilômetro.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F, atendendo as pressuposições do modelo pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se as dosagens de GA_3 1000 mg.L^{-1} e GA_3 2000 mg.L^{-1} apresentaram resultado superior estatisticamente aos outros tratamentos, para avaliação da altura da plântula, o mesmo podendo ser observado para avaliação do diâmetro do coleto.

Para número de folhas e comprimento da raiz, e volume de raízes, a dosagem de GA_3 1000 mg.L^{-1} apresentou resultado superior estatisticamente aos outros tratamentos, porém na avaliação do índice de clorofila, a dose de GA_3 2000 mg.L^{-1} apresentou resultado superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1).

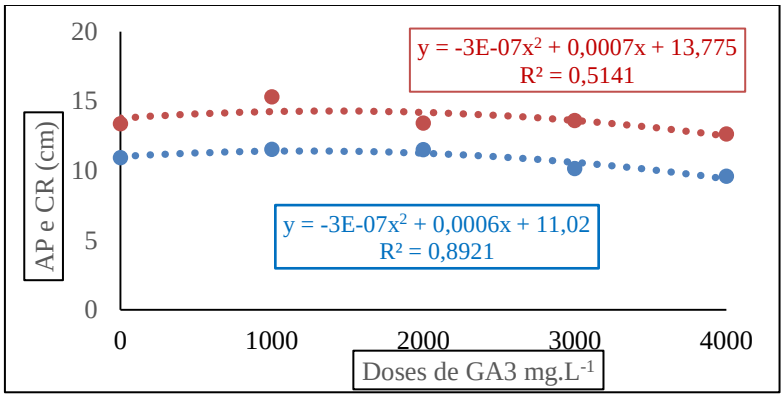
Tabela 1 - Desenvolvimento de plântulas de mamão cv. THB em diferentes doses de giberelina, com sementes armazenadas por um ano

Tratamento	AP	NF	DC	CR	VR	IC
Água pura	10,92 b	5,6 b	4,7 b	13,38 bc	0,17 b	30,98 d
GA_3 1000 mg.L^{-1}	11,52 a	7,0 a	5,4 a	15,30 a	0,30 a	36,50 b
GA_3 2000 mg.L^{-1}	11,50 a	5,8 b	5,4 a	13,42 c	0,13 bc	41,74 a
GA_3 3000 mg.L^{-1}	10,16 c	5,8 b	4,5 b	13,60 c	0,07 cd	37,48 b
GA_3 4000 mg.L^{-1}	9,60 d	5,6 bc	3,8 c	12,64 d	0,08 cd	33,49 c
Citocinina 2000 mg.L^{-1}	9,90 d	5,0 c	4,3 bc	13,88 bc	0,04 d	30,80 d
CV (%)	3,05	6,84	6,55	2,77	14,76	14,55

Médias, seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. AP = altura da plântula (cm); NF = número de folhas; DC = diâmetro do coleto (mm); CR = comprimento de raiz (cm); VR = volume de raízes (mL); IC = índice de clorofila.

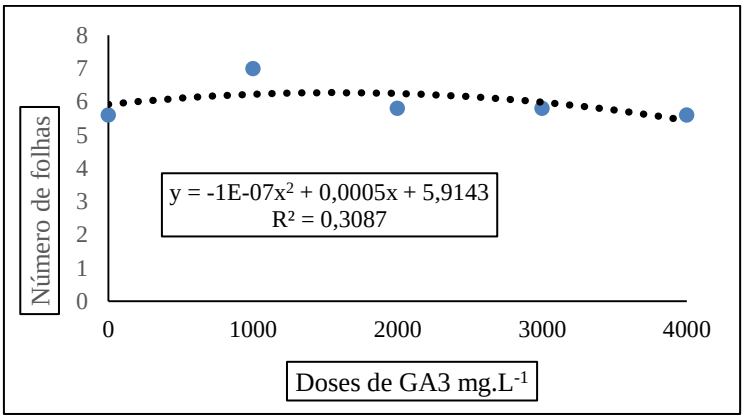
A giberelina, tem efeitos na promoção do alongamento do hipocótilo e do caule (Peng; Harberd, 2000; Richards *et al*., 2001), estando relacionada à síntese de enzimas envolvidas no enfraquecimento dos tegumentos, como endo-β-mananase, sendo expansivas e de enzimas hidrolíticas de reserva nutritiva contida no endosperma, como α-amilase (Paixão, 2023), relacionando a estes efeitos ao alongamento embrionário e à protrusão da radícula (Bewley; Black, 1994),

A giberelina e citocinina são hormônios que atuam estimulando a promoção da germinação de sementes, ou inibindo algum bloqueador presente que possa estar inibindo a germinação, acelerando a germinação e emergência das plântulas, o que pode ser pré-requisito para mudas maiores e mais vigorosas. Considerando que a giberelina atuou positivamente, foi feito a análise de regressão para determinar a dose ideal a ser utilizada (Figuras 1, 2 e 3).



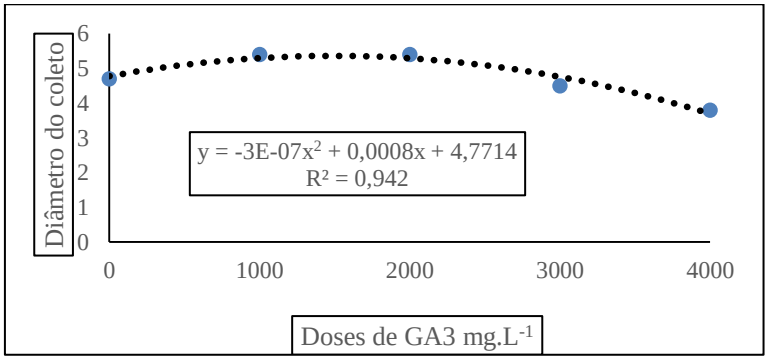
Dose ideal CR = GA_3 1000 mg.L^{-1}, Dose ideal AP = GA_3 1160 mg.L^{-1}

Figura 1 - Regressão para altura da plântula e comprimento da raiz no desenvolvimento de plântulas da cv. THB em diferentes doses de giberelina.



Dose ideal CR = GA_3 2500 mg.L^{-1}

Figura 2 - Regressão para número de folhas no desenvolvimento de plântulas da cv. THB em diferentes doses de giberelina.



Dose ideal CR = GA_3 1340 mg.L^{-1}

Figura 3 - Regressão para diâmetro do coleto no desenvolvimento de plântulas da cv. THB em diferentes doses de giberelina.

Considerando as dosagens ideais para as variáveis analisadas, podemos chegar a uma média de GA_3 1500 $mg.L^{-1}$ atendendo as variáveis analisadas.

CONCLUSÃO

A giberelina atuou positivamente para melhor desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. THB com sementes armazenadas por um ano, sendo a dosagem recomendada de GA_3 1500 $mg.L^{-1}$.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

CHACKO, E. K.; SINGH, R. N. The effect of gibberelic acid on the germination of papaya seeds and subsequent seedling growth. **Tropical Agricultural, Trinidad**, v. 43, p. 341-346, 1966.

CROZIER, A.; KAMIYA, K.; BISHOP, G. E; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. p. 850-929. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; RUSSEL, L. J. (eds.). **Biochemistry & molecular bio-logy of plants**. Courier Companies Inc., New York, USA, 2001.

INCAPER. **Planejamento e programação de ações para Santa Teresa.** Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER), Secretaria de Agricultura, 2011. 62p.

LOPES, J. C.; VENTURIM, C. H. P.; FREITAS, A. R.; ALMEIDA, S. T.; MANHONE, P. R. Tempo médio e frequência relativa de emergência de plântulas de mamão em substratos com lodo de esgoto. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 9, n. 17; p. 2442, 2013.

PAIXÃO, M. S. V. **Propagação de plantas**. 3ª ed. Santa Teresa: IFES, 2023. 230p.

PENG, J.; HARBERD, N. P. The role of GA-mediated signalling in the control of seed germination. **Current Opinion in Plant Biology**, n. 5, p. 376-381, 2000.

RICHARDS, D. E.; KING, K. E.; AIT-ALI, T.; HARBERD, N. P. How gibberellin regulates plant growth and development: a molecular genetic analysis of gibberellin signaling. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, n. 52, p. 67-88, 2001.

SOUZA, L. G. S.; NETO, R. C. A.; SILVA, N. M.; UCHÔA, T. L. Avanços na propagação e cultivo do mamoeiro. **Applied Technology for Agricultural Science**, v. 13, e5959, 2020.

PRODEST, ES. **Espírito Santo é o maior produtor e exportador de mamão do Brasil**. 2024. Disponível em: https://www.es.gov.br/Noticia/espirito-santo-e-o-maior-produtor-e-exportador-de-mamao-do-brasil.

RIBEIRO, P. L. **Os hormônios vegetais e sua importância para a Agricultura**. 2019. Disponível em: https://institutoagro.com.br/hormonios-vegetais/.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2017.

YAHIRO, M**.** Effects of pre-treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. **Memorial Faculty Agriculture Kogoshima University**, Kagoshima, v. 15, n. 1, p. 49-54, 1979.

