

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE  
AGRONOMIA

Michele Heinfarth

**AÇÃO DO 24-EPIBRASSINOLÍDEO E O EMPREGO DA ATMOSFERA  
MODIFICADA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE PITANGA  
(*Eugenia uniflora* L.)**

São Miguel do Oeste – SC (2020)

Michele Heinfarth

**AÇÃO DO 24-EPIBRASSINOLÍDEO E O EMPREGO DA ATMOSFERA  
MODIFICADA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE PITANGA  
(*Eugenia uniflora* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Bacharelado em Agronomia do  
Campus São Miguel do Oeste do Instituto  
Federal de Santa Catarina como requisito  
parcial à obtenção do título de **Engenheiro (a)  
agrônomo (a)**

Orientadora  
Franciele Mariani

São Miguel do Oeste – SC (2020)

## RESUMO

As frutas nativas são pouco conhecidas e exploradas, mas apresentam características nutricionais, organolépticas e terapêuticas. A pitanga (*Eugenia uniflora* L.) pertence à família Myrtaceae e gênero *Eugenia*, que apresentam maior importância econômica. Entretanto, são altamente perecíveis e perdem rapidamente sua qualidade após a colheita. Através disso, buscam-se alternativas que mantêm a qualidade dos frutos pós-colheita e aumente o tempo de prateleira. Entre elas, a utilização de fitorreguladores, em especial os brassinosteróides (24-epibrassinolídeo) e atmosfera modificada associada a refrigeração. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do 24-epibrassinolídeo e da atmosfera modificada na qualidade pós-colheita dos frutos de pitanga após 6 dias de armazenamento. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina-Campus São Miguel do Oeste (26°44'32.4"S 53°31'34.6"W). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema bifatorial (24-epibrassinolídeo e controle x com e sem atmosfera modificada), com 4 repetições. Os frutos colhidos foram acondicionados em caixas com papel toalha e levados ao laboratório, classificados quanto ao grau de maturação e selecionados quanto a danos mecânicos e injúrias. Em seguida, as pitangas foram submetidas a análise inicial quanto a massa fresca, coloração da epiderme, textura (elasticidade da epiderme e firmeza de polpa), vitamina C e antioxidantes. Os demais frutos foram acondicionados em embalagens de poliestireno expandido e submetidos a aplicação de 24-epibrassinolídeo na concentração  $10^{-6}$ M e água (controle) e os frutos com atmosfera modificada, foram adicionados plástico flexível cloreto de polivinila (PVC), em seguida os tratamentos foram armazenados em BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C} \pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar por 6 dias. Após esse período, as pitangas foram submetidas as mesmas análises iniciais. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), em caso de diferença significativa, foi comparada as médias pelo teste de t a 5% de probabilidade, por meio do Software R. Os frutos armazenados com atmosfera modificada obtiveram menores resultados com perda de massa fresca, textura, sólidos solúveis, acidez titulável e teores de vitamina C, quando comparados aos frutos sem filme de PVC. Em relação a coloração da epiderme, pitangas tratadas com 24-epibrassinolídeo exibiram maiores valores de L e  $h^{\circ}$  em relação aos frutos do controle. Quanto a quantidade de antioxidantes, a aplicação de 24-epibrassinolídeo aumentou a atividade das enzimas antioxidantes, quando comparado aos frutos do controle. Através desses resultados podemos concluir que o filme de PVC e a aplicação de 24-epibrassinolídeo retardam o amadurecimento dos frutos.

**Palavras-chave:** Frutas nativas; Myrtaceae; Conservação; Armazenamento.

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Pitangueira.....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Caracterização da planta .....	7
2.1.2 Fruto .....	8
<b>2.2 Processos fisiológicos na pós-colheita.....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Respiração .....	9
2.2.2 Transpiração .....	9
2.2.3 Etileno .....	10
2.2.4 Alterações no fruto .....	10
<b>2.3 Métodos de conservação pós-colheita.....</b>	<b>11</b>
2.3.1 Brassinosteróides .....	12
2.3.2 24-epibrassinolídeo .....	13
2.3.3 Refrigeração e Atmosfera modificada .....	13
<b>3.0 OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Objetivo geral .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>14</b>
<b>4.0 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Local .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Aquisição dos frutos.....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 Tratamentos.....</b>	<b>15</b>
<b>4.4 Análises realizadas .....</b>	<b>16</b>
4.4.1 Massa fresca .....	16
4.4.2 Coloração da epiderme.....	16
4.4.3 Textura .....	16
4.4.4 Acidez Titulável .....	17
4.4.5 Sólidos Solúveis .....	17
4.4.6 Ácido ascórbico (vitamina C) .....	17
4.4.7 Antioxidantes Totais .....	18
<b>4.5 Delineamento experimental e análises estatísticas .....</b>	<b>18</b>

<b>6.0 CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>7.0 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>38</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta um elevado número de espécies nativas, que constituem um patrimônio cultural e genético. Através dessas espécies, obtém-se a produção de frutos diferenciados, saborosos e nutritivos, devido a essas características os mesmos correspondem a um grande potencial de mercado nacional e internacional. Esses frutos destacam-se por suas características terapêuticas, nutricionais e organolépticas, mas ainda são necessários estudos para aumentar a viabilidade pós-colheita, devido a alta perecibilidade. Assim, ao aumentar o tempo de prateleira é possível gerar a comercialização a longas distâncias, além de uma oportunidade para novos produtos e consequentemente agregação de valor (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011). No Sul do Brasil, dentre as espécies que apresentam um grande potencial ecológico e comercial, destacam-se as espécies da família Myrtaceae, sendo o gênero *Eugenia* de maior importância econômica (SARMENTO; SILVA; SILVA, 2012).

A pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) é originária da Região Sul e Sudeste do Brasil, adaptando-se bem ao Nordeste, sendo cultivada em regiões tropicais e subtropicais, com valorização do seu fruto, conhecido como pitanga. Devido a sua adaptabilidade em diferentes condições climáticas e edáficas, seu cultivo é encontrado em diversas regiões do mundo. No Brasil, encontra-se o maior cultivo em escala comercial, considerado o maior da América Latina (SILVA, 2006). No entanto, a região nordeste tem sido a única a explorar comercialmente esse fruto. A demanda do mercado, tanto interno como externo, por frutos nativos e sabor exótico, vem crescendo. Assim, considerando o seu potencial produtivo e econômico, espera-se que outras regiões venham a cultivar (BEZARRA; LIRA JÚNIOR; SILVA JÚNIOR, 2018).

