

Efeito da densidade de inóculo, temperatura, período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões e controle alternativo de antracnose e podridão peduncular de manga Tommy Atkins

Effect of inoculum density, temperature, wetness period on lesion development and alternative control of anthracnose and stem rot of Tommy Atkins mango

DOI: 10.34188/bjaerv5n4-084

Recebimento dos originais: 05/08/2022

Aceitação para publicação: 30/09/2022

Jamille Rabêlo de Oliveira

Doutoranda em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Fitotecnia – Setor Fitossanidade

Instituição: Universidade Federal do Ceará – UFC

Endereço: Av. Mister Hull, 2977, Bloco 806 - Bairro Pici, Cidade – CE, Brasil

E-mail: jamille_rabelo@hotmail.com

Nyane Monteiro Moreira

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

E-mail: nyanemoreira@hotmail.com

Aline Carvalho de Carvalho

Mestra em Ciências Biológicas Botânica Tropical pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

E-mail: aline.carvalho11@yahoo.com

Adélia Benedita Coelho dos Santos

Doutora em Agronomia, UFRA, Av Tancredo Neves sn, Bairro Montese, Belém/PA,

E-mail: adelia.santos@ufra.edu.br

Iris Lettiere do Socorro Santos da Silva

Prof. Dra. Universidade Federal Rural da Amazônia, Av Tancredo Neves sn, Bairro Montese Belém-PA

E-mail: iris.lettieri@ufra.edu.br

RESUMO

A avaliação de fatores que influenciam as doenças pós-colheita é necessária tanto para o estudo de medidas de controle como para epidemiologia. Na tentativa de reduzir as podridões pós-colheita diversas tecnologias têm sido adotadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da densidade de inóculo, temperatura, período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões e controle alternativo de antracnose e podridão peduncular *in vivo* de manga Tommy Atkins. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém - Pará. Foram obtidos isolados fúngicos de frutos de manga com sintomas de antracnose e podridão peduncular provenientes do Mercado do Ver-o-Peso. Para avaliar a densidade de inóculo, a influência da temperatura e o período de molhamento na podridão do fruto foram realizadas as medições utilizando um paquímetro, onde foi aferido o diâmetro das lesões externas em dois sentidos opostos, diariamente, durante sete dias. O diâmetro médio das lesões, para todos os tratamentos, foi submetido à análise de regressão polinomial, com base no coeficiente de

determinação (R²). Todas as análises de regressão foram efetuadas com o auxílio do programa Statistica 10. As condições ótimas para o estabelecimento da antracnose em pós-colheita consistem em densidades de inóculo alta de 10⁶ e 10⁸ conídios.mL⁻¹, temperatura de 25 °C e 30 °C e período de molhamento de 48 h e 72 h. E para a podridão peduncular, densidade de inóculo de 10⁶ e 10⁸ conídios.mL⁻¹, temperatura em torno de 25°C a 35°C e período de molhamento de 24 h. Para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, o melhor tratamento para as variáveis (densidade de inóculo 10⁶ conídios.mL⁻¹ e temperatura a 25 °C) foi a termoterapia e Nim, e para a variável período de molhamento a 48 h foi o controle com extratos de melão-de-são-caetano e Nim, respectivamente. E para o controle de *Lasiodiplodia theobromae*, o melhor tratamento para as variáveis (densidade de inóculo 10⁶ conídios.mL⁻¹ e temperatura a 25 °C) foi a termoterapia a 52 °C que inibiu completamente o aparecimento das lesões e para a variável período de molhamento a 24 h foi o controle com termoterapia e melão-de-são-caetano, respectivamente. Evidenciando o potencial da termoterapia como fator para o controle das podridões de pós-colheita causadas por *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*.

Palavras-chave: Fitopatologia, Pós-colheita da Manga, Doenças, Controle Alternativo.

ABSTRACT

The evaluation of factors that influence post-harvest diseases is necessary both for the study of control measures and for epidemiology. In an attempt to reduce post-harvest rot, several technologies have been adopted. The objective of this work was to evaluate the effect of inoculum density, temperature, wetness period on lesion development and alternative control of anthracnose and stem rot in vivo of Tommy Atkins mango. The experiments were carried out at the Phytopathology Laboratory of the University Federal Rural of Amazon (UFRA), Belém - Pará. Fungal isolates were obtained from mango fruits with symptoms of anthracnose and stem rot from the Ver-o-Peso Market. To evaluate the inoculum density, the influence of temperature and the wetness period on fruit rot, measurements were performed using a caliper, where the diameter of the external lesions was measured in two opposite directions, daily, for seven days. The mean diameter of the lesions, for all treatments, was submitted to polynomial regression analysis, based on the coefficient of determination (R²). All regression analyzes were performed using the Statistica 10 program. The optimal conditions for the establishment of anthracnose in post-harvest are high inoculum densities of 10⁶ and 10⁸ conidia.mL⁻¹, temperature of 25 °C and 30 °C and wetting period of 48 h and 72 h. And for stem rot, inoculum density of 10⁶ and 10⁸ conidia.mL⁻¹, temperature around 25 °C to 35 °C and wetness period of 24 h. For the control of *Colletotrichum gloeosporioides*, the best treatment for the variables (inoculum density 10⁶ conidia.mL⁻¹ and temperature at 25 °C) was thermotherapy and neem, and for the variable wetness period at 48 h it was the control with extracts São Caetano melon and neem, respectively. And for the control of *Lasiodiplodia theobromae*, the best treatment for the variables (inoculum density 10⁶ conidia.mL⁻¹ and temperature at 25 °C) was thermotherapy at 52 °C, which completely inhibited the appearance of lesions and for the variable wetness period. at 24 h was the control with thermotherapy and São Caetano melon, respectively. Evidencing the potential of thermotherapy as a factor for the control of postharvest rot caused by *C. gloeosporioides* and *L. theobromae*.

Keywords: Phytopathology, Post-harvest mango, Diseases, Alternative control.

1 INTRODUÇÃO

A manga é uma das principais frutas tropicais produzidas no Brasil, quanto ao aspecto socioeconômico, pois é bastante importante na exportação brasileira de frutas frescas, fortalecendo a economia do país (Melo et al., 2009). O consumo da fruta *in natura* e do suco de manga tem se expandido no mercado interno, justificando o crescimento de sua produção, que é um dos maiores dentre as frutíferas (Donadon et al., 2003).

Brasil, México, Índia e Paquistão são os maiores exportadores mundiais de manga, com um total exportado de US \$1.69 milhões, em 2013. As variedades de manga mais comercializadas nos maiores mercados consumidores do mundo (Estados Unidos e Europa) são Tommy Atkins, Haden, Keitt e Kent. No Brasil, a Tommy Atkins responde por 80% das exportações, segundo Flori e Resende (2020).

