



## Controle da podridão apical da goiaba com tratamentos alternativos em pós-colheita

Ivan Herman Fischer<sup>1\*</sup>, Maria Cecília de Arruda Palharini<sup>1</sup>, Mirian de Souza Fileti<sup>1</sup>, Juliana Altafin Galli<sup>2</sup>, Antônio Fernandes Nogueira Júnior<sup>3</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito de produtos alternativos [fosfito de potássio, cloreto de cálcio, fécula de mandioca, 1-metilciclopropeno (1-MCP), etanol seguido de dicloro s. triazinatriona sódica dihidratada (etanol+cloro)] e de hidrotermia, isoladamente e em associação de dois tratamentos, na ocorrência da podridão apical e nas características cor da casca e firmeza da polpa de goiabas 'Pedro Sato'. Os tratamentos foram avaliados em goiabas naturalmente infectadas, em três estádios de maturação, armazenadas a 22°C por 8 dias. A eficácia das associações de tratamentos também foi avaliada após 8, 16 e 24 horas da inoculação de *Fusicoccum aesculi*, *Neofusicoccum ribis* e *N. parvum* nos frutos. A incidência da doença foi crescente com o estágio de maturação e inferior nas associações de tratamentos (hidrotermia/fécula, etanol+cloro/1-MCP e etanol+cloro/fécula). Nos frutos inoculados, comprovou-se a eficiência dos tratamentos no controle da doença, com uma maior eficiência da associação hidrotermia/fécula nas inoculações com *Neofusicoccum* spp. As associações de tratamentos controlaram de forma semelhante *F. aesculi*. A eficiência de controle decresceu com o aumento do tempo entre a inoculação e o tratamento. A manutenção da qualidade das goiabas com as associações de tratamentos foram evidenciadas pelo atraso na mudança de coloração da casca e menor redução na firmeza.

**Palavras-chave:** *Psidium guajava*, *Fusicoccum*, *Neofusicoccum*, manejo

### Control of stylar-end rot of guava with alternative postharvest treatments

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the effect of alternative products [potassium phosphite, calcium chloride, starch film of cassava, 1-methylcyclopropene (1-MCP), ethanol followed by dichloro s. triazinatrione sodium dihydrate (ethanol+chlorine)] and hot water treatment, singly and in combination of two treatments, on the occurrence of stylar-end rot and on the skin color and pulp firmness characteristics of 'Pedro Sato' guava. The treatments were evaluated in naturally infected guavas at three maturity stages and stored at 22°C for 8 days. The efficiency of associations of treatments was also evaluated after 8, 16 and 24 hours after inoculation of *Fusicoccum aesculi*, *Neofusicoccum ribis* and *N. parvum* in fruits. Disease incidence increased with the maturation stage and was numerically lower in associations of treatments (hot water/starch, ethanol+chlorine/1-MCP and ethanol+chlorine/starch). In inoculated fruits, the efficiency of the treatments to control the disease was confirmed, with a greater efficiency of hot water/starch association in fruits inoculated with *Neofusicoccum* species. The associations of treatments managed similarly *F. aesculi*. The control efficiency decreased as it was increased the time between inoculation and treatment. Maintaining the quality of guavas with associations of treatments was evidenced by the delay in changing skin color and a smaller reduction in firmness.

**Keywords:** *Psidium guajava*, *Fusicoccum*, *Neofusicoccum*, management

## INTRODUÇÃO

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) vem evoluindo nos últimos anos no Brasil e o Estado de São Paulo constitui o maior produtor, com aproximadamente 40% da produção nacional (AGRIANUAL, 2016). Dentre as cultivares de polpa vermelha destinadas ao consumo *in natura* destaca-se a 'Pedro Sato', produzindo frutos grandes, de casca rugosa, formato oblongo e polpa firme (HOJO et al., 2007).

A goiaba apresenta um elevado metabolismo durante sua maturação, o que a torna altamente perecível, apresentando normalmente vida útil inferior a oito dias, em condições não

refrigeradas. O fruto deve ser colhido após atingir a maturidade fisiológica visando assegurar suas qualidades organolépticas, contudo, frutos colhidos muito maduros entram rapidamente em senescência. Goiabas 'Pedro Sato' colhidas no estágio 3 de maturação apresentaram um período de comercialização de apenas dois dias devido, principalmente, à ocorrência de doenças pós-colheita que afetam a qualidade e a quantidade dos frutos (AZZOLINI et al., 2004). A ocorrência de doenças pós-colheita podem comprometer até 7,7% dos frutos no mercado atacadista (MARTINS et al., 2007) e atingir 25% em frutos

Recebido em 20/06/2017; Aceito para publicação em 28/11/2017

<sup>1</sup>Polo Regional Centro Oeste / APTA

<sup>2</sup>Polo Regional Centro Norte / APTA

<sup>3</sup>Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" /USP

\*email: ihfische@apta.sp.gov.br

armazenados por apenas três dias a 25°C (FISCHER et al., 2011).

