







## ARTIGO ORIGINAL

### Sanitizantes na pós-colheita de goiaba 'Paluma' durante o armazenamento e controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp.

Shirley Santos Monteiro<sup>1</sup> ; Thamillys do Nascimento Silva<sup>1</sup> ; Taiane Gomes Feliciano da Silva<sup>1</sup> ;  
Nayana Rodrigues de Sousa<sup>1</sup> ; Maria Silvana Nunes<sup>2</sup> ; Luciana Cordeiro do Nascimento<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, 12 Rodovia, PB-079, 58397-000, Areia, PB, Brasil. <sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Av. Fernando Correa da Costa, nº 2367, Cidade Universitária, 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil. <sup>3</sup>Laboratório de Fitopatologia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil.

Autor para correspondência: Shirley Santos Monteiro (monteiroshirley987@gmail.com)

Data de recebimento: 13/05/2022. Aceito para publicação em: 20/04/2023

10.1590/0100-5405/263995

#### RESUMO

Monteiro, S.S.; Silva, T.N.; Silva, T.G.F.; Sousa, N.R.; Nunes, M.S.; Nascimento, L.C.. **Sanitizantes na pós-colheita de goiaba 'Paluma' durante o armazenamento e controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp.** *Summa Phytopathologica*, v.49, p.1-6, 2023.

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de sanitizantes sobre as características físico-químicas, qualidade sanitária de frutos da goiabeira 'Paluma' durante o armazenamento e controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp. As goiabas 'Paluma' foram tratadas com os sanitizantes ácido acético, ácido ascórbico, hipoclorito de sódio, ácido paracético, peróxido de hidrogênio e fungicida tiabendazol e controle (água destilada). Foram avaliadas a perda de massa fresca, firmeza, pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, qualidade sanitária e controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo sete tratamentos e

cinco períodos (três dias), com quatro repetições de três frutos cada. Os sanitizantes desempenharam papel efetivo no controle da perda de massa e firmeza dos frutos armazenados. O pH dos frutos foi influenciado pelo peróxido de hidrogênio (6º dia), ácido acético e hipoclorito de sódio (15º dia). Ácidos acético e paracético reduziram a perda de ácido ascórbico dos frutos, indicando que os sanitizantes podem ser uma alternativa para aumentar a vida útil dos frutos. No controle sanitário, o ácido acético e o fungicida tiabendazol inibiram o crescimento de *Colletotrichum* sp. Os ácidos acético e paracético e o tiabendazol, inibiram totalmente o crescimento de ambos isolados do *Colletotrichum* sp.

**Palavras-chave:** Atributos de qualidade; *Psidium guajava*; Pós-colheita; Sanitização;

#### ABSTRACT

Monteiro, S.S.; Silva, T.N.; Silva, T.G.F.; Sousa, N.R.; Nunes, M.S.; Nascimento, L.C.. **Sanitizers in the postharvest of guava 'Paluma' during storage and *in vitro* control of *Colletotrichum* sp.** *Summa Phytopathologica*, v.49, p.1-6, 2023.

The aim of the present study was to evaluate the effect of sanitizers on physicochemical characteristics, sanitary quality of 'Paluma' guava fruits during storage and *in vitro* control of *Colletotrichum* sp. Guavas 'Paluma' were treated with the sanitizers acetic acid, ascorbic acid, sodium hypochlorite, peracetic acid, hydrogen peroxide and thiabendazole fungicide, besides control (distilled water). Evaluations included fresh mass loss, firmness, pH, titratable acidity (TA), soluble solids (SS), SS/TA ratio, sanitary quality and *in vitro* control of *Colletotrichum* sp. The design was completely randomized, in a split-plot scheme, including seven treatments

and five periods (three days), and four replicates of three fruits each. The sanitizers played an effective role in controlling mass loss and firmness of stored fruits. The pH of fruits was influenced by hydrogen peroxide (6<sup>th</sup> day), acetic acid and sodium hypochlorite (15<sup>th</sup> day). Acetic and peracetic acids reduced ascorbic acid loss in the fruits, indicating that sanitizers can be an alternative to increase the shelf life of fruits. Considering sanitary control, acetic acid and thiabendazole fungicide inhibited the growth of *Colletotrichum* sp. Acetic and peracetic acids and thiabendazole completely inhibited the growth of both isolates of *Colletotrichum* sp.

**Keywords:** Quality attributes; *Psidium guajava*; post-harvest; sanitization.

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), pertencente à família Myrtaceae, é composta por mais de 70 gêneros e 2.800 espécies, nativa da região central do continente americano. A goiaba é um fruto tropical climatérico, caracterizado por altas taxas de respiração, rico em licopeno, e vida útil reduzida no 12º dias após a colheita. As frutas

têm sabor adocicado e aroma agradável, razão principal de sua grande diversidade de produtos, usos e formas de consumo (28). As regiões Nordeste e Sudeste do Brasil se destacam como os maiores produtores de goiaba do país, responsáveis por 50,24% e 40,97% da produção nacional, respectivamente, cerca de 566.293 t de frutas em uma área

colhida de 21.914 ha (16).