A manga é uma das frutas mais populares do mundo em razão do excelente sabor aliado às boas características nutritivas e funcionais. A mangicultura tem ganhado importância econômica em razão do seu amplo consumo nos países do mundo (Neto; Reinhardt, 2003). Sua importância se dá pela exploração comercial e também pelo seu cultivo em pomares domésticos de autoconsumo (Manica et al., 2001).

Segundo Flori e Resende (2020) em relação à preferência do consumidor e padrão de qualidade no mercado internacional, os autores dizem que a manga para ser exportada para o mercado americano deve apresentar coloração vermelha e brilhante, com fibras curtas e peso variando de 250 g e 900 g por fruto. Na Europa, a preferência é por frutos entre 300 g a 450 g, o que representa de 9 a 14 frutos numa caixa de 4 kg. No Reino Unido, o mercado atacadista, geralmente, vende mangas de pequeno tamanho (12, 14 e 16 frutos por caixa) para pequenas quitandas e restaurantes, que preferem variedades bastante coloridas, como a Tommy Atkins e a Haden. Por outro lado, nos supermercados, frequentemente são comercializados frutos maiores, de variedades como a Kent e Tommy Atkins.

Contudo, existem algumas importantes doenças pós-colheita que podem inviabilizar este segmento, principalmente a antracnose e a podridão peduncular (Junqueira et al., 2002; Ploetz, 2003). A antracnose afeta todas as partes da planta, com prejuízo maior nos frutos, causando manchas escuras irregulares na casca, as quais podem coalescer e atingir grandes áreas do fruto (Fischer et al., 2009). A podridão peduncular se caracteriza por uma podridão marrom-escura, com bordas bem definidas, iniciando-se pela região peduncular, local de penetração do patógeno (Cunha et al., 1993).

Os fatores que mais se relacionam com a incidência e as severidades das doenças na manga são: temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa, duração do molhamento foliar e

ventos fortes (Zambolim; Junqueira, 2004). De acordo com Zambolim e Junqueira (2004) a antracnose e a podridão peduncular causam danos quando longos períodos de chuva coincidem com o estado ativo de crescimento e floração da mangueira sendo a temperatura acima de 25 °C a ideal para a formação de apressórios do fungo. A doença também ocorre em regiões com temperatura oscilando entre 10 °C a 30 °C sob condições de alta umidade acima de 90% por no mínimo 12 h.

A temperatura também influencia de maneira significativa. Amorim (2011) estudando o efeito da temperatura em podridões de manga observou que a temperatura ótima para o *Neofusicoccum parvum* (Pennycook & Samuels) Crous foi a de 25 °C, enquanto a temperatura de 35 °C afetou drasticamente o seu crescimento micelial. As temperaturas entre 20 °C e 25 °C são favoráveis ao crescimento de *Fusicoccum aesculis* Corda, porém temperaturas superiores a 25 °C afetam drasticamente o seu crescimento micelial.

De acordo com Oliveira et al. (2014) os fatores epidemiológicos de *Phytophthora palmivora* (E.J. Butler) E.J. Butler afetou na severidade da podridão-dos-frutos do mamoeiro no pós-colheita, encontrando as maiores lesões nas mais altas densidades de inóculo testadas 10^6 e 10^7 zoósporos mL^{-1} .

Devido à crescente preocupação com a preservação do meio ambiente e com o conceito de qualidade mercadológica tem aumentado a procura por frutas saudáveis e sem resíduos de agroquímicos. Essa é, sem dúvida, uma tendência mundial e, nesse contexto, o uso de técnicas de manejo integrado associado a variedades resistentes é a medida mais econômica, eficaz e ecológica de controle de doenças e pragas (Fischer et al., 2009). Sendo que entre elas temos os controles alternativos como o tratamento térmico sendo um dos mais empregados, combinado ou não com fungicida, durante cinco minutos, para o controle de doenças pós-colheita (Fischer et al., 2009). O tratamento hidrotérmico ou de choque térmico visa controlar doenças e infestações de insetos, modificar as respostas do tecido e manter a qualidade do fruto durante o armazenamento, induzir resistência aos danos externos e lesões na casca (Resende, 2016), possuindo a vantagem de ser livre de resíduo e não confere risco à saúde humana e ao meio ambiente, podendo ser uma ferramenta do controle integrado de doenças (Pessoa, 2007). No entanto, no estudo da Embrapa (2004) foi observado que o controle da antracnose deve ser feito por meio de uma associação entre métodos culturais, controle químico, monitoramento do pomar e utilização de variedades resistentes. E segundo Junqueira et al. (2002), no Brasil, o controle da antracnose e de outras doenças da manga em pós-colheita vem sendo feito pela imersão dos frutos durante cinco minutos, em água quente a 55 °C, acrescida de thiabendazol a 0,2%.

O uso de extratos vegetais no controle de doenças pós-colheita também se mostra uma maneira eficiente como vemos nos seguintes trabalhos de Gomes Filho et al. (2020), onde foi

observado que os extratos de melão-de-são-caetano (*Mormodica charantia* L.) e mandioca a (*Manihot esculenta* Crantz) nas concentrações de 10 e 15%, proporcionaram os maiores percentuais de inibição micelial (61,01 e 57,61% e 51,55 e 55,48%) respectivamente. E o extrato bruto aquoso (EBA) de melão-de-são-caetano na concentração de 15% e o fungicida (carbendazem) foram eficientes na redução da incidência da fusariose em mudas de pimenta-do-reino. Conforme Demartelaere et al. (2021) o uso dos extratos vegetais *Allamanda blachetti*, *Momordica charantia* e o *Ascophyllum nodosum*, podem produzir substâncias tóxicas capazes de interferir o crescimento e esporulação do microrganismo e inibir a germinação de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, através da alteração da permeabilidade seletiva da membrana plasmática da hifa, como também o incremento da atividade das enzimas β -1,3-glucanase e quitinase, auxiliando assim na ativação de mecanismos de defesas de forma direta e indireta. No trabalho de Campos et al. (2020) foi observado que a associação de quitosana (biopolímero natural produzido a partir da quitina) e do extrato pirolenhoso ajudam no fortalecimento da defesa das plantas, onde foi desenvolvido o filme fitoprotetor para uso em sistemas agrícolas, visando melhorar o vigor, o controle de pragas e doenças, a produtividade e a qualidade das safras.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da densidade de inóculo, temperatura, período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões e controle alternativo de antracnose e podridão peduncular *in vivo* de manga Tommy Atkins.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As análises dos efeitos da temperatura, período de molhamento, densidade de inóculo e controle alternativo *in vivo* de manga Tommy Atkins foram realizados no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) em Belém-Pará. Onde foram utilizados frutos de manga com sintomas de antracnose e podridão peduncular provenientes do Mercado do Ver-o-Peso, Pará, para o isolamento fúngico, seguindo a metodologia Menezes e Assis (2004).