As principais doenças pós-colheita da goiaba são quiescentes, ou seja, os patógenos infectam a fruta antes da colheita e permanecem latentes até a maturação, quando alterações físicas e fisiológicas nos frutos, como o aumento de açúcares solúveis e a diminuição de compostos antifúngicos, desencadeiam o desenvolvimento da podridão (FISCHER et al., 2011; ALKAN, FORTES, 2015). Em goiabas ‘Pedro Sato’ amostradas na Ceasa de Campinas e na Ceagesp a incidência média da podridão apical foi de 19,8%, após 10 dias de armazenamento a 25°C (SOARES-COLLETTI et al., 2014). Nogueira Júnior et al. (2016) identificaram três espécies de Botryosphaeriaceae responsáveis pela podridão apical, *Fusicoccum aesculi* (*Botryosphaeria dothidea*), *Neofusicoccum parvum* e *N. ribis*. Os sintomas da doença caracterizam-se por lesões escuras, com bordos bem definidos, que se iniciam geralmente a partir do ápice e avançam para o pedúnculo, tomando todo o fruto. Patógenos da família Botryosphaeriaceae são cosmopolitas ocorrendo em diversas culturas (SLIPPERS, WINGFIELD, 2007). Em manga, a podridão peduncular é muito importante no Submédio do Vale do São Francisco, causada principalmente por *F. aesculis*, *N. parvum* e *Lasiodiplodia theobromae* (COSTA et al., 2010).

Para o controle das doenças pós-colheita existem várias práticas, químicas e físicas, as quais podem atuar diretamente nos patógenos e / ou na fisiologia dos frutos, retardando seu amadurecimento e aumentando sua resistência (SILVEIRA et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2014). Tratamentos ou produtos alternativos, como biofilmes comestíveis (CERQUEIRA, 2007), inibidores da ação do etileno (PALHARINI et al., 2016) e hidrotermia (FISCHER et al., 2016a) têm a vantagem de não deixarem resíduos nos frutos, além de não oferecerem riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

A eficiência no controle da doença pode ser aumentada pela combinação de tratamentos, como observado para a antracnose da goiaba, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, com os tratamentos hidrotermia, cloreto de cálcio, fosfito de potássio (FERRAZ, 2010), 1-metilciclopropeno e fécula de mandioca (FISCHER et al., 2016a).

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de produtos alternativos e da hidrotermia, isoladamente e em associação, no controle da podridão apical da goiaba e em características físicas dos frutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se goiabas ‘Pedro Sato’ provenientes de pomar comercial localizado no município de Itajú/SP. Foram utilizados lotes uniformes, com frutos de tamanho médio, sem defeitos e com o estágio de maturação caracterizado com base na cor da casca [estádio 1, cor da casca verde-escura, ângulo de cor ( $^{\circ}$ h) entre 120 e 117; estágio 2, cor da casca verde-clara,  $^{\circ}$ h entre 116 e 113 e estágio 3, cor da casca verde-amarela,  $^{\circ}$ h entre 112 e 108, segundo Azzolini et al. (2004)], usando-se colorímetro Minolta, modelo CR-400.

Goiabas no estágio 2 de maturação foram submetidas a sete tratamentos por imersão (tempo de imersão): 1) água destilada (10 minutos-tratamento controle); 2) 20 g L<sup>-1</sup> de cloreto de cálcio (20 minutos); 3) fosfito de potássio (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+20% K<sub>2</sub>O – ‘Fitofós K plus’ 1,5 mL L<sup>-1</sup>) (20 minutos) (FERRAZ, 2010); 4) hidrotermia a 50°C (10 minutos) (FISCHER et al., 2016a); 5) 900 nL L<sup>-1</sup> de 1-metilciclopropeno (1-MCP) durante três horas de exposição ao gás (PALHARINI et al., 2016); 6) 30 g L<sup>-1</sup> de fécula de mandioca (10 segundos) (CERQUEIRA, 2007); 7) etanol 50% (5 minutos), seguido de dicloro s. triazinatriona sódica dihidratada a 0,2 g L<sup>-1</sup> de cloro ativo (etanol+cloro) (5 minutos). Após secagem, os frutos foram individualizados em bandejas plásticas e submetidos por oito dias a 22°C e 80-85% de UR, em câmara fria. A incidência da podridão apical foi avaliada visualmente a cada dois dias, identificando a doença com base na sintomatologia e na observação das estruturas do agente causal sob microscópio óptico.