As doenças pós-colheita, representam grande entrave à produtividade da goiabeira e precisam ser controladas. As perdas pós-colheita em produtos vegetais frescos são estimadas em cerca de 50% dos produtos armazenados, sendo os fungos patogênicos os principais agentes causadores dessas perdas. Para controlar os patógenos, estratégias eficazes são necessárias pois os processos associados ao amadurecimento favorecem o estabelecimento de microrganismos (20).

A maioria dos patógenos das plantas e de pós-colheita são controlados com defensivos químicos sintéticos, visando reduzir, controlar ou erradicar o inóculo (9). Porém, nos últimos anos seu uso tem sido reduzido devido ao surgimento de patógenos resistentes e aumento de resíduos químicos em alimentos, prejudiciais à saúde humana, demandando métodos alternativos de controle de doenças (17).

As perdas causadas por microrganismos são indesejáveis em alimentos consumidos *in natura*, no qual se dá grande visibilidade à aparência externa dos frutos (6). Portanto, com a demanda e exigência do mercado consumidor, tornam-se necessárias adoção de medidas sanitizantes na pós-colheita de frutos antes de sua distribuição e comercialização, sendo de extrema importância minimizar as perdas causadas pelos patógenos (31).

No entanto, o sucesso da higienização depende do princípio ativo do produto que está sendo utilizado e da sensibilidade do microrganismo, visto que os patógenos apresentam diferença de sensibilidade quando expostos a diferentes sanitizantes (5). Os sanitizantes, quando aliados às condições de manuseio e temperatura de armazenamento adequada, podem auxiliar no aumento da vida útil, reduzindo a contaminação microbiana e as doenças pós-colheita, resultando na preservação da qualidade dos frutos e aumentando a segurança alimentar para o consumidor (21).

Dessa forma, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito de sanitizantes sobre a qualidade sanitária e características físico-químicas de goiabas 'Paluma' durante o armazenamento para incrementar a sua vida útil e determinar os sanitizantes com maiores potenciais para o controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia, do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). Foram avaliadas goiabas da cultivar Paluma adquiridas no comércio local, no estádio de maturação 1 (verde escuro), no município de Areia-PB. Os frutos foram selecionados quanto ao tamanho e ausência de injúrias.

Os frutos foram desinfestados com água corrente, sabão e colocados sobre papel toalha a temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C), em condições de laboratório. Os frutos foram organizados aleatoriamente e submetidos aos tratamentos: T1: ácido acético (1%), T2: ácido ascórbico (1%), T3: hipoclorito de sódio (5%), T4: ácido paracético (5%), T5: peróxido de hidrogênio (5%), T6: fungicida tiabendazol ( $4 \text{ mL L}^{-1}$ ) e T7: controle (água destilada esterilizada - ADE). Os frutos foram tratados via imersão durante 1 minuto, e após secagem em bandejas de polietileno com papel absorvente, foram transferidos para bandejas de poliestireno expandido e armazenado em ambiente com temperatura controlada de  $25 \pm 2$  °C durante 15 dias, sendo avaliados a cada três dias.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema de parcelas subdivididas no tempo (7 x 5), sendo sete tratamentos e cinco períodos de avaliação, com quatro repetições de três frutos por parcela. Considerando os tratamentos como parcelas e os períodos de armazenamento como subparcelas. Para o

controle *in vitro* foi usado DIC, com cinco repetições por tratamento, sendo a unidade experimental composta por duas placas de Petri.

As variáveis físico-químicas avaliadas foram a perda de massa fresca, determinada diariamente. A firmeza, quantificada por meio da resistência à penetração com auxílio do penetrômetro digital da marca Instrutherm e modelo MOD. PTR-300 e os resultados foram expressos em Newtons (N). Utilizando-se quatro repetições por tratamento, sendo cada unidade experimental composta por três frutos.

Foram avaliados os parâmetros químicos: pH - utilizou-se pHmetro digital KASVI Benchtop phmeter, K39-2014B; acidez titulável - determinada por titulação, utilizando como indicador a fenolftaleína, segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (15), e os resultados expressos em % de ácido cítrico; sólidos solúveis - determinados por refratômetro de acordo com AOAC (2), utilizando-se um refratômetro digital DBR45 e os resultados foram expressos em °Brix; relação sólidos solúveis (SS)/acidez titulável (AT) - obtida através do quociente entre a razão SS/AT; ácido ascórbico - determinado pelo método colorimétrico, utilizando 2,4-dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (24) e os resultados expressos em  $\text{mg (100 g)}^{-1}$  de ácido ascórbico.

A incidência de patógenos nos frutos, foi determinada através do isolamento e incubação em meio BDA (batata-dextrose-agar) (1), e manutenção em ambiente controlado ( $25 \pm 2$  °C), por sete dias. Os patógenos foram identificados com auxílio de um microscópio óptico observando-se características morfológicas e comparando com a descrição da literatura especializada (25). A quantificação da incidência foi determinada, a cada três dias, durante 15 dias de avaliação.

No controle *in vitro* testaram-se dois isolados (Iso1 e Iso2) de *Colletotrichum* sp. retirados das goiabas e cultivados em placas de Petri, contendo meio de cultura BDA, repicados para obtenção de colônias puras.

