

Controle da podridão-parda e características físico-químicas de pêsegos ‘Magnum’ submetidos a tratamentos pós-colheita com elicitores abióticos

Cláudia Kaehler Sautter¹, Auri Brackmann², Rogério de Oliveira Anese³, Anderson Weber⁴, Mara Regina Rizzatti⁵, Elizandra Pivotto Pavanello⁶

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar as características físico-químicas em pêsegos cultivar Magnum e fazer o controle pós-colheita da podridão-parda dos frutos submetidos a elicitores abióticos durante o armazenamento refrigerado. Os tratamentos foram: testemunha (sem tratamento), irradiação UV-C de 254 nm, ozônio, na concentração de 0,03 $\mu\text{L L}^{-1}$, fosfito-K (40% de P_2O_5 e 20% de K_2O) e acibenzolar-S-metil (50% de i.a.). Os frutos foram armazenados sob refrigeração a $-0,5\text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 dias, sendo avaliados na saída da câmara e após cinco dias a $20\text{ }^\circ\text{C}$. Somente houve redução do crescimento da lesão causada pelo fungo *Monilinia fructicola* com o tratamento com ozônio; entretanto, os frutos deste tratamento apresentaram escurecimento na epiderme. Os demais elicitores não apresentaram efeitos na redução do crescimento da lesão.

Palavras-chave: *Prunus persica* L. Batsch, conservação, *Monilinia fructicola*, armazenamento refrigerado.

ABSTRACT

Control of brown rot and physical-chemical characteristics in ‘Magnum’ peaches postharvest-treated with abiotic elicitors

The aim of this work was to evaluate physico-chemical characteristics and control of post-harvest brown rot in ‘Magnum’ peaches subjected to abiotic elicitors during cold storage. The treatments consisted of: control, UV-C irradiation at 254 nm, ozone, concentration of 0.03 $\mu\text{L L}^{-1}$, phosphate-K (40% of P_2O_5 and 20% of K_2O), and Acibenzolar-S-methyl (BION[®], 50% of a.i). Fruits were stored at $-0.5\text{ }^\circ\text{C}$ for 30 days and were evaluated when taken from the cold chamber and after five days at $20\text{ }^\circ\text{C}$. Only the ozone treatment reduced growth of lesions caused by the fungus *Monilinia fructicola*, however, it caused browning on the fruit skin. The other elicitors had no effect in reducing fungal growth.

Key words: *Prunus persica* L. Batsch, conservation, *Monilinia fructicola*, cold storage.

Recebido para publicação em agosto de 2010 e aprovado em março de 2011

¹ Farmacêutica, Pós-Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1.000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, 97105-900 Santa Maria - RS - Brasil. kaehler@terra.com.br

² Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, 1000, prédio 77, sala 22, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria - RS Brasil. auri.brackmann@gmail.com

³ Acadêmico do Curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, 1000, prédio 77, sala 22, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria - RS Brasil. rogerio_anese@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, Doutorando em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, 1000, prédio 77, sala 22, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria - RS Brasil. anweba@yahoo.com.br

⁵ Física, Doutora em Física. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Centro de P&D em Física/GFR. Avenida Ipiranga, 6681, prédio 96A 104, 90619-900, Porto Alegre - RS Brasil. marar@puccrs.br

⁶ Engenheira-Agrônoma, Mestranda em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, 1000, prédio 77, sala 22, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria - RS Brasil. elizandra_pavanello@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A cultura do pessegueiro apresenta grande expressão na região Sul do Brasil. Um dos problemas da persicultura está na fase pós-colheita, em que ocorrem grandes perdas decorrentes do ataque de patógenos causadores de podridões, como o fungo *Monilinia fructicola*, causador da podridão parda. Atualmente, o controle dessa doença é feito com fungicidas aplicados na pré-colheita, uma vez que na pós-colheita o uso é restringido pela legislação brasileira. A utilização excessiva desses produtos pode resultar na resistência do patógeno ao ingrediente ativo, causando desequilíbrio ambiental e conseqüente redução do controle biológico, além de deixar resíduos no fruto (Nascimento, 2008), trazendo risco à saúde dos consumidores. Atualmente, tem-se buscado métodos de controle alternativos que diminuam esses impactos.