Quatro tratamentos foram selecionados e avaliados em três associações de dois tratamentos, aplicados de forma sequencial, em frutos colhidos em três estádios de maturação (1, 2 e 3). As três associações de tratamentos foram escolhidas com base em experimento preliminar. As condições de armazenamento dos frutos tratados e a avaliação da incidência da doença foram às mesmas descritas anteriormente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em fatorial no segundo experimento (quatro tratamentos x três estádios de maturação), adotando-se três repetições de cinco frutos (repetições) para cada tratamento. Os experimentos foram repetidos duas vezes. A incidência da podridão apical foi comparada entre os tratamentos e os estádios de maturação, durante e ao final do período de armazenamento, por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas

proporções ( $p < 0,05$ ) (ZAR, 1999), pois os dados não apresentaram distribuição normal. Sempre que significativo, as proporções foram comparadas após as seguintes transformações: [ $P_i = X/(n+1)$ ,  $P_i' = (X+1)/(n+1)$ , e  $P_i'' = 1/2 (\text{asen}\sqrt{P_i} + \text{asen}\sqrt{P_i'})$ ], onde:  $X$  = número de frutos totais de cada proporção;  $n$  = número de frutos doentes de cada proporção e  $P_i''$  = Proporção transformada, de acordo com Zar (1999).

A eficiência das três associações de tratamentos também foi avaliada na redução da incidência e da severidade da doença, em frutos no estágio 2 de maturação inoculados com um isolado de *Fusicoccum aesculi* (N18), *N. ribis* (N2) e *N. parvum* (N10), identificados como os principais causadores da doença (NOGUEIRA JÚNIOR et al.; 2016). Para obtenção da suspensão de esporos a ser utilizada na inoculação, frutos foram previamente inoculados com discos de micélio dos patógenos e após 12 dias de incubação a 25°C e 80-85% de UR, esporos foram retirados dos cirros formados em picnídios nesses frutos e assim utilizados para se fazer a suspensão de conídios. A inoculação do patógeno foi realizada pela deposição de 50 µL da suspensão de esporos ( $10^5$  conídios/mL), estimada em hemacitômetro, na região equatorial do fruto, perfurando-se 5mm do fruto, através da gota, com agulha histológica. Após 8, 16 ou 24 horas da inoculação, os frutos foram submetidos às associações de tratamentos. Os frutos permaneceram 24 horas em câmara úmida a 25°C, visando favorecer o processo infeccioso, e o restante dos oito dias a 25°C e 80-85% de UR.

Avaliou-se a incidência e a severidade da doença, causada pelos isolados de Botryosphaeriaceae inoculados, através da medição perpendicular da lesão em intervalos de 2 dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco repetições de dois frutos por tratamento e as médias de incidência e de severidade comparadas pelo teste

de Tukey ( $p < 0,05$ ). O experimento foi repetido uma vez.

Em adição à avaliação da doença, foi feita a caracterização da cor da casca e da firmeza da polpa de frutos no estágio 2 de maturação após a colheita e após quatro e oito dias de serem submetidos às associações de tratamentos, armazenados a 25°C e 80-85% de UR. A cor da casca foi determinada usando-se colorímetro Minolta, modelo CR-400 e a firmeza da polpa determinada com penetrômetro digital, ponteira 8 mm, tomando-se leituras na região equatorial do fruto. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três repetições de quatro frutos por tratamento e as médias durante o período de armazenamento comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). O experimento foi repetido uma vez.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Controle alternativo da podridão apical da goiaba

Sintomas da podridão apical foram constatados a partir do quarto ou sexto dia nos diferentes tratamentos, atingindo uma média de incidência superior a 20% ao final do armazenamento. Os tratamentos avaliados não inibiram significativamente o aparecimento dos sintomas da doença (Tabela 1), embora com 1-MCP tenha sido observado uma redução na incidência de 3,7 vezes em relação ao tratamento controle. Contudo, resultados satisfatórios no controle de antracnose, em goiabas inoculadas ou naturalmente infectadas, foram obtidos com os tratamentos 1-MCP (FISCHER et al., 2016a), etanol+cloro (FISCHER et al., 2016a), hidrotermia (FERRAZ, 2010; FISCHER et al., 2016a), fécula de mandioca (FISCHER et al., 2016a), fosfito de potássio e cloreto de cálcio (FERRAZ, 2010). Os produtos 1-MCP e fécula de mandioca também demonstraram controle da pinta preta da goiaba, causada por *Guignardia psidii* (FISCHER et al., 2016b).