Após o crescimento dos fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, retirou-se um disco micelial da colônia de cada fungo e transferido para o centro de uma placa contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA) sendo mantidas sob luz contínua a 25 ± 2 °C durante o período de esporulação. A partir de culturas, com aproximadamente 21 dias de crescimento para o fungo *L. theobromae*, e 10 dias para o fungo *C. gloeosporioides*, foram preparadas suspensões de esporos na densidade de 10^1 , 10^2 , 10^4 , 10^6 e 10^8 conídios.mL⁻¹ de ambos os fungos pela adição de água destilada esterilizada à superfície das culturas, filtragem em camada dupla de gaze, determinada e padronizada utilizando câmara de Neubauer, conforme a metodologia de Silveira et al. (2001). As

inoculações foram realizadas em frutos sadios de manga, cultivar Tommy Atkins no estágio de maturação 3 e 4 conforme a classificação de Protrade (1992). Para as análises dos efeitos da temperatura, período de molhamento e densidade de inóculo, frutos de manga foram previamente lavados com sabão e água corrente, e desinfetados superficialmente pela imersão em NaClO 1,5% por 5 min. E para o controle alternativo, os frutos foram previamente lavados com sabão e água corrente. Em cada fruto foram marcados três pontos opostos, onde foram efetuados ferimentos de aproximadamente 3 mm de profundidade, com o auxílio de um bisturi, sendo depositado 0,1ml das suspensões contendo esporos dos patógenos em cada ponto. Após a inoculação, os frutos foram mantidos sobre tampas de placas de Petri contendo algodão hidrófilo umedecido com água destilada esterilizada (ADE) e colocados em sacos plásticos, constituindo a câmara úmida, de acordo com a metodologia de Silveira et al. (2001), com umidade relativa aproximadamente de 45%.

2.1 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA, PERÍODO DE MOLHAMENTO E DENSIDADE DE INÓCULO

2.1.1 Influência da Temperatura

Os frutos foram inoculados com os isolados de *L. theobromae* e *C. gloeosporioides*, na densidade de 10^6 conídios.mL⁻¹. E mantidos em câmara úmida por 48 h e aclimatados às temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35 °C sob fotoperíodo de 12 h, durante sete dias em BOD. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por um fruto. As testemunhas foram submetidas às mesmas condições, sendo o inóculo substituído por ADE.

2.1.2 Influência do Período de Molhamento

Os frutos foram inoculados com os isolados de *L. theobromae* e *C. gloeosporioides* na densidade de 10^6 conídios.mL⁻¹. E depois os frutos foram submetidos a diferentes períodos de molhamento de 0, 12, 24, 48 e 72 h, com manutenção em câmara úmida durante sete dias, à temperatura de 25 °C em BOD. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por um fruto. As testemunhas foram submetidas às mesmas condições, sendo o inóculo substituído por ADE.

2.1.3 Influência da Densidade de Inóculo

Os frutos foram inoculados com os isolados de *L. theobromae* e *C. gloeosporioides* nas densidades de 10^1 , 10^2 , 10^4 , 10^6 e 10^8 conídios.mL⁻¹. E logo após foram mantidos em câmara úmida por 48 h, e incubados à temperatura de 25 °C, em BOD, durante sete dias. O delineamento

experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por um fruto. As testemunhas foram submetidas às mesmas condições, sendo o inóculo substituído por ADE.

2.1.4 Avaliação e Análises Estatísticas

Para avaliar a influência da temperatura, o período de molhamento e a densidade de inóculo nas podridões de mangas, procedeu-se a aferição com o paquímetro, onde foi medido o diâmetro das lesões externas, em dois sentidos opostos, diariamente, durante sete dias. O diâmetro da área lesionada (severidade) foi calculado pela média dos valores obtidos na medição horizontal e vertical: $s = (D1+D2)/2$; sendo: S = diâmetro da lesão; D1 = diâmetro 1; D2 = diâmetro 2. Os diâmetros médios das lesões obtidas para todos os tratamentos foram submetidos à análise de regressão polinomial ou quadrática, com base no coeficiente de determinação (R²). Todas as análises de regressão foram efetuadas com o auxílio do programa Statistica 10 (StatSoft, 2010).

2.2 CONTROLE ALTERNATIVO DE ANTRACNOSE E PODRIDÃO PEDUNCULAR

2.2.1 Preparo dos Extratos Aquosos

Para o preparo dos extratos aquosos, foram coletadas folhas de Nim (*Azadirachta indica* L.) e melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.), lavadas e esterilizadas, e posteriormente pesadas 200 g das folhas para 1000 ml de ADE e logo após foram trituradas, gerando o extrato aquoso bruto (Corsato et al., 2010). Os extratos foram diluídos para a concentração de 20%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição um fruto. Os frutos de manga Tommy Atkins foram imersos nos respectivos tratamentos: Água quente a 48 °C por 5 minutos (T1); água quente a 52 °C por 5 minutos (T2); extrato de Nim (T3); extrato de melão-de-são-caetano (T4) e a testemunha (T5).

2.2.2 Variável: Densidade de Inóculo 10⁶ e Temperatura de 25 °C

Os frutos, para a avaliação da variável densidade de inóculo e variável temperatura, foram mantidos em câmara úmida durante 48 h e submetidos à densidade de inóculo 10⁶ conídios.mL⁻¹ à temperatura de 25 °C em BOD e período de molhamento 0 h. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por um fruto. As testemunhas foram submetidas às mesmas condições, porém, não receberam tratamento.