Um dos métodos viáveis, de baixo custo e que não compromete a saúde humana, é a utilização de elicitores abióticos que induzem uma resposta de defesa no fruto. Dentre esses, um dos possíveis métodos para o controle de podridões é a irradiação ultravioleta tipo C (UV-C) (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2004). Um dos mecanismos de ação da irradiação é a geração de radicais livres no patógeno através da radiólise da água, os quais podem danificar e/ou causar mutações no DNA do microrganismo, inviabilizando o seu metabolismo (Fan & Sokorai, 2005). A irradiação em tomates proporcionou menor atividade da enzima poligalacturonase e manteve a firmeza da polpa (Stevens *et al.*, 2004). Por outro lado, Gonzalez-Aguilar *et al.* (2004), trabalhando com pêssego cultivar Jefferson, reportam que essa técnica causou redução na firmeza, aumento na taxa respiratória e síntese de etileno. A resposta dos produtos à irradiação é específica para cada espécie e variedade (Fan *et al.*, 2008), fato comprovado em alfaces, em que distintos cultivares apresentaram diferentes respostas à irradiação (Niemira *et al.*, 2002).

Outro mecanismo que induz a resposta de defesa no fruto ocorre pela geração de radicais livres no fruto que, por sua vez, induz o metabolismo secundário pela ativação da fenilalanina-amoníase (PAL), enzima-chave no metabolismo secundário, que, com isso, aumenta o teor de fenóis no fruto (Fan *et al.*, 2008), possibilitando aumento da resistência contra patógenos. A aplicação de ozônio é outra técnica promissora, por inativar os microrganismos que reagem com enzimas intracelulares, ácidos nucléicos e lipídios insaturados (Khadre *et al.*, 2001; Sharpe *et al.*, 2009), além de ativar mecanismos de defesa da célula do fruto (Langebartels *et al.*, 2002). Essa técnica, segundo alguns estudos, é importante alternativa no combate a podridões na substituição dos defensivos químicos (Khadre *et al.*, 2001). O ozônio reduziu a incidência de *M. fructicola* em pêssegos Elegant Lady (Palou *et al.*,

2002), o que contraria os resultados de Spalding (1966). Em outros frutos como caqui (Salvador *et al.*, 2006), tomate (Rodoni *et al.*, 2010) e morango (Nadas *et al.*, 2003), o ozônio apresentou efeito positivo na conservação. O efeito do ozônio parece ser altamente dependente do tipo de fruto, sendo, portanto, necessários estudos para cada espécie de fruta e cultivar (Liew & Prange, 1994).

O fosfito, proveniente da neutralização do ácido fosforoso com uma base, também atua no controle de fungos. Seu modo de ação pode ser de forma direta no patógeno; ou indireta, estimulando respostas de defesa no hospedeiro (Guest & Grant, 1991). O uso do fosfito reduziu a incidência de podridões em maçãs cultivares Gala (Brackmann *et al.*, 2004) e Fuji (Sautter *et al.*, 2008). Em pêssegos, as informações na literatura sobre o uso do fosfito como elicitador são escassas.

Um dos mecanismos de defesa das plantas é a resistência sistêmica adquirida (RSA), essa tem o ácido salicílico (AS) como molécula fundamental na sinalização da resposta, o qual induz a biosíntese de enzimas que atuam na formação de compostos de defesa vegetal, como polifenóis e alcalóides, e também proteínas relacionadas à patogenicidade (proteínas-RP) (Taiz & Zeiger, 2004a). Um composto análogo ao AS é o Acibenzolar-S-metil (ASM), esse atua ativando o mecanismo de resistência contra fungos, vírus e bactérias (Cole *et al.*, 1999). O ASM induziu a resistência contra algumas doenças fúngicas em pera, pepino (Ishii *et al.*, 1999), tabaco (Cole, 1999), morangos (Mazaro *et al.*, 2008) e em pêssegos (Danner *et al.*, 2008). O efeito benéfico desse elicitador já foi comprovado em pêssegos cultivar Conserva 861, podendo contribuir no manejo integrado da podridão-parda (Danner *et al.*, 2008). No entanto, estes autores sugerem que seja testado em outras variedades e também em condições de desenvolvimento do fungo, como no armazenamento refrigerado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e o controle pós-colheita da podridão-parda em pêssegos cultivar Magnum submetidos a diferentes elicitores abióticos durante o armazenamento refrigerado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em 2005, no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita da Universidade Federal de Santa Maria. Os pêssegos cultivar Magnum foram colhidos em um pomar comercial em Canguçu, RS, e selecionados quanto à ausência de dano mecânico ou fitopatológico. Os frutos foram colhidos quando apresentavam firmeza de polpa de 45,1 N, acidez titulável de 12,4 g ml⁻¹ e sólidos solúveis totais de 16,9 °Brix. A amostragem foi constituída por 20 frutos representativos. Para a avaliação dos tratamentos quanto às características físicas e químicas

dos frutos, foram usadas quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Foram usadas outras quatro repetições no mesmo delineamento para a avaliação da podridão-parda.