**Tabela 1.** Efeito de tratamentos alternativos pós-colheita no controle da podridão apical da goiaba 'Pedro Sato', durante oito dias de armazenamento a 22°C.

Tratamentos	Incidência (%) da podridão apical <sup>1</sup>			
	-dias de armazenamento-			
	2	4	6	8
Fosfito de potássio	0,0 a <sup>2</sup>	2,4 a	9,5 a	31,0 b
Fécula de mandioca	0,0 a	0,0 a	14,3 a	19,0 ab
1-MCP	0,0 a	0,0 a	2,4 a	7,1 a
Cloreto de cálcio	0,0 a	2,4 a	19,0 a	28,6 ab
Hidrotermia	0,0 a	0,0 a	7,1 a	21,4 ab
Etanol+cloro	0,0 a	2,4 a	11,9 a	23,8 ab
Controle	0,0 a	7,1 a	14,3 a	26,2 ab

<sup>1</sup>Média (%) de três experimentos, com 15 frutos para cada tratamento.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma na coluna não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções.

No presente estudo, constatou-se *Fusicoccum/Neofusicoccum* spp., *Phomopsis* spp. e *Phoma psidii* como causadores da podridão apical, com uma proporção na incidência de 50,0; 45,5 e 4,5%, respectivamente, na média dos tratamentos (dados não apresentados). Em goiabas vermelhas ‘Pedro Sato’ e ‘Paluma’ cultivadas em pomares do Centro Oeste paulista e armazenadas por 9 dias a 25°C constatou-se incidências da podridão apical de 16,5 e 9,9%, respectivamente, causadas por diferentes patógenos (*Fusicoccum* spp., *Phoma psidii*, *Phomopsis* spp., *Dothiorella* spp. e *Lasiodiplodia theobromae*) (FISCHER et al., 2011). Em goiabas branca ‘Kumagai’ procedentes principalmente da região de Campinas e Valinhos e comercializadas na Ceasa de Campinas e na Ceagesp a podridão apical, causada por *Fusicoccum* spp., foi uma das principais doenças observadas, atingindo 23,7% de incidência média no mercado atacadista, após 10 dias de armazenamento a 25°C (SOARES-COLLETTI et al., 2014). Predominância de *Fusicoccum* em relação ao *Phomopsis* também foi constatada por Soares-Colletti et al. (2014) em goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’, com incidência média da podridão de *Phomopsis* de 0,8% e 0,6%, respectivamente.

Dos quatro tratamentos selecionados (fécula de mandioca, 1-MCP, hidrotermia e etanol+cloro) foram avaliadas três associações de dois, aplicados de forma sequencial (etanol+cloro/fécula de mandioca, etanol+cloro/1-MCP e hidrotermia/fécula) (Tabela 2). Em geral, a incidência da doença foi crescente com o estágio de maturação do fruto, sendo significativamente menor no estágio 1 de maturação em relação ao estágio 3 nos tratamentos controle aos seis dias de armazenamento e no tratamento etanol+cloro/1-MCP ao final do armazenamento (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Azzolini et al. (2004) em que goiabas ‘Pedro Sato’ no estágio de maturação 1 apresentaram período de comercialização de seis dias quando armazenadas a 25°C, enquanto frutos nos estádios 2 e 3 tiveram este período reduzido para quatro e dois dias, respectivamente, devido, principalmente, à ocorrência de podridões. Avaliando as doenças antracnose e da pinta preta, Fischer et al. (2016a, 2016b) também constataram incidência crescente com o estágio de maturação em goiabas submetidas aos mesmos tratamentos do presente estudo.

**Tabela 2.** Efeito de tratamentos alternativos pós-colheita e estádios de maturação na incidência (%) de podridão apical em goiaba ‘Pedro Sato’, durante oito dias de armazenamento a 22°C.

Tratamentos	Estádio de maturação		
	1	2	3
	-2 dias de armazenamento-		
Controle	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA
Etanol+cloro/fécula de mandioca	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA
Etanol+cloro /1-MCP	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA
Hidrotermia/fécula de mandioca	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA
	-4 dias de armazenamento-		
Controle	0,0 aA	2,2 aA	2,2 aA
Etanol+cloro/fécula de mandioca	0,0 aA	0,0 aA	4,4 aA
Etanol+cloro /1-MCP	0,0 aA	0,0 aA	2,2 aA
Hidrotermia/fécula de mandioca	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA
	-6 dias de armazenamento-		
Controle	0,0 aA	4,4 abA	13,3 bA
Etanol+cloro/fécula de mandioca	0,0 aA	0,0 aA	4,4 aA
Etanol+cloro /1-MCP	0,0 aA	2,2 aA	4,4 aA
Hidrotermia/fécula de mandioca	0,0 aA	0,0 aA	4,4 aA
	-8 dias de armazenamento-		
Controle	6,7 aA	11,1 aA	22,2 aA
Etanol+cloro/fécula de mandioca	2,2 aA	6,7 aA	13,3 aA
Etanol+cloro /1-MCP	0,0 aA	8,9 abA	11,1 bA
Hidrotermia/fécula de mandioca	4,4 aA	0,0 aA	8,9 aA