SOCIOECONOMIA

COMERCIALIZAÇÃO DE FRUTOS DE MAMÃO NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

Bárbara Caires Brito[1], Aldair Rocha Araújo[1], Carla Állyssa de Lima Silva dos Santos[1], Cláudio Lúcio Fernandes Amaral[1], Alcebíades Rebouças São José[1], Caroline Boaventura Nascimento Penha[2], Adriana Dias Cardoso[1]

[1]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA. E-mail: barbaracb.agro@gmail.com.br; aldairrocha1@gmail.com; carlaallyssa2017@gmail.com; claudio.amaral@uesb.edu.br; alcebiades@uesb.edu.br; adriana.cardoso@uesb.edu.br; [2]Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Campus de Soane Nazaré de Andrade, Ilhéus, BA. E-mail: carol_boaventura18@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O mamão *(Carica papaya* L.), pertencente à família Caricaceae, é uma planta originária da América do Sul e cultivada em praticamente todos os continentes. Este fruto é bastante apreciado pela população, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, por ser consumido *in natura* ou industrializado e por apresentar uma grande quantidade de compostos bioativos, os quais são responsáveis por uma série de benefícios à saúde.

O Brasil é o quarto maior produtor de mamão do mundo, com produção de 1.107.761 toneladas de frutos em 2022 (Fao, 2024) e segundo maior exportador mundial da fruta em 2023 (Abrafrutas, 2023) com previsões de aumento nas exportações para os próximos anos (Salomão, 2021). A produção brasileira de mamão concentra-se principalmente na Bahia e Espírito Santo, seguido pelo Rio Grande do Norte e Ceará (IBGE, 2024). A Bahia atingiu 31,1% da produção anual do país, com o total de 534.525 toneladas de frutas colhidas em 2022 (Abrafrutas, 2022). Desse modo, a cultura do mamão gera impacto na economia do estado e é de suma importância socioeconômica, por meio da geração de empregos.

Os municípios com maiores produções do fruto na Bahia se concentram nas seguintes mesorregiões do estado: Extremo Sul (Eunápolis, Itamaraju, Mucuri, Porto Seguro e Belmonte), Extremo Oeste Baiano (Barreiras, Luís Eduardo Magalhães, São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória) e Vale São-Franciscano da Bahia (Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho) (IBGE, 2024).

Antes da produção de qualquer fruta deve ser feita primeiramente um estudo de mercado no qual se pretende vender. Assim, dentro da cadeia de comercialização dos frutos de mamão há componentes do mercado interno que a compõe, como: produtores, intermediários, atacadistas, CEASAS, feirantes e varejistas (supermercados, quitandas, varejões e outros), que completam a distribuição aos consumidores, cabe ao

consumidor escolher o local que irá adquirir o produto.

O conhecimento do mercado de frutas torna-se importante por fornecer informações necessárias para identificar oportunidades de mercado, gestão de preços, redução de riscos, planejamento de *marketing* entre outros negócios. Além disso, permite também que produtores ou/e empresas compreendem o ambiente em que estão inseridos, identificando as necessidades dos clientes e conhecendo também as tendências do mercado.

Desta forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os principais fatores envolvidos na comercialização dos frutos de mamão em supermercados atacadistas, varejistas e centros de abastecimentos no município de Vitória da Conquista, BA.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em Vitória da Conquista, BA, no mês de setembro de 2024, por meio de questionários realizados em entidades dentro da cadeia de distribuição e abastecimentos de frutas.

O questionário foi aplicado, presencialmente, em três componentes de comercialização: Centro de abastecimento (CEASA - Edmundo Flores); supermercados atacadistas e supermercados varejistas. Os estabelecimentos foram escolhidos em função da sua relevância e do quantitativo elevado de pessoas que ali frequentam.

Os questionários abordaram diversos aspectos relacionados ao comércio de mamão, incluindo: o tipo de mamão mais comercializado; a procedência dos frutos comercializados; o tipo de embalagem utilizada para o transporte; o estágio de amadurecimento dos frutos no momento da compra para venda; as preferências dos consumidores finais em relação ao amadurecimento; a preferência dos consumidores quanto ao tamanho dos frutos; o tempo médio de comercialização e as perdas ocorridas durante a comercialização. Além disso, foram analisados os períodos de alta e baixa dos preços ao longo do ano.

A análise dos dados foi feita mediante análise de frequência simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resultados avaliados, verificou-se que os frutos mais comercializados e apreciados pelos consumidores que frequentam o Centro de Abastecimento de Vitória da Conquista foi o mamão papaya, com 80%. Nos supermercados atacadistas, a preferência dos consumidores foi de 75% para o mamão papaya e 25% para o mamão formosa, e nos supermercados varejistas as vendas foram de 60% e 40%, respectivamente para mamão papaya e mamão formosa (Figura 1A). Possuindo ainda uma tendência a comprarem frutos médios e grandes (Figura 1B).

O mamão comercializado no Centro de Abastecimento (CEASA) e nos supermercados varejistas de Vitória da Conquista foram provenientes dos municípios de Eunápolis e de Bom Jesus da Lapa. Os frutos, conforme relatado pelos feirantes, 40% são adquiridos no CEAVIC (Central de Abastecimento de Vitória da Conquista) e 60% por meio de atravessadores. Nos supermercados varejistas, 20% dos frutos provem

diretamente do produtor, 60% do CEAVIC e 20% de atravessadores. Dos municípios de Eunápolis, BA e de Linhares, ES, procedem os frutos de mamão comercializados nos supermercados atacadistas do comércio de Vitória da Conquista, BA, sendo obtidos diretamente do produtor (25%), do CEAVIC (50%) e por meio de atravessadores (25%), conforme apresentado na Figura 1C.

A possibilidade de negociação do varejista diretamente com o produtor é uma realidade nos dias atuais, devido ao acesso a novos meios de venda o que ocasionou descentralização da comercialização no país gerando mudanças no perfil de comercialização das frutas (Guerra, 2020).

Os tipos de embalagens utilizadas para transportar os frutos de mamão são determinantes para que cheguem ao destino com qualidade. Geralmente, são utilizadas caixas de madeira, de plástico e de papelão para realizar o transporte. Conforme Figura 1D, no Centro de abastecimento (CA) os frutos, em sua maioria, chegam em caixas de madeira (80%), ocorrendo também o uso de caixas de plástico (10%) e de papelão (10%) para transporte dos frutos. Contudo, nos supermercados atacadistas avaliados todos os frutos chegam do transporte em caixas de plástico e nos supermercados varejistas são obtidos em caixas de madeira (40%), caixas de plástico (40%) e em caixas de papelão (20%). Visando a redução de perdas durante o transporte o indicado é a utilização de caixas plásticas e de papelão (Chitarra, 2005), sendo a caixa de madeira a menos indicada na manutenção da qualidade do fruto (Barros, 2018). Principalmente pelo material das caixas de madeira, que tendem a reter a umidade ocasionando a proliferação de fungos e bactérias.

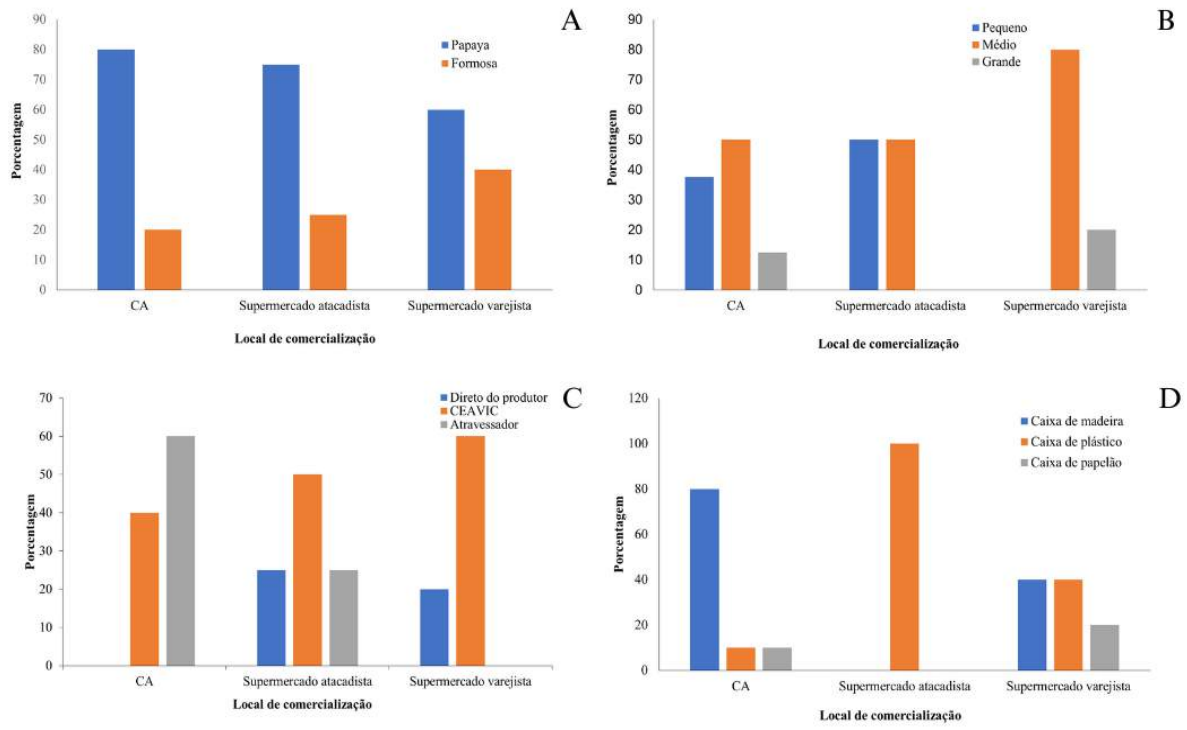


Figura 1 - Tipo de mamão comercializado (A), tamanho do mamão conforme preferência do consumidor (B), local de compra das caixas fechadas (C), tipos de caixas utilizadas (D). Vitória da Conquista, BA, 2024. * CA: Centro de abastecimento.