Os frutos apresentam boa aceitação devido a sua composição, como elevado teor de vitamina C, cálcio, fósforo, carotenoides, antocianinas, flavonoides, assim indicando um alto teor de antioxidantes, consequentemente aumentando a exportação para mercados europeus (SILVA, 2006). A pitanga é altamente perecível quando atinge a maturação, dificultando o armazenamento e conservação, além da comercialização a longas distâncias. Por isso, a comercialização ocorre principalmente na forma de polpa integral e sucos, mas em grandes centros de comercialização, os frutos *in natura* possuem um mercado em expansão (LIRA JÚNIOR; BEZARRA; LEDERMAN, 2019).

Dentre as principais características desejáveis, visando o mercado de frutas *in natura* está o equilíbrio de açúcar/acidez, o tamanho e a sua capacidade de resistência ao transporte e armazenamento, bem como a produtividade (ANTUNES, 2002). Devido a sua alta fragilidade e alta taxa respiratória, a pitanga apresenta vida pós-colheita curta, sendo acelerada quando

exposta a injúrias na colheita, facilitando também a entrada de patógenos e a degradação da polpa.

Entretanto, buscam-se alternativas para a conservação e aumento da vida de prateleira da pitanga, tais como a atmosfera modificada juntamente com a refrigeração são utilizadas na conservação. Para a obtenção da mesma, são utilizados polímeros, sendo o mais conhecido o polietileno (CIA *et al.*, 2007), com o objetivo da diminuição da taxa respiratória e conseqüentemente a redução das reações metabólicas dos frutos. Através disso, promove o atraso do amadurecimento e senescência dos frutos por reduzirem a utilização de ácidos orgânicos, carboidratos e outras reservas (MATHOOKO, 1996). A aplicação de hormônios vegetais, mais precisamente os brassinosteróides, são estudados atualmente em frutos com o objetivo de manter a qualidade, além do controle do amadurecimento na pós-colheita dos frutos climatéricos quando armazenados. A junção de vários métodos de conservação, são uma alternativa de buscar melhores resultados.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a ação do 24-epibrassinolideo e da atmosfera modificada na conservação pós-colheita da pitanga, armazenadas sob refrigeração controlada.

## **2.0 REVISÃO BLIBLIOGRÁFICA**

O Brasil apresenta grande biodiversidade de frutas nativas que apresentam grande potencial alimentício, não só a questão da valorização dos frutos, mas também a necessidade do resgate cultural e histórico desempenhado por essas espécies (LIMA, 2018). Atualmente, as frutas nativas são pouco conhecidas e exploradas, contudo isso contribui para diminuição da inserção no mercado. Como consequência disso, apresentam-se poucos cultivos em escala comercial, geralmente localizados em pequenas propriedades, sem qualquer finalidade econômica (PAZIN, 2019).

Segundo Silva (2018) em pesquisa de campo com pequenos agricultores da região Oeste de Santa Catarina/ Brasil, concluiu que apresentam dificuldade no armazenamento e transporte da pitanga *in natura*. O fruto é frágil e com prazo de validade curto, aproximadamente três dias em temperatura ambiente. Através disso, busca-se por alternativas de pós-colheita que mantenham a qualidade dos frutos e conseqüentemente aumentam o tempo de prateleira para sete dias. Nesse contexto, o encontro de estratégias eficientes, ocasionaria interesse de novos

produtores, com produção om finalidade comercial, além do aumento do mercado das frutas nativas, consequentemente agregação de valor do produto.

## 2.1 Pitangueira

A pitangueira é uma espécie nativa do Brasil, porém não endêmica. Além de ser encontrada na Argentina, Paraguai e Uruguai. No Brasil, é encontrada principalmente na região Nordeste (Bahia), Centro-Oeste (Mato Grosso do Sul), Sudeste (São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais) e Sul (Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná) (SOBRAL *et al.*, 2020).

Devido a sua grande adaptabilidade em diferentes condições de clima e solo, é disseminada em diversas regiões do mundo como, América do Sul e Central, Florida e Caribe. Além de outros países da América do Norte, Sudeste da Ásia e diversos países do Mediterrâneo (LAHAV; SLOR, 1997), sendo a pitanga a mais popular do gênero *Eugenia*.

### 2.1.1 Caracterização da planta

A planta é um arbusto denso de 2-4m de altura, podendo chegar ao tamanho de uma pequena árvore de 6-9m, apresenta copa arredondada de 3-6m de diâmetro, ramificada e com folhas semidecídua. O sistema radicular é profundo, com raiz pivotante e numerosas raízes secundárias e terciárias (VILLACHICA *et al.*, 1996).

As folhas são opostas, simples e com pecíolo curto. O limbo é oval ou oval-lanceolado, ápice acuminado-atenuado a obtuso, sendo a base arredondada ou obtusa e presença de glabro brilhante. Apresentam coloração verde-escura e consistência subcoriácea, já as folhas jovens são verde-amarronzadas e consistência membranosa. A nervura central é saliente na parte inferior (VILLACHICA *et al.*, 1996).

As flores são classificadas como hermafroditas, fasciculadas (4 a 8) ou solitárias, pedicelo filiforme, cálice com 4 sépalas oblongas-elípticas, sendo duas inteiras maiores que as outras duas, a corola com 4 pétalas, livre e de cor branco-creme, caducas e obovaladas. Os estames são numerosos, o ovário é bilocular (2 lóculos) com vários óvulos, glabro e 8 saliências, estilete filiforme e estigma capitado (VILLACHICA *et al.*, 1996).

### 2.1.2 Fruto

O fruto da pitangueira é uma baga globulosa, apresenta de 7-10 sulcos mais ou menos marcados no sentido longitudinal de 1,5-5,0 cm de diâmetro, corado e com sépalas persistentes. A espessura do endocarpo é de 3-5 mm e coloração rósea à vermelha. Apresenta uma semente grande ou 2-3 pequenas. O tegumento é de coloração verde-clara, sendo bastante aderente à amêndoa (VILLACHICA *et al.*, 1996). No processo de maturação, o epicarpo passa de verde para amarelo, alaranjado, vermelho e totalmente vermelho podendo chegar a quase negro (BEZARRA, SILVA JÚNIOR; LEDERMAN, 2000).

A pitanga contém aproximadamente 66% de polpa e 34% de semente, podendo variar de acordo com a região em que foi produzido. De sabor doce e ácido, aroma muito intenso e característico (VILLACHICA *et al.*, 1996), rico em vitaminas, mas essa varável é alterada de acordo com a variabilidade genética (BEZERRA, LIRA JÚNIOR; SILVA JÚNIOR, 2018).

