

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE
AGRONOMIA

Nair Cristiane dos Santos

**ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO E METIL JASMONATO NA
CONSERVAÇÃO DE AMEIXAS ‘LAETITIA’**

São Miguel do Oeste – SC (2020)

Nair Cristiane dos Santos

**ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO E METIL JASMONATO NA
CONSERVAÇÃO DE AMEIXAS ‘LAETITIA’**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Agronomia do
Câmpus São Miguel do Oeste do Instituto
Federal de Santa Catarina como requisito
parcial à obtenção do título de **Engenheira
agrônoma**

Orientadora
Prof^a. Dr^a. Aquidauana Miqueloto Zanardi

São Miguel do Oeste – SC (2020)

RESUMO

A ameixeira vem se tornando uma cultura de grande importância econômica para a região Oeste e Extremo-Oeste de Santa Catarina. Um dos maiores problemas de seus frutos é o curto período de armazenamento e também o escurecimento interno da polpa quando armazenado por maior período. Portanto, a adoção de estratégias que visam manter e/ou prolongar a qualidade dos frutos é de fundamental importância para aumentar o período de armazenamento/consumo dos frutos e reduzir as perdas econômicas da cultura. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação dos fitorreguladores ácido naftaleno acético (ANA) e metil jasmonato (MeJa) na qualidade dos frutos de ameixa 'Laetitia'. As ameixas foram colhidas em um pomar comercial no município de Catanduvas, SC e conduzidos ao laboratório de Fitossanidade do IFSC-SMO. Em seguida os frutos foram submetidos à aplicação de metil jasmonato (MeJa) e ácido naftaleno acético (ANA) na concentração de 10^{-4} M e 10 mg.L^{-1} , respectivamente. Após, os frutos foram acondicionados em redes de hortifrúti e armazenados a temperatura ambiente de $\pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$ e Umidade relativa do ar (Ura) de 80-85% por 12 dias e em câmara refrigerada por 40 dias a $4 \text{ }^\circ\text{C}$ e Ura 80-85%. Os frutos armazenados a temperatura ambiente ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) e em câmara refrigerada foram avaliados quanto à massa fresca, cor de fundo (ângulo h°) e incidência e severidade do escurecimento da polpa [lightness (L)], taxas respiratórias e de produção de etileno, acidez titulável (AT; % de ácido cítrico), sólidos solúveis (SS; °Brix), compostos fenólicos totais, atividade antioxidante total, enzimas do estresse antioxidativo e peroxidação de lipídeos após 12 e 40 dias de armazenamento, respectivamente. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente aleatorizado, com três tratamentos e quatro repetições sendo cada unidade experimental constituída de 20 frutos. Ameixas que receberam aplicação de MeJa 10^{-4} M e foram armazenadas a temperatura ambiente (25°C) tiveram menor AT e maior valor de L na polpa do fruto em relação ao ANA 10 mg.L^{-1} . A aplicação do MeJa 10^{-4} M em ameixa proporcionou maior valor de L na casca indicando que esse fitorregulador manteve uma coloração mais clara da epiderme tanto aos 12 quanto aos 40 dias de armazenamento em comparação ao ANA 10 mg.L^{-1} , bem como assegurou uma melhor aparência na coloração de polpa dos frutos aos 12 dias de armazenamento. Além disso, frutos tratados com MeJa 10^{-4} M apresentaram maior concentração de antioxidantes e menor peroxidação lipídica, proporcionando uma melhor conservação e qualidade das ameixas para as duas condições de armazenamento e período, em comparação ao tratamento ANA 10 mg.L^{-1} .

Palavras-chave: *Prunus doméstica* L.; Fitorregulador; Pós-colheita; Ambiente refrigerado.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	5
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. ASPECTOS GERAIS DA AMEIXA	6
2.2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA AMEIXA	6
2.3. MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA	7
2.4. ESCURECIMENTO DA POLPA	8
2.5. CARACTERIZAÇÃO DO FITORREGULADOR ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO (ANA)	8
2.6. CARACTERIZAÇÃO DO FITORREGULADOR METIL JASMONATO (MeJA)	9
3.OBJETIVOS	10
3.1. OBJETIVO GERAL.....	10
3.1.1. Objetivo específico	10
4.MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1. MASSA FRESCA	11
4.2. COLORAÇÃO DA EPIDERME	11
4.3. ESCURECIMENTO DE POLPA.....	12
4.4. TAXA RESPIRATÓRIA E PRODUÇÃO DE ETILENO.....	12
4.1. ACIDEZ TITULÁVEL (AT)	12
4.2. SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)	13
4.3. COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)	13
4.4. ANTIOXIDANTES TOTAIS (ATT)	13
4.5. DETERMINAÇÃO DE ENZIMA.....	13
4.5.1. Extração enzimática.....	13
4.9.2 Atividade da ascorbato peroxidase (APX).....	14
4.6. PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDEOS.....	14
4.7. ESTATÍSTICA	14
5.RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
6.CONCLUSÃO	22
7.REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A ameixeira ‘Laetitia’ é a cultivar mais plantada na região Serrana, no Oeste e Extremo-Oeste Catarinense e no Rio Grande do Sul, devido à alta produtividade, qualidade dos frutos e a baixa suscetibilidade a doenças (DUCROQUET *et al.*, 2001). Além disso, é uma cultivar de maturação tardia, proporcionando ao produtor abastecimento de frutos em períodos de baixa disponibilidade de ameixas no mercado.

As ameixas apresentam um curto período de oferta ao consumidor, devido a sua alta perecibilidade pelo rápido amadurecimento. Isso ocorre pelo fato de ser um fruto climatérico, que durante o processo de amadurecimento, apresenta um pico na produção de etileno e na taxa respiratória (CANTILLANO, 2008). No entanto, para a regulação da oferta dos preços e a manutenção da qualidade dos frutos, o armazenamento apresenta-se como uma das alternativas mais viáveis (BRACKMANN *et al.*, 2005). O armazenamento refrigerado (AR) dos frutos tem sido a principal alternativa utilizada para conservar e prolongar seu período de comercialização. Entretanto, o AR dos frutos por um longo período de tempo pode reduzir a firmeza da polpa, aumentar a incidência de distúrbios fisiológicos como o escurecimento interno (STEFFENS *et al.*, 2014) e reduzir a aceitabilidade dos frutos pelo consumidor, por consequência afetar a lucratividade do produtor.