O amadurecimento do mamão é fator importante para a colheita, assim os frutos devem ser colhidos ainda firmes, na fase inicial do amadurecimento e completada a fase da maturação, para evitar perdas durante o transporte. Os estágios de amadurecimento do mamão são descritos como M0 (verdes), M1 (até 15% da superfície amarela), M2 (até 25% da superfície amarela), M3 (até 50% da superfície amarela), M4 (50 a 75% da superfície amarela) e M5 (76% a 100% da superfície amarela).

Conforme relatado pelos entrevistados, no CEASA toda a mercadoria de frutos de mamão chega no estágio de amadurecimento M1 (até 15% da superfície amarela). Nos supermercados atacadistas, os frutos chegam com estágio M0 (verde), M1 (até 15% da superfície amarela) e M2 (até 25% da superfície amarela). Entretanto, nos supermercados varejistas os proprietários relataram a chegada de frutos em estágio M0 (verdes) e M1(até 15% da superfície amarela).

Em relação à preferência dos consumidores quanto ao estágio de maturação do mamão, observou-se que a maioria prefere frutos com 50% a 75% da superfície amarela. A cor do fruto desempenha um papel crucial na aceitação pelos consumidores, sendo uma característica fundamental sempre considerada na escolha do produto. Segundo Barros (2018), geralmente, o consumidor relaciona a coloração dos frutos com o aumento da doçura e com outros atributos desejáveis e por isso, na hora de comprar, prefere os frutos mais coloridos. No entanto, é problema para o comerciante vender frutos totalmente maduros, por serem menos resistentes ao manuseio e apresentarem reduzida vida de pós-colheita.

Quanto às perdas de frutos durante a comercialização do mamão, foi relatado perdas que variam de 1 a 10%, sendo as maiores perdas presentes nos centros de abastecimentos. Isso pode ser devido a forma de exposição e conservação dos frutos durante a comercialização. Para Almeida e Martins (2022), as perdas geralmente são altas neste local porque a quantidade de pessoas que passam por estes estabelecimentos, é maior, o que implica excesso de manuseio das frutas, na hora de escolher o produto, e também pelos funcionários, que repõem o estoque.

O tempo médio que as frutas permanecem no estabelecimento antes de serem comercializadas afeta diretamente as perdas, devido ao manuseio e a alta perecibilidade desses produtos. No centro de abastecimento (CEASA), 33,3% das frutas são vendidas no segundo dia, enquanto 33,3% são comercializadas no terceiro dia e 16,7% no quarto e quinto dia, respectivamente. Em supermercados atacadistas, 50% das frutas são vendidas no terceiro dia, e 25% são vendidas no quarto e quinto dia, respectivamente. Enquanto que nos supermercados varejistas, 40% das frutas são vendidas no segundo dia após a chegada ao estabelecimento, com 20% sendo vendidas no terceiro, no quarto e no quinto dia, respectivamente. Em sua maior parte, as vendas aumentam após o terceiro dia devido ao amadurecimento, resultando em mudança na coloração dos frutos e consequentemente na maior aceitação pelo consumidor (Barros, 2018).

Como fruto típico de climas tropicais e subtropicais, o mamão necessita de temperaturas médias elevadas para seu crescimento ideal. Esse fator leva a um aumento da oferta durante o verão e redução no inverno, o que provoca variações nos preços ao longo do ano. Todos os entrevistados relataram que o preço do mamão tende a ser mais alto no inverno e diminui no verão.

CONCLUSÕES

Os consumidores de Vitória da Conquista, BA têm preferência pelo mamão papaya de tamanho médio, com estágio de amadurecimento de 50 a 75% da superfície amarela do fruto.

Os frutos comercializados no município são provenientes em sua maioria de Eunápolis, BA e de Bom Jesus da Lapa, BA, os comerciantes obtêm os frutos com coloração verde, em caixas de plástico e/ou de madeira, sendo escoada em mercadoria em média de 3 a 4 dias.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. F.; MARTINS, J. C. C. Pontos de perdas de produção do mamão papaya (*Carica papaya* L.) na cadeia de pós-colheita na região de Linhares, Espírito Santo. **Revista de Extensão e Estudos Rurais**, v. 11, n. 1, p. 25-49, 2022.

ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados. **Produção de frutas brasileiras – Por Estado**. Brasilia: ABRAFRUTAS, 2022. Disponível em: https://abrafrutas.org/paineis-de-producao/. Acesso em: 08 set. 2024.

ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados. **Exportação de Frutas Brasileiras – Por fruta e ano**. Brasilia: ABRAFRUTAS, 2023. Disponível em: https://abrafrutas.org/dados-estatisticos/. Acesso em: 08 set. 2024.

ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados. **Mamão em foco: saiba mais sobre alguns dos produtores que cultivam 1,5 milhão de toneladas da fruta anualmente em solo brasileiro**. Brasilia: ABRAFRUTAS, 2023. Disponível em: https://abrafrutas.org/2023/11/mamao-em-foco-saiba-mais-sobre-alguns-dos-produtores-que-cultivam-15-milhao-de-toneladas-da-fruta-anualmente-em-solo-brasileiro/. Acesso em: 08 set. 2024.

BARROS, T. F. S. *et al*. Qualidade de frutos de cultivares de mamão comercializados em supermercados de Campina Grande-PB. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 39, n. 2, p. 129-142, 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 2005. 2ed. 783p.

FAO - Food and Agriculture Organizations of the United Nations. 2024. **Principales Frutas Tropicales. Análisis del mercado. Resultados preliminares 2023**. Roma. 2024. Disponível em: https://www.fao.org/markets-and-trade/publications/detail/en/c/1675569/. Acesso em:12 set. 2024.

GUERRA, H. G. **Mamão**. Clube de Autores, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agropecuária Municipal**. 2024. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613. Acesso em: 10 set. 2024.

SALOMÃO, C. S. *et al*. **Caracterização das exportações brasileiras de mamão no período de 2011 a 2020**. 2021. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1144752/1/AnaisJornadaCientifica-2021-MulheresNaCienciaDesafiosOportunidadesConquistas-AINFO-13.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

SOUZA, A. F. *et al*. Fisiologia do amadurecimento de mamões de variedades comercializadas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 318-328, 2014.

DIAGNÓSTICO DA CADEIA PRODUTIVA DE MAMÃO NO MUNICÍPIO DE ITABELA - BA

Carla Állyssa de Lima Silva dos Santos[1], Aldair Rocha Araújo[1], Barbara Caires Britos[1], Cristiane Martins Veloso[1], Rita de Cássia Santos Nunes[1], Caroline Boaventura Nascimento Penha[1], Adriana Dias Cardoso[1]

[1]Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA. E-mail: carla.allyssa2017@gmail.com; aldairrocha1@gmail.com; barbaracb.agro@gmail.com.br; crisvel@uesb.edu.br; rita.nunes@uesb.edu.br; carol_boaventura18@hotmail.com; adriana.cardoso@uesb.edu.br; [2]Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Campus Soane Nazaré de Andrade. Ilhéus, BA

INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é considerado como uma das fruteiras mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Seus frutos, conhecidos como mamão ou papaya, são excelentes fontes de cálcio, pró-vitamina A e vitamina C (ácido ascórbico), por isso são amplamente utilizados em dietas alimentares (Serrano *et al.*, 2010). É uma das principais culturas da fruticultura comercial no Brasil, onde o país se destaca como um dos maiores produtores e exportadores mundiais.

O Brasil é o quarto maior produtor de mamão, superado apenas pela Índia, República Dominicana e México. Em 2023, a quantidade produzida no Brasil foi de 1.107.761 toneladas e a área colhida foi de 26.431 hectares (FAO, 2024). Além disso, o país é segundo maior exportador mundial dessa fruta (Abrafruta, 2024). Quanto à produção nacional, os principais produtores são os estados da Bahia (355 mil toneladas), Espírito Santo (552 mil toneladas), Rio Grande do Norte (139 mil toneladas) e Ceará (117 mil toneladas) (IBGE, 2024).

Dentre as mesorregiões da Bahia produtora de mamão, destaca-se o Extremo Sul baiano, com maior produção. Os principais municípios produtores de mamão dessa mesorregião são: Alcobaça, Belmonte, Caravelas, Eunápolis, Guaratinga, Itabela, Itamaraju, Mucuri, Nova Viçosa, Porto Seguro, Prado, Santa Cruz Cabrália e Teixeira de Freitas, com destaque para os tipos ‘Sunrise Solo’ (havaí), ‘Golden’ e, em menor quantidade, do grupo Formosa.