A colheita dos frutos ocorre aproximadamente 50 dias após a floração. Assim para iniciar a colheita manual, os mesmos devem apresentar coloração vermelho-rubro ainda na planta. Os frutos devem ser acondicionados em caixas plásticas, sem aberturas laterais e protegidas para evitar lesões, permitindo uma camada de até 15 cm de altura (BEZERRA *et al.*, 1995). Após a maturação dos frutos, iniciam-se as quedas dos mesmos, ocorrendo a ruptura da película da polpa, fermentando rapidamente e conseqüentemente comprometendo a sua qualidade, portanto é ideal realizar colheitas periódicas (BEZERRA; LIRA JÚNIOR; SILVA JÚNIOR, 2018).

O fruto da pitangueira é altamente perecível, diminuindo o período de conservação em temperatura ambiente, aproximadamente 24 horas após a colheita, com isso dificulta o seu transporte e comercialização (BEZERRA, LIRA JÚNIOR & SILVA JÚNIOR, 2018).

## **2.2 Processos fisiológicos na pós-colheita**

As perdas da pós-colheita são decorrentes dos fatores internos e externos dos frutos. As alterações internas, são inevitáveis como a respiração, a transpiração e a maturação. Já os fatores externos são considerados evitáveis, ocasionadas pelos fatores ambientais como a temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar, concentrações de oxigênio, gás carbônico e etileno (GOMES, 1996).

### 2.2.1 Respiração

Dos processos metabólicos que ocorrem nos frutos após a colheita, o mais importante é a respiração, sendo especificamente afetada pelos fatores internos e fatores do ambiente, ou seja, fatores externos. Após a colheita, a respiração continua devido as reservas acumuladas durante o desenvolvimento do fruto, não dependendo da absorção de água e nutrientes através das raízes e da fotossíntese realizada pelas folhas. Os frutos utilizam como substrato para as suas funções vitais, as reservas ou compostos orgânicos ricos em energia (amido e açúcares). No entanto, durante o processo de respiração, ocorre o aceleramento do amadurecimento do fruto, conseqüentemente perdendo as suas qualidades nutricionais e modificações no aspecto e sabor (GOMES, 1996).

Considerando que a pitanga é um fruto climatérico, este apresenta um aumento rápido da intensidade respiratória, logo após o início da maturação (NEVES, 2016). Isso ocorre até atingir o ponto máximo, ou seja, o pico climatérico, sendo que a sua intensidade e duração dependente da espécie. Essas reações relacionadas com o amadurecimento, ocorrem rapidamente e com grande demanda de energia, devido à alta taxa respiratória (GOMES, 1996).

A taxa de deterioração do fruto é proporcional à sua taxa respiratória. Contudo a temperatura em que o fruto é submetido afeta diretamente na respiração do mesmo. O aumento de 10°C na temperatura eleva a taxa respiratória de 2 a 3 vezes, afetando a vida pós-colheita (KLUGE *et al.*, 2002; GOMES, 1996).

### 2.2.2 Transpiração

É um processo físico natural, que ocorre a saída de água dos tecidos dos frutos para o ambiente. Quando a transpiração é excessiva, causa efeitos na aparência dos frutos, tornando-os opacos e enrugados, alteração da textura (mole, flácida e murcha), além da diminuição do peso dos frutos, podendo chegar a perdas de 10%. Todas essas alterações afetam diretamente na aceitabilidade e conseqüentemente na comercialização dos frutos (GOMES, 1996).

Os frutos apresentam de 85% a 95% de água nos tecidos e 100% nos espaços intercelulares. Quanto maior for a superfície exposta do produto, maior será a sua taxa de transpiração. Todavia, o aumento da temperatura ou da ventilação do ar saturado de umidade, são fatores que provocam o aumento da transpiração (NEVES, 2016).

### 2.2.3 Etileno

No ano de 1937, observou-se que um produto interferia no metabolismo das plantas e na uniformização da maturação dos frutos. Atualmente, sabe-se que o etileno atua no aumento da atividade respiratória e o amadurecimento de vários frutos e hortaliças. Uma vez que inicia a aceleração, essa permanece sem a necessidade de um novo contato com o gás, em frutos climatéricos, já nos frutos não-climatéricos o aumento da respiração perdura enquanto tiver a presença do etileno (GOMES, 1996). Apresenta como precursor o aminoácido metionina e dois intermediários que são: SAM- S-adenosil-metionina e ACC- ácido carboxílico aminociclopropano (NEVES, 2016).

É um hidrocarboneto insaturado ( $C_2H_4$ ), apesar de ser um gás, é considerado um hormônio vegetal de ocorrência natural nas plantas. Apesar de ser produzido em pequenas concentrações (NEVES, 2016), é encontrado em todas as partes da planta, com exceção das sementes (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005). Além de ser sintetizado em tecidos vegetais em situações de estresse (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005), como órgãos feridos, folhas e flores cortadas além de frutos maduros (GOMES, 1996).

A sua aplicação ou a sua produção, para acelerar a maturação dos frutos pode ou não ser desejável. Isso vai depender do destino do produto e das condições que o mesmo se encontra. É interessante para frutos verdes destinados a comercialização e não desejável para frutos maduros ou que serão armazenados (GOMES, 1996).

### 2.2.4 Alterações no fruto

Após a colheita dos frutos, esses passam por diversos danos fisiológicos, apresentando alterações no metabolismo e diferentes sintomas. Esses sintomas são dependentes da causa e da espécie vegetal, apresentando morte das células, polpa ou casca, além de afetar a maturação e formação de sabor desagradável. Esses danos podem ser ocasionados por diversos fatores, como o calor, umidade, luminosidade, entre outros (GOMES, 1996).

Durante o processo de maturação dos frutos, esses passam por diversas alterações, sendo as principais: mudança na coloração, produção de etileno, taxa respiratória, na permeabilidade dos tecidos e textura, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, proteínas entre outras (FLORES CANTILLANO; SUITA DE CASTRO, 2019).

No processo de transpiração ocorre a perda de água dos frutos, sendo uma das principais causas de deterioração, resultando na alteração da aparência, devido ao murchamento, a perda

de textura, levando ao amolecimento, flacidez e ressecamento, além da perda nutricional (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

No entanto, na fase de amadurecimento que os sabores e odores são mais específicos, ocorrendo um aumento de açúcares e diminuição da acidez. Os frutos climatéricos, apresentam um pico de produção de etileno, juntamente com o aumento da taxa respiratória. Conforme o fruto amadurece, diminui a firmeza de polpa (mais macia e branda) e os sólidos solúveis totais aumentam (principalmente os açúcares) (FLORES CANTILLANO; SUITA DE CASTRO, 2019).

Portanto, com o progresso de senescência, além das características citadas anteriormente, ocorre amolecimento dos tecidos e diminuição da defesa como compostos fenólicos e antioxidantes, o que torna o fruto mais suscetível ao ataque de patógenos e perdas na pós-colheita (QIN *et al.*, 2009).