<sup>1</sup> Média (%) de três experimentos, com 15 frutos para cada tratamento.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções.

Em função da baixa incidência da doença, com média entre os estádios de maturação de 13,3% no tratamento controle, ao final do armazenamento, não foi possível constatar diferenças estatísticas entre os tratamentos

avaliados, porém numericamente os tratamentos reduziram a ocorrência da doença ao final do armazenamento nos três estádios de maturação, atrasando em pelo menos dois dias o aparecimento dos sintomas no estágio 3 de

maturação, sendo um indicativo da eficácia dos tratamentos. Como agentes causais da podridão apical constataram-se *Phomopsis* spp. e *Fusicoccum/Neofusicoccum* spp. com uma proporção na incidência de 58,1 e 41,9%, respectivamente, na média dos tratamentos (dados não apresentados).

Nos frutos inoculados com *F. aesculi*, *N. ribis* e *N. parvum*, comprovou-se a eficácia das três associações de tratamentos no controle da podridão apical, com uma maior eficácia da associação hidrotermia/fécua nas inoculações com as duas espécies de *Neofusicoccum* (Tabela 3). Em mangas inoculadas com *F. aesculi*, o tratamento térmico do fruto também reduziu os sintomas da doença (NI et al., 2014).

De maneira geral, a eficiência de controle da doença, com as combinações de tratamentos, foi decrescente à medida que aumentou-se o tempo entre a inoculação e o tratamento,

evidenciando que um melhor controle deverá ser obtido quando o tratamento for realizado logo após a colheita. Segundo Nogueira Júnior et al. (2016), a germinação desses patógenos é superior a 70% após 6 horas de incubação, sendo um indicativo que com 24 horas os patógenos já estabeleceram a infecção e a colonização do fruto, o que ajuda a explicar o menor controle no tempo de 24 horas em relação a 8-16 horas entre a inoculação e o tratamento. As três combinações de tratamentos controlaram de forma semelhante *F. aesculi* (Tabela 3). Controle de *N. ribis* foi obtido apenas com hidrotermia/fécua a partir do tempo de 16 horas entre a inoculação e o tratamento, enquanto controle de *N. parvum* foi obtido com hidrotermia/fécua, seguido por etanol+cloro/1-MCP. O tratamento etanol+cloro/fécua não controlou *N. parvum* quando realizado após 24h da inoculação.

**Tabela 3.** Incidência (%)<sup>1</sup> da podridão apical, causada por *Fusicoccum aesculi*, *Neofusicoccum ribis* e *Neofusicoccum parvum* em goiabas 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos após 8, 16 ou 24 horas da inoculação dos patógenos, após oito dias de armazenamento a 25°C.

Tratamentos	Incidência em diferentes tempos de inoculação		
	8 h	16 h	24 h
<i>Fusicoccum aesculi</i>			
Hidrotermia/fécua de mandioca	45,0 aA	52,6 abA	66,7 bA <sup>2</sup>
Etanol+cloro/fécua de mandioca	40,0 aA	64,7 bA	78,9 bA
Etanol+cloro /1-MCP	52,6 aA	50,0 aA	57,9 aA
Controle	100,0 aB	100,0 aB	100,0 aB
CV(%)	8,9		
<i>Neofusicoccum ribis</i>			
Hidrotermia/fécua de mandioca	10,0 aA	25,0 bA	40,0 cA <sup>2</sup>
Etanol+cloro/fécua de mandioca	55,0 aB	100,0 bB	100,0 bB
Etanol+cloro /1-MCP	73,7 aC	88,9 bB	100,0 cB
Controle	100,0 aD	100,0 aB	100,0 aB
CV(%)	5,15		
<i>Neofusicoccum parvum</i>			
Hidrotermia/fécua de mandioca	10,5 aA	15,0 abA	26,3 bA
Etanol+cloro/fécua de mandioca	47,4 aB	70,0 bB	94,7 cBC
Etanol+cloro /1-MCP	63,2 aC	66,7 aB	85,0 bB
Controle	100,0 aD	100,0 aC	100,0 aC
CV(%)	16,95		

<sup>1</sup>Média (%) de dois experimentos, com 10 frutos para cada tratamento.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% pelo teste de Tukey.