O uso de reguladores de crescimento, como os jasmonatos e auxinas quando aplicados de forma exógena em frutos podem reduzir a ocorrência de distúrbios fisiológicos e manter a qualidade das ameixas. O uso de metil jasmonato (MeJa) na pós-colheita tem sido estudado com o intuito de prolongar a conservação de frutas e hortaliças (VITOR, 2019). Já o ácido naftaleno acético (ANA) tem alta atividade fisiológica e importante função na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Além disso, esse hormônio pode manter a qualidade dos frutos (ZHAO-QU *et al.*, 2007).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência dos fitorreguladores ácido naftaleno acético (ANA) e metil jasmonato (MeJa) na manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos de ameixa ‘Laetitia’.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Aspectos gerais da ameixa

A ameixeira é uma frutífera pertencente à família das rosáceas, é conhecida pela sua grande importância econômica (JOLY, 1993). A espécie dominante é do gênero *Prunus doméstica* L. sendo originária do meio e extremo oriente (CASTRO, 2003). A ameixa é um dos frutos que tem conquistado o gosto dos consumidores e seu cultivo vem crescendo nos últimos anos. Atualmente, existe diversas cultivares de ameixeira que podem ser cultivadas em diferentes condições edafoclimáticas das regiões de clima temperado. No entanto, alguns produtores vêm optando por cultivares de ciclo tardio como ameixeiras ‘Laetitia’, tendo assim a possibilidade de ofertar frutos em períodos de baixa disponibilidade no mercado (BIASI, 2004).

A ameixeira pode atingir até 6 metros de estatura. Para cultivos comerciais é feito o manejo para controle de estatura de planta, facilitando os tratos culturais. É uma árvore caducifólia, moderadamente vigorosa, de tronco liso. Suas folhas são do tipo cartáceas, espessas, brilhosas na parte superior e pálidas e pubescentes na parte inferior, com 4 a 8 cm de comprimento. As flores são solitárias, branco-esverdeadas e apesar de serem auto compatíveis necessitam de polinização cruzada para uma boa produção. Os frutos são drupas, de tamanho variável, formato oval a oblongo, polpa firme e massuda, com epiderme de coloração amarela, vermelha ou roxa (CASTRO *et al.*, 1994).

No Fruto sua composição química é de 84,8% de água, 0,8% de proteínas, 13,9% de carboidratos, 2,4% de fibra alimentar e 14 kcal para cada 100 g. Também possui minerais como o cálcio, manganês, magnésio, fósforo, ferro, potássio, zinco e cobre, fibras e das vitaminas tiamina e ácido ascórbico (TACO, 2011). O fruto da ameixeira pode ser consumido in natura, porém se adapta bem ao processamento culinário, podendo ser desidratado ou adicionado em preparo de pratos.

2.2. Aspectos fisiológicos da ameixa

A ameixa é um fruto climatérico, ou seja, apresenta um pico de produção de etileno e na taxa respiratória durante a maturidade fisiológica (CANTILLANO, 2008). Devido a isso, as ameixas apresentam um curto período de oferta na entressafra, com rápido amadurecimento

e perecibilidade. No entanto, para a regulação da oferta e dos preços do produto, o armazenamento apresenta-se como alternativa mais viável (BRACKMANN *et al.*, 2005).

Dessa forma, tecnologias que reduzam os níveis respiratórios e como consequência o metabolismo do fruto podem auxiliar na conservação. Porém, deve-se considerar que a taxa metabólica não pode ser paralisada, e sim mantida em nível mínimo o suficiente para as células permanecerem vivas, preservando a qualidade durante todo o período de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Além disso, os frutos constantemente estão submetidos a estresses principalmente de origem ambiental como altas e baixas temperaturas. Quando os frutos são submetidos a estresses, o oxigênio (O₂) envolvido no processo respiratório pode ser transformado em espécies reativas de oxigênio (EROs), como por exemplo, o peróxido de hidrogênio (BARREIROS *et al.*, 2006). A formação deste elemento pode ocasionar grande dano à membrana plasmática do fruto, levando-o a rápida deterioração.

Um dos parâmetros utilizados para verificar o grau de conservação do fruto é a degradação de lipídeos à nível de membrana, denominada de peroxidação lipídica (SILVA *et al.*, 1999). Quanto maior o nível de peroxidação lipídica menor a qualidade e conservação dos frutos. Os frutos na tentativa de dissipar o estresse oxidativo e com isso minimizar a degradação lipídica a nível de membrana tendem a investir na síntese de enzimas do estresse antioxidativo como catalase (CAT), ascorbatoperoxidase (APX), superóxidodismutase (SOD) e outras, bem como investir em compostos do metabolismo secundário e substâncias com atividade antioxidante (BARBOSA *et al.*, 2010).

2.3. Métodos de conservação pós-colheita

Para retardar o processo de amadurecimento e prolongar a vida pós-colheita dos frutos de caroço, são empregadas várias tecnologias de armazenamento (NAVA, 2001). A refrigeração é a prática mais utilizada para conservação dos frutos, pois a redução da temperatura é o principal fator responsável por manter a qualidade dos frutos durante o armazenamento (STEFFENS *et al.*, 2007). Segundo Rocha (2014), a refrigeração retarda processos metabólicos envolvidos na ação das enzimas degradativas e oxidativas, reduzindo a respiração, a biossíntese do etileno, da perda de água e do crescimento de microrganismos.

Vários autores têm estudado os efeitos da refrigeração na conservação dos frutos após a colheita. Lima e colaboradores (2013) verificaram que o armazenamento de *Physalis* em ambiente refrigerado a 4° C, mantiveram a qualidade e prolongaram a vidas pós-colheita

destes frutos. Já, Nava e Brackmann (2002) relataram que frutos de pêsegos armazenados a -0,5°C por quatro semanas seguidos de dois dias em exposição a temperatura de 20°C exibiram uma boa qualidade de frutos. Dessa forma, a utilização de armazenamento refrigerado pode ser uma alternativa a ser utilizada na conservação de frutos.

2.4. Escurecimento da polpa

Quando ocorre um prolongado período de armazenamento de frutas de caroço em baixa temperatura, podem-se desenvolver danos severos na polpa e/ou epiderme das mesmas (CANTILLANO, 1987). As frutas mais suscetíveis a estes danos são as de pêsego, nectarinas e ameixas, que geralmente são armazenadas em temperaturas de 2°C a 7°C (LURIE; CRISOSTO, 2005). Os frutos armazenados sob baixas temperaturas por longos períodos, podem sofrer estresse e gerar espécies reativas de oxigênio que acabam danificando a membrana plasmática da célula e perda na qualidade.

Ameixas de cultivar tardia normalmente são menos suscetíveis ao dano por frio em comparação as cultivares de nectarinas e pêsegos tardios (LARUE, 1989; CRISOSTO *et al.*, 1999). Em ameixas ‘Laetitia’, o dano por frio é visível através do escurecimento da polpa, quando armazenados em temperaturas inferiores a 4 °C por longos períodos (ARGENTA *et al.*, 2011).

2.5. Caracterização do fitorregulador ácido naftaleno acético (ANA)

Atualmente, são conhecidas diversas auxinas que ocorrem naturalmente no reino vegetal (OGWENO *et al.*, 2007). Também, há disponíveis no mercado algumas auxinas sintéticas, um exemplo é o ácido naftaleno acético (ANA), uma das mais utilizadas na fruticultura e é altamente estável quando comparado às auxinas naturais.