Um disco (5 mm) contendo colônia fúngica foi depositado no centro de placas de Petri (9 mm) contendo BDA com adição dos mesmos tratamentos aplicados nos frutos, na concentração única de 1%.

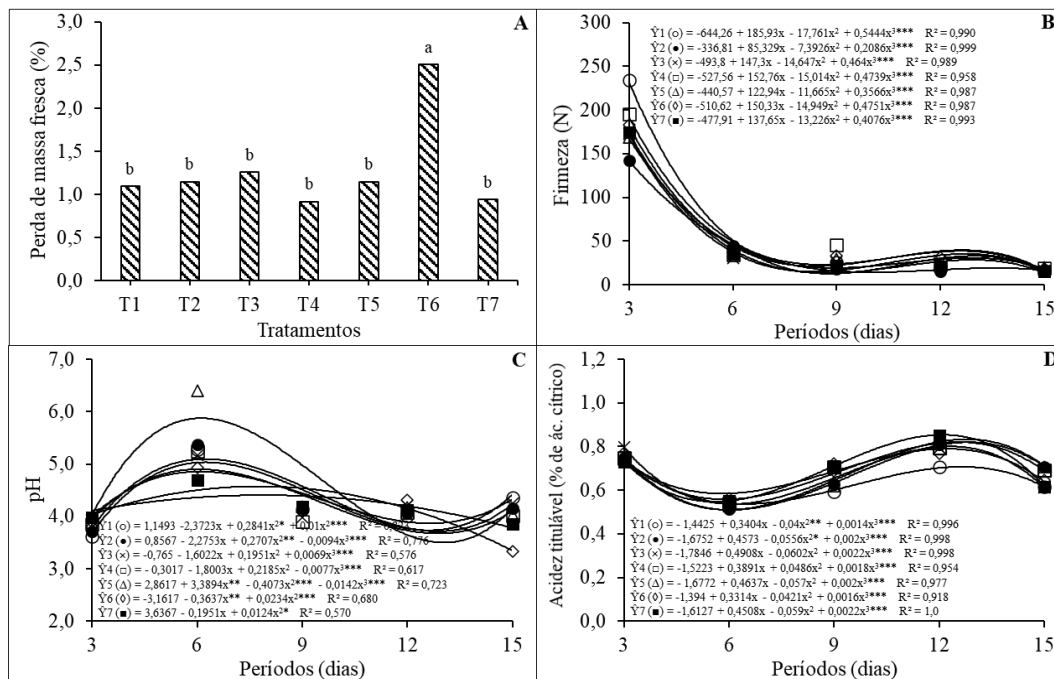
Foram determinados o diâmetro médio da colônia, através da mensuração das colônias, realizada a intervalos de 24 horas, com auxílio de uma régua graduada nos dois sentidos perpendiculares, até atingirem toda a extensão da placa, diâmetros médios das colônias determinados pela média dos dois eixos, porcentagem de inibição do crescimento micelial (14) e índice de velocidade de crescimento micelial (13).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, testando-se os modelos quadrático e cúbica em função do tempo de armazenamento, e as médias dos tratamentos comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software estatístico R (R Core Team, 2020).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa fresca dos frutos tratados com ácido acético, ácido ascórbico, hipoclorito de sódio, ácido paracético e peróxido de hidrogênio não diferiu do controle, apresentando as menores perdas, em média de 1,12% para todos os tratamentos (Figura 1A). O fungicida tiabendazol promoveu maior perda de massa fresca dos frutos de goiabeira 'Paluma' (2,51%).

A perda de massa depende da cultivar, das características da superfície do produto, do estádio de desenvolvimento e da relação superfície/volume (26). Isto deve-se a perda de água e solutos resultando na redução da pressão de turgor, levando ao aumento do metabolismo dos vegetais (27). Silva et al. (26) constataram que a maior perda de massa (18,48%) em goiabas 'Paluma', sem tratamentos pós-colheita, ocorreu no 10º dia de armazenamento a  $24 \pm 1$  °C.



**Figura 1.** Perda de massa fresca (A), firmeza (B), pH (C) e acidez titulável (D) em frutos de goiaba ‘Paluma’ tratados com sanitizantes ácido acético a 1% (T1), ácido ascórbico a 1% (T2), hipoclorito de sódio a 5% (T3), ácido paracético a 5% (T4), peróxido de hidrogênio a 5% (T5), fungicida tiabendazol 4 mL L<sup>-1</sup> (T6) e controle (água destilada esterilizada) (T7) no 15º dia de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Quanto à firmeza, os resultados demonstraram que a firmeza reduziu com aplicação dos tratamentos pós-colheita ao longo do período de armazenamento dos frutos (Figura 1B). Aos 6º, 12º e 15º dias, os tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa entre si. A redução da firmeza ocorre possivelmente devido ao desenvolvimento da atividade microbiana e ao aumento do metabolismo resultante do aumento da atividade enzimática do fruto (3).

Mafra et al. (18) indicam que no processo natural de amadurecimento dos frutos, desencadeiam mudanças fisiológicas que promovem o amolecimento do tecido vegetal, tornando-o mais suscetível ao ataque de patógenos e ao desenvolvimento de doenças pós-colheita.