A hidrotermia atua diretamente reduzindo a germinação do esporo ou o desenvolvimento micelial do patógeno. Pode atuar também inibindo o amadurecimento, atrasando o colapso e a extinção de compostos antifúngicos pré-formados presentes nas frutas (LURIE, PEDRESCHI, 2014). Segundo Palou et al. (2008), pode induzir a síntese de compostos antifúngicos, como fitoalexinas ou proteínas relacionadas à patogênese.

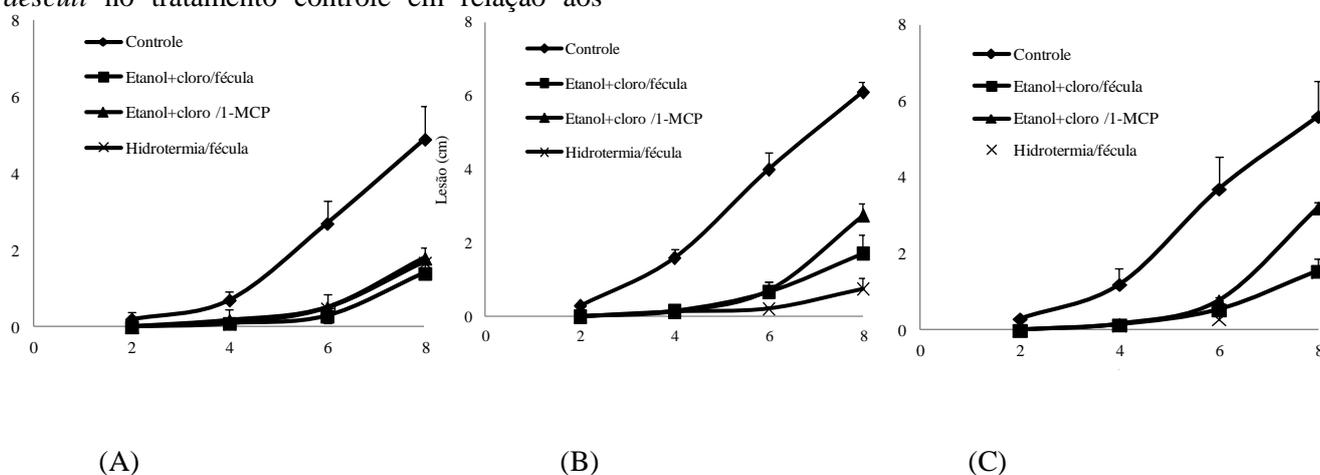
O etanol atua na desnaturação das proteínas e remoção de lipídios da membrana plasmática ou parede celular do microrganismo

(VENTURELLI et al., 2009), colaborando também na quebra da tensão superficial do fruto e com isso, possivelmente, favorecendo a atuação do segundo desinfetante, no caso o cloro. O mecanismo de ação do cloro não é bem conhecido, embora algumas hipóteses sugiram que há uma combinação com proteínas da membrana celular dos microrganismos, assim formando compostos tóxicos e levando à inibição das enzimas essenciais (DONINI et al., 2005).

Com relação ao crescimento das lesões nos diferentes tratamentos, uma vez que não observaram-se diferenças significativas entre os

três tempos de inoculação dos patógenos, utilizou-se a média dos tempos para cada tratamento. Observou-se um maior diâmetro de lesão a partir do quarto dia para as duas espécies de *Neofusicoccum* e a partir do sexto dia para *F. aesculi* no tratamento controle em relação aos

demaís (Figura 1). Entre as associações de tratamentos, diferenças foram observadas apenas no oitavo dia, com um maior diâmetro de lesão no tratamento etanol+cloro/1-MCP nas duas espécies de *Neofusicoccum*.



**Figura 1.** Diâmetro das lesões causadas por *Botryosphaeria dothidea* (A), *Neofusicoccum ribis* (B) ou *N. parvum* (C), em goiabas 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos, após oito dias de armazenamento a 25°C. Barras representam o erro padrão da média.

### Cor da casca e firmeza da polpa dos frutos

A cor da casca apresentou diminuição dos valores de ângulo de cor ( $^{\circ}$ h) em todos os tratamentos durante o armazenamento, indicando a mudança de cor verde para amarela, entretanto, esta mudança foi mais acentuada no tratamento

controle em relação aos demais, a partir do quarto dia de armazenamento, sendo que melhor desempenho na manutenção da cor foi obtido pelos tratamentos hidrotermia/fécula e etanol+cloro/fécula, aos oito dias (Tabela 4).

