

QUALIDADE DE AMEIXAS 'LAETITIA' SUBMETIDAS AO TRATAMENTO TÉRMICO E VAPOR DE ETANOL EM ATMOSFERA REFRIGERADA

Angélica Schmitz Heinzen¹
Cristina Shoete¹
Deysi Jhoana Camayo Mosqu¹era¹
Diana Carolina Lima Freitas¹
Raquel Carlos Fernandes¹
Aquidauana Miqueloto²

RESUMO: Ameixas 'Laetitia' desenvolvem escurecimento de polpa durante o armazenamento refrigerado e a severidade do distúrbio está associada a fatores como ponto de colheita, tempo de armazenamento, estresse oxidativo, entre outros. A ocorrência deste distúrbio e o rápido amadurecimento dos frutos durante o armazenamento caracterizam os principais desafios para a pós-colheita de ameixas. Tratamentos como o tratamento térmico e o etanol podem ser alternativas para o controle do escurecimento de polpa e retardo do amadurecimento dos frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento térmico e da aplicação de vapor de etanol sobre o amadurecimento e o escurecimento de polpa em ameixas 'Laetitia' armazenadas sob refrigeração. Os tratamentos avaliados foram controle e tratamento térmico (37°C/24 h) + vapor de etanol (0,15%). Cada tratamento foi composto de quatro repetições e unidade experimental constituída de 20 frutos. Os frutos foram armazenados (1±0,2°C e 92±2% de UR) durante 35 dias. A combinação de tratamento térmico 37°C por 24 horas na saída do armazenamento reduziu a taxa respiratória e resultou em maior perda de massa. Aos três dias em temperatura ambiente o tratamento térmico + etanol foi superior em todos atributos de textura sendo maior força de ruptura de casca e polpa, firmeza de polpa e compressão, teve menor índice de cor vermelha e ângulo h° na região mais e menos vermelha, e maior severidade em relação ao controle. A aplicação de tratamentos alternativos pós colheita, como aplicação de etanol e tratamento térmico é eficiente no retardo do amadurecimento de ameixas 'Laetitia', mas quando esses tratamentos não são aplicados de acordo com a concentração ideal para o fruto, pode-se ocorrer fitotoxidez nos mesmos, aumentando neste caso o escurecimento de polpa no fruto.

Palavras-chave: pós-colheita, distúrbio fisiológico, *Prunus salicina*.

QUALITY OF 'LAETITIA' PLUMS SUBMITTED TO

¹ Pós-graduanda pelo programa de Produção Vegetal, CAV-UDESC

² Professora Doutora, IFSC

THERMAL AND STEAM TREATMENT OF ETHANOL IN REFRIGERATED ATMOSPHERE

ABSTRACT: 'Laetitia' plums develop darkening of pulp during refrigerated storage and the severity of the disturbance is associated with factors such as harvesting point, storage time, oxidative stress, among others. The occurrence of this disturbance and the rapid ripening of the fruits during storage characterize the main challenges posed by plum harvesting. Treatments such as heat treatment and ethanol may be alternatives for the control of pulp darkening and fruit ripening delay. The objective of this work was to evaluate the effect of the heat treatment and the application of ethanol vapor on ripening and darkening of pulp in 'Laetitia' plums stored under refrigeration. The treatments evaluated were control and heat treatment (37 ° C / 24 h) + ethanol vapor (0.15%). Each treatment was composed of four replicates and an experimental unit consisting of 20 fruits. The fruits were stored (1 ± 0.2 ° C and $92 \pm 2\%$ RH) for 35 days. The combination of heat treatment 37 ° C for 24 hours at the exit of the storage reduced the respiratory rate and resulted in greater mass loss. At three days at room temperature, the heat treatment + ethanol was superior in all texture attributes, with a higher breaking strength of bark and pulp, pulp firmness and compression, had a lower red color index and h ° angle in the more and less red region, and greater severity in relation to control. The application of alternative post-harvest treatments, such as ethanol application and heat treatment, is efficient in delaying the maturation of 'Laetitia' plums, but when these treatments are not applied according to the ideal concentration for the fruit, phytotoxicity can occur in this case increasing the darkening of pulp in the fruit.