O ANA tem alta atividade fisiológica e tem importante função na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Além disso, esse hormônio mantém a qualidade dos frutos (ZHAO-QU *et al.*, 2007), induz a diferenciação dos vasos do xilema (NAGATA *et al.*, 2001) e pode aumentar a quantidade de antioxidantes e compostos fenólicos em frutos. Entretanto, não há trabalhos de pesquisa que consideram o ANA como alternativa para reduzir a ocorrência de distúrbios e as perdas pós-colheita de ameixas ‘Laetitia’.

2.6. Caracterização do fitorregulador metil jasmonato (MeJa)

O metil jasmonato (MeJa) é um regulador que pode influenciar vários aspectos do crescimento e desenvolvimento das plantas (CREELMAN; MULLET, 1997; CORTES, 2000). Além disso, está envolvido na proteção contra estresses bióticos e abióticos, desempenha papel central na indução de defesa das plantas (GUNDLACH *et al.*, 1992).

Os jasmonatos (JAs) são sintetizados a partir do ácido graxo linolênico liberado da membrana plasmática e oxidados pela lipoxigenase a 13-hidroxi ácido linolênico que é convertido a ácido 12-oxofitodenoico pela enzima alenaóxidosintase (AOS) e alena óxido ciclase (AOC). Ao final do processo, o ácido 12-oxofitodenoico é convertido a metil-jasmonato (MeJa). Estudo prévio demonstrou que os JAs são capazes de induzir a produção de compostos químicos como os antioxidantes e moléculas de proteção celular (ZHOU *et al.*, 2013). Este fato tem grande importância na proteção dos tecidos dos frutos de ameixa, pois os antioxidantes têm a capacidade de dissipar Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) (RAMOS, 2017), causadoras da degradação das membranas celulares.

Com a aplicação de MeJa é possível reduzir as injúrias por frio na pós-colheita. Em abacaxis observou-se que a aplicação nos frutos houve redução do escurecimento interno da polpa (WANG; BUTA, 1994). O mesmo observou-se em goiabas (GONZÁLEZ-AGUILAR *et al.*, 2007), uvas e laranjas (GHASEMNEZHAD *et al.*, 2008). Também foi constatado a manutenção da qualidade dos frutos de pêssgo pela combinação da aplicação de MeJa associado a temperatura de 5°C (JIN *et al.*, 2009).

Dessa forma, alternativas que visam reduzir o escurecimento interno da polpa, manter e conservar a qualidade pós-colheita de frutos de ameixas são imprescindíveis. Portanto, a utilização de fitorreguladores como ANA e o MeJa associado a condição de armazenamento refrigerado pode ser uma alternativa para garantir a conservação pós colheita de frutos. No entanto, poucos estudos têm sido realizados verificando o efeito desses fitorreguladores na manutenção da qualidade pós-colheita e distúrbios fisiológicos em ameixa.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Verificar a eficiência dos fitorreguladores ácido naftaleno acético (ANA) e metil jasmonato (MeJa) na manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos de ameixa ‘Laetitia’.

3.1.1. Objetivo específico

- Avaliar os atributos físico-químicos e bioquímicos como coloração da epiderme, escurecimento interno da polpa, taxas respiratórias e de produção de etileno, acidez titulável, sólidos solúveis, antioxidantes totais e compostos fenólicos totais de ameixas ‘Laetitia’;
- Verificar a ação do ANA e MeJa na atividade do Ascorbato peroxidase (enzima do estresse antioxidativo) e peroxidação de lipídeos a nível de membrana plasmática.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com frutos de ameixas provenientes de pomar comercial do município de Catanduvas, SC. Os frutos foram colhidos e conduzidos ao laboratório de Fitossanidade do IFSC-SMO. Então, as ameixas foram selecionadas descartando aqueles que possuíam danos mecânicos ou ataque de pragas ou patógenos, depois foram higienizadas com água as que apresentavam algum resíduo de sujeiras.

Em seguida foram retiradas 3 amostras de 10 frutos que foram submetidas as análises iniciais. Os demais frutos foram divididos em 3 tratamentos sendo cada um constituído por 4 repetições e cada unidade experimental composta por 35 frutos.

Os tratamentos consistiram na aplicação de metil jasmonato (MeJa) e ácido naftaleno acético (ANA) na concentração de 10^{-4} M e 10 mg.L^{-1} , respectivamente, nos frutos e para o tratamento controle foi utilizado água destilada. Primeiramente foi feito o preparo da solução dos fitorreguladores nas devidas concentração e espalhados sobre os frutos dispostos em uma bancada na forma de aspersão, com uso de um borrifador manual.

Após a aplicação dos tratamentos os frutos foram deixados sobre as bancadas até o completo secamento de sua superfície. Após os frutos foram acondicionados em redes de hortifrúti e armazenados por 12 dias a temperatura ambiente de $\pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$ e Ura 80-85% e em câmara refrigerada por 40 dias a $4 \text{ }^\circ\text{C}$ e Ura 80-85%. Os frutos armazenados a temperatura ambiente e em câmara refrigerada foram avaliados quanto:

4.1. Massa fresca

A massa fresca dos frutos foi aferida com auxílio de uma balança digital de precisão (0,0001g) no início e aos 12 dias e aos 40 dias após o armazenamento.

4.2. Coloração da epiderme

A cor de fundo da epiderme foi determinada com base nos parâmetros L (lightness), C (croma) e h° (ângulo 'hue') obtidos com um colorímetro Delta Vista®. O L permite detectar as tonalidades da cor (0= coloração mais escura, 100= coloração mais clara), C expressa a saturação da cor (0= cinza e 90= cores vivas) e o h° define a coloração básica (0° = vermelho, 90° = amarelo e 180° = verde). As leituras foram realizadas na região equatorial e em dois lados opostos de cada fruto no início e aos 12 e 40 dias após o armazenamento.

4.3. Escurecimento de polpa

A severidade de escurecimento de polpa das ameixas foi avaliada com auxílio de um colorímetro Delta Vista. Após 12 e 40 dias de armazenamento, os frutos que estavam sob refrigeração foram retirados com 24 horas de antecedência a análise e deixadas em temperatura ambiente. Após esse período, as ameixas foram cortadas na região equatorial e a severidade do escurecimento de polpa foi determinada por meio dos valores de 'L' (Lightness) [quanto menor o valor de 'L', maior o escurecimento da polpa].

4.4. Taxa respiratória e produção de etileno

Para determinação das taxas respiratória ($\text{nmol de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) e de produção de etileno ($\text{nmol de C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$), três sub amostras de atmosfera foram coletados no espaço livre de cada amostra de 15 frutos mantidos hermeticamente fechados em recipientes de 4,1 L por 1 hora. Essas sub amostras de atmosfera foram retirada com auxílio de uma seringa plástica de 1mL e imediatamente injetadas em um cromatógrafo a gás. Os valores da atividade respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e de produção de etileno ($\mu\text{L de C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) foram calculados pela fórmula proposta por Banks *et al* (1995).