**Tabela 4.** Cor da casca e firmeza da polpa de goiabas colhidas no estágio 2 de maturação e após quatro e oito dias de serem submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas a 25°C.

Tratamento	Cor da casca			Firmeza da polpa		
	Dia 0	Dia 4	Dia 8	Dia 0	Dia 4	Dia 8
Hidrotermia/fécula	115,1 cA	110,4 bB	103,2 aC	71,2 cA	52,4 bB	31,0 aB
Etanol+cloro/fécula	115,1 cA	108,0 bB	104,5 aC	71,2 cA	45,0 bB	34,5 aB
Etanol+cloro/1-MCP	115,1 cA	107,8 bB	97,3 aB	71,2 cA	45,4 bB	14,2 aA
Controle	115,1 cA	94,8 bA	87,6 aA	71,2 bA	13,6 aA	12,7 aA
CV%		2,7			23,9	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% pelo teste de Tukey.

Todos os tratamentos apresentaram redução na firmeza da polpa durante o período de armazenamento. Menor firmeza da polpa foi observada no tratamento controle no quarto dia e os tratamentos hidrotermia/fécula e etanol+cloro/fécula apresentaram melhor retenção de firmeza em relação aos demais, aos oito dias de armazenamento (Tabela 4). A rápida perda da firmeza durante o amadurecimento de goiabas pode ser devido às atividades das enzimas hidrolíticas, como a  $\alpha$ -poligalacturonase e a pectinametilsterase, promovendo intensa

solubilização das pectinas constituintes da parede celular e conversão de polissacarídeos em açúcares solúveis, resultando na perda de firmeza (JAIN et al., 2001).

O efeito da fécula de mandioca e do 1-MCP em conservar os frutos de goiaba, através dos atributos cor da casca e firmeza da polpa, corroboram aqueles observados por Fischer et al. (2016a; 2016b) em experimentos com as doenças antracnose e pinta preta. O 1-MCP além de atuar como antagonista na ligação do etileno, pode também suprimir a produção de etileno e, com

isso, retardar o amadurecimento da goiaba (PALHARINI et al., 2016). A fécula possui boa barreira aos gases, propiciando redução da respiração e atraso no amadurecimento dos frutos (CHIUMARELLI, HUBINGER, 2014). Segundo Cerqueira (2007), o tratamento de goiabas 'Kumagai' com fécula de mandioca a 3% reteve a cor da casca até o oitavo dia de armazenamento.

Considerando que tratamentos, como a hidrotermia (FERRAZ, 2010), ou produtos, como 1-MCP (PALHARINI et al., 2016) e fécula de mandioca (CERQUEIRA, 2007), afetam a fisiologia dos frutos, atrasando o amadurecimento, e consequentemente, estando diretamente relacionado ao atraso no aparecimento dos sintomas de podridões, assim como no crescimento das lesões, preconiza-se, em adição a avaliação de doenças a avaliação do estágio de maturação dos frutos para um melhor entendimento do efeito dos tratamentos. Segundo Azzolini et al. (2004) a cor da casca e a firmeza da polpa são considerados índices adequados de maturação para goiabas 'Pedro Sato'.

## CONCLUSÕES

A ocorrência da podridão apical foi crescente com o estágio de maturação dos frutos e as associações de tratamentos avaliadas controlaram a doença, com uma maior eficácia da associação hidrotermia/fécula nas inoculações com as espécies de *Neofusicoccum*.

A manutenção da qualidade das goiabas com as associações de tratamentos foram evidenciadas pelo atraso na mudança de coloração da casca e uma menor redução na firmeza.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Proc. 2012/07207-7) pelo apoio financeiro concedido ao projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL, **Anuário da Produção Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2016, 516p.

ALKAN N.; FORTES, A. M. Insights into molecular and metabolic events associated with fruit response to post-harvest fungal pathogens. **Frontiers in Plant Science**, Switzerland, v.6, n.1, p.1-14, 2015.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

COSTA, V. S. O.; MICHEREFF, S. J.; MARTINS, R. B.; GAVA, C. A. T.; MIZUBUTI, E. S. G.; CAMARA, M. P. S. Species of Botryosphaeriaceae associated on

mango in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.127, n.4, p.509-519, 2010.

CERQUEIRA, T. S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. 'Kumagai'**. 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado em em Fisiologia e Bioquímica de Plantas)– Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.38, n.1, p.20-27, 2014.

DONINI, L. P.; SOUZA, J. A.; MOURA, I. F.; GUISSO, A. P.; VIÉGAS, J. Preparo de lâminas foliares de Aráceas ornamentais: desinfestação com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.4, p.517-522, 2005.