Os frutos tratados com os ácidos acético e paracético apresentaram melhor desempenho na conservação da firmeza aos 3º e 9º dias de armazenamento (Figura 1B), diferindo dos frutos tratados com ácido ascórbico e controle que sofreram redução média de firmeza de 11,84 N e 1,49 N, respectivamente. Salientando que o limite mínimo aceitável de firmeza para transporte e consumo de frutos é de 19,61 N, proporcionando condições mínimas de maior retardamento no amadurecimento (12).

Em geral, entre os sanitizantes testados, os ácidos acético e paracético desempenharam um papel efetivo no controle da perda de firmeza dos frutos armazenados. O ácido paracético poderia ser um melhor substituto para soluções de cloro usadas na indústria de produtos hortifrutigranjeiros (21).

Na Figura 1C, observa-se que para o pH dos frutos da goiabeira ‘Paluma’, houve diferença significativa (p ≤ 0,05) entre os tratamentos aplicados. A partir do 3º dia, o pH aumentou atingindo o valor máximo no 6º dia; e na sequência houve um decréscimo, mantendo-se estáveis até o 15º dia de armazenamento para todos os tratamentos.

O peróxido de hidrogênio no 6º dia, ácido acético e hipoclorito de sódio no 15º dia apresentaram os maiores valores de pH em relação aos demais tratamentos, indicando que o amadurecimento dos frutos.

Os ácidos ascórbico e paracético e tiabendazol retardaram

significativamente amadurecimento dos frutos, em relação ao controle, indicando que os sanitizantes alternativos não provocaram desordem fisiológicas aos frutos. Essas alterações ocorrem devido às modificações bioquímicas dos estados de maturação dos frutos, comportamento atribuído à conversão de ácidos orgânicos em açúcares de reserva de carboidratos da planta devido à baixa capacidade fotossintética dos frutos (30).

A acidez titulável em todos os tratamentos não apresentou diferença significativa (p < 0,001) entre si (Figura 1D). No entanto, ao longo do armazenamento diminuiu a acidez titulável nos frutos, fato esperado devido ao processo de senescência, estando de acordo com o comportamento do pH. No 12º dia de armazenamento, a acidez titulável, atingiu seu valor máximo durante o armazenamento.

Os valores de acidez titulável dos frutos foram superiores aos encontrados em goiabas ‘Paluma’ sem aplicação de tratamentos pós-colheita (26). O máximo foi 0,62% de ácido cítrico no 8º dia de armazenamento a 24 ± 1 °C. Este aumento pode decorrer da maturação dos frutos durante o armazenamento, não havendo interposição dos tratamentos, visto que nenhum expressou diferença estatística, em relação a controle.

O teor de sólidos solúveis não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, durante o período de armazenamento de 15 dias (Figura 2A). Os teores de sólidos solúveis comportaram-se de forma quadrática. Observa-se na Figura 2A, que houve diminuição no 9º dia, seguido de elevação dos teores durante o armazenamento. Os tratamentos aplicados não interferiram nos teores de sólidos solúveis ao longo do tempo de conservação, passando de 11,78 °Brix no início do armazenamento para 7,89 °Brix no final.

Dessa forma, entende-se que as técnicas de conservação menos eficientes, geralmente, devem apresentar menor teor de acidez titulável (ácido acético) e maior teor de sólidos solúveis (peróxido de hidrogênio). Porém, pode ser recomendado como uma eficiente alternativa para a conservação de importantes atributos de qualidade

dos frutos de goiabeira ‘Paluma’, como a massa fresca, firmeza e sólidos solúveis.

A relação SS/AT, nos 6°, 9° e 15° dias de armazenamento, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. No 12° dia, o ácido acético apresentou 16,11 como melhor resultado para relação SS/AT, diferindo dos demais tratamentos (Figura 2B). O menor resultado da relação SS/AT de 11,96 foi verificado nos frutos tratados com ácido ascórbico, não havendo diferença estatística do fruto controle.

No início do amadurecimento de frutos de goiabeira, aumenta o teor de ácido ascórbico, propiciando aumento expressivo da acidez até o ponto de consumo (12). O teor de ácido ascórbico nos frutos de goiabeira ‘Paluma’ diminuiu a cada período de armazenamento, indicando que não há interação significativa entre períodos e tratamentos (Figura 2C). A redução do teor de ácido ascórbico dos frutos de goiabeira é esperada devido à alta perecibilidade, com curto período de conservação em temperatura ambiente, à grande intensidade do seu metabolismo, apresentando na pós-colheita período de vida muito curta (4).

No 6° dia de armazenamento, os frutos tratados com ácido acético apresentaram os maiores valores de ácido ascórbico, em contrapartida os tratados com ácido ascórbico apresentaram menores valores de ácido ascórbico. Porém, no 9° dia, o ácido paracético apresentou melhores resultados, e o peróxido de hidrogênio apresentou menores valores de ácido ascórbico. Com relação aos 12° e 15° dias, os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento. O ácido ascórbico é suscetível à degradação, devido aos processos oxidativos, por ocasião da senescência (22).