Keywords: post-harvest, physiological disturbance, *Prunus salicina*.

INTRODUÇÃO

A ameixeira é uma frutífera pertencente à família das Rosaceas do gênero *Prunus*, sendo originária do meio e extremo oriente, compreendendo várias espécies. As duas espécies mais importantes são a *Prunus domestica* L., conhecida como ameixa europeia, e a *Prunus salicina* L., denominada ameixa asiática (NAKASU et al., 1997). A ameixa da cultivar Laetitia é a mais plantada nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, devido à boa produtividade e qualidade dos frutos, e à baixa suscetibilidade a doenças (especialmente *Xantomonas*) (DUCROQUET et al., 2001).

O sistema de armazenamento mais utilizado atualmente para a ameixa é o armazenamento refrigerado (AR), que consiste somente na redução da temperatura e controle da umidade relativa do ar do ambiente onde os frutos são armazenados. Esta prática é a mais utilizada para conservação dos frutos, pois a redução da temperatura é o principal fator responsável pela manutenção da qualidade durante o armazenamento (STEFFENS et al., 2007). Sabe-se que o AR prolongado resulta em frutos com baixa firmeza de polpa e elevada incidência de escurecimento da polpa

(ARGENTA et al., 2003, 2011; ALVES et al., 2009; STEFFENS et al., 2014a, b), o que pode reduzir a aceitabilidade pelo consumidor.

O escurecimento da polpa é um distúrbio fisiológico causado pela exposição do fruto a baixas temperaturas (SINGH et al., 2009; SINGH; SINGH, 2013b). Nas empresas que armazenam ameixas 'Laetitia', os fatores limitantes para o armazenamento são a rápida perda de firmeza de polpa e, principalmente, o escurecimento da polpa (SINGH; SINGH, 2013a; STANGER et al., 2014; STEFFENS et al., 2014a, b).

O tratamento térmico pode promover a manutenção da integridade da membrana, melhorando a relação ácidos graxos insaturados/ácidos graxos saturados; aumento da expressão de genes e o acúmulo de proteínas de choque térmico (Heat Shock Protein-HSP); aumento da atividade do sistema antioxidante; aumento das vias de arginina, que levam ao acúmulo de moléculas de sinalização envolvidas pela tolerância à refrigeração, tais como poliaminas, óxido nítrico, e prolina; e alteração na atividade enzimática da fenilalanina amônia-liase (PAL) e polifenol oxidase (PPO) (AGHDAM; BODBODAK, 2014). Estas respostas podem variar em função de diversos fatores como espécie e cultivar, idade fisiológica, tempo e temperatura de exposição. Esses tipos de tratamentos estimulam os mecanismos de defesa antes dos frutos serem submetidos ao frio, o que estabelece uma resistência cruzada com as respostas decorrentes da exposição a temperaturas moderadas ou altas, permanecendo atuante durante a exposição a temperaturas mais baixas (KLUGE et al., 2006).

O etanol também é capaz de retardar a senescência, devido a inibição da produção de etileno em plantas (PESIS, 2005). Asoda et al. (2009) observaram que a aplicação de etanol exógeno inibiu a senescência de brócolis, decorrente da redução da biossíntese de etileno e da supressão da capacidade de resposta ao etileno. Liu et al. (2012) verificaram que a aplicação pós-colheita de etanol pode reduzir a concentração interna de etileno e retardar a senescência de melões, além de melhorar os níveis de compostos aromáticos voláteis, especialmente os ésteres etílicos. Adicionalmente, tem sido sugerido que o etanol pode regular o sistema antioxidante, resultando em um atraso na senescência de brócolis e aumento na atividade das enzimas peroxidase, catalase e superóxido dismutase durante o armazenamento (HAN et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento térmico e da aplicação de etanol, o possível efeito sinérgico desses dois tratamentos sobre o retardo do amadurecimento e o escurecimento de polpa em ameixas 'Laetitia' armazenadas sob refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com ameixas 'Laetitia' provenientes de um pomar comercial do município de Vacaria, RS (28° 31'51" S de latitude, 50°48'31" O de longitude e 970 m de altitude), colhidas na safra 2014/2015. Os frutos foram colhidos, e conduzidos até o laboratório para a homogeneização das amostras experimentais e posteriormente a aplicação dos tratamentos. Antes da homogeneização das amostras os frutos com danos físicos, podridões, rachaduras e coloração (totalmente vermelha ou com coloração menor que 30 % de cor vermelha) foram eliminados. Os tratamentos consistiram em controle (sem tratamento pós-colheita) e tratamento térmico a 37°C durante 24 horas com exposição dos frutos ao vapor de etanol (0,15%).