4.1. Acidez titulável (AT)

A acidez titulável (AT) foi determinada por volumetria com indicador. Para realização das análises, foram mensuradas 1 grama da polpa da ameixa macerada que foi diluída em 25 mL de água destilada. Em seguida foi acrescida a essa solução 3 gotas (aproximadamente 0,3 mL) de solução de fenolftaleína e titulada com hidróxido de sódio 0,1 M sob agitação constante, até coloração rósea persistente. O resultado foi expresso em porcentagem de ácido cítrico/100 gramas de polpa.

4.2. Sólidos solúveis totais (SST)

A determinação dos teores de sólidos solúveis totais (SST) foi realizada com um refratômetro digital de precisão de °Brix \pm 0.2% na medição e compensação automática de temperatura. Para isso uma alíquota do suco obtido do processamento das ameixas foi acondicionada no dispositivo de leitura do refratômetro. Os teores de SST foram expressos em °Brix.

4.3. Compostos fenólicos totais (CFT)

A quantificação dos compostos fenólicos totais (CFT) foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu, modificado por Roesleret *al.* (2007). Foi obtida uma amostra de 5 g da polpa processada, esta foi homogeneizada com 10 mL de etanol acidificado (0,01% de HCL), seguido de centrifugação a 10.000 RPM a temperatura de 4°C por 10 minutos. Após a filtragem o sobrenadante foi submetido à leitura. A determinação foi feita a 765 nm com auxílio de um espectrofotômetro (ANALYSER 850 Mi).

4.4. Antioxidantes totais (ATT)

Para os antioxidantes, realizou-se o mesmo processo de extração dos CFT.. A determinação da ATT foi baseada na extinção da absorção do radical ABTS (2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfônico). Para o método ABTS as amostras foram aferidas em um espectrofotômetro utilizando comprimento de onda de 734 nm e os resultados expressos em μ g de equivalente Trolox g^{-1} de massa fresca da amostra (IAL, 1985).

4.5. Determinação de enzima

4.5.1. Extração enzimática

O extrato para determinação da atividade da enzima peroxidase do ascorbato (APX) foi obtida pela maceração de 0,3 g de tecido da polpa do fruto em recipiente congelado, com adição de meio de extração [tampão fosfato de potássio 0,1 M, pH 6,8, ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 0,1 mM, fluoreto de fenilmetilsulfônico (PMSF) 1 mM e PVPP 1% (p/v)]. Após a filtragem em quatro camadas de gaze, o extrato foi submetido à centrifugação a 12.000 RPM por 15 minutos a 4 °C. Em seguida, o sobrenadante foi coletado e acondicionado em banho de gelo e o precipitado descartado. Toda vidraria

utilizada na manipulação do extrato foi mantida em freezer a -20°C , por pelo menos 4 horas antes da utilização. Durante o processo, foram mantidos em banho de gelo, para evitar atividade da enzima.

4.9.2 Atividade da ascorbato peroxidase (APX)

Para determinação da atividade da APX, foi preparado o meio de reação com tampão fosfato de potássio com pH 7,8. Em seguida, adicionado a esse meio sal Dissódico ($2\text{H}_2\text{O}$. Na_2EDTA) e ácido ascórbico em 100 ml do meio de reação. Posteriormente, adicionado $0,9189 \mu\text{L}$ de peróxido de hidrogênio. A atividade da APX foi determinada pela absorbância a 290 nm, durante o primeiro minuto da reação.

4.6. Peroxidação de lipídeos

A quantificação da peroxidação de lipídeos nas membranas celulares foi realizada conforme método descrito por Heath e Packer (1968). Para a quantificação as amostras e vidrarias foram mantidas geladas. Então foi pesado $0,160 \text{ g}$ da polpa macerada em 2 ml de ácido Tricloroacético (TCA) à $0,1\%$ e levado a centrífuga à 4°C por 10 minutos e 6100 rpm . Após isso, o sobrenadante foi pesado e separado uma alíquota de $500 \mu\text{L}$ em tubos de eppendorf (2 ml) e adicionado $1500 \mu\text{L}$ da solução de ácido tricloroacético (TCA) e de ácido Tiobarbitúrico (TBA) 10% . Em seguida, as amostras foram levada sem banho-maria à temperatura de $90-95^{\circ}\text{C}$ por 25 minutos. A quantificação de peroxidação lipídica foi mensurada com auxílio de um espectrofotômetro utilizando os comprimentos de onda de 440 , 532 e 600 nm e expressas em $\text{nmol g}^{-1} \text{ MF}$.

4.7. Estatística

O experimento foi realizado no delineamento inteiramente aleatorizado, com três tratamentos e quatro repetições. Sendo cada unidade experimental constituída de 20 frutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para as variáveis respiração, produção de etileno, compostos fenólicos totais (CFT) e sólidos solúveis (SST), os frutos que receberam aplicação de ANA, MeJa e água, armazenados a temperatura de 25 °C e 4 °C por 12 e 40 dias, respectivamente, não diferiram entre si quanto estes atributos (Tabela 1). Alguns desses resultados como o teor de SST foram similares aos resultados encontrados por Machado *et al.*, (2005) em que a aplicação de MeJa em pêssegos ‘Eldorado’ não alterou os teores de sólidos solúveis em frutos armazenados a temperatura ambiente (25°C) e a 1°C por 23 e 21 dias, respectivamente.

TABELA 1 - Respiração, produção de etileno, compostos fenólicos (CFT), conteúdo de sólidos solúveis (SS; °Brix) e acidez titulável (AT; % de ácido cítrico) em frutos de ameixa ‘Laetitia’ tratadas com água (controle), ANA (10 mg.L⁻¹) e MeJa 10⁻⁴ M e armazenados a temperatura de ± 25°C e 4 °C por 12 e 40 dias, respectivamente, após a colheita.

Tratamentos	Respiração ($\mu\text{l de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$)	Etileno ($\mu\text{l de C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{h}^{-1}$)	CFT	SS (°Brix)	AT (% ácido cítrico)
12 dias à temperatura ambiente					
Controle	17,8 a	1,6 a	757,2 a	10,7 a	19,1 a
ANA 10 mg.L ⁻¹	17,3 a	5,1 a	692,2 a	18,4 a	18,4 a
MeJa 10 ⁻⁴ M	17,8 a	3,1 a	688,2 a	10,4 a	16,0 b
F	0,11	1,11	0,72	3,02	3,55
p	0,90	0,38	0,33	0,09	0,045
40 dias sob refrigeração (4°C)					
Controle	15,9 a	3,5 a	800,8 a	10,6 a	16,8 a
ANA 10 mg.L ⁻¹	17,5 a	5,7 a	830,6 a	10,4 a	16,64 a
MeJa 10 ⁻⁴ M	19,1 a	5,4 a	940,1 a	10,3 a	16,40 a
F	1,70	4,40	1,70 a	0,75	0,26 a
p	0,24	0,05	0,23	0,50	0,78

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0.05$).