Os frutos tratados com ácidos acético e paracético apresentaram menor redução nos teores de ácido ascórbico em relação aos demais tratamentos. Assim, os sanitizantes aplicados podem ser uma alternativa para aumentar a conservação pós-colheita dos frutos, parâmetro de grande interesse para comercialização e manutenção da qualidade do

produto (7).

Avaliando-se a qualidade sanitária dos frutos de goiaba ‘Paluma’ tratados com sanitizantes alternativos, detectaram-se os fungos *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. e *Pestalotia* sp. durante o período de armazenamento.

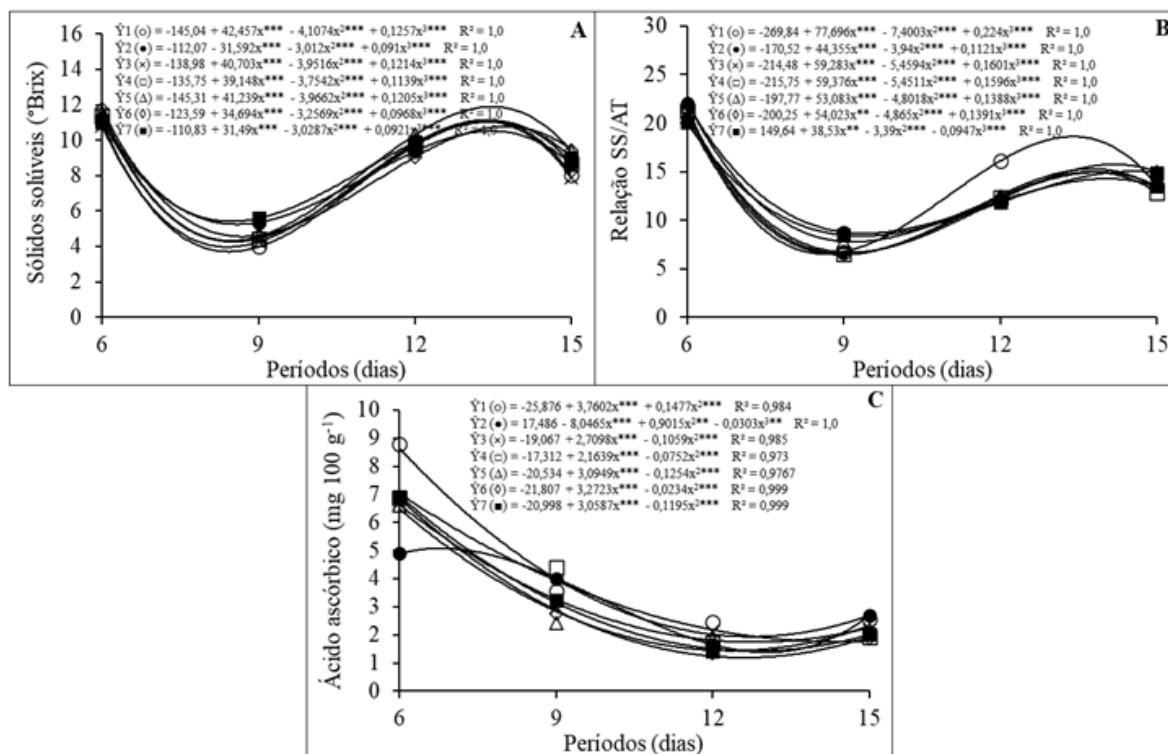
Após o isolamento, constatou-se que os tratamentos não apresentaram diferença significativa no 3°, 12° e 15° dia, enquanto que os tratamentos ácido acético (70%) e ácido ascórbico (70%), no 6° e 9° dias, apresentaram maior porcentagem de *A. niger* em relação aos demais tratamentos.

Os tratamentos não apresentaram diferença significativa para incidência de *Colletotrichum* sp. no 3°, 6° e 15° dia. O ácido acético e tiabendazol inibiram o crescimento do *Colletotrichum* sp. e não diferiram estatisticamente entre si, porém diferiram do controle, que apresentou maior incidência de *Colletotrichum* sp. no 6° e 9° dia, com incidência de 60% para ambos períodos de armazenamento.

A incidência de *Cladosporium* sp. e *Pestalotia* sp., foi semelhante estatisticamente em todos os tratamentos. Provavelmente, não foi possível verificar o efeito dos tratamentos nesses gêneros fúngicos devido à baixa incidência.

Com relação ao *Penicillium* sp., os tratamentos não diferiram significativamente nos 3°, 6°, 9° e 12° dia. No entanto, no 15° dia, o peróxido de hidrogênio estimulou o desenvolvimento do *Penicillium* sp. em relação aos demais tratamentos, com incidência máxima de 20%.