A produção de mamão é considerada uma das principais atividades geradoras de renda para os produtores do Extremo Sul da Bahia, contribuindo com aproximadamente de 450 milhões de reais em 2015, correspondendo a 80% do produzido (Dompiere *et al.*, 2020). Um dos municípios importantes no Extremo Sul que agrega tal renda é Itabela, cujo clima tropical é favorável para a agricultura e sua produção é crucial para a economia local, gerando renda para muitos produtores (Araújo *et al.*, 2010) Apesar dos desafios, como

controle de pragas e variações climáticas, a adoção de novas tecnologias e práticas sustentáveis pode fortalecer a economia agrícola do município.

Contudo, compreender o cultivo do mamão no Extremo Sul da Bahia é fundamental devido à sua importância econômica para a região, que contribui significativamente para a renda local. Além disso, o entendimento dos desafios agrícolas, tais como pragas, práticas de cultivo e condições climáticas permite a adoção de práticas mais eficientes, garantindo a sustentabilidade e o crescimento da produção. Portanto, objetivou-se com o trabalho diagnosticar a cadeia produtiva de mamão no município de Itabela, BA.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Itabela, localizada no Extremo Sul da Bahia no mês de setembro de 2024, por meio de questionários direcionados de forma virtual aos produtores de mamão do município. O município de Itabela, situado no Extremo Sul da Bahia, é o 13º maior produtor de mamão do estado. Com uma área de cerca de 924,914 km² (IBGE, 2024) e localizado a 16° 45' S e 39° 35' W (IBGE, 2024), o clima tropical da região apresenta uma temperatura média anual de 24,5 °C, com máximas de até 32 °C e mínimas raramente abaixo de 18 °C (INMET, 2024). Além do mamão, os principais cultivos incluem café conilon, cacau, coco-da-baía, banana e maracujá (Prefeitura Municipal de Itabela, 2024).

Os questionários *online* foram elaborados no *Google Forms* e enviados aos produtores, abordando práticas agrícolas na cultura do mamoeiro em todas as etapas de produção. Os principais tópicos incluíram preparo do solo, tipo de adubação, incidência de pragas e práticas pós-colheita. A análise dos dados foi feita por frequência simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta de dados nas principais localidades de produção de mamão no município de Itabela, Bahia, incluindo as fazendas Eldorado, Cascalheira, Estrada Caraíva e Itabatã, revelou informações importantes sobre o perfil da produção local. As entrevistas revelaram que o tempo de comercialização dos frutos nas fazendas variou de 2015 a 2016, com a fazenda mais antiga estabelecida em 1985. As áreas plantadas variaram entre 8 e 100 hectares. O ciclo produtivo do mamão é de 24 a 36 meses, exigindo renovação constante das áreas plantadas, conforme relatado pelos produtores (Serafini *et al.*, 2021). O uso de mudas de qualidade e substratos adequados é essencial para garantir sucesso na produção, com boa nutrição e disponibilidade de nutrientes.

Todas as propriedades entrevistadas cultivam predominantemente mamão papaya, conhecida por sua alta demanda comercial. Além do mais os resultados mostraram que todas as propriedades seguem boas práticas agrícolas, com preparo adequado do solo, adubação conforme normas, e espaçamento padronizado (3,20-3,50 m entre fileiras e 1,80 m entre plantas), facilitando o manejo. Além disso, o consórcio de culturas é adotado por todas, com destaque para o café, seguido por citros em algumas áreas.

O sistema de irrigação utilizado em todas as propriedades é o de gotejamento, considerado eficiente para a manutenção da cultura. Em relação à vida útil dos pomares, os produtores relataram que, em média, o ciclo produtivo é de aproximadamente dois anos. A irrigação é um fator determinante, com a quantidade e qualidade da água impactando diretamente o crescimento e a produtividade. Estudos indicam que sistemas de gotejamento superficial podem aumentar a produtividade em até 38% (76 a 83 t/ha), o mesmo sistema usado pelos produtores em Itabela, BA (Souza *et al*., 2021).

Outro sistema positivo adotado por parte dos produtores é a utilização de consórcio (Figura 1), sendo que o café predomina entre as culturas consorciadas, enquanto os citros, com 25%, também são utilizados, mostrando a diversidade de opções agrícolas na região. O consórcio do mamoeiro com o café no Extremo Sul da Bahia é uma prática bastante utilizada que otimiza o uso do solo e reduz os custos de implantação (Cruz *et al.*, 2021). Essa estratégia torna a produção mais sustentável, promovendo a diversificação das culturas, além do aproveitamento das entrelinhas (Lima *et al*., 2023). Com isso a utilização traz benefícios ambientais, como a proteção do solo, maximização do retorno econômico, ao garantir a produção simultânea de ambas as culturas.

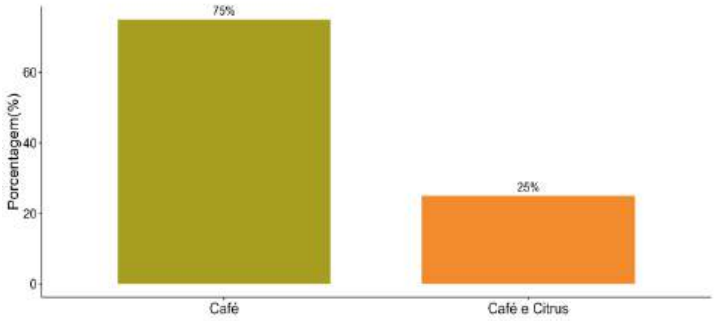


Figura 1 - Distribuição do consórcio de culturas no cultivo de mamoeiro no município de Itabela, BA, 2024.

Vale ressaltar que às pragas e doenças, mais apontadas pelos entrevistados foram os ácaros e a varíola preta como as principais ameaças às plantações de mamão.

Apesar das práticas agrícolas rigorosas, como sistemas de irrigação eficientes e planejamento cuidadoso, a incidência de pragas continua sendo uma preocupação significativa. Entre as principais pragas identificadas nas lavouras estão os ácaros e as cigarrinhas, conforme abordado pelos entrevistados (Figura 2). Para Martins *et al*. (2016), dentre as principais pragas que atacam os pomares de mamão, destacam-se o ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*) e o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), sendo o ácaro-branco o mais prejudicial, este ataca principalmente as folhas jovens e o ápice da planta, comprometendo o desenvolvimento e a produtividade.

Além das pragas encontradas na etapa pré-colheita, os produtores entrevistados identificaram problemas com doenças predominantes que afetam os pomares durante a fase pós colheita, sendo a mancha chocolate (75%) e podridão do caule ou pedúnculo (25%) (Figura 3). A podridão do pedúnculo é causada pelo

fungo *Lasiodiploidia theobromae*, essa doença gera lesões escuras, enrugamento dos tecidos e amolecimento dos frutos, resultando em perdas de qualidade comercial do mamão (Tan *et al.*, 2023). A mancha de chocolate, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (forma assexuada) e *Glomerella singulata* (forma sexuada), é uma doença que afeta os frutos de mamoeiro com frutos ainda imaturos no campo, permanecendo em um estado de infecção quiescente (Kuhlcamp *et al.*, 2022). Os sintomas manifestam-se apenas na fase pós-colheita, durante o amadurecimento, sob a forma de lesões necróticas, comprometendo a qualidade do fruto.

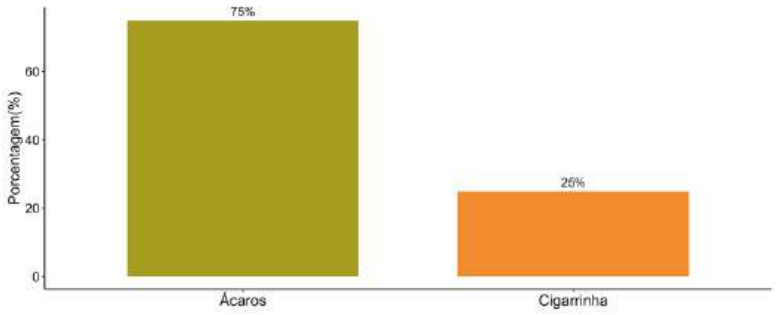


Figura 2 - Incidência de pragas no cultivo de mamoeiro no município de Itabela, BA, 2024.

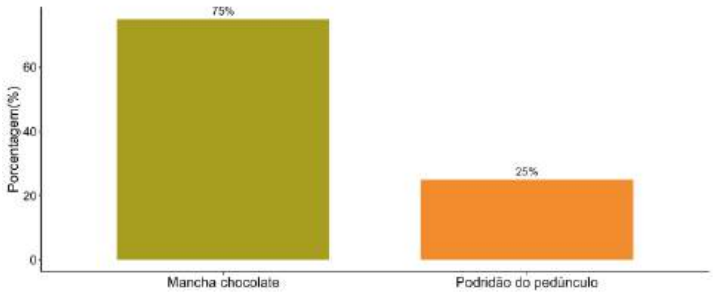


Figura 3 - Principais doenças que afetam os mamoeiros no município de Itabela, Bahia, 2024.