2.2.3 Variável: Período de molhamento de 24 h para o fungo *L. theobromae* e 48 h para *C. gloeosporioides*

Os frutos, para a avaliação da variável período de molhamento de 24 h para o fungo *L. theobromae* e 48 h para o fungo *C. gloeosporioides*, foram mantidos em câmara úmida durante sete dias, submetidos à densidade de inóculo 10^6 conídios.mL⁻¹ e temperatura de 25 °C em BOD. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por um fruto. As testemunhas foram submetidas às mesmas condições, porém, não receberam tratamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

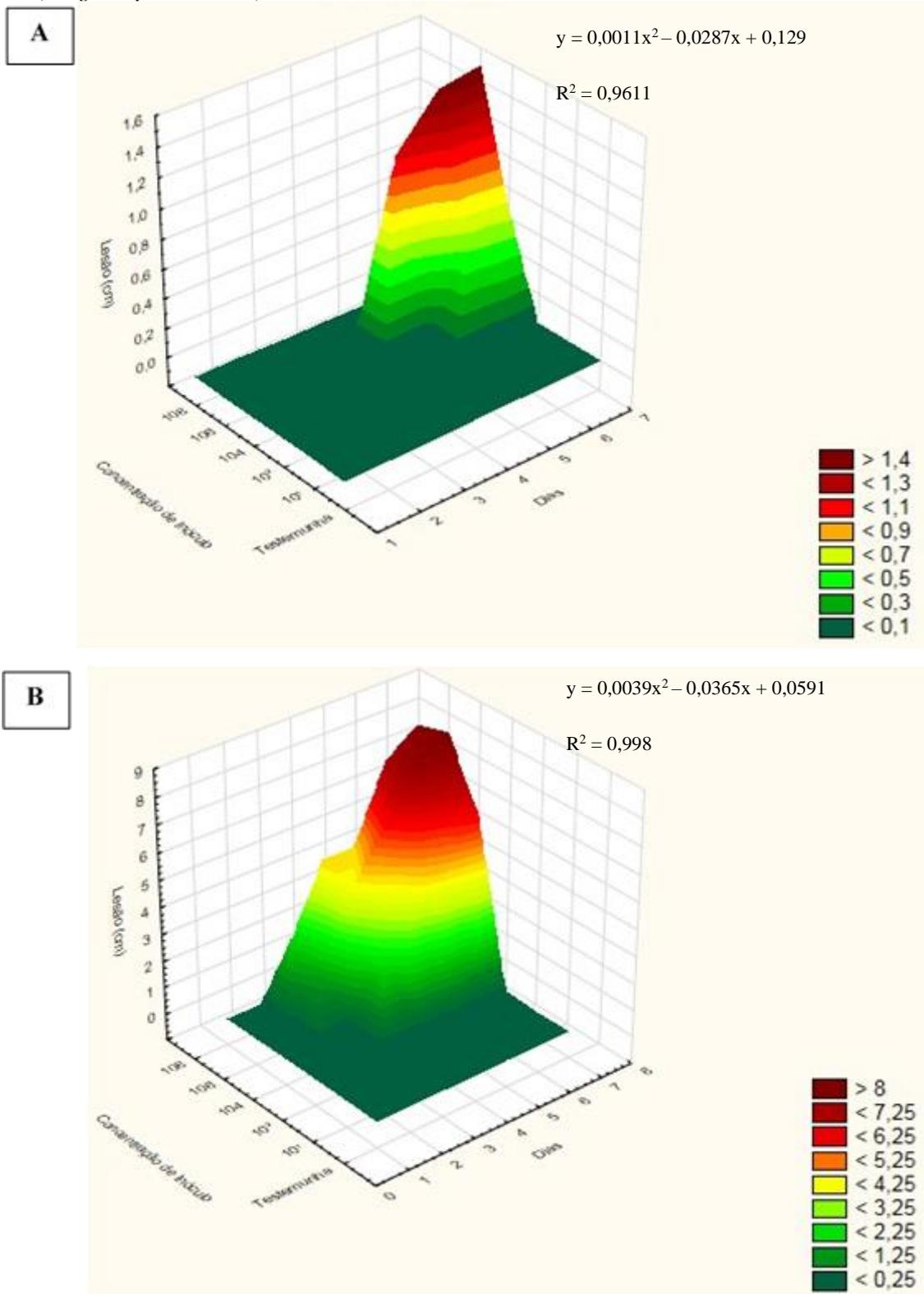
O modelo de regressão que melhor se ajustou aos resultados da severidade da doença nas variáveis (densidade de inóculo, temperatura e período de molhamento) foi o polinomial. O tamanho das lesões variaram da cor de verde escuro (lesões menores) a vermelho (lesões maiores), onde é possível observar nos gráficos 3D as lesões em cm.

3.1 INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS

3.1.1 Influência da Densidade de Inóculo

O coeficiente de determinação na amostra (R²) foi de 96% para *C. gloeosporioides* e 99% para *L. theobromae* (Figura 1). As densidades de 10^1 e 10^2 conídios.mL⁻¹ não ocasionaram lesão nos frutos. A maior lesão ocasionada pelo fungo *C. gloeosporioides* foi encontrada na densidade de inóculo de 10^6 conídios.mL⁻¹, seguido da concentração 10^8 conídios.mL⁻¹.

Figura 1: Influência da densidade de inóculo no aparecimento de doenças em frutos de manga durante o período de incubação. A) *C. gloeosporioides* e B) *L. theobromae*.



Fonte: Autores

Dillard e Cobb (1993) trabalhando com *C. lindemuthianum* observaram aumento na severidade da doença nas folhas com o aumento da densidade de inóculo. Nunes e Bergamin Filho (1996) no mesmo patossistema, também verificaram o aumento da severidade da antracnose com o aumento das concentrações de inóculo (0 , 10^2 , 10^4 e 10^6 conídios.mL⁻¹). Sussel et al.(2011) afirmam que o aumento da incidência e da severidade do mofo cinzento em função do aumento de inóculo evidencia a necessidade do controle das fontes de inóculo do fungo, seja em plantas hospedeiras seja no próprio campo de cultivo, para evitar o início e o desenvolvimento de epidemias.

As lesões de podridões nos frutos ocasionadas por *L. theobromae* só apareceram a partir do terceiro dia, na densidade de inóculo 10^6 conídios.mL⁻¹. Nas densidades de 10^1 e 10^2 conídios.mL⁻¹ não apareceram lesões mesmo ao término das medições. O maior tamanho de lesão foi encontrado na densidade de 10^6 e 10^8 conídios.mL⁻¹.