Para a aplicação dos tratamentos térmicos os frutos foram acondicionados em temperatura de 37°C em câmaras incubadora tipo B.O.D. (marca Eletrolab) por 24 horas (h). Para aplicação do vapor de etanol, os frutos de cada amostra foram pesados e acondicionados no interior de recipientes de 4100 mL que permitiram o fechamento hermético. O volume de etanol líquido, necessário para atingir a concentração de 0,15% foi adicionado em placas de Petri de 35 mL (diâmetro de 50 mm), que foram acondicionadas no interior dos recipientes, antes do fechamento dos mesmos. A relação volume de etanol/kg de fruto média foi de 5 mL kg⁻¹. A exposição dos frutos ao vapor de etanol foi durante 24 horas em condições ambiente (20±5°C e UR de 63±2%). Após a aplicação dos tratamentos os frutos foram armazenados durante 35 dias a 1 ± 0,2°C e 92 ± 2% de UR.

Após o período de armazenamento seguidos de mais três dias em exposição a condições ambiente, para simular o período de comercialização, os frutos foram avaliados quanto aos atributos de qualidade. Na saída do armazenamento foram avaliados, cor da epiderme, perda de massa e taxas respiratória. Após os três dias em condições ambiente os frutos foram avaliados quando a firmeza de polpa, força para compressão do fruto, cor da epiderme, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), de escurecimento da polpa.

A perda de massa (%) foi avaliada pesando cada amostra dos frutos antes e após a saída da câmara de refrigeração, sendo determinada pela diferença de massa entre a colheita e a saída da câmara.

As taxas respiratórias ($\eta\text{mol CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) foi quantificada acondicionando os frutos de cada amostra r em um recipiente de 4100 mL, que permite o fechamento hermético. Após 30 minutos foram retiradas três alíquotas de 1 mL de volume de cada amostra e injetadas em um cromatógrafo a gás Varian®, modelo CP-3800 (Palo Alto, CA, EUA) para quantificar as concentrações de CO_2 . O cromatógrafo Varian® era equipado com coluna Porapak N® de 3 m de comprimento (80-100 mesh), metanador e detector de ionização de chama. As temperaturas da coluna, detector, metanador e injetor foram de 45, 120, 300 e 110 °C, respectivamente. Os fluxos de nitrogênio, hidrogênio e ar sintético foram de 70, 30 e 300 mL min^{-1} , respectivamente.

As forças para ruptura da casca, penetração da polpa e compressão do fruto foram avaliadas com texturômetro eletrônico TAXT-Plus® (Stable Micro Systems Ltd, Surrey, Reino Unido). Para as forças necessárias para a ruptura da casca e penetração da polpa utilizou-se a ponteira modelo PS2 com 2 mm de diâmetro, a qual foi introduzida na polpa a uma profundidade de 10 mm. Os resultados foram expressos em Newton (N).

A cor da epiderme foi avaliada em termos de valores de ângulo 'hue' (h°) com o auxílio de um colorímetro Minolta® modelo CR 400 (Konica, Tóquio, Japão). Os valores de h° apresentam as seguintes correspondências quanto às cores da superfície do tecido vegetal: 0°/vermelho, 90°/amarelo, 180°/verde e 270°/azul. As leituras foram realizadas em dois pontos opostos na região equatorial dos frutos, uma na região com maior e outra com menor cobertura da coloração vermelha do fruto.