### **2.3 Métodos de conservação pós-colheita**

A conservação pós-colheita não melhora as características e qualidades dos frutos, apenas mantém por mais tempo, todavia diminuindo a deterioração do produto, assim chegando ao consumidor final, sem alterações do seu valor nutritivo, aspecto, sabor e textura (GOMES, 1996).

Atualmente, existem vários métodos de conservação de frutos, no entanto a sua escolha vai depender do produto e dos recursos econômicos ou tecnológicos. Podemos citar os mais utilizados, como: armazenamento refrigerado ou congelamento, uso de revestimentos comestíveis e ceras (CENCI, 2006) atmosfera controlada (controle dos níveis de gases CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, com o objetivo de reduzir os microrganismos) ou modificada (GOMES, 1996), podendo associar com a aplicação de hormônios vegetais (CENCI, 2006).

Todavia, há diversas tecnologias disponíveis para a conservação dos frutos e hortaliças na pós-colheita. Os métodos físicos além da atmosfera modificada e refrigeração, podemos citar o tratamento térmico. No entanto, tem sido estudado cada vez mais os métodos considerados emergentes na conservação pós-colheita, como a radiação gama, a radiação ultravioleta C (UV-C) e o ozônio (O<sub>3</sub>) utilizado na fase gasosa ou diluído em meio aquoso. Ressaltando que não existe o melhor método, todos apresentam vantagens e desvantagens, mas as vezes a combinação de métodos podem ser a melhor opção (KAWANO *et al.*, 2016).

### 2.3.1 Brassinosteróides

Os Brassinosteróides (BRs) são encontrados em monocotiledôneas, dicotiledôneas, gimnospermas e algas. Na planta são encontrados nas flores, grão de pólen, hastes e frutos, mas atualmente não foram encontrados em raízes (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005). São substâncias orgânicas naturais, encontradas em pequenas concentrações ( $10^{-5}$  -  $10^{-12}$  %) (GÁRATE; MAGALHÃES; ROMEIRO, 1998), classificados como fitohormônios.

Os Brassinosteróides são um grupo de hormônios vegetais, esteróides essenciais no desenvolvimento das plantas. Estão envolvidos na regulação dos fatores fisiológicos e moleculares, para a diminuição dos estresses abióticos e bióticos da planta (NAWAZ *et al.*, 2017), além de proporcionar aumento da atividade de enzimas antioxidantes (LIU *et al.*, 2016). São considerados importantes devido a sua ampla distribuição e potente atividade biológica, nesse contexto, estão os brassinolide (BL), castasterona (CS) e 24-epibrassinolídeo (24-epiBL) (BARTWAL *et al.*, 2013).

Utilizados na proteção de plantas e na promoção do rendimento das culturas, germinação e vigor de sementes, superação da dormência de gemas e sementes, florescimento, senescência, abscisão e maturação além de conferir resistência às plantas sob condições de estresse, os efeitos são notáveis em pequenas concentrações (BARTWAL *et al.*, 2013). Mais precisamente em pós-colheita, os brassinosteróides mantêm a forma e qualidade dos frutos, além de controlar a maturação (PETRI *et al.*, 2016) e o aumento da vida útil (CHAMPA *et al.*, 2015).

Segundo Asghari e Rezaei-rad (2018), os brassinosteróides regulam a expressão de genes vegetais específicos, que estão relacionados aos diferentes mecanismos de crescimento e defesa da planta. Além da divisão celular e aumento na absorção de nutrientes, qualidade de frutos e respostas relacionadas a condições de estresse. Os brassinosteróides atuam nos mecanismos de defesa da planta, tanto no aumento da atividade antioxidante como na atividade enzimática. Além disso, demonstram efeitos em relação aos atributos físico-químicos, como a textura, firmeza de polpa, no teor de sólidos solúveis, acidez titulável e metabolismo respiratório (RAMOS, 2017).

A atuação dos brassinosteróides como dos demais hormônios vegetais, não dependem somente da sua composição química, mas também como são percebidos pelos tecidos e órgãos. Dependendo do local de atuação, da concentração e da época de desenvolvimento do tecido, podem causar diferentes efeitos (PETRI *et al.*, 2016).

### 2.3.2 24-epibrassinolídeo

Apesar de estar presente nas plantas naturalmente, o 24-epibrassinolídeo é usado na forma sintética nas aplicações comerciais e de pesquisa, devido a sua resistência as condições ambientais desfavoráveis (MOLLAEI; FARAHMAND; TAVASSOLIAN, 2018).

A aplicação do 24- epibrassinolídeo (1  $\mu\text{M}$ ) para o armazenamento de laranjas do Umbigo de Washington, apresentou melhora na firmeza de polpa, espessura da epiderme, ácido ascórbico, sólidos solúveis entre outras características (AFZALI; TAVASSOLIAN, 2014). Segundo Sun, Asghari e Sheshgelani (2019) o uso do hormônio na concentração de 1  $\mu\text{M}$ , mostrou-se potencial para a qualidade nutricional e geral, tanto os compostos fitoquímicos e a vida pós-colheita do morango.

### 2.3.3 Refrigeração e Atmosfera modificada

A refrigeração é um dos métodos utilizados para manter a qualidade e prolongamento da vida útil pós-colheita, assim retardando os processos metabólicos sem causar distúrbios fisiológicos (PALIYATH *et al.*, 2008). Consiste em controlar a temperatura e umidade relativa do ar das BODs, tendo como princípio remover calor dos frutos a um nível desejável. Para manter a qualidade dos frutos é ideal manter a umidade relativa do ar entre 85-95%. (NEVES, 2016). Sanches *et al.* (2017) armazenou-se os frutos de pitangas a temperatura de  $8^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

A atmosfera modificada é uma técnica muito utilizada em frutos e vegetais, é relativamente simples e de baixo custo. Alguns tipos de polímeros são utilizados para atmosfera modificada, mas os mais comuns são os diferentes tipos de polietileno. A permeabilidade e o grau de modificação da atmosfera, vai depender da composição e espessura do filme, além da sua interação com a temperatura e umidade relativa (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010). Na atmosfera modificada, com filmes plásticos, ocorre a limitação de trocas gasosas com o ambiente e a diminuição da perda de água dos frutos, assim reduzindo o metabolismo dos mesmos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O uso de filme plástico de diferentes espessuras do tipo polietileno ou o cloreto de polivinila (PVC), é muito utilizado devido a praticidade, custo baixo, permeabilidade adequada de  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$ , assim ocasionando alta eficiência destas películas, evitando a perda de massa dos frutos (KADER; WATKINS, 2000). Essas práticas são responsáveis por manter as características qualitativas dos frutos, como a firmeza, os sólidos solúveis e a acidez, podendo também diminuir a incidência de fungos (AGAR *et al.*, 1997).