Entre os sanitizantes testados, o ácido ascórbico foi o menos eficiente no controle do crescimento dos fungos. O ácido ascórbico é volatilizado com o aumento da temperatura, cuja a perda está diretamente ligada com a sua solubilidade em água. Outro fator que contribui para sua perda é o armazenamento durante longos períodos e longa exposição ao ar em lugares úmidos (8). Esse sanitizante sofre perdas no processamento e no armazenamento, influenciadas por



**Figura 2.** Sólidos solúveis (A), relação SS/AT (B) e ácido ascórbico (C) em frutos de goiaba ‘Paluma’ tratados com sanitizantes ácido acético a 1% (T1), ácido ascórbico a 1% (T2), hipoclorito de sódio a 5% (T3), ácido paracético a 5% (T4), peróxido de hidrogênio a 5% (T5), fungicida tiabendazol 4 mL L<sup>-1</sup> (T6) e controle (água destilada esterilizada) (T7) no 15° dia de armazenamento.

diversos fatores, como pH, temperatura e presença (11).

Os sanitizantes testados contra os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Pestalotia* não foram adequados para manutenção da qualidade sanitária de frutos armazenados, pois não apresentaram diferenças em relação à controle, necessitando um tratamento complementar, como a utilização de refrigeração.

No experimento *in vitro*, observou-se que os Iso de *Colletotrichum* sp. apresentaram os menores diâmetros médios das colônias e índices de velocidade de crescimento micelial quando submetidos aos ácidos acético e paracético e ao tiabendazol que inibiram totalmente o crescimento do fungo (Figura 3). Esses resultados indicam que esses sanitizantes são mais eficientes para *Colletotrichum* sp. com efeito fungistático (Figura 3A e 3B).

Nos tratamentos com ácido ascórbico, hipoclorito de sódio e controle o Iso 1 do *Colletotrichum* sp. apresentou maior velocidade de crescimento micelial e maior diâmetro médio da colônia. Com relação ao Iso 2, apenas no controle apresentou maior velocidade de crescimento micelial (Figura 3A e 3B).

Nas Figuras 3A e 3B, o ácido ascórbico e hipoclorito de sódio, com relação ao Iso 1, não apresentaram diferenças significativas com o controle para o diâmetro médio da colônia e índice de velocidade de crescimento micelial.

Oliveira et al. (19), testando o controle *in vitro* de patógenos na cultura da bananeira (*Musa* sp.), observaram que hipoclorito de sódio a 1,5% foi efetivo, tanto quanto o fungicida carbendazin, inibindo de 100% do crescimento de *Colletotrichum* sp. Resultados semelhantes foram observados por Casemiro et al. (10) que o fungicida procloraz

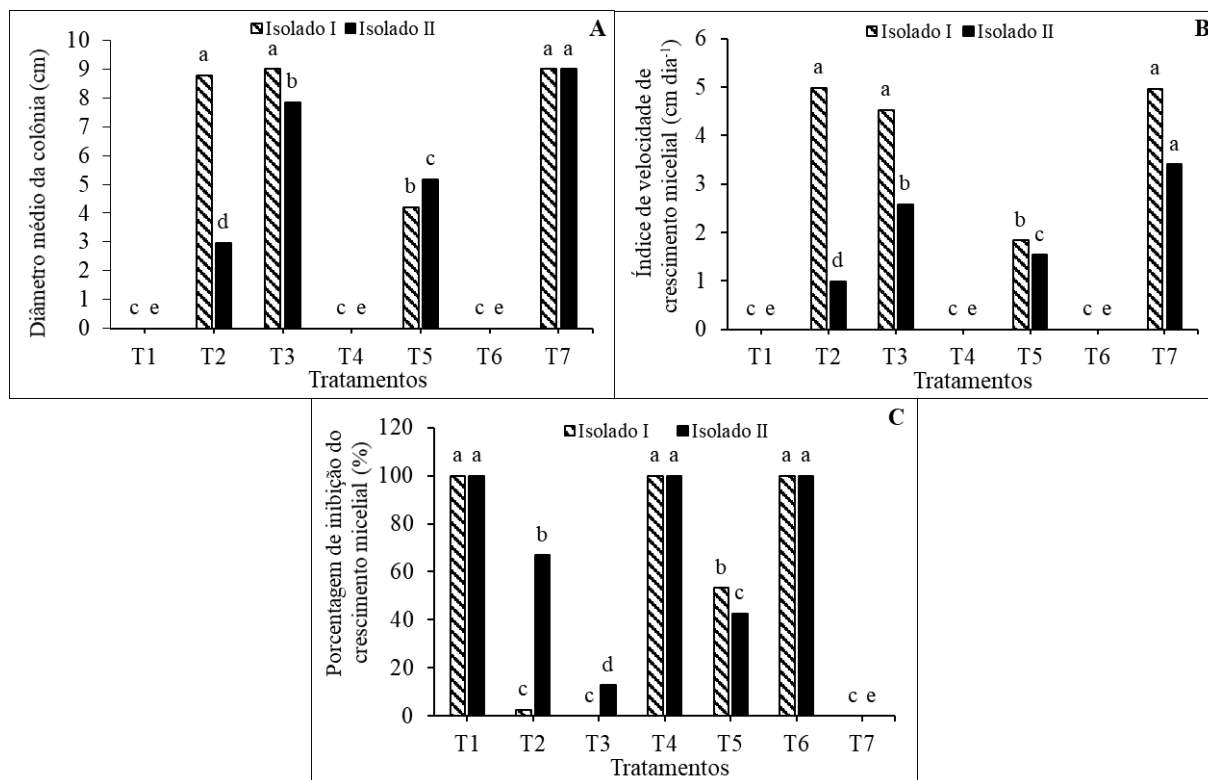
suprimiu o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão, o que corrobora com os resultados de Reis et al. (23).