Na etapa da colheita, que ocorre manualmente entre 7 e 9 meses após o plantio, apenas uma propriedade possui *packing house*, essencial para o manuseio e armazenamento adequado dos frutos. As demais propriedades não seguem todas as práticas recomendadas para o pós-colheita. A falta de tratamentos preventivos acentua o problema, evidenciando a necessidade de intervenções mais eficazes, como o uso de fungicidas e boas práticas, para reduzir os danos, especialmente em áreas com perdas recorrentes (Tan *et al.*, 2023).

CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que, apesar das boas práticas agrícolas e da adoção de métodos eficientes de irrigação, os produtores de mamão em Itabela, BA enfrentam desafios relacionados a pragas e doenças, devido

a incidência de ácaros e a podridão do caule são questões críticas que afetam a produtividade e a qualidade dos frutos. Sendo necessário a implementação de estratégias de controle mais eficazes e a adoção de práticas adequadas são fundamentais para enfrentar esses desafios e assegurar a sustentabilidade da produção.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. C.; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S.; ARAÚJO, L. V. A cultura do mamão em municípios selecionados do Extremo Sul da Bahia: análise do índice tecnológico da comercialização e do custo social das perdas. **Revista Brasileira de Agricultura**, v. 41, n. 4, p. 700-714, 2010.

CRUZ NETO, A. J.; LARANJEIRA, F. F.; OLIVEIRA, A. M. G.; SCHNADELBACH, A. S.; BARBOSA, C. J. Risk factors and spatiotemporal dynamics of papaya meleira in the far south of Bahia state. **Summa Phytopathologica**, v. 47, n. 3, p. 162-167, 2021.

DOMPIERI, M. H. G.; CUENCA, M. A. G.; SILVA, M. A. S. Análise do avanço e retração de cultivos agrícolas no Extremo Sul da Bahia, a partir do modelo shift-share. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 51, n. 3, p. 9-24, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa agrícola municipal – PAM, 2024**. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/. Acesso em: 13 set. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2024a. **Base de Dados do Município**. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itabela. Acesso em:14 set. 2024.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2024. **Dados climáticos**. Disponível em: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Acesso em: 14 set. 2024.

KUHLCAMP, K. T.; SANTANA, E. N.; OLIVEIRA, V. S. Avaliação de doenças fúngicas na pré e pós-colheita do mamoeiro, submetidas a diferentes fungicidas no controle químico. **Revista de Inovação Científica**, v. 8, n. 1, p. 01-09, 2022.

LIMA, S. H.; ANDREONI JUNIOR, R.; ANDREANI, D. I. K.; NAVARRETE, A. A. Estudo comparativo de métodos de controle de pragas nas culturas consorciadas de pimenta e café. **GETEC**, v. 12, n. 41, p. 91-108, 2023.

MARTINS, D. S.; FORNAZIER, M. J.; FANTON, C. J.; QUEIROZ, R. B.; ZANUNCIO JÚNIOR, J. S. Pragas do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 37, n. 293, p. 30-42, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABELA. Disponível em: https://www.itabela.ba.gov.br/. Acesso em: 10 set. 2024.

SERAFINI, S.; SOARES, J. G.; PICOLI, F.; DINON, A. Z.; ROBAZZA, W. S.; PAULINO, A. T. Aspects and peculiarities of the commercial production of papaya (*Carica papaya* Linnaeus) in Brazil: strategies for the future of culture. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e544101220551, 2021.

SILVA, N. S.; MOURA, H. C. P.; SILVA, T. M. C.; CORTES, D. F. M.; LUQUINE, L. S.; SANTOS, M. L. M.; PEREIRA, J. S. L.; LEDO, C. A. S. Papaya flowering as a subsidy for the plant breeding of the crop – literature review. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e174111436642, 2022.

SOUZA, L. G. S.; NETO, R. C. A.; SILVA, N. M.; UCHÔA, T. L. Avanços na propagação e cultivo do mamoeiro. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 13, p. e5949, 2020.

TAN, G. H.; ALI, A.; SIDDIQUI, Y. Major fungal postharvest diseases of papaya: current and prospective diagnosis methods. **Crop Protection**, v. 174, p. 106399, 2023.

ANÁLISE DOS MACROS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS DA CADEIA PRODUTIVA DO MAMÃO CAPIXABA DE 2018 A 2023

Danieltom Ozéias Vandermas Barbosa Vinagre[1], Enio Bergoli da Costa[1], Michel Tesch Simon[1], Edileuza Aparecida Vital Galeano[2]

[1]Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG). Vitória, ES. E-mail: danieltom.vinagre@seag.es.gov.br; [2]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Vitória, ES. E-mail: edileuza.galeano@incaper.es.gov.br

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo tem desempenhado um papel crucial no agronegócio capixaba, contribuindo significativamente para a economia local e nacional. O Espírito Santo é o estado brasileiro que ocupa o primeiro lugar no ranking de maior produtor e exportador de mamão (IBGE, 2024; AGROSTAT, 2024). A cultura do mamão, além de ser a principal fruta exportada pelo estado, destaca-se por sua relevância socioeconômica, gerando emprego, renda e fortalecendo o setor agrícola (Galeano *et al*., 2024b; Galeano *et al*., 2022a). A produção de mamão é a atividade que mais gera empregos formais na fruticultura capixaba, sendo responsável por 8,61% do total de empregos formais da agropecuária em 2023 (BRASIL-CAGED, 2024). Estes resultados foram alcançados com esforço conjunto de produtores e entidades ligadas ao setor visando ajustar a qualidade da fruta aos padrões de exigências internacionais para aumentar a competitividade da fruta brasileira (MARTINS *et al*., 2003a; MARTINS *et al*., 2009).

A produção comercial de mamão está concentrada em países como Índia, República Dominicana, México, Brasil, Indonésia e Nigéria, que são os maiores produtores. O mercado internacional que movimenta cerca de US$ 334,5 milhões/ano tem os Estados Unidos como maior importador, seguido de Singapura, Emirados Árabes Unidos e Canadá (Galeano *et al*., 2024; FAO, 2024).

No Espírito Santo, o mamão é o principal gerador de renda entre os produtos da fruticultura (Galeano *et al*., 2024b; Incaper, 2024). De acordo com Galeano e Vinagre (2022), a sazonalidade na produção de mamão é altamente influenciada pelo clima. Períodos de crise hídrica como a que ocorreu entre 2015 e 2017 causam grandes prejuízos para o setor que somaram mais de R$ 544,3 milhões nesse período. Desse modo, torna-se importante observar os macros indicadores para analisar o comportamento ao longo do tempo e traçar as tendências.

Neste trabalho, propõe-se uma análise dos dez principais indicadores socioeconômicos relacionados à produção de mamão no Espírito Santo, no período de 2018 a 2023, a fim de compreender os impactos e as tendências observadas na cadeia produtiva do mamão capixaba.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo baseia-se na análise de séries temporais dos dados de 10 macro indicadores relativos à cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo entre os anos de 2018 e 2023. Os dados foram coletados de fontes secundárias, incluindo órgãos estaduais de agricultura, institutos de pesquisa e estatísticas oficiais de exportação. Os macros indicadores incluem: (a) área cultivada, (b) produção total em toneladas, (c) produtividade em kg/ha, (d) Valor Bruto da Produção (VBP), (e) participação do mamão no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VPBA) do estado, (f) valor exportado em dólares americanos (US$), (g) volume exportado em kg, (h) participação do Espírito Santo no volume exportado pelo Brasil, (i) participação do Espírito Santo no valor exportado pelo Brasil, e (j) relação entre o volume exportado e a produção total do estado. Para a análise, foram utilizadas técnicas estatísticas descritivas e inferenciais, com foco na correlação entre as variáveis e a identificação de tendências ao longo dos anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados revela a dinâmica no comportamento da cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo de 2018 a 2023. A Tabela 1 sinteriza os dez macros indicadores, onde observa-se uma variação na área cultivada, que apresentou crescimento entre 2018 e 2020, atingindo o pico de 7.309 hectares em 2020, seguido por uma redução gradual até 2023, com 5.971 hectares. A produção de mamão seguiu uma tendência semelhante, com um aumento até 2021 e uma queda significativa em 2023.

Tabela 1 - Dados dos macros indicadores na cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo

Ano	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
Área (ha)	6.503	6.874	7.309	7.249	6.918	5.971
Produção (t)	354.859	403.278	438.855	439.550	426.616	351.966
Produtividade (kg/ha)	54.568	58.667	60.043	60.653	61.667	58.946
VBP do mamão (R$)	421.743.367	389.263.000	502.207.908	584.721.687	1.171.230.130	1.095.735.781
Participação do mamão no VBPA do ES (%)	2,35%	3,78%	2,65%	2,74%	4,82%	*
Valor exportado (US$)	22.906.694	21.301.823	20.995.977	24.862.042	23.998.071	21.031.675
Volume exportado (Kg)	18.816.746	18.554.319	19.899.020	24.026.364	18.884.574	14.307.802
Volume exportado / produção total do ES	5,30%	4,60%	4,53%	5,47%	4,43%	4,07%
Participação do ES no Valor exportado pelo BR (%)	45,76%	45,06%	49,28%	49,04%	48,34%	39,64%
Participação do ES no Volume exportado pelo BR (%)	44,10%	41,94%	45,53%	47,77%	47,41%	37,80%

Fonte: autores, a partir de dados originais do IBGE-PAM, 2024; INCAPER, 2024 e MAPA 2024. *2023 sem disponibilidade de dados para o VBPA.