O emprego da atmosfera modificada, através do uso de filmes flexíveis, como o cloreto de polivinila (PVC), fornece no interior da embalagem uma composição gasosa diferente do ar. Caracteriza-se por apresentar uma boa barreira do vapor d'água e a permeabilidade a O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. Isso ocorre devido ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub> a redução ou remoção da concentração de O<sub>2</sub>, a medida que vai sendo utilizado na respiração, assim reduzindo as taxas respiratórias e produção de etileno do produto, promovendo o retardamento da senescência dos mesmos (KADER, 2010). Essa mistura de gases, consiste na presença de oxigênio (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e nitrogênio (N<sub>2</sub>) no entorno do produto, mas nesse sistema passivo não há controle das concentrações (VIEIRA, 2019).

O emprego da atmosfera modificada juntamente com a refrigeração apresenta grandes benefícios e em condições de umidade relativa e temperatura adequadas, o período de conservação e conseqüentemente o aumento do período de comercialização também é prolongado (KADER, 2002).

### **3.0 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar o efeito da aplicação do 24-epibrassinolídeo e atmosfera modificada, na qualidade pós-colheita da pitanga armazenada sob refrigeração.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Avaliar o uso de filme de PVC na manutenção da qualidade pós-colheita de pitanga.

Mensurar os atributos físico-químicos dos frutos de pitanga após o armazenamento.

Verificar a influência dos tratamentos em relação a alteração de compostos bioquímicos nos frutos.

## **4.0 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local**

O experimento foi realizado no período de novembro de 2019 a janeiro de 2020, no Laboratório de Fitossanidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina- IFSC, Campus São Miguel do Oeste (26°44'32.4" S 53°31'34.6" W).

### **4.2 Aquisição dos frutos**

Os frutos da pitangueira foram coletados em novembro/2019, em uma propriedade do município de São Miguel do Oeste/SC (26°42'27.9"S 53°29'26.6"W), em diferentes estágios de maturação. Após a colheita individualmente, os frutos foram acondicionados em caixas com papel toalha e transportados até o laboratório. Em seguida, os frutos foram selecionados e classificados quanto ao grau de maturação através da coloração visual (MUNSELL, 1976), os frutos que apresentavam injúrias ou danos mecânicos foram descartados. Após a classificação e seleção foram mantidos sobre a bancada para a secagem dos mesmos.

### **4.3 Tratamentos**

Os frutos de pitanga foram submetidos aos seguintes tratamentos: Fator A: aplicação de 24-epibrassinolídeo e controle (água ultrapura); Fator B: com e sem atmosfera modificada.

As avaliações foram realizadas no dia zero (instalação do experimento) e após 6 dias de armazenamento (BOD, com temperatura de 7°C ± 1 e 90-95% de umidade relativa do ar).

Para as análises iniciais, foram separados 10 frutos de cada classificação de coloração ((totalmente verde, transição da cor verde para início da pigmentação (breaker), predominantemente vermelho, totalmente vermelho)), com 3 repetições, assim totalizando 120 frutos. Foram quantificados a massa fresca, coloração da epiderme, textura, vitamina C, sólidos solúveis e acidez titulável no mesmo dia da coleta e após o congelamento da amostra, foi realizado análise para a quantificação de antioxidantes.

Em seguida, os frutos foram acondicionados em embalagens de poliestireno expandido (EPS), para as unidades experimentais destinados ao armazenamento, os frutos classificados como totalmente verde com 11 frutos/bandeja, transição da cor verde para início da pigmentação (breaker) foram disponibilizados 15 frutos/bandeja; predominantemente vermelho com 5 frutos/bandeja; totalmente vermelho com 3 frutos/bandeja, totalizando 34 frutos em cada

bandeja/ unidade experimental, com 4 repetições cada tratamento. No entanto, após a aplicação dos tratamentos com o uso de um borrifador, os frutos foram mantidos sobre a bancada para a completa secagem. Para as unidades experimentais destinadas a o armazenamento com atmosfera modificada, os mesmos foram adicionados na embalagem, uma cobertura com filmes de cloreto de polivinila (PVC), flexível com 12 micras de espessura. Em seguida, todas as unidades experimentais foram armazenadas em BOD a temperatura de  $7^{\circ}\text{C} \pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar por 6 dias. Após o período de armazenamento, os tratamentos foram analisados quanto a: massa, coloração da epiderme, textura, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C e antioxidantes.

#### **4.4 Análises realizadas**

##### 4.4.1 Massa fresca

A massa fresca foi mensurada no dia da instalação do experimento (zero dia) e no último dia de armazenamento (após 6 dias), utilizando uma balança ((Balança Digital Elp-6/15/30-b (bateria) E-line 30 Kg Balmak)), com 4 casas decimais.

##### 4.4.2 Coloração da epiderme

Com um auxílio de um colorímetro (DELTA VISTA D.O.), foram analisados os valores de ângulo 'hue' ( $h^{\circ}$ ), croma (C), brilho (L- *lightness*) e *a*, com dois pontos de leitura em cada fruto. Essa análise foi realizada antes e após o armazenamento.

A média desses resultados foi expressa em ângulo de cor ( $h^{\circ}$ ), por meio dos parâmetros de Hunter (L e *a*) e pela intensidade da cor, parâmetro C (Chroma). Sendo que L: representa a luminosidade e varia do 0 (preto) a 100 (branco);  $h^{\circ}$  é às cores da superfície do fruto, coloração básica  $0^{\circ}$ /vermelho,  $90^{\circ}$ /amarelo,  $180^{\circ}$ /verde e  $270^{\circ}$ /azul; *a*: tonalidade verde nos valores inferiores chegando a vermelho nos valores mais altos; C: cromaticidade representa a saturação da cor (0=cinza e 90=cores vivas).

##### 4.4.3 Textura

Com um texturômetro (Texture Analyser, TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra) foi possível quantificar a textura da polpa e força para a penetração da casca. Para isso foi utilizado, uma ponteira de 2mm, força de 5g e distância de 3mm. Outras configurações foi: velocidade de pré-

teste de 6 mm/s, velocidade teste de 3mm/s e velocidade pós-teste de 10mm/s. Sendo realizado no sentido equatorial, com dois pontos de coleta no mesmo fruto. A análise foi realizada no dia zero e após o armazenamento, sendo que os resultados obtidos são firmeza de polpa e elasticidade da epiderme.