FERRAZ, D. M. M. **Controle da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em pós-colheita da goiaba (*Psidium guajava*), produzida em sistema de cultivo convencional e orgânico, pela aplicação de fosfitos, hidrotermia e cloreto de cálcio**. 2010. 119 f. (Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília.

FISCHER, I. H.; ALMEIDA, A. M.; ARRUDA, M. C.; BERTANI, M. A. R.; GARCIA, M. J. M.; AMORIM, L. Danos em pós-colheita de goiabas na Região do Centro-Oeste Paulista. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.570-576, 2011.

FISCHER, I. H.; PALHARINI, M. C. A.; FILETI, M. S.; NOGUEIRA JÚNIOR, A. F.; PARISI, M. C. M. Tratamentos alternativos no controle da antracnose e sobre a qualidade de goiabas 'Pedro Sato'. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.42, p.333-339, 2016a.

FISCHER, I. H.; PALHARINI, M. C. A.; SANTOS, A. P.; NOGUEIRA JUNIOR, A. F.; PARISI, M. C. M. Incidência de pinta preta e características físico-químicas de goiabas submetidas a tratamentos pós-colheita. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.7, n.3, p.383-393, 2016b.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J.; HOJO, E. T. D.; VEIGA, R. D.; PAGLIS, C. M.; LIMA, L. C. O. Produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Pedro Sato' submetida a diferentes épocas de poda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.357-362, 2007.

JAIN, N.; DHAWAN, K.; MALHOTRA, S. P.; SIDDIQUI, S.; SINGH, R. Compositional and enzymatic changes in guava (*Psidium guajava*L.) fruits during ripening. **Acta Physiologiae Plantarum**, Krakov, v.23, n.3, p.357-362, 2001.

- LURIE, S.; PEDRESCHI, R. Fundamental aspects of postharvest heat treatments. **Horticulture Research**, Bangalore, v.1, n.1, p.1-7, 2014.
- MARTINS, M. C.; AMORIM, L.; LOURENÇO, S. A.; GUTIERREZ, A. S. D.; WATANABE, H. S. Incidência de danos pós-colheita em goiabas no mercado atacadista de São Paulo e sua relação com a prática de ensacamento dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, p.245-248, 2007.
- 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**, Botucatu, v.40, p. 313-317, 2014.
- NI, H. F.; HUANG, C. W.; LIOU, R. F.; HUNG, T. S.; YANG, H. R. Effect of hot water treatment on the control of mango fruit rot disease. **Plant Pathology Bulletin**, Taipei, v.23, n.2, p.125-138, 2014.
- NOGUEIRA JÚNIOR, A. F.; FISCHER, I. H.; BRAGANÇA, C. A. D.; MASSOLA JÚNIOR, N. S.; AMORIM, L. Identification of Botryosphaeriaceae species that cause styler-end rot of guavas and characterisation of the disease monocycle. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.144, n.2, p.271-287, 2016.
- PALHARINI, M. C. A.; FISCHER, I. H.; ALVES, A. R. O. F.; FILETI, M. S.; NOGUEIRA JÚNIOR, A. F. Qualidade de goiabas 'Pedro Sato' em função de tratamentos alternativos em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.38, n.1, p.129-140, 2016.
- PALOU, L.; SMILANICK, J. L.; DROBY, S. Alternatives to conventional fungicides for the control of citrus postharvest green and blue moulds. **Stewart Postharvest Review**, Quebec, v.2, n.1, p.1-17, 2008.
- SILVEIRA, A. C.; AGUAYOB, E.; CHISARIC, M.; ARTÉS, F. Calcium salts and heat treatment for quality retention of fresh-cut 'Galia' melon. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.62, n.1, p.77-84, 2011.
- SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J. Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. **Fungal Biology Reviews**, Amsterdam, v.21, n.1, p.90-106, 2007.
- SOARES-COLLETTI, A. R.; FISCHER, I. H.; LOURENÇO, S. A. The incidence of postharvest diseases on 'Kumagai' and 'Pedro Sato' guavas at wholesale markets in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.39, n.6, p.478-482, 2014.
- VENTURELLI, A. C.; TORRES, F. C.; ALMEIDA-PEDRIN, R. R.; ALMEIDA, R. R.; ALMEIDA, M. R.; FERREIRA, F. P. C. Avaliação microbiológica da contaminação residual em diferentes tipos de alicates ortodônticos após desinfecção com álcool 70%. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringa, v.14, n.4, p.43-52, 2009.
- Zar, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1999, 663p.