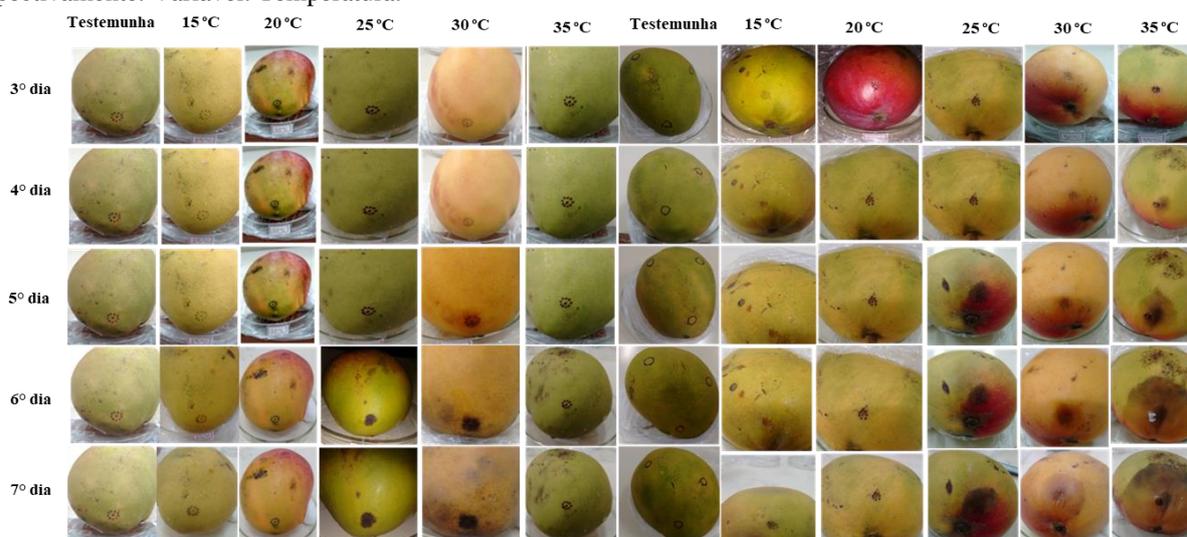
Silva (2012) relata em seu trabalho com maracujá-amarelo, que em relação a densidade de inóculo, maiores tamanhos de lesões foram observados com as concentrações de 10^6 e 10^7 conídios.mL⁻¹ para todos os isolados analisados. Melo (2012) avaliando parâmetros epidemiológicos da podridão por *Lasiodiplodia* em uva, constatou que a densidade de inóculo de 10^7 conídios.mL⁻¹ causou o maior tamanho de lesão nos frutos. O fato de concentrações menores de inóculo não demonstrarem lesão pode estar associado às variações existentes na agressividade pertinente a cada patógeno, pois a agressividade é influenciada por fatores externos, como diferenças edafoclimáticas de cada região (Silva, 2012).

Vale et al. (2004) afirmaram que o aumento do nível de infecção geralmente ocorre em consequência do aumento na densidade de inóculo, observando que é necessária uma grande quantidade de inóculo viável para que ocorra o processo de infecção. Ou seja, quanto maior a densidade do inóculo maior será a severidade, destacando então a importância da redução do inóculo para reduzir os riscos de epidemias na pós-colheita.

3.1.2 Influência da Temperatura

O coeficiente de determinação na amostra (R²) foi de 95% para *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*. Os sintomas visíveis da antracnose causada por *C. gloeosporioides* apareceu no quinto dia após a inoculação dos esporos na manga, na temperatura de 30 °C; no dia seguinte, o sintoma apareceu na temperatura de 25 °C, nas demais temperaturas não houve aparecimento da lesão, chegando ao sétimo dia com maior lesão no fruto nas temperaturas de 25 °C e 30 °C (Figura 2).

Figura 2: Imagens dos frutos de Manga durante o período de inoculação de *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, respectivamente. Variável: Temperatura.



Fonte: Autores

Os dados obtidos se relacionam com os dados encontrados por Poltronieri (2012) que trabalhando com os isolados de *C. gloeosporioides* obtidos de material doente, proveniente de frutos de juçara, observou que a temperatura ótima para aparecimento da doença ocorreu à 28 °C, seguida da temperatura de 25 °C. As temperaturas mais elevadas, em torno de 28 °C, são mais favoráveis às infecções de *C. gloeosporioides* (Batista, 2010).

As temperaturas de 15 °C e 20 °C inibiram em 100% o aparecimento do sintoma. Resultado semelhante foi obtido por Pessoa et al. (2007) quando estudou o efeito da temperatura no desenvolvimento da antracnose da banana, visto que a temperatura de 15 °C proporcionou o melhor controle da doença.

Os resultados obtidos a partir da influência da temperatura na severidade de podridões em frutos de manga causadas por *L. theobromae* estão dispostos na Figura 2.

Observa-se que, de modo geral, a partir da temperatura de 25 °C resultou em maiores lesões sobre o fruto, para o fungo *L. theobromae*. Não houve aparecimento de lesões nas temperaturas de 15 °C e 20 °C. O maior tamanho da lesão de podridões em frutos de manga por *L. theobromae* ocorreram a partir da temperatura de 25 °C a 35 °C, esse resultado se assemelha ao relatado por Carvalho Dias et al. (1998) onde afirmam que as condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo são em temperaturas que variam de 27 °C a 33 °C. Bem como, por Silva (2012) que relata em seu trabalho com maracujá-amarelo que o fungo *L. theobromae* causou podridão com temperatura ao redor de 25 °C a 35 °C. Pessoa et al. (2007) relataram que temperaturas entre 20 °C a 30 °C, além de promover o maior desenvolvimento da antracnose em banana, também foram responsáveis pelas maiores lesões sobre a superfície da fruta. A temperatura de 15 °C mostrou ser a mais adequada para

o armazenamento por desfavorecer o desenvolvimento de *L. theobromae* e conservar a integridade física desejável das frutas de manga, permitindo assim melhor conservação.

Mangolin et al. (2019) estudando sobre o tratamento hidrotérmico no controle de podridão peduncular em mamão papaia observou que a temperatura que gerou o maior controle de severidade do sintoma, com o tempo de imersão de 15 segundos, foi na temperatura de 70 °C. Ou seja, os frutos tratados com água quente à 70 °C só apresentaram sintomas a partir do 7º dia. Portanto, os frutos que passaram pelo hidrotreamento à 70 °C só apresentaram sintoma de podridão peduncular 17 dias após a sua colheita.

3.1.3 Influência do Período de Molhamento

O coeficiente de determinação na amostra (R²) foi de 98% para *C. gloeosporioides* e 93% para *L. theobromae*. Todos os períodos de molhamento testados para o fungo *C. gloeosporioides* proporcionaram o desenvolvimento da lesão sobre o fruto da manga até o final do experimento. Este estudo verificou que o período de molhamento entre 48h e 72h proporcionaram maiores lesões no fruto. Resultados semelhantes foram obtidos por Sussel et al. (2011), no qual os autores chegaram à conclusão que a incidência e a severidade do mofo-cinzento-da-mamoneira é diretamente proporcional ao período de molhamento e a temperatura do ar. Camera (2012) verificou que a intensidade da doença na soja aumenta linearmente à medida que o período de molhamento foliar aumenta, sendo 72h ideal para a ocorrência da mancha “olho-de-rã”.

O período de molhamento de 12h causou lesão acima de 1cm no fruto, corroborando com o estudo de Lima Filho (2003) que encontrou efeito do período de molhamento de 12h no desenvolvimento de lesões de isolado de *C. gloeosporioides* sobre a antracnose de maracujá amarelo.