#### 4.4.4 Acidez Titulável

Os valores de AT (% ácido cítrico) foram obtidos após a maceração da polpa em um cadinho, foi separado 1g de polpa e adicionado 25 ml de água do tipo II em um Erlenmeyer de 125 ml, adicionou-se 3 gotas de fenolftaleína. Em seguida, titulou-se com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N até pH 8,1. A análise foi realizada no dia da coleta dos frutos e após o armazenamento.

#### 4.4.5 Sólidos Solúveis

Após a maceração da polpa, utilizou-se 1g da mesma e filtrou-se com o auxílio de uma gaze. O extrato foi acondicionado em um refratômetro digital (Milwaukee Instruments, MA871- Refractometer, 0 to 85% Brix). Realizada para as análises iniciais e após o armazenamento. Os dados obtidos foram expressos em °Brix.

#### 4.4.6 Ácido ascórbico (vitamina C)

Utilizou-se 1g de polpa já macerada e adicionou-se 30 ml de ácido oxálico 0,5% (refrigerado) até a homogeneização, então completou-se um balão volumétrico até 100 ml com ácido oxálico 0,5%. Em seguida, retirou-se 5 ml da solução do balão volumétrico e adicionou-se em um bécker, com 45 ml de água destilada, titulou-se com a solução de Tillman 0,02% até o ponto de viragem, róseo claro, persistente por 15 segundos (o reagente é reduzido de azul a incolor, e em meio ácido torna-se róseo). Realizou-se três repetições em cada amostra das análises iniciais e realizada após o armazenamento, com todas as unidades experimentais. Para o branco, utilizou-se 5 ml de ácido ascórbico e 45 ml de água destilada, em seguida titulou-se com a solução de Tillman 0,02% até o ponto de viragem. Expresso em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

#### 4.4.7 Antioxidantes Totais

A determinação da Atividade Antioxidante Total dos frutos, foi realizada por meio da captura do radical livre ABTS, através da metodologia descrita por RUFINO *et al.* (2007). A análise foi realizada para as amostras iniciais e amostras após o armazenamento (todas as unidades experimentais) e expresso em  $\mu\text{M trolox} \cdot \text{g}^{-1}$ .

#### 4.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema bifatorial, sendo os tratamentos com aplicação de 24-epibrassinolideo e controle (água) x com e sem atmosfera modificada, com quatro repetições.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e em caso de diferença significativa, foram comparadas as médias pelo teste t a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ), através do Software R.

### 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação a perda de massa fresca dos frutos de pitanga, não houve diferença significativa entre os tratamentos (controle e 24- epibrassinolídeo). No entanto, nas condições de armazenamento, demonstraram diferenças significativas (Tabela 1). Contudo, os frutos acondicionados em atmosfera modificada foram os mais eficientes, pois proporcionaram a redução significativa da perda de massa dos frutos, quando comparada as unidades experimentais sem filme de PVC. Isso ocorre, devido à redução da temperatura e associação com a atmosfera modificada, que mantém a umidade relativa elevada no interior da embalagem (SCALON *et al.*, 2004).

Segundo Cia *et al.* (2007) com a utilização de embalagem do tipo PEBD (polietileno de baixa densidade) associado a refrigeração, reduziu significativamente a perda de massa da amoreira-preta. O uso da embalagem está relacionado a taxa de permeabilidade do vapor d'água do filme, o que contribuiu para a redução da perda de massa dos frutos. Consequentemente, ocorreu o aumento da umidade no interior da embalagem, reduzindo a transpiração dos frutos. Segundo Scalón *et al* (2004) em trabalho com uvaiaas acondicionadas em atmosfera modificada associada à refrigeração, proporcionou menor taxa transpiratória, devido a uma maior umidade relativa no ambiente e menor atividade respiratória.

**TABELA 1-** Perda de massa fresca em frutos de pitanga tratados com 24-epibrassinolídeo ( $10^{-6}$  M) e água (controle), com e sem recobrimento de PVC após 6 dias de armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar).

Tratamentos	Perda de massa fresca dos frutos (g) <sup>1</sup>	
	Condição de armazenamento	
	Sem filme	Com filme
Controle	17,6 $\pm$ 2,44 Aa	9,8 $\pm$ 1,41 Ab
24-epibrassinolídeo	19,0 $\pm$ 0,79 Aa	6,8 $\pm$ 0,11 Ab
p armazenamento	0.00002	
F armazenamento	46,448	
GL	1	
GL residual	12	

<sup>1</sup>Dados (média  $\pm$  EP) seguidos pela mesma letra maiúscula (em uma coluna) e minúscula (em uma linha) não diferem significativamente pelo teste t,  $p < 0,05$ .

Entretanto, Finger e Vieira (2002) destacaram que a máxima perda de massa fresca dos frutos toleráveis, para evitar o murchamento e/ou enrugamento da epiderme, é entre 5 e 10%. Embora o enrugamento, não altera a qualidade interna, prejudica a aparência dos frutos, assim tornam-se inaceitáveis ao consumidor. Ressalta-se que os tratamentos controle e a aplicação de 24-epibrassinolídeo sem atmosfera modificada, apresentaram valores médios de perda de massa dos frutos de 19,35% e 18,33% respectivamente, assim ultrapassaram os valores aceitáveis. Todavia, os tratamentos com o uso da atmosfera modificada encontram-se dentro da tolerância, sendo as médias do controle (9,68%) e 24-epibrassinolídeo (6,78%).

A coloração da epiderme é considerada um parâmetro de qualidade dos frutos, considerada um dos principais analisados pelos consumidores na escolha ou aceitação do produto (SANJINEZ-ARGANDOÑA; CHUBA, 2011).

Assim, com o avanço da maturação, a perda da cor verde é característica de diversos frutos, incluindo a pitanga (SANTOS; SILVA; ALVES, 2006a), sendo substituída por outros pigmentos de várias tonalidades (MOURA *et al.*, 2013). Segundo Paliyath *et al.* (2008) a coloração verde diminui e aumenta a coloração amarela, isso ocorre devido a degradação das clorofilas, através da ativação das clorofilases e conseqüentemente a evolução da coloração pela biossíntese de pigmentos.

Segundo Floros e Matsos (2005) as alterações dos níveis de gases, principalmente a diminuição do oxigênio e o aumento do dióxido de carbono, apresentam diversos benefícios

para os frutos, além da diminuição da respiração, promovem a retenção de clorofila e outros pigmentos.