Nas Figuras 3A e 3B, o peróxido de hidrogênio apresentou maior eficiência sobre o Iso 1, com maior inibição. Demonstrando que o Iso 1 sobressaiu ao Iso 2, mesmo tendo um diâmetro médio de colônia menor, apresentou maior velocidade de crescimento micelial. A inibição do crescimento micelial podem estar ligados à capacidade das plantas de produzirem metabólitos secundários que apresentam diferentes modos de ação sobre os patógenos (29).

Na Figura 3C, a porcentagem de inibição do crescimento micelial de ambos isolados foi maior com os ácidos acético e paracético e tiabendazol. No Iso 1, o controle apresentou menor inibição, não diferindo do hipoclorito de sódio e ácido ascórbico; enquanto no Iso 2 apenas a controle apresentou a menor inibição em relação a todos tratamentos.

Todos os sanitizantes desempenharam papel efetivo para manter a massa e firmeza dos frutos armazenados. O pH do peróxido de hidrogênio (6º dia), ácido acético e hipoclorito de sódio (15º dia) indicou o amadurecimento mais rápido dos frutos. O teor de acidez titulável e sólidos solúveis dos frutos não sofreram alteração com a utilização dos sanitizantes. Ácidos acético e paracético reduziram a perda teores de ácido ascórbico dos frutos de goiabeira ‘Paluma’, indicando que os sanitizantes aplicados podem ser uma alternativa para aumentar a vida útil da pós-colheita dos frutos

No controle sanitário, o ácido acético e tiabendazol inibiram o crescimento do *Colletotrichum* sp. O ácido ascórbico apresentou a menor eficiência no controle do crescimento dos fungos e o peróxido



**Figura 3.** Diâmetro médio da colônia (A), índice de velocidade de crescimento micelial (B) e porcentagem de inibição do crescimento micelial (C) em frutos de goiabeira ‘Paluma’ tratados com sanitizantes ácido acético a 1% (T1), ácido ascórbico a 1% (T2), hipoclorito de sódio a 5% (T3), ácido paracético a 5% (T4), peróxido de hidrogênio a 5% (T5), fungicida tiabendazol 4 mL L<sup>-1</sup> (T6) e controle (água destilada esterilizada) (T7) no 15º dia de armazenamento.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

de hidrogênio estimulou o desenvolvimento do *Penicillium* sp. com o período de armazenamento.

Os menores índices de diâmetro médio da colônia e de velocidade de crescimento micelial foram menores nos tratamentos com os ácidos acético e paracético e fungicida tiabendazol, mostraram eficiência, inibindo totalmente o crescimento de *Colletotrichum* sp.