Ao analisar as curvas de regressão obtidas, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos, sendo todos os períodos de molhamento influenciaram significativamente nos tamanhos das lesões para as podridões em frutos de manga, causadas por *L. theobromae*. Porém, foi possível observar que houve um aumento progressivo nos períodos de molhamento de 0 h às 24 h, observando lesões na cor vermelha mais intensa que para os períodos de 48 h e 72 h. De acordo com Silveira et al. (2001) o aumento dos níveis da severidade de podridões pós-colheita com a elevação do período de molhamento, confirma a importância da alta umidade no progresso de podridões, sugerindo que a pulverização das frutas com água, constitui uma prática que pode aumentar os níveis de doenças. Esse resultado se diferenciou do encontrado por Silva (2012) onde afirma que o período de molhamento de 48 h foi o que mais influenciou no tamanho das lesões de maracujá-amarelo causadas por *L. theobromae*.

Lopes (2009) estudando o efeito do período de molhamento sobre fungos pós-colheita em mamão constatou que o melhor período de molhamento foi de 72 h, sendo as lesões evidenciadas a partir de 24h. Agrios (2005) relatou que para a germinação da maioria dos esporos fúngicos e a penetração do tubo germinativo no hospedeiro é indispensável à presença de umidade.

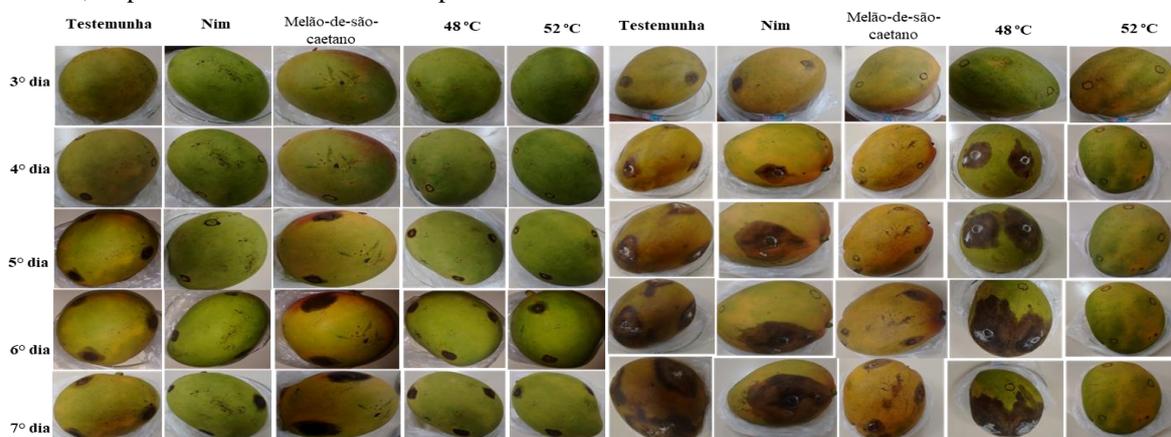
3.2 CONTROLE ALTERNATIVO DE ANTRACNOSE E PODRIDÃO PEDUNCULAR

3.2.1 Variável: Densidade de Inóculo 10⁶ e Temperatura a 25 °C

O coeficiente de determinação na amostra (R²) foi de 92% para *C. gloeosporioides* e 91% para *L. theobromae*. Os tratamentos que apresentaram menor lesão do fungo *C. gloeosporioides* sobre os frutos de manga foram os tratamentos com termoterapia, seguido do tratamento com extrato de Nim.

Estudos feitos por Lima et al. (2007) concluíram que na avaliação fitopatológica os frutos de manga que sofreram tratamento hidrotérmico apresentaram menor incidência de antracnose. O tratamento com extrato de melão-de-são-caetano proporcionou o maior diâmetro da lesão no fruto comparado aos outros tratamentos, indicando que o desenvolvimento da lesão foi acelerado pelo extrato (Figura 3).

Figura 3: Controle alternativo: Imagens dos frutos de Manga durante o período de incubação de *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, respectivamente. Variável: Temperatura 25 °C.



Fonte: Autores

Estudo realizado por Celoto et al.(2008) quando estes trabalharam no uso de extratos para o controle *in vitro* do *C. gloeosporioides* afirmaram que o extrato de melão-de-são-caetano proporcionou mais de 90% de inibição do crescimento micelial do fungo. Esses resultados reforçam a necessidade de investigar e desenvolver mais estudos sobre esse assunto, envolvendo testes de amostras da mesma planta coletada em diferentes regiões geográficas, diferentes épocas do ano e

diferentes horas do dia para determinar a substância antifúngica presente e determinar a parte da planta onde se concentra maior quantidade dessa substância.

O controle alternativo (termoterapia) à temperatura de 52 °C por cinco minutos foi o mais eficiente no controle de podridões em frutos de manga por *L. theobromae*. O extrato aquoso de Nim favoreceu o desenvolvimento da lesão ocasionada por *L. theobromae* e o extrato aquoso de melão-de-são-caetano conseguiu controlar o desenvolvimento e diminuir o tamanho das lesões nos frutos. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Nascimento et al. (2014) ao estudar o controle de fitopatógenos de manga e melão através da hidrotermia e radiação UV-C constatou que o tratamento hidrotérmico inibiu o crescimento de *L. theobromae* através dos tratamentos a 55 °C e 58 °C. Esses resultados também se assemelham ao de Celoto et al. (2008) que estudando o efeito de extratos de plantas sobre *L. theobromae*, constataram que o extrato de melão-de-são-caetano propiciou menor percentagem de lesão em bananas (*Musa* spp.).

Machado et al.(2015) relataram que o extrato de óleo de Nim na densidade de 64 mL.L¹ apresenta ação fungicida para o controle dos fungos *L. theobromae* e *C. gloeosporioides*, sendo então recomendado no controle alternativo destes patógenos. No entanto, Volf e Steinhauer (1997) observaram que *Sclerotinia fuliginea* não foi controlado por extratos de folhas de Nim, tendo o seu crescimento estimulado pela aplicação do extrato. E Venturoso et al. (2011) observaram que o extrato de Nim favoreceu o crescimento de *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.

3.1.2 Variável: Período de molhamento de 24h para o fungo *L. theobromae* e 48h para *C. gloeosporioides*

O coeficiente de determinação na amostra (R²) foi de 92% para *C. gloeosporioides* e 97% para *L. theobromae*. Os maiores diâmetros das lesões no fruto apareceram nos tratamentos testemunha e termoterapia de 52 °C, na variável período de molhamento de 48h. No entanto, os tratamentos com extrato de melão-de-são-caetano e Nim apresentaram menor diâmetro de lesão no fruto.