Os cinco tratamentos estudados foram: 1) testemunha (sem tratamento), 2) irradiação ultravioleta do tipo C (UV-C), 3) ozônio, 4) fosfito e 5) acibenzolar-S-metil (ASM), todos os frutos armazenados a $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A irradiância UV-C foi obtida por meio de espectrorradiômetro, modelo IL 2000, da marca International Light, e as doses foram calculadas por intermédio da integração da irradiância pelo tempo de exposição, segundo procedimento técnico do ANALI 087/GFR (Rizzatti, 2006). O regime de exposição de 254 nm na dose de $2,4\text{ kJ m}^{-2}$ foi aplicado à temperatura de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ em uma câmara de irradiação dotada de quatro fontes, com acionamento independente.

O ozônio foi aplicado durante o armazenamento em minicâmaras de $0,4\text{ m}^3$, equipadas com purificador de ar, modelo OTB10W.C, que produziu ozônio com a concentração de $0,03\text{ }\mu\text{L L}^{-1}$ (Sautter *et al.*, 2008) no interior dessas minicâmaras. A aplicação de fosfito foi feita por imersão, por 3 min, em uma solução de fosfito (Fitofos[®]), o qual apresentava 40% de P_2O_5 e 20% de K_2O , com água destilada e deionizada na concentração de $1,27\text{ g L}^{-1}$ de P_2O_5 e $1,18\text{ g L}^{-1}$ de K_2O e espalhante adesivo Silwet L77[®] (0,05% v/v). A aplicação de ASM (BION[®], 50% de i.a) também foi feita por imersão, por 3 min, juntamente com o espalhante adesivo Silwet L77[®] (0,05% v/v).

Oito repetições com 20 frutos foram separadas para cada tratamento, tendo quatro delas sido inoculadas com o fungo *M. fructicola* para avaliação da incidência de podridão-parda. Posteriormente, todas as repetições foram mantidas em câmara fria a $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 30 dias.

O fungo *M. fructicola*, coletado dos tecidos de frutos contaminados, foi identificado por sua estrutura morfológica e isolado pelo método de isolamento monospórico (Santos *et al.*, 2009). A estirpe isolada foi cultivada em meio batata-dextrose-ágar (BDA) e Mathur. Posteriormente, foi feita diluição dos esporos para $2,4 \cdot 10^5$ esporos mL^{-1} com auxílio da câmara de Neubauer. Cada fruto foi perfurado na região equatorial, em dois pontos opostos, com auxílio de uma ponteira com 3 mm de diâmetro e 5 mm de profundidade. Em cada ponto, foram inoculados $30\text{ }\mu\text{L}$ da suspensão de esporos. Após a secagem a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ da alíquota inoculada, os frutos foram armazenados em câmaras assépticas nas mesmas condições previamente determinadas para as amostras não inoculadas. Após 30 dias de armazenamento refrigerado, os frutos foram expostos a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por sete dias e as lesões foram medidas com auxílio de paquímetro.

Após 30 dias de armazenamento ou depois de mais cinco dias de exposição a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, os frutos não inocula-

dos foram analisados para as seguintes características físico-químicas: 1) sólidos solúveis totais, 2) acidez titulável, 3) firmeza de polpa, 4) concentração de polifenóis totais e 5) açúcares redutores e não redutores. Os SST foram determinados com o auxílio de um refratômetro manual com correção da temperatura. A acidez titulável foi determinada por meio da titulação de 10 mL de suco diluídos em 100 mL de água destilada, com uma solução de NaOH 0,1N até pH 8,1. A firmeza de polpa foi determinada na porção equatorial do fruto, com um penetrômetro manual e uma ponteira de 7,9 mm de diâmetro. Para a determinação da concentração de polifenóis totais foi utilizado o método colorimétrico (Singleton & Rossi Junior, 1965). Em tubo de ensaio, adicionaram-se $200\text{ }\mu\text{L}$ de amostra diluída (1:10) em solução etanol/ácido clorídrico/água, na proporção de 70/1/30 (V/V/V), $1.000\text{ }\mu\text{L}$ de reagente de Folin-Ciocalteu, diluído (1:10) em água destilada e deionizada. Entre 3' s e 8", adicionaram-se $800\text{ }\mu\text{L}$ de Na_2CO_3 7,5%. Após duas horas ao abrigo da luz, foi lida a absorbância a 765 nm em espectrofotômetro da marca FEMTO, modelo 600S (mono feixe). Para a curva de calibração foi utilizada como padrão uma solução de ácido gálico nas concentrações: 50, 100, 150, 250 e 500 mg L^{-1} . A concentração de polifenóis totais foi expressada em $\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$.