Em relação, a coloração da epiderme dos frutos de pitanga após o armazenamento, a luminosidade (L) (Tabela 2) diferiu entre os tratamentos. Os frutos que receberam a aplicação de epibrassinolídeo apresentaram maiores valores de L em relação aos frutos do controle (Tabela 2). Já quanto as condições de armazenamento, os frutos revestidos com filme polimérico exibiram menores valores de L em comparação aos frutos sem recobrimento (Tabela 2). Os valores de L mais próximos a 0 e 90 indicam menor e maior brilho da epiderme e podem ser utilizados como um indicador de escurecimento da epiderme ao longo do armazenamento, decorrente do aumento da concentração de pigmentos por reações oxidativas (KADER, 2010). Dessa forma, nossos resultados mostram que os frutos com menores valores de L apresentaram epiderme mais escurecida.

Quanto ao parâmetro  $a$  (tonalidade verde nos valores inferiores chegando a vermelho nos valores mais altos), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto houve diferença significativas quanto as condições de armazenamento (Tabela 2). Nos valores de  $a$  não foi constatado nenhum valor negativo, indicando que poderia ter ocorrido a redução da cor verde ao longo do período de armazenamento (VIEITES; DAIUTO; FUMES, 2012). Os frutos com a presença da atmosfera modificada obtiveram maiores valores de  $a$  quando comparado aos frutos sem a presença do filme de PVC, indicando apresentarem maior coloração vermelha da epiderme (Tabela 2).

Já quanto ao ângulo  $hue$  ( $^{\circ}h$ ), frutos tratados com epibrassinolídeo na concentração de  $10^{-6}$  M tiveram menor coloração vermelha da epiderme (maiores valores de  $^{\circ}h$ ) em comparação aos frutos que receberam aplicação de água. Por outro lado, frutos sob atmosfera modificada exibiram maior coloração da epiderme em relação aos frutos sem recobrimento (Tabela 2). Dessa forma, com os resultados obtidos podemos inferir que o epibrassinolídeo pode ter reduzido a produção de etileno e a atividade da chalcona sintase, enzima responsável pela produção de pigmentos vermelhos nos frutos (DAVIES; BOSS; ROBINSON, 1997). Já a atmosfera modificada pode ter contribuído para esse processo.

Os frutos tratados com epibrassinolídeo  $10^{-6}$  M na condição sem recobrimento exibiram maiores valores de C em relação aos frutos do controle (Tabela 2). Por outro lado, os tratamentos associados ao revestimento com filme polimérico não diferiram significativa entre si (Tabela 2). Já quanto somente as condições de armazenamento, frutos sem recobrimento exibiram maiores valores de C em comparação aos frutos recobertos com PVC. Os valores de

C próximos a 0 e 90 indicam cromaticidade escura e claras, respectivamente. Assim, frutos sem recobrimento exibiram uma coloração mais clara da epiderme. Já o efeito do epibrassinolídeo sobre esse parâmetro somente foi verificado nos frutos que não receberam recobrimento.

De maneira geral, com os resultados obtidos para a coloração da epiderme pode-se inferir que a aplicação de 24-epibrassinolídeo parece retardar o amadurecimento das pitangas, devido aos maiores valores de Luminosidade e ângulo *hue*, contribuindo para a conservação pós-colheita dos frutos de pitanga.

**TABELA 2-** Coloração da epiderme dos frutos de pitanga tratados com 24-epibrassinólídeo ( $10^{-6}$  M) e água (controle), com e sem recobrimento de PVC após 6 dias de armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar).

Tratamentos	Coloração da epiderme dos frutos após o armazenamento <sup>1</sup>							
	L		a		C		hue ( $^{\circ}h$ )	
	Sem filme	Com filme	Sem filme	Com filme	Sem filme	Com filme	Sem filme	Com filme
Controle	39,9 $\pm$ 0,50 Ba	38,7 $\pm$ 0,52Bb	38,5 $\pm$ 0,47Ab	39,7 $\pm$ 0,39Aa	55,7 $\pm$ 0,56Ba	54,7 $\pm$ 0,59Ab	43,7 $\pm$ 0,52Ba	41,1 $\pm$ 0,81Bb
24-epibrassinólídeo	41,0 $\pm$ 0,58Aa	39,8 $\pm$ 0,60Ab	37,0 $\pm$ 0,64Ab	39,8 $\pm$ 0,48Aa	57,2 $\pm$ 0,56Aa	55,4 $\pm$ 0,68Ab	46,6 $\pm$ 0,67Aa	41,7 $\pm$ 0,95Ab
p trat/arm	0,0496/0,0297		-/0,00062		0,0416/0,0345		0,0143/0,0001	
F trat/arm	3,866/4,743		-/11,811		4,164/4,487		6,020/15,113	
GL	1							
GL residual	788							

<sup>1</sup>Dados (média  $\pm$  EP) seguidos pela mesma letra maiúscula (em uma coluna) e minúscula (em uma linha) não diferem significativamente pelo teste t,  $p < 0,05$ .

Trat: tratamento; Arm: condições de armazenamento.

A textura é afetada diretamente pela perda de massa, composição química da periderme e polpa dos frutos. A perda de massa ocorre principalmente através da perda de água, em decorrência da transpiração, devido ao déficit de pressão de vapor da superfície do fruto (HERTOG *et al.*, 2004).

Para os parâmetros de elasticidade e firmeza de polpa (Tabela 3), houve diferença significativa entre as condições de armazenamento. Portanto, os frutos acondicionados sob refrigeração sem filme de PVC, obtiveram elevados valores de elasticidade da epiderme, sendo essa uma consequência da desidratação, assim ocorrendo aumento da textura devido a elasticidade (CASTILLO PIZARRO, 2009).

**TABELA 3-** Elasticidade e firmeza de polpa em frutos de pitanga tratados com 24-epibrassinolídeo ( $10^{-6}$  M) e água (controle), com e sem recobrimento de PVC após 6 dias de armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar).

Tratamento	Elasticidade (g) <sup>1</sup>		Firmeza de polpa (g) <sup>1</sup>	
	Condição de armazenamento			
	Sem filme	Com filme	Sem filme	Com filme
Controle	955,3±74,94 Aa	694,6±55,90 Ab	103,2±9,53 Aa	70,2±6,72 Ab
24-epibrassinolídeo	978,5±71,66 Aa	624,1±57,23 Ab	98,8±8,91 Aa	65,3±7,38 Ab
p armazenamento	5,05e-06		6,85e-05	
F armazenamento	21,352		16.166	
GL			1	
GL residual			432	

<sup>1</sup>Dados (média ± EP) seguidos pela mesma letra maiúscula (em uma coluna) e minúscula (em uma linha) não diferem significativamente pelo teste t,  $p < 0,05$ .