Para a variável acidez titulável, quando avaliados aos 12 dias mantidos a temperatura ambiente, não houve diferença significativa entre os frutos que receberam aplicação de ANA (18,4%) e o controle (19,1%), mas houve entre estes e os frutos que receberam MeJa, os quais

apresentaram menor teor (16%) (Tabela 1). Para os frutos armazenados a 4 °C por 40 dias, a AT não diferiram entre os frutos tratados com MeJa, ANA e água (controle) (Tabela 1). A acidez titulável indica a quantidade de ácidos orgânicos presente nos frutos. Os resultados obtidos mostram que os frutos que receberam aplicação de MeJa armazenados a temperatura de 25°C por 12 dias exibiram menor AT em relação aos demais tratamentos (Tabela 1).

Os jasmonatos dependendo da concentração e o período de aplicação podem alterar o metabolismo dos frutos. Dessa forma, com os resultados obtidos nesse trabalho pode-se inferir que o MeJa pode ter reduzido o metabolismo desses frutos em temperatura ambiente, com resultados semelhantes aos mantidos sob refrigeração. O consumo dos ácidos orgânicos pode ter ocorrido por outros processos adjuntos à respiração, que ocasionou uma diminuição na acidez titulável das ameixas armazenadas a 25°C por 12 dias. Os resultados obtidos nesse trabalho foram similares aos encontrados por Khan e Singh (2007) em trabalhos realizados com ameixas das cultivares 'Black Amber', 'Amber Jewel' e 'Angelino' que também observaram uma redução na AT em frutos tratados com MeJa e armazenados a temperatura de 25°C.

Outro indicativo de qualidade do fruto é a sua coloração. O impacto que a cor causa na aparência dos frutos é um dos parâmetros de gosto dos consumidores (CHITARRA; CHITARRA, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2003; SANJINEZ-ARGANDOÑA; CHUBA, 2011). Durante o período de armazenamento, ocorre uma evolução da cor, isso é uma consequência do processo de amadurecimento dos frutos (STANGER *et al.*, 2014). Porém, frutos armazenados em baixas temperaturas apresentam menor evolução da cor, isto devido à menor atividade de enzimas associados à coloração da epiderme (MALGARIM *et al.*, 2005; CERQUEIRA *et al.*, 2009).

Os frutos armazenados a temperatura ambiente por 12 dias que receberam aplicação de MeJa 10^{-4} M tiveram maiores valores de L na casca e polpa em relação aos frutos tratados com ANA e água (controle) (Tabela 2). Além disso, não foi verificada diferença entre os tratamentos aos 12 dias de armazenamento para a coloração da casca (C e h°) e da polpa (h°) (Tabela 2). Já aos 40 dias após o armazenamento, os frutos tratados com ANA 10 mg.L⁻¹ exibiram menores valores de L e h° em relação aos frutos que receberam aplicação de MeJa 10^{-4} M (Tabela 2). Para os demais atributos de coloração casca (C) e polpa (L e h°) não foi verificada diferença significativa entre os frutos tratados com ANA, MeJa e água armazenados por 40 dias (Tabela 2).

TABELA 2 - Cor da casca (atributos L , C e h°), escurecimento da polpa (atributos L e h°) e massa em frutos de ameixa 'Laetitia' tratadas com água (controle), ANA (10 mg.L^{-1}) e MeJa 10^{-4} M e armazenados a temperatura de $\pm 25^\circ\text{C}$ e 4°C por 12 e 40 dias, respectivamente, após a colheita.

Tratamentos	Cor da casca			Escurecimento da polpa		Massa (g)
	L	C	h°	L	h°	
12 dias à temperatura ambiente						
Controle	27,3 b	23,8 a	15,3 a	41,8 b	41,2 a	620,1 a
ANA 10 mg.L^{-1}	27,1 b	22,1 a	15,3 a	41,2 b	41,1 a	622,3 a
MeJa 10^{-4} M	28,3 a	21,7 a	14,9 a	47,5 a	45,5 a	630,3 a
F	8,76	1,25	0,13	53,41	39,87	0,68
p	0,01	0,33	0,90	0,0001	0,0003	0,51
40 dias sob refrigeração						
Controle	37,8 a	37,9 a	23,4 ab	51,6 a	83,4 a	720,1 a
ANA 10 mg.L^{-1}	35,2 b	37,4 a	23,1 b	49,3 a	80,6 a	709,7 a
MeJa 10^{-4} M	38,8 a	39,8 a	25,4 a	50,8 a	83,8 a	642,7 a
F	5,20	3,1	9,32	1,71	0,86	0,74
p	0,03	0,09	0,006	0,235	0,45	0,50

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste *Tukey* ($p < 0.05$).

Os frutos durante o armazenamento prolongado e/ou com aplicação de fitorreguladores podem sofrer alterações na coloração da epiderme. Essas modificações na coloração da epiderme ocorrem devido a degradação da clorofila (diminuição dos valores de h° e L) e síntese de pigmentos, como as antocianinas e os carotenoides. Assim, os frutos que receberam a aplicação de MeJa 10^{-4} M , armazenados por 12 dias a temperatura ambiente, obtiveram maior valor de L na coloração da casca, indicando que os frutos apresentavam uma coloração da epiderme mais clara e brilhosa em relação aos demais tratamentos. Esses resultados foram similares aos encontrados em mangas 'Kent' tratadas com MeJa armazenadas por 7 dias a 20°C (GONZÁLEZ-AGUILAR *et al.*, 2001).

Por outro lado, os frutos que receberam a aplicação de ANA 10 mg.L^{-1} e foram armazenados por 40 dias a 4°C obtiveram menores valores de L e h° na coloração da casca. Demonstrando que os frutos estavam mais maduros (menores valores de h° e L) em relação aos tratados com MeJa e água. Infere-se que o ANA pode ter estimulado a degradação de

clorofilas e a síntese de antocianinas nas ameixas, acelerando o processo de amadurecimento dos frutos. Resultado semelhante foi encontrado por Ramos (2017) em que frutos de maçã ‘galaxy’ tratadas com ANA obtiveram menores valores de L e h° . Esta alteração da coloração pode ser associada à aplicação do ANA, que pode ter promovido maior acúmulo de antocianinas na epiderme dos frutos. Segundo Amarante *et al.*,(2009), o acúmulo de antocianinas ocasiona redução nos valores de L e h° e reflete a mudança de cor verde para vermelha.

O desenvolvimento do escurecimento da polpa dos frutos é atribuído às baixas temperaturas e ao longo período de armazenamento. Estes danos foram observados em frutos de cultivares suscetíveis de pêssigo, nectarinas e ameixas armazenadas em temperaturas de 2,2°C a 7,8°C (MITCHELL; KADER, 1989; LURIE; CRISOSTO, 2005).