Os frutos inoculados foram analisados nas seguintes características: 1) coloração da epiderme e 2) diâmetro da lesão causada pelo *M. fructicola*. A coloração da epiderme foi determinada com colorímetro (Minolta), sendo expressa pelo valor de "L", o que vai de zero a 100, sendo o valor zero totalmente preto e 100 totalmente branco. O diâmetro das lesões desenvolvidas após a inoculação com *M. fructicola* foi medido com auxílio de paquímetro, sendo o resultado expresso em cm.

Os resultados foram submetidos à análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de polifenóis e a firmeza dos frutos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, tanto 30 dias após armazenamento a $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ quanto depois de mais cinco dias à temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1). Para o teor de sólidos solúveis totais, na análise na saída da câmara não se constataram diferenças entre os tratamentos (Tabela 1). Após cinco dias de exposição à temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, os frutos submetidos ao ozônio e ASM apresentaram menor teor de sólidos solúveis comparado à testemunha. A acidez titulável, quando comparada à testemunha, foi maior nos tratamentos com fosfito nos dois períodos de avaliação, e com ozônio aos cinco dias a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1). A acidez é um atributo de qualidade do fruto

Tabela 1. Características físico-químicas avaliadas 30 dias após armazenamento a -0,5 °C ou depois de mais cinco dias a 20 °C, em razão dos tratamentos em pêssego cultivar Magnum armazenados em sob refrigeração, por 30 dias

	SST (°Brix)		Acidez titulável (g/100 mL)		Firmeza (N)		Polifenóis (mg de ác. gálico/100 g)	
	30 dias	30 + 5 ¹	30 dias	30 + 5	30 dias	30 + 5	30 dias	30 + 5
<i>Análise inicial</i>	16,9		12,4		45,1		110,7	
Testemunha	17,3a ^{II}	17,1a	8,3b	7,9b	37,2 ^{ns}	31,4 ^{ns}	119,6 ^{ns}	123,1 ^{II}
Irradiação	16,6a	16,4ab	8,9ab	8,5ab	41,2	33,3	138,3	122,5
Ozônio	17,1a	16,1b	9,2ab	8,9a	39,2	32,3	119,9	86,9
Fosfito	17,4a	16,4ab	10,2a	9,1a	40,2	31,4	138,7	98,1
ASM	17,2a	16,1b	9,5ab	8,7ab	42,1	30,4	128,4	115,2
CV%	1,5	2,4	8,83	4,9	6,3	3,3	9,5	13,1
	Açúcares totais (g/100 mL)		Açúcares redutores (g/100 mL)		Açúcares não-redutores (g/100 mL)			
	30 dias	30 + 5	30 dias	30 + 5	30 dias	30 + 5		
<i>Análise inicial</i>	16,6		12,7		3,7			
Testemunha	15,4ab	17,1a	11,6a	9,6a	3,6b	7,2a		
Irradiação	15,2ab	14,0ab	12,7a	10,2a	3,5b	3,6b		
Ozônio	11,0b	14,7ab	6,2b	9,9a	4,5ab	4,6b		
Fosfito	16,1a	9,8c	8,3ab	6,2b	7,4a	3,4b		
ASM	17,0a	12,8b	11,3ab	9,2b	5,4ab	3,4b		
CV%	13,1	2,4	24,0	11,2	34,4	33,0		

¹ Cinco dias de exposição à temperatura de 20 °C.

^{II} Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Não significativo.

e sua perda está relacionada ao processo natural de maturação, em que os ácidos orgânicos são usados como substratos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos da atividade respiratória (Taiz & Zeiger, 2004b).