A produtividade, medida em kg/ha, mostra um crescimento contínuo até 2022, alcançando 61.667 kg/ha, antes de registrar uma leve diminuição em 2023. Isso sugere que, apesar da redução na área cultivada, os produtores foram capazes de melhorar a eficiência produtiva até certo ponto, embora a queda em 2023 indique possíveis desafios enfrentados pela cadeia produtiva. O Valor Bruto de Produção (VBP) apresentou um aumento significativo, especialmente em 2022, onde se observou um crescimento expressivo, alcançando R$ 1.171.230.130. No entanto, em 2023, apesar da redução na produção, o VPB permaneceu elevado, em R$ 1.095.735.781, sugerindo uma valorização do produto ou um aumento nos preços de mercado (Figura 1).

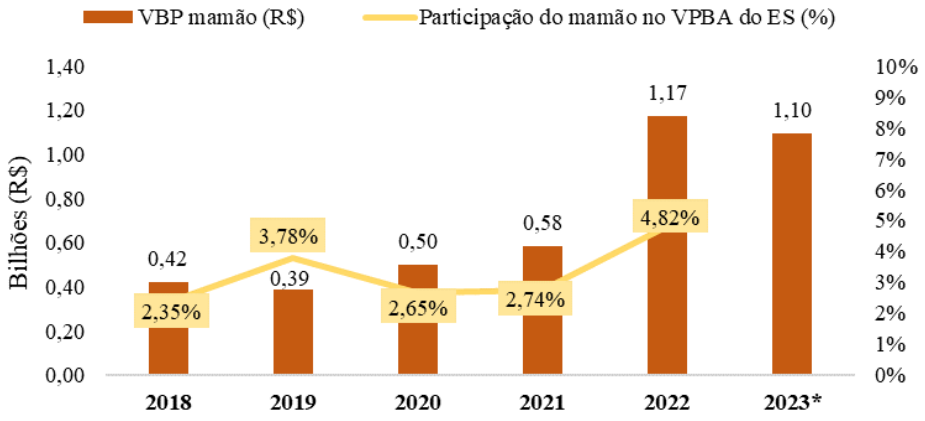


Figura 1 - Valor Bruto da produção de mamão no Espírito Santo e a participação (%) no Valor Bruto da Produção Agropecuária de 2018 a 2022. Fonte: autores, a partir de dados disponibilizados no Painel Agro/Incaper. *2023 sem disponibilidade de dados para o VBPA.

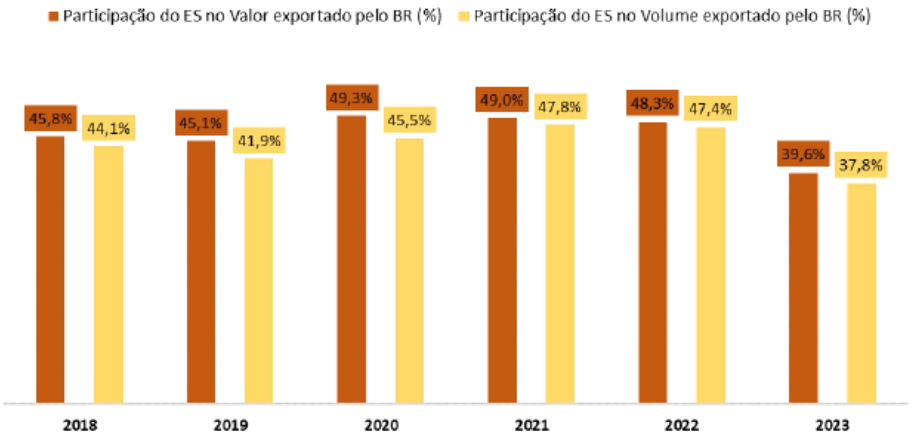


Figura 2 - Participação do mamão capixaba nas exportações nacionais.

As exportações também tiveram variações notáveis. O valor exportado em dólares e o volume exportado apresentaram flutuações ao longo dos anos, com destaque para 2021, que registrou o maior volume exportado (24.026.364 kg). A participação do Espírito Santo no valor exportado pelo Brasil variou entre

39,64% e 49,28%, enquanto a participação no volume exportado oscilou entre 37,80% e 47,77%.

A relação entre o volume exportado e a produção total do estado mostra que, apesar das flutuações na produção, a proporção do mamão exportado em relação à produção total se manteve relativamente estável, indicando um mercado externo consistente para o produto capixaba. Vários fatores podem ter influenciado as tendências observadas no mercado de mamão durante o período de 2018 a 2023. O presente trabalho levanta como proposição alguns fatores que podem ter contribuído para as variações:

a) Intempéries climáticas: O Espírito Santo também está vulnerável a mudanças climáticas, como secas ou chuvas intensas, que podem impactar diretamente a produção agrícola. Eventos climáticos extremos, como os registrados em 2020 e 2023, podem ter afetado a produtividade e a área plantada, contribuindo para a redução da produção.
b) Pandemia da COVID-19: A pandemia que começou no Brasil em 2020 e trouxe desafios significativos para o setor agrícola global, incluindo o mamão. As restrições logísticas, a redução da demanda em mercados internacionais, e as dificuldades na mão de obra durante os períodos de lockdown podem ter contribuído para a volatilidade observada na produção e nas exportações entre 2020 e 2021.
c) Desafios logísticos e custos de produção: A elevação nos custos de produção, como insumos, transporte e energia, pode ter pressionado a cadeia produtiva, especialmente em um cenário global de alta inflação. Esses fatores, associados à necessidade de adaptação às normas sanitárias internacionais, podem ter impactado tanto o volume produzido quanto o exportado.

CONCLUSÃO

A análise dos macros indicadores socioeconômicos da cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo ao longo dos últimos cinco anos revela um setor em transformação, com flutuações na área cultivada e na produção, mas com uma manutenção da produtividade e do valor de mercado. O aumento expressivo do VBP em 2022 pode estar relacionado a fatores como a valorização do mamão e a dinâmica de mercado, bem como aumento significativo dos custos de produção, mesmo frente a uma redução na produção. As exportações, embora apresentem variações anuais, demonstram a importância do mercado externo para o setor.

Além disso, os eventos recentes, como as flutuações climáticas e a pandemia de COVID-19, têm mostrado a resiliência, mas também as vulnerabilidades da cadeia produtiva. A análise das variáveis e o contexto de mercado indicam que a cadeia produtiva do mamão enfrenta desafios, mas também oportunidades de crescimento, especialmente em termos de eficiência produtiva e valorização do produto. É crucial, portanto, que políticas públicas e estratégias de mercado sejam desenvolvidas para fortalecer essa cadeia produtiva, garantindo sua sustentabilidade e competitividade no cenário nacional e internacional.

REFERÊNCIAS

AGROSTAT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Data. Disponível em: https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Agrostat/Agrostat.html.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. **Painel de informações do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados - Caged**. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br. Acesso em: 04 abr. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Estatísticas de comércio exterior**. Disponível em: https://comexstat.mdic.gov.br. Acesso em: 20 mai. 2022.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Data**. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/. Acesso em: 25 ago. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE**. Produção Agrícola Municipal – PAM**. Disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra: Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=PA&z=t&o=11. Acesso em: 30 ago. 2024.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Painel da produção agropecuária do Espírito Santo – Painel Agro**. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYzVhOWZmOGItZWJjNi00MmUzLTg2ZGMtYzk0NDI2Y2UyMmFmIiwidCI6IjhiMjA4ZmViLTIyMTYtNDQ1Zi1iZmQxLTk1MjU4ZDlkMjExMSJ9&pageName=ReportSection. Acesso em: 30 ago. 2024.

GALEANO, E. A. V.; PADOVAN, M. P.; FIGUEIREDO, M. R. P.; TAKEMOTO, A. C. K.; MAIOLI, H. R. O. Desempenho da produção agropecuária no Espírito Santo de 2010 a 2022. Vitória, ES: Incaper, 2024a. 148p. (Documentos, 311).

GALEANO, E. A. V.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S. Socioeconomic characterization of employment int the papaya production chain in Espírito Santo. **International Journal of Professional Business Review**. Miami, v. 9, n. 5, p. 01-19, 2024b.

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. 172p. (Fruticultura Capixaba, 1).

GALEANO, E. A. V.; VINAGRE, D. O. V. B. Impactos econômicos e financeiros da crise hídrica na produção de mamão no Espírito Santo nos anos de 2014 a 2017. p. 622-626. In: MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 8., 2022, Linhares. Papaya Brasil: produção e sustentabilidade. **Anais...** Linhares: Incaper, Cedagro e Brapex, 2022.

GALEANO, E. A. V.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S.; VINAGRE, D. O. V. B. Caracterização socioeconômica do emprego na cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo. p. 617-621. In: MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. (eds.). SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 8., 2022, Linhares. Papaya Brasil: produção e sustentabilidade. **Anais...** Linhares: Incaper, Cedagro e Brapex, 2022a.

MARTINS, D. S.; MALAVASI, A. Systems approach na produção de mamão do Espírito Santo, como garantia de segurança quarentenária contra mosca-das-frutas. p. 345-372. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (eds.). **A cultura do mamoeiro**: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, 2003.