Os frutos que receberam a aplicação de MeJa 10^{-4} M e foram armazenados por 12 dias a 25°C obtiveram maior valor de L na coloração da polpa. Indicando que ocorreu menor escurecimento da polpa neste tratamento em relação aos frutos tratados com ANA 10 mg.L⁻¹ e água (controle). Não foi observada diferença significativa nos atributos L e h° na polpa em frutos armazenados a 4°C por 40 dias. As alterações na coloração da polpa podem ser atribuídas a danos causados às células por produtos acumulados quando os frutos são submetidos a estresses bióticos e a atividade dos compostos fenólicos, bem como aumento da ação do etileno (CANDAN *et al.*, 2011).

Entretanto, os frutos para tentarem minimizar os danos oxidativos aos tecidos, investem em enzimas do estresse antioxidativo ou compostos com essa função como os antioxidantes. Com os resultados obtidos é possível inferir que as ameixas tratadas com MeJa 10^{-4} M e armazenados a 25°C por 12 dias exibiram menor escurecimento de polpa, em razão de apresentarem maior quantidade de antioxidantes (Tabela 3). Os antioxidantes são substâncias que podem contribuir para a dissipação de espécies reativas de oxigênio e reduzir o escurecimento dos tecidos e explica por que frutos que receberam metil jasmonato tiveram menor escurecimento de polpa.

Já os frutos armazenados por 40 dias a 4°C não observou escurecimento de polpa nas ameixas tratadas com fitorreguladores e água. Esses resultados são similares aos encontrados por Kluge *et al.*,(2002), que verificaram que ameixas ‘Amarelinha’ e ‘Reubennel’ não apresentaram escurecimento da polpa, mesmo por um armazenamento mais prolongado em temperatura a 0°.

TABELA 3 - Ascorbato peroxidase (enzima do estresse oxidativo-APX), antioxidantes totais, peroxidação lipídica, em frutos de ameixa ‘Laetitia’ tratadas com água (controle), ANA (10 mg.L⁻¹) e MeJa 10⁻⁴ M e armazenados a temperatura de ± 25°C e 4 °C por 12 e 40 dias, respectivamente, após a colheita.

Tratamentos	Ascorbatoperoxidase ($\mu\text{mol min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ proteína ⁻¹)	Antioxidantes totais (μM trolox 100 g ⁻¹)	Peroxidação lipídica ($\mu\text{mol g}^{-1}$ MF)
12 dias à temperatura ambiente			
Controle	0,4 b	1544,2b	2,52 a
ANA 10 mg.L ⁻¹	1,2 a	1491,7 b	5,5 a
MeJa 10 ⁻⁴ M	0,4 b	1610,0 a	1,06 b
F	51,4	0,18	40
p	0,00001	0,84	0,0003
40 dias sob refrigeração			
Controle	0,2 a	2085,8 a	5,2 b
ANA 10 mg.L ⁻¹	0,2 a	1412,5 b	12,4 a
MeJa 10 ⁻⁴ M	0,2 a	1930,8 a	6,8 b
F	0,69	18,54	26,25
p	0,526	0,0006	0,0001

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0.05$).

Vale ressaltar, que para o atributo de massa fresca dos frutos independente das condições (ambiente e refrigeração á 4 °C) e do período de armazenamento (12 ou 40 dias) não foi verificada diferença significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

Os frutos que receberam aplicação de ANA 10 mg.L⁻¹ e foram armazenados á temperatura ambiente por 12 dias tiveram maior e menor atividade da enzima ascorbato peroxidase (APX) e antioxidantes totais, respectivamente, em comparação aos frutos tratados com MeJa10⁻⁴ M e água (controle) (Tabela 3). Já para o mesmo período de armazenamento também foi verificado que frutos tratados com ANA 10 mg.L⁻¹ tiveram maior peroxidação lipídica em relação aos do tratamento MeJa10⁻⁴ M, mas não diferiram do controle (Tabela 3).

Além disso, frutos tratados com ANA 10 mg.L⁻¹ armazenados a 4 °C por 40 dias exibiram menor e maiores valores de antioxidantes totais e peroxidação lipídica, respectivamente, em relação aos frutos tratados com MeJa10⁻⁴ M e água (Tabela 3). Já para

esse mesmo período de armazenamento, para atividade da APX não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Os frutos quando são submetidos a estresses bióticos e abióticos podem induzir a produção de EROs que podem ocasionar danos na membrana plasmática dos frutos e promover perda na sua qualidade e conservação. Os frutos para minimizar esses danos pelo estresse oxidativo tendem investir em enzimas como a APX e compostos com capacidade antioxidativas (antioxidantes totais) que são fundamentais para dissipar as EROs (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Ascorbato peroxidases são enzimas que, em associação com outras enzimas formam um sistema de defesa, catalisando e convertendo o peróxido de hidrogênio em água (TEXEIRA *et al.*, 2004). O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é conhecido como uma importante espécie reativa de oxigênio indutor de estresse oxidativo (BAXTER *et al.*, 2014). Seu acúmulo na célula leva-a a um dano oxidativo. O processo de eliminação do H_2O_2 é acompanhado por uma série de reações que envolvem atividades antioxidantes, responsável por atenuar os níveis de EROs, evitando este dano. O fruto na tentativa de proteção dos seus tecidos, investe no aumento da atividade das enzimas do estresse oxidativo e compostos com capacidade antioxidativas com o intuito de dissipar as EROs que estavam atacando a membrana lipídica (STOJANOVIĆ *et al.*, 2001; SANOCKA; KURPISZ, 2004).

Com os resultados obtidos, verificou-se que frutos que receberam a aplicação de ANA 10 mg.L^{-1} , independente da temperatura e período de armazenamento, exibiram baixa concentração de antioxidantes, em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). Além disso, os frutos que receberam aplicação de auxina e armazenados a temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ por 12 dias tiveram aumento na atividade da APX. Ademais, frutos que receberam aplicação de ANA 10 mg.L^{-1} para as duas condições de armazenamento exibiram elevada peroxidação lipídica em relação ao MeJa e água (controle).

Esta elevada peroxidação lipídica indica que frutos tratados com ANA apresentaram acentuada degradação na membrana plasmática das células e menor conservação das ameixas. Os frutos tratados com ANA 10 mg.L^{-1} tentaram minimizar os danos a nível de membrana tentando investir em enzimas do estresse antioxidativo como a APX para dissipar as espécies reativas de oxigênio, mas a elevação na atividade dessas enzimas não foi suficiente.

Além disso, em frutos que receberam aplicação de ANA 10 mg.L^{-1} houve uma redução na concentração de antioxidantes, isso pode ter ocorrido porque os frutos na tentativa de dissipar as espécies reativas de oxigênio que causam danos a nível de membrana (peroxidação lipídica) podem ter consumido parte dos antioxidantes totais. Em estudo realizado com maçãs

‘braebum’, a aplicação no ANA, também resultou em menores teores de antioxidantes nos frutos (OZKAN *et al.*, 2012).