Os açúcares totais, redutores e não redutores, foram influenciados pela aplicação dos elicitores (Tabela 1). Quanto aos açúcares totais, aos cinco dias de exposição a 20 °C todos os elicitores resultaram em redução no teor comparado à testemunha, tendo sido constatada com os tratamentos com fosfito e ASM a maior redução. Quanto aos açúcares redutores e não redutores, diferença significativa, comparada à testemunha, somente ocorreu com a aplicação de ozônio na saída da câmara e fosfito e ASM após cinco dias a 20 °C para os açúcares redutores. De forma semelhante, os teores de açúcares não redutores não diferiram da testemunha na saída da câmara, já após cinco dias todos os elicitores resultaram em menor teor desses açúcares. No tratamento com ozônio, houve aumento no teor de açúcares redutores durante a exposição a 20 °C, os não redutores permaneceram constantes com esse tratamento. Esse resultado também foi encontrado em cenoura por Hildebrand *et al.* (2008). O aumento da resistência de cenouras a *Botrytis cinera* foi correlacionado com a diminuição do teor do açúcar não redutor sacarose (Forney *et al.*, 2007).

O crescimento da lesão causada por *M. fructicola* foi menor nos frutos tratados com ozônio, visto que não atingiu diâmetro de 1 cm durante os sete dias de avaliação; já os outros elicitores não foram eficientes no controle do fungo, tendo os frutos sob irradiação e da testemunha apresentado aumento da lesão superior a 3 cm de diâmetro (Figura 1A). Palou *et al.* (2002) também encontraram redução de *M. fructicola* com o ozônio. Esse elicitor também reduziu a infecção de *Sclerotinia sclerotiorum* e *B. cinera* (Hildebrand *et al.*, 2008). A ação do ozônio no controle do crescimento da lesão causada pelo fungo pode ter ocorrido pelo efeito direto do ozônio no fungo, inativando os microrganismos pela reação desse com enzimas intracelulares, ácidos nucleicos e lipídios insaturados do fungo (Khadre *et al.*, 2001), provalmente não ativando os mecanismos de defesa do fruto, pelo fato de não ser observada diferença entre os tratamentos no conteúdo de polifenóis totais. O fosfito e ASM apresentaram efeito intermediário entre o ozônio e a testemunha no controle da podridão; entretanto, sem apresentar diferença significativa. Em morangos, o ASM atuou na redução de podridões de forma semelhante a fungicidas recomendados para a cultura (Mazaro *et al.*, 2008).

Apesar do ozônio ter apresentado considerável controle de *M. fructicola* em pêssegos, esse tratamento cau-