MARTINS, D. S.; YAMANISHI, O. K.; TATAGIBA; J. S. **Normas técnicas e documentos de**

acompanhamento da produção integrada de mamão. Vitória: Incaper, 2003. 60p. (Documentos, 120).

MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A.; TATAGIBA, J. S. Produção integrada de mamão no Estado do Espírito Santo. p. 569-626. In: Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção integrada no Brasil**: agropecuária sustentável alimentos seguros. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.

PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DA CADEIA DO MAMÃO DO ESPÍRITO SANTO ATÉ 2032

Guilhermo Modenese Recla[1], Danieltom Ozéias Vandermas Barbosa Vinagre[1], Enio Bergoli da Costa[1], Michel Tesch Simon[1], Karen Andreon Viçosi[1], Fabrício Valentim Zanzarini[1]

[1]Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG). Vitória, ES. E-mail: guilhermo.recla@seag.es.gov.br

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo destaca-se como uma das mais importantes do estado, tanto para o mercado interno quanto para a exportação. Com características geográficas favoráveis e uma infraestrutura desenvolvida, o estado apresenta um ambiente propício para a expansão do setor. No entanto, há desafios estruturais que precisam ser enfrentados para que o setor alcance seu pleno potencial (Galeano *et al*., 2022a).

O Pedeag 4 (Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba) surge como uma ferramenta essencial de política pública pautada no conceito de inovabilidade, ou seja, inovação com sustentabilidade, incorporando conhecimento e tecnologia para a obtenção de vantagem competitiva e fortalecimento das diversas cadeias produtivas, com destaque para o mamão, que por meio das metas até 2032, apresenta como macroestratégia a consolidação do Espírito Santo como o maior exportador desse produto (Pedeag, 2023). Este trabalho visa analisar o Pedeag 4 como um instrumento estratégico para a estruturação e desenvolvimento sustentável da cadeia, abordando a situação diagnóstica, desafios e oportunidades que precisam ser considerados para o crescimento competitivo e sustentável do setor, bem como apresentar as metas traçadas para os micro-indicadores e o portfólio de iniciativas para alcançá-los.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração deste estudo, foi realizada uma análise documental do Pedeag 4, além de consultas a fontes secundárias sobre a cadeia produtiva do mamão. Guba e Lincoln (1981) definem a análise documental como um exame de documentos em busca de interpretações alternativas ou informações complementares, sendo essa busca feita por meio de documentos. De acordo com Cellard (2008), a análise documental favorece o processo de maturação ou de evolução do tema a ser estudado, lançando luz sobre o assunto.

Dessa forma, justifica-se o método da análise documental, com o intuito de colocar em evidência as

políticas públicas voltadas para a cadeia produtiva do mamão descritas no Pedeag 4, trazendo interpretações do documento para o debate no meio científico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao pesquisar a palavra “mamão” no documento, são contabilizados 36 registros. No diagnóstico da cadeia é mencionado que o Espírito Santo tem reconhecimento no cenário nacional pela produção de mamão. O setor no estado possui uma cadeia de valor dinâmica que corrobora com o bom posicionamento do Espírito Santo em relação a outros estados da Federação.

Uma cadeia de valor é um modelo que descreve todas as atividades e processos envolvidos na produção, transformação e comercialização de um produto ou serviço, desde a concepção até a entrega ao consumidor final. A Figura 1 ilustra a atual cadeia de valor do Mamão no Espírito Santo.

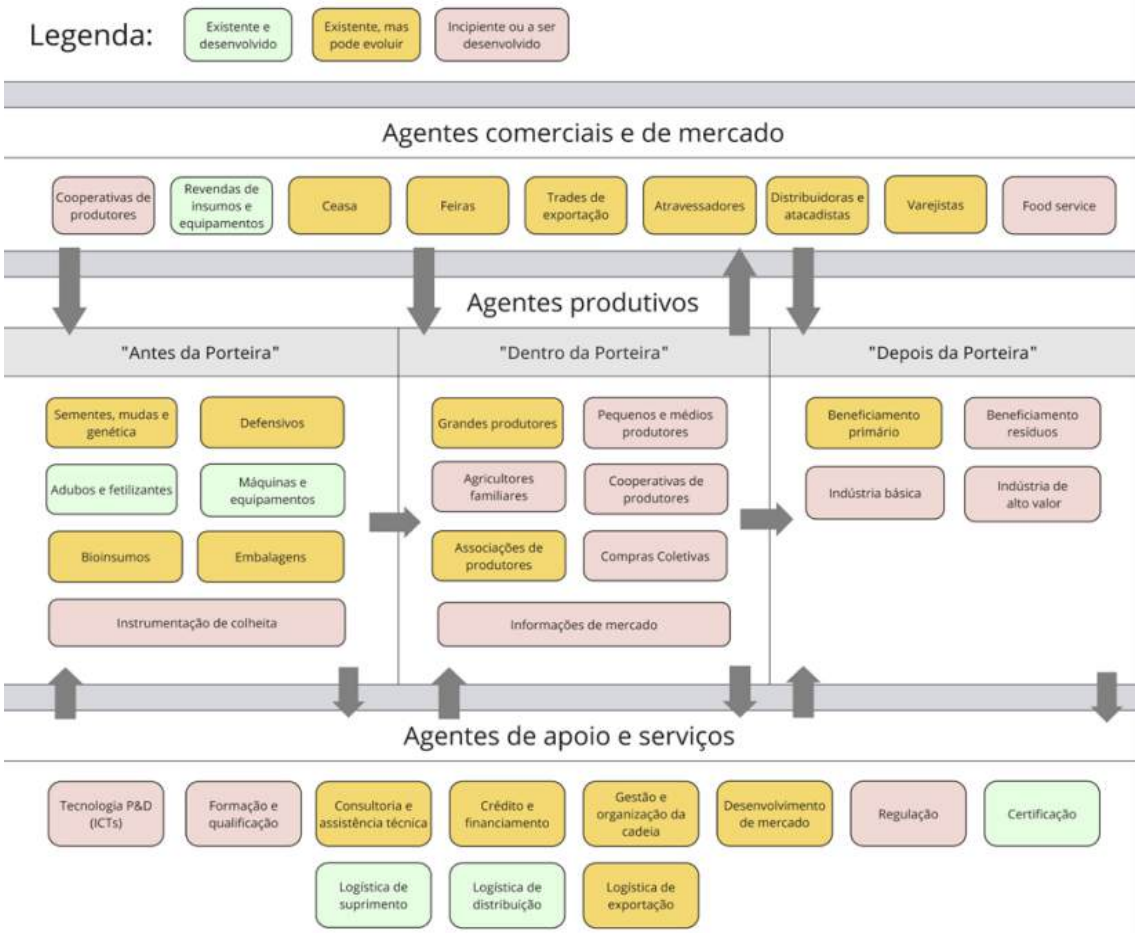


Figura 1 - Cadeia de valor do Mamão no Espírito Santo. Fonte: Pedeag (2023).

A cadeia de valor do mamão no Espírito Santo apresenta um desenvolvimento heterogêneo. Os agentes “antes da porteira”, especialmente os relacionados a insumos como máquinas, fertilizantes e defensivos, são

bem desenvolvidos, mas há espaço para melhorias no fornecimento de sementes, mudas e embalagens, que ainda não atendem plenamente às necessidades dos produtores. O fortalecimento desses elos pode gerar ganhos significativos de eficiência e qualidade.

Os produtores "dentro da porteira", em sua maioria pequenos e médios, já demonstram maturidade no manejo e organização, com forte presença de cooperativas e associações. Contudo, a industrialização e o processamento do mamão são incipientes, limitando o potencial de agregação de valor aos produtos derivados. Os agentes "depois da porteira" mostram algum avanço em termos de beneficiamento primário, especialmente no que tange às práticas de pós-colheita. No entanto, a ausência de indústrias voltadas para o processamento e a criação de produtos derivados permanece como uma das principais barreiras para o aumento da competitividade no mercado externo.

O Pedeag também aborda o conceito da árvore de produtos, mostrando um rol de oportunidades para explorar fontes de renda por meio do mamão. É possível obter mais de 20 unidades de produtos em diferentes segmentações a partir do mamão (Figura 2).