A firmeza da polpa foi determinada na região equatorial do fruto com auxílio de um penetrômetro eletrônico (GÜSS Manufacturing Ltd., África do Sul) equipado com uma ponteira de 7.9 mm de diâmetro e expressa em Newton (N).

Os valores de AT (% ácido cítrico) foram obtidos por meio de uma amostra de 10 ml de suco diluída em 90 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1 utilizando um titulador automático (TitroLine Easy® (Schott Instruments, Mainz, Rheinland-Pfalz, Alemanha). Os teores de SS (%) foram determinados com um refratômetro digital (modelo PR201 α , Atago, Tóquio, Japão) com correção do efeito da temperatura (20 °C), utilizando uma alíquota do suco obtido para a AT.

A severidade do escurecimento da polpa foi determinada por meio dos valores de 'L' (Lightness), com um colorímetro modelo CR 400 da Konica Minolta®, sendo que quanto menor o valor de 'L', mais escurecida estaria a polpa. Foram realizadas duas leituras por fruto, após um corte na região mediana dos mesmos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Cada tratamento foi composto de quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída de 25 frutos. Os valores em % foram previamente transformados pela fórmula arco seno $[(x+0,5)/100]^{1/2}$. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do programa SAS (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

RESULTADOS

Na colheita os frutos os frutos apresentaram porcentagem de cor vermelha de 12%, cor da casca no lado mais e menos vermelho (h°) de 36,3 e 88,99 respectivamente, e firmeza de polpa de 53,84 N.

Tabela 1 - Taxas respiratória ($\text{nmol Kg}^{-1} \text{s}^{-1}$), perda de massa (%), forças para ruptura de casca (N), penetração da polpa (N) em ameixas 'Laetitia' submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas sob refrigeração (temperatura de $1 \pm 0,2^\circ\text{C}$ e temperatura de $92 \pm 2\%$ de UR) durante 35 dias seguidos de três dias em condições ambiente (temperatura de $20 \pm 5^\circ\text{C}$ e $63 \pm 2\%$ de UR).

Tratamento	Respiração $\text{nmol Kg}^{-1} \text{s}^{-1}$	Perca de massa (%)	Força para ruptura	
			Casca (N)	Polpa (N)
Controle	210,1 a	0,44 b	5,90 b	1,06 b
37°C/24h + Etanol	205,8 b	3,1 a	9,80 a	2,21 a
CV (%)	7,8	7,8	4,29	11,02

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns: não significativo ($p > 0,05$). Etanol na concentração de 0,15% v/v.

Tabela 2 – Índice de cor vermelha ICV (%), cor da casca (h°) na região mais e menos vermelha em ameixas 'Laetitia' submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas sob refrigeração (temperatura de $1 \pm 0,2^\circ\text{C}$ e $92 \pm 2\%$ de UR) durante 35 dias seguidos de três dias em condições ambiente (temperatura de $20 \pm 5^\circ\text{C}$ e $63 \pm 2\%$ de UR).

Tratamento	ICV (1 - 4)	h° (Região + vermelha)		h° (Região - vermelha)	
		dia 1	dia 4	dia 1	dia 4
Controle	2,5 a	36,2 ^{ns}	26,2 b	79,4 ^{ns}	38,2 b
37°C/24h + Etanol	2 b	40,10	35,1 a	76,3	66,9 a
CV (%)	1,14	13,9	3,38	3,62	6,17

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns: não significativo ($p > 0,05$). Etanol na concentração de 0,15% v/v.

Tabela 3- Severidade (L) de escurecimento de polpa, sólidos solúveis totais SST (°Brix), acidez titulável (%), compressão do fruto (N), Firmeza de polpa (N) em ameixas 'Laetitia' submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas sob refrigeração (temperatura de 1±0,2°C e 92±2% de UR) durante 35 dias seguidos por mais três dias em condições ambiente (temperatura de 20±5°C e 63±2% de UR).