No que diz respeito ao período de molhamento de 24h para o fungo *L. theobromae* visando o seu controle nos frutos de manga, observou-se que o controle alternativo, na termoterapia a 52 °C por cinco minutos foi o mais eficiente no controle de podridões nos frutos por *L. theobromae*. O extrato aquoso de Nim favoreceu o crescimento de *L. theobromae* e o extrato aquoso de melão-de-são-caetano conseguiu controlar o desenvolvimento do fungo e diminuir o tamanho das lesões nos frutos. Este resultado corrobora com os encontrados por Nascimento et al. (2014) que estudando o controle de patógenos de manga e melão através da hidrotermia e radiação UV-C, onde constatou que o tratamento hidrotérmico inibiu o aparecimento da lesão ocasionado por *L. theobromae* através

dos tratamentos de 55 °C e 58 °C. Lins et al. (2011) estudando o controle de extratos vegetais em podridão peduncular afirmaram que os tratamentos com extrato de melão-de-são-caetano tiveram ação fungitóxica intermediária em relação aos demais. Porém, quando comparados à testemunha foi constatado menor diâmetro de colônia. Este resultado sugere que o referido tratamento, provavelmente, induziu alguma resposta de defesa nas frutas.

Extratos de plantas têm demonstrado efeito relevante no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta quanto por alterações fisiológicas na planta, como indução de enzimas relacionadas à patogênese e fitoalexinas, lignificação da folha, entre outras (Schwan-Estrada et al., 2005). Estes autores também relataram que as pesquisas *in vitro* realizadas até o momento indicam o potencial de plantas medicinais no controle de fitopatógenos.

4 CONCLUSÃO

As condições ótimas para o estabelecimento da doença em pós-colheita consistem em temperatura de 25 °C e 30 °C, período de molhamento de 48h e 72h e densidades de inóculo alta de 10^6 e 10^8 conídios.mL⁻¹ para o fungo *C. gloeosporioides*. E para o fungo *L. theobromae* temperatura em torno de 25 °C a 35 °C, período de molhamento de 24h e densidade de inóculo de 10^6 e 10^8 conídios.mL⁻¹. Para o controle de *C. gloeosporioides* na variável densidade de inóculo 10^6 conídios.mL⁻¹ e temperatura a 25 °C foi a termoterapia e extrato de Nim, e para a variável período de molhamento a 48h foi o controle com extratos de melão-de-são-caetano e Nim, respectivamente. E para o controle de *L. theobromae*, o melhor controle para a variável densidade de inóculo 10^6 e temperatura a 25 °C foi a termoterapia a 52 °C que inibiu completamente o aparecimento das lesões, para a variável período de molhamento a 24h foi o controle com termoterapia e melão-de-são-caetano, respectivamente. Evidenciando o potencial da termoterapia como fator para o controle das podridões de pós-colheita causadas por *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. Plant Pathology. 5^a ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005. 922p.
- AMORIM, C.C.; BARBOSA, J.S.; BARBOSA, M.A.G.; TERAPO, D.; BATISTA, D.C. Efeito da temperatura no crescimento micelial de *Neofusicoccum parvum* isolado de mangueira. In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 6., 2011, Petrolina. Anais. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 269-273
- BATISTA, D.C. Cultivo da Mangueira. Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 2, 2^a edição, ISSN 1807-0027 versão eletrônica, agosto/2010.
- CAMERA, J.N. Patogenicidade, esporulação e interação entre temperatura e período de molhamento foliar na intensidade da mancha foliar “olho-de-rã” em soja. 2012. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo.
- CAMPOS, A. D., OLIVEIRA, R. P. DE, UENO, B., CASTRO, L. A. S. DE. Eficiência do Filme Fitoprotetor à Base de Quitosana e Extrato Pirolenhoso para Pulverização em Pomar de Citros. Circular técnica 211. Embrapa, Pelotas/RS. Dezembro 2020.
- CARVALHO DIAS, M.S.; CHALFOUN DE SOUZA, S.M.; PEREIRA, A.F. Principais doenças da videira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 19, n.194, p.76 – 84, 1998.
- CELOTO, M. I. B.; PAPA, M.F.S; SACRAMENTO, L.V.S. CELOTO, F.J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.
- CORSATO, J.M.; FORTES, A.M.T.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. Semina - Ciências Agrárias, Londrina: Universidade Estadual de Londrina (UEL), v. 31, n. 2, p. 353-360, 2010.
- CUNHA, M. M.; COUTINHO, C. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FERREIRA, F. R. Manga para exportação: aspectos fitossanitários. Brasília: FRUPEX, 1993. 104 p.
- DEMARTELAERE, A. C. F.; PRESTON, H. A. F.; MATA, T. C.DA, COSTA; W. P. L. B. DA; NICOLINI, C.; GOMES, W. DE A.; MEDEIROS, D. C. DE; SILVA, T. P. DE P.; SOUZA, J. B. DE; et al. Utilização de extratos no controle da antracnose em pós-colheita de *Mangifera indica*. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.1, p.4872-4892 Jan. 2021.
- DILLARD, H.R. & COBB, A.C. Survival of *Colletotrichum lindemuthianum* in beandebriis in New York State. Plant Disease, n.77, p. 1233-1238. 1993.
- DONADON, J. R.; DURIGAN, J. F.; SOUZA, B. S.; LIMA, M.A. Produtos Minimamente Processados de Mangas “Parvin” Conservados em Diferentes Embalagens. Alim. Nutr., Araraquara, v.14, n.1, p. 87-92, 2003.
- EMBRAPA. 2004. Cultura da Mangueira. Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 2, ISSN 1807-0027 versão eletrônica, julho/2004.
- FISCHER, I.H.; ARRUDA, M.C.; ALMEIDA, A.M.; GALLI, J.A.; BERTANI, R.M.A.; GERÔNIMO, E.M. Doenças pós-colheita em variedades de manga cultivadas em Pindorama, São Paulo. Revista Brasileira de Fruticultura. vol.31 no.2, Jaboticabal, Jun. 2009.

FLORI, J. E.; RESENDE, G. M. Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia. Sistema de Produção, 49 ISSN 1678-8796 49 Versão Eletrônica Jan/2020.

GOMES FILHO, J.; SANTOS, E. B. DOS; AMORIM, E. P. DA R. Controle da fusariose (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) em pimenta-do-reino cv. Bragantina com extratos brutos aquosos e fungicida. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 46, n. 1, p. 49-52, 2020.

JUNQUEIRA, N.T.V.; PINTO, A.C. de Q.; CUNHA, M.M.; RAMOS, V.H.V. Controle das doenças da mangueira. In: ZAMBOLIM, M.L. (Ed.) Controle de doenças de plantas: fruteiras. Viçosa: UFV, 2002. v.1, p.323-404.