## REFERÊNCIAS

1. Alfenas, A.C.; Mafía, R.G. (ed.). **Métodos em fitopatologia**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007.
2. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. São Paulo: AOAC, 2002. 1275p.
3. Aslam, R.; Alam, M.S.; Saeed, P.A. Sanitization potential of ozone and its role in postharvest quality management of fruits and vegetables. **Food Engineering Reviews**, Índia, v.12, p.48-67, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09204-0>
4. Braga, M.A.; Marques, T.R.; Simão, A.A.; Botelho, L.N.S.; Oliveira, L.S.; Abreu, C.M.P. Mechanism of firmness loss in guava cv. Pedro Sato during ripening at room temperature. **Food Science and Technology**, Campinas, v.38, n.1, p.26-32, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.35416>
5. Bernardi, A.O.; Stefanello, A.; Lemos, J.G.; Garcia, M.V.; Copetti, M.V. Antifungal activity of comercial sanitizers against strains of *Penicillium roqueforti*, *Penicillium paneum*, *Hyphopichia burtonii*, and *Aspergillus pseudoglaucus*: Bakery spoilage fungi. **Food Microbiology**, França, v.83, p.59-63, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.04.005>
6. Berci, G.; Oliveira, S.; Lima, A.P.C.; Moreira, W.M.Q. Perdas pós-colheita cultura da goiabeira. **Science and Technology Innovation in Agronomy**, Bebedouro, v.3, n.1, p.134-151, 2019.
7. Barion, G.C.; Vital, A.C.P.; Matumoto-Pintro, P.T.; Rosa, C.I.L.F. Influence of glucomannan edible coating in guava quality during storage. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v.9, n.10, p.2639108432, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8432>
8. Cozzolino, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 5.ed. rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2016.
9. Cavalcante, L.V.; Candida, J.B.S.; Peixinho, G.D.S.; Silva, G.D.N.; Lima, M.O.; De Oliveira, Y.D.M.; Amorim, E.P.D.R. Produtos alternativos no controle curativo da antracnose em hastes de antúrio (*Anthurium andraeanum* Lind.). **Revista Craibeiras de Agroecologia**, Rio Largo, v.4, p.9622, 2019.
10. Casemiro, J.C.L.; Bacchi, L.M.A.; Reis, H.F.; Gavassoni, W.L. Chitosan associated with plant extracts in the post-harvest control of anthracnose in papaya 'formosa'. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.45, n.1, p.64-69, 2019.
11. Cunha, K.D.; Silva, P.R.; Costa, A.L.F.S.F.; Teodoro, J.A.; Koblit, M.G.B. Ascorbic acid stability in fresh fruit juice under different forms of storage Campinas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.17, n.2, p.139-145, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.016>
12. Freitas Júnior, F.G.B.F.; Santos, M.P.; Moura, M.S.; Duarte, L.G.; Macedo, K.B.C.; Silva, M.S.; Almeida, E.I.B.; Neves Junior, A.C.V.; Araújo, J.R.G.; Oliveira, L.B.T. Uso de embalagem plástica e comestível para conservação de goiaba sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v.11, n.4, p.463-473, 2020. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0039>
13. Gomes, L.I.S.; Alves, E.; Santana, E.N.; Castro, H.A. Metodologia de inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de mamão. **Agrotrópica**, Ilhéus, v.24, p.183-188, 2012.
14. Hillen, T.; Schwan-Estrada, K.R.F.; Mesquini, R.M.; Cruz, M.E.S.; Stangarlin, J.R.; Nozaki, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, p.439-445, 2012.
15. Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas: Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 4.ed. São Paulo: IAL, 2008. 1000p.
16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática**: SIDRA. Brasília: IBGE, 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>>. Acesso em: 29 nov. 2021.
17. Lenzi, A.; Marvasi, M.; Baldi, A. Agronomic practices to limit pre- and post-harvest contamination and proliferation of human pathogenic Enterobacteriaceae in vegetable produce. **Food Control**, Estados Unidos, v.119, p.107-486, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107486>
18. Mafra, N.M.; Reis, C.S.; Martins, F.A.; Machado, L.D.F.C.; Duarte, B.C.; Naves, M.E.F.; Rezende, D.C. Produtos alternativos para o manejo de doenças em frutos de mamoeiro pós-colheita. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.3, p.10980-10995, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-098>
19. Oliveira, E.S.; Viana, F.M.P.; Martins, M.V.V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.42, n.4, p.340-350, 2016. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2000>
20. Poveda, J. Use of plant-defense hormones against pathogen-diseases of postharvest fresh produce. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Irã, v.111, p.101521, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2020.101521>
21. Pahariya, P.; Fisher, D.J.; Choudhary, R. Comparative analyses of sanitizing solutions on microbial reduction and quality of leafy greens. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, Georgia, v.154, p.112696, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112696>
22. Ribeiro, J.G.; Serra, I.M.R.S.; Araújo, M.U.P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.42, n.2, p.160-164, 2016. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2023>
23. Reis, H.F.; Bacchi, L.M.A.; Scaloni, S.P.Q.; Flores, J.K.P. In vitro antimicrobial activity and alternative control of anthracnose in papaya. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.85, n.e0192018, p.1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000192018>
24. Strohecker, R.L.; Henning, H.M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
25. Seifert, K.A.; Gams, W. The genera of Hyphomycetes – 2011 update. **Persoonia: molecular phylogeny and evolution of fungi**, Estados Unidos, v.27, p.119, 2011.
26. Silva, R.S.; Martins, L.P.; Araújo, R.C.; Sousa, S.; Santos, A.F. The use of neem oil and chitosan during pre-harvest and in the postharvest quality of the 'Paluma' guava. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.51, n.3, p.0186491, 2020.
27. Sun, X.; Baldwin, E.; Bai, J. Applications of gaseous chlorine dioxide on postharvest handling and storage of fruits and vegetables – A review. **Food Control**, Estados Unidos, v.95, p.18-26, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.07.044>
28. Tavares, L.R.; Almeida, P.P.; Gomes, M.F. Avaliação físico-química e microbiológica de goiaba (*Psidium guajava*) revestida com cobertura comestível à base de O-carboximetilquitosanae óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) **Multi-Science Journal**, Goiana, v.1, n.13, p.20-26, 2018. <https://doi.org/10.33837/msj.v1i13.590>
29. Tico, B.M.; Oliveira, M.D.M.; Silva, H.F.; Silva, E.C.; Porcino, M.M.; Nascimento, L.C. Controle alternativo e biológico de patógenos em sementes de melancia. **Scientia Plena**, Sergipe, v.18, n.7, p.070215, 2022. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2022.070215>
30. Weber, F.; Larsen, L.R. Influence of fruit juice processing on anthocyanin stability. **Food Research International**, São Paulo, v.100, n.3, p.354-365, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.033>
31. Zamuner, C.F.C.; Dilarri, G.; Bonci, L.C.; Saldanha, L.L.; Behlau, F.; Marin, T.G.S.; Sass, D.C.; Bacci Junior, M.; Ferreira, H.A cinnamaldehyde-based formulation as an alternative to sodium hypochlorite for post-harvest decontamination of citrus fruit. **Tropical Plant Pathology**, São Paulo, v.45, p.701-709, 2020. <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00338-9>

Editor associado para este artigo: Carlos Gilberto Raetano