Tratamento	Escurecimento de polpa (L)	SST(°Brix)	Acidez titulável (%)	Compressão (N)	Firmeza (N)
Controle	41,2 a	8,8 ^{ns}	0,74 ^{ns}	45,76 b	14,5 b
37°C/24h + Etanol	38,2 b	8,8	0,9	71,5 a	33,1 a
CV (%)	4,08	3,88	20,9	5,75	9,09

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). ns: não significativo (p>0,05). Etanol na concentração de 0,15% v/v.

DISCUSSÃO

Os frutos submetidos ao tratamento térmico a 37°C durante 24 horas simultaneamente à exposição ao vapor de etanol (0,15%) a apresentaram sintoma de fitotoxidez, caracterizado por lesões na epiderme de coloração marrom.

É evidente que este dano foi decorrente da combinação dos efeitos causados pelo álcool e o tratamento térmico sobre a fluidez das membranas celulares. Em maçãs, a aplicação de altas concentrações de acetaldéido (VIDRIH et al., 1997) e vapor de etanol (WEBER et al., 2016) resultou, respectivamente, em escurecimento da epiderme e polpa. A escolha de temperaturas e tempo de tratamento adequados depende da cultivar, estágio de maturação do fruto, tamanho do fruto, e das condições durante a estação de crescimento (LURIE, 2008). Segundo Valero e Serrano (2010), os danos pelo tratamento térmico podem ser tanto externos como internos, envolvendo o escurecimento da casca e polpa.

A perda de massa foi superior apenas no tratamento térmico a 37°C combinado com a aplicação de vapor de etanol (3,3%), em relação ao tratamento controle (0,4%) (Tabela 1).

A taxa respiratória apresentou diferença, onde o tratamento com aplicação de vapor de etanol juntamente com tratamento térmico a 37°C e 24 horas tiveram menor taxa respiratória, em relação ao controle (Tabela 1). A exposição dos frutos e hortaliças, como tomate e brócolis, aos produtos da fermentação (etanol ou aldeído acético), em doses não tóxicas, pode diminuir a taxa respiratória (ASODA et al., 2009). Provavelmente, a diminuição da taxa respiratória deve-se a supressão da produção de etileno (SUZUKI et al., 2004).

Para os atributos de textura, o tratamento com vapor de etanol em associação com tratamento térmico proporcionou maiores valores tanto para força de ruptura de

casca quanto força para ruptura de polpa (Tabela 1). Há divergências na literatura quanto ao efeito de produtos alternativos sobre o amadurecimento de frutos, como exemplo, foi verificado que vapor de etanol reduziu a atividade de enzimas pectinolíticas (pectina) em goiabas e manteve a firmeza da polpa por mais tempo, no entanto, acelerou o amadurecimento de bananas (SIDDIQUI et al., 2005). Em geral, as alterações na consistência dos frutos durante o amadurecimento resultam, predominantemente, da desestruturação da parede celular, que envolve a interação complexa de várias enzimas hidrolíticas (ALI et al., 2004).

Em relação à cor da epiderme, na saída da câmara, não houve diferença entre o controle e os demais tratamentos. Todavia, após três dias de exposição dos frutos em condição ambiente, o tratamento térmico associado ao vapor de etanol manteve a epiderme dos frutos menos vermelha em ambos os lados (Tabela 2). A cor da epiderme é um importante indicador do estágio de amadurecimento dos frutos (PALAPOL et al., 2009). A menor evolução da coloração da epiderme nas ameixas 'Laetitia' (maior h° da epiderme) submetidas ao tratamento com vapor de etanol, associado ou não ao tratamento térmico, deve estar relacionada, em parte, à menor taxa de produção de etileno, pois a mudança na cor, durante o amadurecimento de ameixas, é um processo dependente da ação deste fitormônio (STANGER et al., 2014).

Para os atributos de firmeza de polpa, o tratamento com a aplicação de vapor de etanol em associação com o tratamento térmico proporcionou maiores valores (Tabela 3). Jin et al. (2013) atribuíram a maior firmeza de polpa em melões tratados com vapor de etanol ao retardo da senescência. Com o avanço do amadurecimento, os frutos vão se tornando mais macios devido à diminuição da turgescência e à hidrólise das substâncias pécticas que compõem a parede celular (MALGARIM et al., 2007).