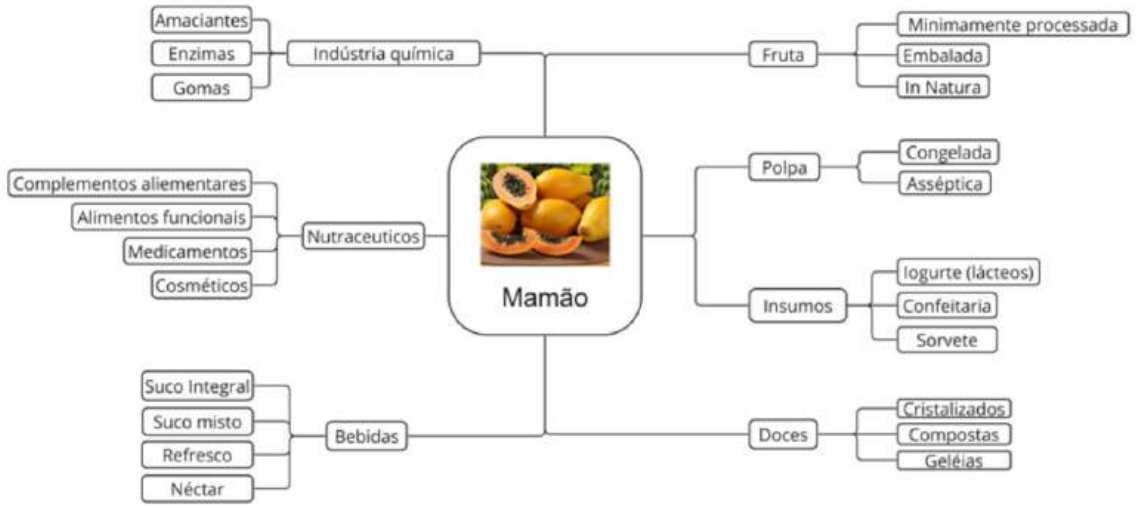


Figura 2 - Árvore de produtos a partir do mamão. Fonte: Pedeag (2023).

De acordo com o Pedeag (2023), a cadeia do mamão tem como objetivos estratégicos de máxima importância: (a) Desenvolver novos genótipos para melhor atendimento das exigências de mercado; (b) Criar selo de identificação para o mamão do grupo Solo capixaba e desenvolver produtos derivados de alto valor agregado e (c) Fomentar os modelos de cooperação e associativismo nos elos de pesquisa, produção e comercialização de produtos e insumos. De modo intermediário, ainda visa-se: (d) Aumentar a produção por meio do ganho de produtividade e ampliação da participação do mamão do grupo Formosa; (e) Incentivar o consumo e ampliar a participação nos mercados interno e externo; (f) Ampliar o uso de práticas agrícolas sustentáveis; e (g) Fortalecer a agricultura familiar apoiando a sucessão familiar, e promover condições dignas

de trabalho no campo.

As diretrizes Estratégicas definidas no Pedeag 4 estão relacionadas com a cadeia do mamão, de modo a mostrar intensidade com que a cadeia isoladamente se relaciona, seja no sentido de causa quanto de efeito, com cada diretriz estratégica. Os números que aparecem nos cruzamentos da cadeia produtiva do mamão com as diretrizes, conforme exposto na Tabela 1, indicam o grau de intensidade dos impactos nas relações. Estes variam de 1 (menor impacto) e 5 (maior impacto).

A cadeia produtiva do mamão está fortemente alinhada com várias diretrizes estratégicas do Pedeag 4, especialmente aquelas relacionadas à melhoria da qualidade, agregação de valor e fortalecimento da cadeia de valor. Isso demonstra uma necessidade clara de modernizar e sofisticar a produção, ao mesmo tempo em que se busca expandir mercados e garantir a sustentabilidade produtiva. No entanto, aspectos como o desenvolvimento social e a sustentabilidade, embora presentes, ainda podem ser mais explorados para alcançar um equilíbrio maior no futuro desenvolvimento da cadeia.

Tabela 1 - Intensidade de acionamento de diretrizes estratégicas na cadeia do mamão

	Diretrizes Estratégicas							Total	Média
Cadeia produtiva	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Mamão	3	5	5	3	5	3	2	26	3,71

Legenda: A - Aumentar a produção e a produtividade; B - Melhorar a qualidade e produzir alimentos seguros; C - Agregar valor ao produto e ampliar a complexidade; D - Desenvolver mercados; E - Fortalecer a cadeia de valor; F - Fortalecer a produção sustentável; G - Desenvolvimento social; H - Total; I - Média. Fonte: adaptado do Pedeag (2023).

O cruzamento de cada cadeia produtiva com os temas transversais possibilita extrair informações importantes e fazer leituras estratégicas, pois aponta quais são aqueles temas que mais impactam ou ajudam no desenvolvimento da cadeia produtiva. Na cadeia do mamão, os temas transversais que mais impactam, numa escala de 1 a 9, em ordem decrescente são: Reservação hídrica e práticas de irrigação (9); Sistemas de Produção Sustentáveis (9); Educação, Pesquisas e Extensão (8); Financiamento, crédito e seguro rural (8); Logística (8); Mudanças climáticas (7); Agroindústria Familiar e Agroturismo (7); Comunicação Agro (6); Mulheres e sucessão rural (4) e Agricultura familiar (4). De modo geral, o conjunto de temas transversais impacta moderadamente a cadeia, obtendo média 7,0.

As metas da cadeia para 2032 são desafiadoras, mas exequíveis. A área colhida do mamão visa chegar a 7.200 hectares, aumento de 4,1% em relação a 2022, por outro lado, a meta maior é em relação ao aumento de produção e produtividade, onde visa-se chegar a 504 mil toneladas com produtividade média de 70 toneladas por hectare. Já no mercado exterior, a meta é exportar 30 mil toneladas em 2032, aumento de 60% em relação a 2022.

Estimular a integração de produtores em associações e cooperativas, estabelecer o programa de fiscalização fitossanitária e a integração institucional para o desenvolvimento de pesquisas em áreas como a

elaboração de bioinsumos, o melhoramento genético das plantas e a apresentação de novos cultivares, em especial de cultivares resistentes às viroses são iniciativas de destaque apresentadas no plano e essenciais para alcançar as referidas metas.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento estratégico da cadeia produtiva do mamão no Espírito Santo até 2032 dependerá fortemente da aplicação das diretrizes estabelecidas no Pedeag 4. A cadeia já apresenta uma base sólida em termos de produção e comercialização, mas precisa superar desafios relacionados à inovação, processamento e agregação de valor. O investimento no desenvolvimento de novos genótipos, na criação de um selo de identificação, no fortalecimento do cooperativismo e no aumento da produtividade são passos essenciais para garantir a competitividade do mamão capixaba. As promoções de práticas agrícolas sustentáveis também serão fundamentais para a longevidade da cadeia. Dessa forma, a execução do Pedeag 4 deve ser tratada como uma prioridade para garantir que o Espírito Santo se mantenha como um polo de excelência na produção e comercialização do mamão no Brasil e no mundo.

AGRADECIMENTOS

Ao Governo do Estado do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

CELLARD, A. A Análise documental. p. 295-316. In: POUPART, J. *et al.* (orgs.). A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: **Vozes**, 2008.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Effective evaluation. San Francisco: **Jossey-Bass**, 1981.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Data**. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/. Acesso em: 13 mar. 2018.

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. 172p. (Fruticultura Capixaba, 1).

PEDEAG - **Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba 4 - 2023/2032**. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca – Seag. 2023. Disponível em: https://seag.es.gov.br/Media/Seag/Importacao/SEAG_Pedeag_4_Completo_v2023-1.pdf. Acesso: 30 ago. 2024.

INSTITUIÇÕES E EMPRESAS PARTICIPANTES DO PAPAYA BRASIL 2024

INSTITUIÇÕES PROMOTORAS E REALIZADORAS

- Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (CEDAGRO)
- Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (BRAPEX)
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) / Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (*SEAG-ES*)

INSTITUIÇÕES CORREALIZADORAS

- Prefeitura Municipal de Linhares
- Sociedade Espiritossantense de Engenheiros Agrônomos (SEEA)
- Sociedade Brasileira de Fruticultura (SBF)

COLABORAÇÃO INSTITUCIONAL

- Agrobiológica Sustentabilidade
- Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (Abrafrutas)
- Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya (*Brapex)*
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA)/ESALQ/USP
- Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) / Universidade de São Paulo (USP)
- Litho Plant
- MF Papaya
- Nortes Consultores Associados Ltda.
- Revista Procampo
- Rubisco Genética em Papaya
- SBW do Brasil - Laboratório de Biotecnologia Vegetal
- Sociedade Brasileira de Fruticultura (SBF)
- Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF)

APOIO INSTITUCIONAL

- *Fundação* de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES)
- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Espírito Santo (SENAR-ES) (*Sistema FAES*/*SENAR-ES*/*Sindicatos* Rurais)

PATROCÍNIOS

- Adubos Real
- AgroFresh
- Banco do Estado do Espírito Santo (Banestes)
- Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea (Mútua)
- Casa Bugre
- Carigen
- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espirito Santo *(Crea-ES*)
- Defesa Agrícola
- *East West Seed*
- *Eurofins do Brasil*
- Innovak Global
- *Litho Plant*
- *MF Papaya*
- Nater Coop
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae)
- SBW do Brasil - Laboratório de Biotecnologia Vegetal
- Sistema de Crédito Cooperativo (*Sicredi)*
- Sistema de Cooperativas Financeiras do Brasil (Sicoob)
- SoloHumics Fertilizantes
- Syngenta
- Valett Grow Agro
- Vitagrícola
- VT Seeds

Promoção e Realização

Correalização

Apoio Institucional

Patrocínio

Apoio Técnico

Apoio

FAPES 20 ANOS
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação Profissional

Realização

20 anos CEDAGRO
centro de desenvolvimento do agronegócio

BRAPEX
BRAZILIAN ASSOCIATION OF PAPAYA EXPORTERS

Incaper
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

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

Acesse gratuitamente a produção editorial do Incaper.

ISBN: 978-85-89274-50-0
9 788589 274500

DOI: 10.54682/livro.9788589274500