LIMA FILHO, R.M. Caracterização isoenzimática, inoculações cruzadas de *Colletotrichum* e influência da temperatura no desenvolvimento da antracnose em maracujá. 2003. 54f. Dissertação (Pós-graduação em Fitossanidade/Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LIMA, L. C.; DIAS, M.S.C.; CASTRO, M.V.; RIBEIRO JUNIOR, P.M.; SILVA, E.B. Controle da antracnose e qualidade de mangas (*Mangifera indica* L.) cv. haden, após tratamento hidrotérmico e armazenamento refrigerado em atmosfera modificada. Ciências agrotécnicas, Lavras, v. 31, n. 2, p. 298-304, mar./abr., 2007.

LINS, S.R.O.; OLIVEIRA, S.M.A.; ALEXANDRE, E.R.; SANTOS, A.M.G.; OLIVEIRA, T.A.S. Controle alternativo da podridão peduncular em manga. Summa Phytopathologica, v.37, n.3, p.121-126, 2011.

LOPES, A.L. Epidemiologia e controle com radiação gama de doenças pós colheita do mamão. 2009. 75f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MACHADO, P.P.; VIEIRA, G.H.C.; MACHADO, R.A. Uso da própolis e óleo de nim no controle dos fungos *Lasiodiplodia theobromae* e *Colletotrichum gloeosporioides*: principais patógenos que acometem os frutos da manga. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, p. 31-37, out./dez. 2015.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; MALAVOLTA, E.; RAMOS, V.H.V.; OLIVEIRA Jr., M. E.; CUNHA, M.M. da; JUNQUEIRA, N.T.V. Manga: tecnologia, produção, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 617p.

MANGOLIN, G. S., KONDA, E. T., BAPTISTA, R. Z., NASCIMENTO, R. dos S., TEARO, D. Tratamento hidrotérmico no controle de podridão peduncular em mamão papaya. Braz. J. Anim. Environ. Res., Curitiba, v. 2, n. 5, p. 1615-1623, edição especial, set. 2019.

MENEZES, M.; ASSIS, S.M.P. Guia prático para fungos fitopatogênicos. 2 ed. rev. e ampl. – Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2004.

MELO, R.B.; SILVA, J. S.; CANDIDO, A. S.; FEITOSA, T. B.; SOUZA, O. C. Análise da produção e da exportação de manga no Polo Petrolina(PE)/Juazeiro(BA). In: Encontro Norte e Nordeste de Ciências e Engenharia de Materiais, 2., Teresina, PI, 2009. Anais. Teresina: Editora Universitária da UFRN, 2009.

MELO, L.G.L. Avaliação de Parâmetros epidemiológicos da podridão por *Lasiodiplodia* em uva nas cultivares Itália Muscat e Thompson Seedless. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

NASCIMENTO, F.V.; SANTOS, M.C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.V.; BARTNICKI, V.A. Hidrotermia e radiação UV-C no controle de patógenos de manga e melão. *Summa Phytopathologica*, v.40, n.4, p.313-317, 2014.

NETO, M. T. C. & REINHARDT, D. H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Haden. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 36-38, 2003.

NUNES, W.M.C. & BERGAMIN FILHO, A. Avaliação dos danos causados pela antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira* 21:436-442. 1996.

OLIVEIRA, T.A.S.; BLUM, L.E.B.; DUARTE, E.A.A.; TAVARES, G.M.; LUZ, E.D.M.N. Fatores epidemiológicos de *Phytophthora palmivora* afetando a severidade da podridão-dos-frutos do mamoeiro na pós-colheita. *Summa Phytopathologica*, v.40, n.3, p.256-263, 2014.

PESSOA, W. R. L. S. et al. Efeito do tratamento hidrotérmico associado a indutores de resistência no manejo da antracnose da goiaba em pós-colheita. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 20, n. 3, p.129-135, out. 2007.

PLOETZ, R.C. Diseases of mango. In: PLOETZ, R.C. (Ed.) Diseases of tropical fruit crops. Wallingford: CAB International, 2003. p.327-363.

POLTRONIERI, T.P.S. Patogenicidade, efeito de temperatura no desenvolvimento e controle de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose da Juçara (*Euterpe edulis* Mart.). 2012. Dissertação (Pós-graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PROTRADE. Mango – Manual de exportacion: frutas tropicales y hortalizas. Eschborn: GTZ, 1992. 34 p.

RESENDE, E. C. O. Efeito do tratamento hidrotérmico quarentenário na pós-colheita de mamão. 2016. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

SILVEIRA, N.S.S.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R.; TAVARES, L.A.; MAIA, L.C. Influência da temperatura, período de molhamento e concentração do inóculo de fungos na incidência de podridões pós-colheita em frutos de tomateiro. *Fitopatologia Brasileira*. n.26, p. 33-38. 2001.

SILVA, E.K.C. Condições favoráveis para ocorrência da podridão por *Lasiodiplodia* e métodos alternativos de controle na pós-colheita do maracujá-amarelo. Tese (Doutorado em Fitopatologia), Recife, 2012.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, JR. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: Cavalcanti, L.S, Di Piero, R.M.; Cia, P.; Pascholati, S.F.; Resende M.L.V.; Romeiro, R.S. (Eds.). Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba. Fealq, 2005. p.125-132.

SUSSEL, A.A.B.; POZZA, E.A.; CASTRO, H.A.; LASMAR, E.B.C. Incidência e severidade do mofo-cinzento-da-mamoneira sob diferentes temperaturas, períodos de molhamento e concentração de conídios. *Summa Phytopathologica*, v.37, n.1, p.30-34, 2011.

VALE, F.X.R.; JESUS JR, W.C.; ZAMBOLIM, L. Natureza das epidemias. In: VALE, F.X.R.; JESUS JR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Eds). Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte, 2004. P. 21-48.

VENTUROSO, L.R.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; CONUS, L.A.; PONTIM, B.C.A.; BERGAMIN, A.C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 37, n. 1, p. 1823, 2011.

VOLF, O.; STEINHAUER, B. Fungicidal activity of neem leaf extracts. In: Proceedings of the 49^a International Symposium on Crop Protection, Gent, Belgium, 6 May, 1997, Parte IV Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen University Gent. v. 62 (36), p. 1027-1033, 1997.

ZAMBOLIM, L. & JUNQUEIRA, N.T.V. Manejo Integrado de Doenças da Mangueira. In.: ROZANE, D.E. et al. Manga - Produção Integrada, Industrialização e Comercialização. Viçosa: UFV, 2004.