A aplicação de etanol em conjunto com o tratamento térmico reduziu a severidade do escurecimento da polpa (Tabela 3). Em ameixas tem sido proposto que o escurecimento da polpa é decorrente de um processo oxidativo relacionado à produção de espécies reativas de oxigênio, que causam a peroxidação de lipídeos, com consequente danos às membranas celulares (SINGH; SINGH, 2013a). Quando o fruto está sob estresse e o equilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (Eros) e a atividade antioxidante é rompido a favor dos compostos oxidantes, ocorrem danos oxidativos nas estruturas celulares (KIM; KWAK, 2010). As enzimas antioxidantes estão presentes em diferentes compartimentos celulares e contribuem

para o controle das EROs em plantas, o que confere um estado de homeostase celular (BARBOSA et al., 2014). Além disso, o escurecimento de polpa em frutos pode ser decorrente da redução do metabolismo energético e do conteúdo de fosfolípidios, com consequente descompartimentalização intracelulares (PEDRESCHI et al., 2009).

Não houve diferença entre os tratamentos para os sólidos solúveis (Tabela 3). Pesis, 2005 observou que o tratamento com etanol favoreceu um acréscimo altamente significativo de sólidos solúveis. Tem sido demonstrado que o etanol e o acetaldeído podem induzir respostas fisiológicas e bioquímicas nos frutos pós-colheita, incrementando o teor de açúcares, reduzindo a acidez e aumentando a preferência sensorial. Contudo, Ritenour et al. (1997) não observaram efeito da exposição de ameixas ao vapor de etanol (< 6 mL kg⁻¹) sobre a firmeza e os sólidos solúveis.



CONCLUSÕES

A aplicação de tratamentos alternativos pós colheita, como aplicação de etanol e tratamento térmico é eficiente no retardo do amadurecimento de ameixas 'Laetitia', mas quando esses tratamentos não são aplicados de acordo com a concentração ideal para o fruto, pode-se ocorrer fitotoxidez nos mesmos, aumentando neste caso o escurecimento de polpa no fruto.

REFERÊNCIAS

AGHDAM, M. S.; BODBODAK, Samad. Postharvest heat treatment for mitigation of chilling injury in fruits and vegetables. *Food and Bioprocess Technology*, New York, v. 7, n. 1, p. 37-53, 2014.

ALI, Z.M. et al. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.33, n.2, p.181-192, 2004.

ALVES, E.O. et al. Manejo do etileno durante o armazenamento de ameixas 'Laetitia' em atmosfera controlada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.9, p.2445-245, 2009.

ARGENTA, L.C. et al. Ripening and quality of 'Laetitia' plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action. *Pesquisa Agropecuária*

Brasileira, Brasília, v.38, n.10, p.1139-1148, 2003.

ASODA, T. et al. Effects of postharvest ethanol vapor treatment on ethylene responsiveness in broccoli. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.52, n.2, p.216-220, 2009.

BARBOSA, M. R. et al. Plant generation and enzymatic detoxification of reactive oxygen species. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 453-460, 2014.

DUCROQUET, J.P.H.J.; ANDRADE, E.R.; HICKEL, E.R. A escaldadura das folhas da ameixeira em Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 55p. (Boletim Técnico, 118), 2001.

HAN, J.H. et al. Physiology and quality responses of fresh-cut broccoli florets pretreated with ethanol vapor. *Journal of Food Science*, Hoboken, v.71, n.5, p.385-389, 2006.

JIN, Y. Z. et al. Ethanol vapor treatment maintains postharvest storage quality and inhibits internal ethylene biosynthesis during storage of oriental sweet melons. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 86, p. 372-380, 2013.

KIM, Y.H.; KWAK, S.S. The role of antioxidant enzymes during leaf development. In: GUPTA, S.D. *Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants*. Enfield: Science Publishers, Jodhpur, p.129-150; 2010.