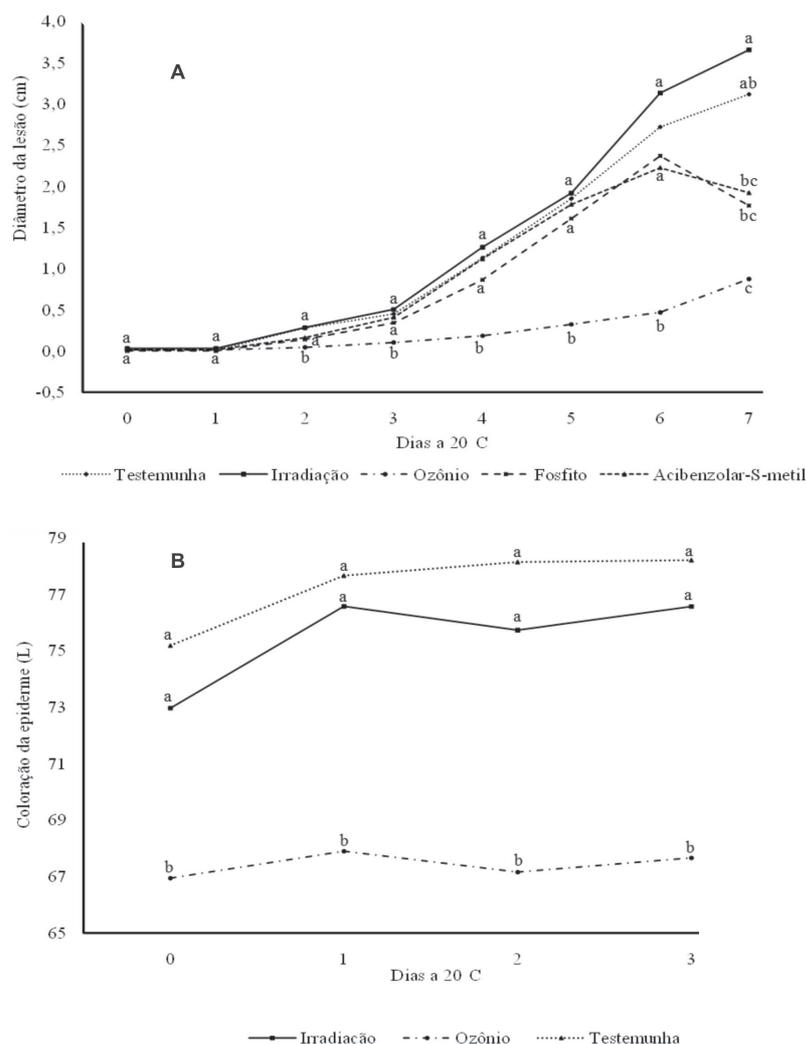


Figura 1. Diâmetro da lesão de *Monilinia fructicola* (A) e escurecimento da epiderme (B) em pêsego cultivar Magnum em razão da aplicação de elicitores em pós-colheita. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

sou dano na epiderme do fruto em forma de escurecimento (Figura 1B). Provavelmente o escurecimento seja devido à morte das células da epiderme provocada pelo ozônio, visto que ele está envolvido na resposta de hipersensibilidade (RH) (Langebartels *et al.*, 2002). As células afetadas provavelmente são as dos estômatos, pois é por onde o ozônio entra no tecido do fruto. A resposta de hipersensibilidade ocorre quando a célula sofre um estresse biótico ou abiótico; por exemplo, após o ataque por patógeno ocorre morte celular da célula infectada e das células adjacentes a ela (Langebartels *et al.*, 2002). Para que isso ocorra, são formadas espécies reativas de oxigênio (ERO), como H_2O_2 e $OH\cdot$. As EROs provocam a morte da célula por causarem peroxidação de lipídios, danos no DNA e oxidação de proteínas (Gille & Sigler, 1995). Efeito fitotóxico do ozônio também foi reportado por Salvador *et al.* (2006) em caqui, Nadas *et al.* (2003) em morangos e Forney *et al.* (2007) em cenouras. Os últimos autores afirmam que os efeitos dele-

térios encontrados em cenouras estão relacionados ao estresse oxidativo causado por esse elicitor. Neste trabalho, provavelmente, a alta dose de ozônio utilizada tenha sido o fator que acarretou tal dano, sendo de suma importância a condução de novos trabalhos visando obter a dosagem adequada de ozônio para pêsego cultivar Magnum e também para outras variedades que, além de controlar a podridão-parda, não causem danos aos frutos.

CONCLUSÕES

A luz UV-C, no regime de exposição utilizado neste trabalho, o fosfito e o acibenzolar-S-metil não foram eficientes na redução da podridão causada por *Monilinia fructicola* em pêsegos cultivar Magnum.