Outra explicação pode ser decorrente do processo de senescência dos frutos que pode ocasionar uma diminuição na concentração de antioxidantes, enquanto os níveis de EROs aumentam (TAIZ; ZEIGER, 2013). Este é um indicativo de que a aplicação de ANA 10 mg.L⁻¹, não foi capaz de reduzir o processo de senescência dos frutos, favorecendo a menor concentração de antioxidantes e maior peroxidação dos lipídios nos frutos armazenados por 12 e 40 dias. O MeJa, se demonstra estar mais favorável produção destes compostos de manutenção da qualidade dos frutos.

Já Sayyari *et al.*, (2011), observaram uma maior capacidade antioxidante em frutos de romãs armazenados a 2°C e tratados com MeJa, em relação aos não tratados. O MeJa pode favorecer a formação de alguns compostos, como os estilbenos e flavonoides, já conhecidos por aumentar a atividade antioxidante (NOPO-OLAZABAL *et al.*, 2014).

Frutos de nêspera tratados com MeJa e armazenados por 35 dias a 1°C, aumentaram sua atividade antioxidante, e foram capazes de dissipar algumas EROs, causando menor peroxidação das membranas (CAO *et al.*, 2009). O MeJa também demonstrou ser eficaz no aumento da atividade antioxidante em frutos como, framboesas, morangos e amoras (CHANJIRAKUL *et al.*, 2006; CHANJIRAKUL *et al.*, 2007; WANG; ZHENG, 2005; AYALA-ZAVALA, 2005).

6. CONCLUSÃO

Ameixas que receberam aplicação de MeJa 10^{-4} M e armazenadas a 25°C têm menor AT e maior valor de L na no polpa do fruto em relação ao ANA 10 mg.L^{-1} .

A aplicação do MeJa 10^{-4} M em ameixa proporciona maior valor de L na casca indicando que esse fitorregulador mantém uma coloração mais clara da epiderme tanto aos 12 quanto aos 40 dias de armazenamento em comparação ao ANA 10 mg.L^{-1} , bem como assegura uma melhor aparência na coloração de polpa dos frutos aos 12 dias de armazenamento.

Frutos tratados com MeJa 10^{-4} M apresentam maior concentração de antioxidantes e menor peroxidação lipídica, em comparação ao tratamento ANA 10 mg.L^{-1} .

O tratamento com MeJa 10^{-4} M proporcionou uma melhor conservação e qualidade pós-colheita dos frutos de ameixas para as duas condições de armazenamento e período.

7. REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T.; ERNANI, P. R.; STEFFENS, C. A. Predição de "bitter pit" em maçãs 'gala' por meio da infiltração dos frutos com magnésio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 962-968, 2009.

ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V. T.; SHIRAYAMA, D.; SCOLARO, A. M. T.; AYUB, R. A. Controle do escurecimento interno de ameixas durante o armazenamento pelo manejo do ponto de colheita e do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 376-385, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18.ed. Arlington: Washington, v. 31, p. 1115, 2010.

AYALA-ZAVALA, J. F.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatment increases antioxidant capacity, volatile compounds and postharvest life of strawberry fruit. **European Food Research And Technology**, v. 221, n. 6, p. 731-738, 2005.

BANKS, N.; CLELAND, D.; CAMERON, A.; BEANDRY, R.; KADER, A. Proposal for a rationalized system of units for postharvest research in gas exchange. **American Society for Horticultural Science**, v. 30, n. 6, p. 1129- 1131, 1995.

BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C. G.; PAULA, S. O.; MINIM, V. P.R.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, Ji. P.P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BAXTER, A.; MITTLER, R.; SUZUKI, N. EROS as key players in plant stress signalling. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 5, p. 1229-1240, 2014.

BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; PETRI, J. L.; MARONDIN, G. A.B. Cultivares de fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L.B. *et al.* (Ed.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004. p.5-32., 2004.

BRACKMANN, A.; BENEDETTI, M.; HUNSCHE, M.; SESTARI, I.; Armazenamento de ameixas cvs. Reubennel e pluma 7 sob diferentes temperaturas, em atmosfera controlada e refrigerada. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n. 1, p. 85-89, 2005.

CANDAN, A. P.; GRAELL, J.; LARRIGAUDIÈRE, C. Postharvest quality and chilling injury of plums: benefits of 1-methylcyclopropene. **Spanish Journal Of Agricultural Research**, v. 9, n. 2, p. 554, 2011.

CANTILLANO, F.F. **Fisiologia e manejo pós-colheita de ameixa**. Pelotas: EMBRAPA, 1987. 10p. (Comunicado Técnico, 54).

CANTILLANO, R. F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. **Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 29p, 2008.

CAO, S.; ZHENG, Y.; YANG, Z.; WANG, K.; RUI, H. Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, v. 89, n. 12, p. 2064-2070, 2009.

CASTRO, L. A. S.; NAKASU, B. H.; FORTES, J. F.; CANTILLANO, R. F.; FREIRE, C. J. S.; MEDEIROS, A. R. M. de; RASEIRA, A.; FINARDI, N. L.; CAMELATTO, D. **A cultura da ameixeira**. Brasília: Embrapa, 1994, 67p.

CASTRO, L. **Ameixa produção**. Pelotas: Embrapa-SPI, 115p. (Frutas do Brasil; 43), 2003.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A.P.; SASAKI, F. F.; AMORIM, L.. Controle do amadurecimento de goiabas 'Kumagai' tratadas com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 687-692, 2009.

CHANJIRAKUL, K.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y.; SIRIPHANICH, J. Natural volatile treatments increase free-radical scavenging capacity of strawberries and blackberries. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 87, p. 1463-1472, jun. 2007.

CHANJIRAKUL, K; WANG, S Y.; WANG, C Y.; SIRIPHANICH, J. Effect of natural volatile compounds on antioxidant capacity and antioxidant enzymes in raspberries. **Postharvest Biology And Technology**, v. 40, n. 2, p. 106-115, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 783 p, 2005.

CORTES, H. P. **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília: Embrapa. 2000.

CREELMAN, R. A.; MULLET, J. E. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 48, p. 355-381. 1997.

CRISOSTO, C. H.; MITCHELL, G.; JU, Z. Susceptibility to Chilling Injury of Peach, Nectarine, and Plum Cultivars Grown in California. **Hortscience**, v. 34, n. 6, p. 1116-1118, 1999.

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

GHASEMNEZHAD, M.; MARSH, K.; SHILTON, R.; BABALAR, M.; WOOLF, A. Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in 'satsuma' mandarins: antioxidant enzymes and vacuolar atpase, and pyrophosphatase. **Postharvest Biology And Technology**, v. 48, n. 3, p. 364-371, 2008.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; BUTA, J. G.; WANG, C. Y. Methyl jasmonate reduces chilling injury symptoms and enhances colour development of 'Kent' mangoes. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, v. 81, n. 13, p. 1244-1249, 2001.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; ZAVALETA-GATICA, R.; TIZNADO-HERNÁNDEZ, M. E. Effect of methyl jasmonate on physiological response of guava 59 (*Psidium guajava*) stored at low temperatures. **Revista Chapingo**, v.13, n. 1, p. 63-69, 2007.