KLUGE, R.A. et al. Efeitos de tratamentos térmicos aplicados sobre frutas cítricas armazenadas sob refrigeração. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, p.1388-1396, 2006.

LIU, W.W. et al. Ethanol treatment inhibits internal ethylene concentrations and enhances ethyl ester production during storage of oriental sweet melons (*Cucumis melo* var. *makuwa* Makino). *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.67, p.75-83, 2012.

LURIE, S. Heat treatment for enhancing postharvest quality. *Postharvest biology and technology of fruits, vegetables, and flowers*, p. 246-259, 2008.

MALGARIM, M. B. et al. Estádio de maturação e variação da temperatura na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.13, n.1, p.61-67, 2007.

NAKASU, B.B.H.; RASEIRA, M.C.B.; CASTRO, L.A.S. Frutas de caroço: Pêssego, nectarina e Ameixa no Brasil. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.18, n.198. p.18-13, 1997.

PALAPOL, Y. et al. Colour development and quality of mangosteen (*Garcinia Mangostana* L.) fruit during ripening and after harvest. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 51, n. 3, p. 349- 353, 2009.

PEDRESCHI, R. et al. Metabolic profiling of 'Conference' pears under low oxygen stress. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 123-130, 2009.

PESIS, E. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit

ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. *Postharvest Biology and Technology*. Amsterdam, v. 37, n. 1, p. 1-19, 2005.

R I T E N O U R , M . A . ; M A N G R I C H , M . E . ; BEAULIEU, J.C.; RAB, A.; SALTVEIT, M.E. Ethanol effects on the ripening of climacteric fruit. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.12, p.35-42, 1997.

SIDDIQUI, S. et al. Effect of ethanol, acetic acid and hot water vapours on the shelf-life of guava (*Psidium guajava* L.). *Acta Alimentaria*, Budapest, v. 34, n. 1, p. 49-57, 2005.

SINGH, S. P.; SINGH, Z.; SWINNY, E. E. Postharvest nitric oxide fumigation delays fruit ripening and alleviates chilling injury during cold storage of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell). *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 101-108, 2009.

SINGH, S.P.; SINGH, Z. Controlled and modified atmospheres influence chilling injury, fruit quality and antioxidative system of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell). *International Journal of Food Science and Technology*, Oxford, v.48, p.363-374, 2013a.

SINGH, S.P.; SINGH, Z. Postharvest cold storage-induced oxidative stress in Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl. cv. Amber Jewel) in relation to harvest maturity. *Australian Journal of Crop Science*, Lismore, v.7, p.391-400, 2013b.

STANGER, M. C. et al. Qualidade pós-colheita de ameixas 'Camila' e 'Laetitia' colhidas em diferentes estádios de maturação. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 214-221, 2014.

STEFFENS, C. A. et al. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 3, p. 313-321, 2007.

STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; ALVES, E.O.; BRACKMANN, A. Fruit quality preservation of 'Laetitia' plums under controlled atmosphere storage. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, Rio de Janeiro, v.86, p.485-494, 2014a.

STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; ALVES, E.O.; BRACKMANN, A.; CORRÊA, T.R.; ESPINDOLA, B.P. Storage of 'Laetitia' plums (*Prunus salicina*) under controlled atmosphere conditions. *African Journal of Biotechnology*, Nairóbi, v.13, n.32, p.3239-3243, 2014b.

SUZUKI, Y.; UJI, T.; TERAJ, H. Inhibition of senescence in broccoli florets with ethanol vapor from alcohol powder. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 31, p. 177-182, 2004.

VALERO, D.; SERRANO, M.. *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality*, Boca Raton, CRC press, 2010.

VIDRIH, R.; ZAVRTANIK, M.; HRIBAR, J. The influence of added acetaldehyde and ethanol on changes of aroma compounds in apples. In: *International Symposium Effect of Pre- & Postharvest factors in Fruit Storage*, Warsaw, p. 383-388, 1997.

WEBER, A. et al. Ethanol reduces ripening of 'Royal Gala' apples stored in controlled atmosphere. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.88, n.1, p.403-410, 2016.