O ozônio controlou o aumento da lesão de *Monilinia fructicola*, mas causou danos na epiderme dos frutos quando utilizado na concentração de $0,03 \mu L L^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- Brackmann A, Giehl RFW, Sestari I & Steffens CA (2004) Fosfito para o controle de podridões pós-colheita em maçã 'Fuji' durante o armazenamento refrigerado. *Ciência rural*, 34:1039-1042.
- Cole DL (1999) The efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against bacterial and fungal diseases of tobacco. *Crop protection*, 18:267-273.
- Danner MA, Sasso SAZ, Medeiros JGS, Marchese JA & Mazaro JM (2008) Indução de resistência à podridão-parda em pêssegos pelo uso de elicitores em pós-colheita. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 43:793-799.
- Fan X & Sokorai KJB (2005) Assessment of radiation sensitivity of fresh-cut vegetables using electrolyte leakage measurement. *Postharvest biology and technology*, 36:191-197.
- Fan X, Niemira BA & Prakash A (2008) Irradiation of fresh fruits and vegetables. *Food technology*. Disponível em: <http://www.wga.com/DocumentLibrary/scienceandtech/Irradiation%20of%20Fresh%20Fruits%20and%20Vegetables-IFT%20report.pdf>. Acesso em 10 ago. 2010.
- Forney CF, Song J, Hildebrand PD, Fan L & McRae KB (2007) Interactive effects of ozone and 1-methylcyclopropene on decay resistance and quality of stored carrots. *Postharvest biology and technology*, 45:341-348.
- Gille G & Sigler K (1995) Oxidative stress and living cells. *Folia microbial*, 40:131-152.
- Gonzalez-Aguilar G, Wang CY & Buta GJ (2004) UV-C irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. *Journal of the science of food and agricultural*, 84:415-422.
- Guest D & Grant B (1991) The complex action of phosphonates as antifungal agents. *Biological review*, 66:159-187.
- Hildebrand PD, Forney CF, Song J, Fan L & McRae KB (2008) Effect of a continuous low ozone exposure (50 nL L⁻¹) on decay and quality of stored carrots. *Postharvest biology and technology*, 49:397-402.
- Ishii H, Tomita Y, Horio T, Narusaka Y, Nakazawa Y, Nishimura K & Iwamoto S (1999) Induced resistance of acibenzolar-S-methyl (CGA 245704) to cucumber and Japanese pear diseases. *E. Jour.Plant Pathology*, 105:77-85.
- Khadre MA, Yousef AE & Kim JG (2001) Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. *Journal of food science*, 66:1242-1252.
- Langebartels C, Wohlgenuth H, Kschieschan S, Grün S & Sandermann H (2002) Oxidative burst and cell death in ozone-exposed plants. *Plant physiology Biochemistry*, 40:567-575.
- Liew CL, Prange RK (1994) Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of american society of horticultural science*, 119:563-567.
- Mazaro SM, Deschamps C, Mio LLM, Biasi LA, Gouvea A & Sautter CK (2008) Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré-colheita de quitosana e acibenzolar-S-metil. *Revista brasileira de fruticultura*, 30:185-190.
- Nadas A, Olmo M & Garcia JM (2003) Growth of *Botrytis cinerea* and strawberry quality in ozone-enriched atmospheres. *Journal of food science*, 68:1798-1802.
- Nascimento LM (2008) Importância do uso de produtos fitossanitários regulamentados. *Frutas e derivados*, 3º ano, 11ª ed.
- Niemira BA, Sommers CH & Fan X (2002) Suspending lettuce type influences recoverability and radiation sensitivity of *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of food protection*, 65:1388-1393.
- Palou L, Crisosto CH, Smilanick JL, Adaskaveg JE, Zoffoli JP (2002) Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. *Postharvest biology and technology*, 24:39-48.
- Rizzatti MR (2006) Manual da qualidade do GFR, ANALI 087/REBLAS, Porto Alegre, 500p.
- Rodoni L, Casadei N, Concellón A, Alicia ARC & Vicente AR (2010) Effect of short-term ozone treatments on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit quality and cell wall degradation. *Journal of agricultural food chemistry*, 58:594-599.
- Salvador A, Abad I, Arnal L & Martinez-Javega JM (2006) Effect of ozone on postharvest quality of persimmon. *Journal of food science*, 71:443-446.
- Santos FJ, Ferreira JMS, Ribeiro VJO, Oliveira ACL, Azevedo AGC (2009) Protocolo para produção massal de fungos entomopatogênico. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária, Boletim de pesquisa e desenvolvimento 43. Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2009/bp_43.pdf. Acessado em: 30 janeiro de 2011.
- Sautter CK, Storck L, Rizzatti MR, Mallmann CA & Brackmann A (2008) Síntese de trans-resveratrol e controle de podridão em maçãs com uso de elicitores em pós colheita. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 34:1097-1103.
- Sharpe D, Fan L, McRae K, Walker B, Mackay R & Doucette C (2009) Effects of ozone treatment on *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum* in relation to horticultural product quality. *Journal of food science*, 74:250-257.
- Singleton VL, Rossi Junior JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16:144-158.
- Spalding DH (1966) Appearance and decay of strawberries, peaches, and lettuce treated with ozone. Marketing Research report 756. Agricultural Research Service-United States Department of Agriculture, p.11.
- Stevens C, Liu J, Khan VA, Lu JY, Kabwe MK, Wilson CL, Igwegbe ECK, Chalutz E & Droby S (2004) The effects of low-dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity, delay ripening and *Rhizopus* soft rot development of tomatoes. *Crop protection*, 23:551-554.
- Taiz L & Zeiger E (2004a) Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: Taiz L & Zeiger E (Eds) *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, p.309-334.
- Taiz L & Zeiger E (2004b) Respiração e metabolismo de lipídios. In: Taiz L & Zeiger E (Eds) *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, p.251-284.