GUNDLACH, H., MILLER, M. J., KUTCHAN, T. M. E ZENK, M. H. Jasmonic acid is a signal transducer in elicitor-induced plant cell cultures. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 89, p. 2389-2393, 1992.

HEATH, R. L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. **Archives Of Biochemistry And Biophysics**, v. 125, n. 1, p. 189-198, 1968.

INTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo: 1985.

JIN, P.; ZHENG, Y.; TANG, S.; RUI, H.; WANG, C. Y. A combination of hot air and methyl jasmonate vapor treatment alleviates chilling injury of peach fruit. **Postharvest Biology And Technology**, v. 52, n. 1, p. 24-29, 2009.

JOLY, A B; **Botânica: Introdução à taxinomia vegetal**. 11. Ed. São Paulo: Nacional, 1993. 777 p.

KHAN, A. S.; SINGH, Z. Methyl jasmonate promotes fruit ripening and improves fruit quality in Japanese plum. **The Journal Of Horticultural Science And Biotechnology**, v. 82, n. 5, p. 695-706, 2007.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e Manejo Pós-Colheita de Frutas de Clima Temperado**. 2 ed. Campinas: Rural, p. 214,2002.

LARUE, J. H. **Peaches, Plums, and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market**. Califórnia: Cooperative Extension, 1989,240 p.

LIMA, C. S. M.; SEVERO, J.; ANDRADE, S. B.; AFFONSO, L. B.; ROMBALDI, C. V.; RUFATO, A. R. Qualidade pós-colheita de *Physalis* sob temperatura ambiente e refrigeração. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 311-317, 2013.

LURIE, S.; CRISOSTO, C. H. Chilling injury in peach and nectarine. **Postharvest Biology And Technology**, v. 37, n. 3, p. 195-208, 2005.

MACHADO, N. P.; COUTINHO, E. F.; ANTUNES, P. L. **Técnicas alternativas no controle de podridões póscolheita de pêssegos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p. 21, 2005.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, F. R. F.; TREPTOW, R. O.; SOUZA, E. L.; COUTINHO, E. F. Estádios de maturação e variação da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de ameixas cv. amarelinha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 29-35, 2005.

MITCHELL, F.G.; KADER, A.A. Factors affecting deterioration rate. In: LARUE, J.H.; JOHNSON, R.S. (Eds.) **Peaches, plums and nectarines: growing and handling for fresh market**. Davis: University of California, p.165-178, 1989.

NAGATA, N.; ASAMI, T.; YOSHIDA, S. Brassinazole, an Inhibitor of Brassinosteroid Biosynthesis, Inhibits Development of Secondary Xylem in Cress Plants (*Lepidium sativum*). **Plant And Cell Physiology**, v. 42, n. 9, p. 1006-1011, 2001.

NAVA, G. A. **Efeito da atmosfera controlada, eliminação do etileno da câmara e do pré-resfriamento sobre a qualidade de pêssegos, cv. Chiripá**. 2001. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

NAVA, G. A.; BRACKMANN, A. Armazenamento de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch), cv. Chiripá, em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 328-332, 2002.

NOPO-OLAZABAL, C.; CONDORI, J.; NOPO-OLAZABAL, L.; MEDINA-BOLIVAR, F. Differential induction of antioxidant stilbenoids in hairy roots of *Vitis rotundifolia* treated with methyl jasmonate and hydrogen peroxide. **Plant Physiology And Biochemistry**, v. 74, p. 50-69, 2014.

OGWENO, J. O.; SONG, X. S.; SHI, K.; HU, W. H.; MAO, W. H.; ZHOU, Y. H.; YU, J. Q.; NOGUÉS, S. Brassinosteroids Alleviate Heat-Induced Inhibition of Photosynthesis by Increasing Carboxylation Efficiency and Enhancing Antioxidant Systems in *Lycopersicon esculentum*. **Journal Of Plant Growth Regulation**, v. 27, n. 1, p. 49-57, 2007.

OLIVEIRA, A. L.; BRUNINI, M. A.; SALANDINI, C. A. R.; BAZZO, F. R. Caracterização tecnológica de jaboticabas 'Sabará' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 397-400, 2003.

OZKAN, Y.; ALTUNTAS, E.; OZTURK, B.; YILDIZ, K.; SARACOGLU, O. The effect of NAA (1-naphthalene acetic acid) and AVG (aminoethoxyvinylglycine) on physical, chemical, colour and mechanical properties of Braeburn apple. **International Journal Of Food Engineering**, v. 8, n. 3, p. 1-10, 2012.

RAMOS A. P. **Ação de auxina e brassinosteróide na funcionalidade do xilema, composição mineral, estresse oxidativo e qualidade de maçãs 'GALAXY'**. 2017. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.

ROCHA, A. B. O. MAIN PHYSICAL CONTROL METHODS OF POSTHARVEST DISEASES IN FRUITS AND VEGETABLES. **Nucleus**, v. 11, n. 1, p. 107-114, 2014.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CHUBA, C. A. M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 1023-1028, 2011.

SANOCKA, D.; KURPISZ, M. Reactive oxygen species and sperm cells. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 2, p. 12-18, 2004.

SAYYARI, M.; BABALAR, M.; KALANTARI, S.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; GUILLÉN, F.; SERRANO, M.; VALERO, D. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. **Food Chemistry**, v. 124, n. 3, p. 964-970, 2011.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

STANGER, M. C.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; CORREA, T. R.; TANAKA, H. Qualidade pós-colheita de ameixas 'camila' e 'laetitia' colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 214-221, 2014.

STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; ALVES, E. O.; BRACKMANN, A. Fruit quality preservation of 'Laetitia' plums under controlled atmosphere storage. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 1, p. 485-494, 2014.

STEFFENS, C. A.; BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; EISERMANN, A. C. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 313-321, 2007.

STOJANOVIĆ, S.; SPRINZ, H.; BREDE, O. Efficiency and mechanism of the antioxidant action of trans-resveratrol and its analogues in the radical liposome oxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 391, n. 1, p. 79-89, 2001.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4ª ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. p 36.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 954p.

VITOR, D. M. **Efeito de fitorreguladores e de nutrientes na frutificação e na qualidade pós-colheita dos frutos de jabuticabeira ‘sabará’**. 2019. 122 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

WANG, C. Y.; BUTA, J.G. Methyl jasmonate reduces chilling injury in Cucurbita pepo through its regulation of abscisic acid and polyamine levels. **Environmental And Experimental Botany**, v. 34, n. 4, p. 427-432, 1994.

ZHAO-QU, Y.; LIU C.; XIA Y. Physiological effects of Brassinosteroids and its Application on fruit trees. **Northern Horticulturae**, v. 5, p. 114-131, 2007.

ZHOU, M.; YANG, X.; ZHANG, Q.; ZHOU, M.; ZHAO, E.; TANG, Y.; ZHU, X.; SHAO, J.; WU, Y. Induction of annexin by heavy metals and jasmonic acid in Zea mays. **Functional & Integrative Genomics**, v. 13, n. 2, p. 241-251, 2013.