A firmeza é um atributo muito importante referente a qualidade dos frutos, pois afeta diretamente a sua resistência ao transporte, ataque de microrganismos e as características sensoriais (VIEITES; DAIUTO; FUMES, 2012). Em relação a firmeza de polpa, houve diferença significativa entre as condições de armazenamento, os frutos armazenados sem filme de PVC, obtiveram maiores valores de firmeza. Segundo Castillo Pizarro (2009) isso ocorre devido ao aumento da elasticidade da epiderme, ao longo do armazenamento. Ou seja, frutos que obtiveram maior elasticidade, foi necessária maior força de rompimento da polpa na hora da leitura.

Quanto aos sólidos solúveis não houve diferença significativa entre os tratamentos, somente quanto as condições de armazenamento (Tabela 4). Portanto, os menores valores foram

apresentados nos frutos em condições de atmosfera modificada, variando de 9,95°Brix a 10,50°Brix. Sendo que na análise inicial os frutos, obtiveram média de 9,5°Brix, assim, os frutos sem a presença da atmosfera modificada, apresentaram maiores concentrações de sólidos solúveis, comparado aos frutos com atmosfera modifica (Tabela 4). Segundo Fabiane (2016), isso pode estar relacionado a menor perda de massa fresca e menor índice de murchamento, assim os frutos sem a presença do filme, obtiveram maiores perdas de massa fresca e conseqüentemente aumento da concentração dos teores se sólidos solúveis. Em geral, com o amadurecimento dos frutos, ocorre o aumento no teor de sólidos solúveis que está relacionada ao decréscimo da acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

**TABELA 4-** Teor de Sólidos Solúveis em frutos de pitanga tratados com 24-epibrassinolídeo ( $10^{-6}$  M) e água (controle), com e sem recobrimento de PVC após 6 dias de armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar).

Tratamento	Sólidos Solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) <sup>1</sup>	
	Condição de armazenamento	
	Sem filme	Com filme
Controle	13,4 $\pm$ 0,76 Aa	10,50 $\pm$ 0,43 Ab
24-epibrassinolídeo	14,35 $\pm$ 0,24 Aa	9,95 $\pm$ 0,51 Ab
p armazenamento	2,07e-05	
F armazenamento	45,458	
GL	1	
GL residual	12	

<sup>1</sup>Dados (média  $\pm$  EP) seguidos pela mesma letra maiúscula (em uma coluna) e minúscula (em uma linha) não diferem significativamente pelo teste t,  $p < 0,05$ .

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos, Silva e Alves (2006a), em que pitangas no estágio de maturação vermelho-alaranjado, apresentaram menores variações de sólidos solúveis (SS), quando mantidas em atmosfera modificada e sob refrigeração a  $10^{\circ}\text{C}$ . No entanto, os elevados valores de SS nos frutos sob refrigeração, pode ocorrer devido ao avanço dos processos de amadurecimento dos frutos, além da perda completa de turgência, decorrente da concentração da polpa (AGOSTINI *et al.*, 2009), o que não ocorre nos frutos com atmosfera modificada, pois tende a retardar a ação do etileno sobre as características de amadurecimento, devido ao aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  e redução de  $\text{O}_2$  (MATHOOKO, 1996).

Segundo Bezerra *et al.* (2002) os frutos da pitangueira quando maduros apresentam película de coloração vermelho-escuro, tem polpa avermelhada com teor de sólidos solúveis de 9°Brix, acidez de 2,2 % e a relação °Brix/ acidez de 4,1.

Os teores de sólidos solúveis são importantes para o consumo *in natura* e também para a indústria. Juntamente com a acidez, são critério de “flavor” (sabor, aroma e textura) (VIEIRA, 2019) além de melhor manuseio, transporte e conservação das qualidades sensoriais dos frutos por maior período (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A relação °Brix/ acidez inicial foi de 3,39 (9,5°Brix/2,8%). No entanto, após o armazenamento com e sem atmosfera modificada foi de 4,6 e 5,34, respectivamente. Esse aumento da relação nos frutos acondicionados sob atmosfera modificada é devido a diminuição do teor de acidez titulável.

A acidez é atribuída, principalmente aos ácidos orgânicos, que diminui durante o processo de maturação dos frutos, isso é decorrente da conversão em açúcares ou da utilização desses ácidos como substratos no processo de respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A acidez titulável inicial foi de 2,8 %, assim após o armazenamento houve uma queda em todos os tratamentos (Tabela 5). Segundo Vieites *et al.*, (2006) essa diminuição da acidez durante o armazenamento em frutos climatéricos, é devido ao processo respiratório e a conversão dos ácidos em açúcares, caracterizando-se o amadurecimento dos frutos. Neste experimento, isso foi comprovado pois ocorre aumento no teor de sólidos solúveis em todos os tratamentos após o armazenamento.

Verificou-se que houve diferença significativa entre as condições de armazenamento. (Tabela 5), contudo os frutos acondicionados em atmosfera modificada apresentaram menor acidez titulável (AT). Segundo Santos, Silva e Alves (2006a), obtiveram resultados semelhantes, pois os frutos acondicionados em atmosfera modificada também apresentaram menores teores de AT. Isso é decorrente da maior concentração de CO<sub>2</sub> e diminuição do O<sub>2</sub>, afetando diretamente as enzimas do processo de respiração.

Já em relação aos frutos armazenados sem recobrimento, manteve-se semelhantes os valores obtidos na análise inicial de acidez. Segundo Scalon *et al.* (2004) em uvaías armazenadas sob refrigeração a 13 ± 2°C, também apresentou elevação de acidez titulável total, isso pode ser explicado devido pela maior perda de água, contribuindo para a concentração de ácidos orgânicos presente no suco celular e conseqüentemente aumento da acidez.

**TABELA 5-** Teor de Acidez Titulável em frutos de pitanga tratados com 24-epibrassinolídeo ( $10^{-6}$  M) e água (controle), com e sem recobrimento de PVC após 6 dias de armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar).

Tratamento	Acidez Titulável (%) <sup>1</sup>	
	Condição de armazenamento	
	Sem filme	Com filme
Controle	2,48±0,12 Aa	2,25±0,07 Ab
24-epibrassinolídeo	2,72±0,04 Aa	2,15±0,12 Ab
p armazenamento	0,0007	
F armazenamento	20,161	
GL	1	
GL residual	12	

<sup>1</sup>Dados (média ± EP) seguidos pela mesma letra maiúscula (em uma coluna) e minúscula (em uma linha) não diferem significativamente pelo teste t,  $p < 0,05$ .

Os frutos submetidos a aplicação de 24-epibrassinolídeo  $10^{-6}$  M exibiram maiores concentrações de antioxidantes em comparação aos frutos tratados com água (controle) (Tabela 6), o que de fato ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. Já para as condições de armazenamento não foram verificadas diferenças significativas entre si (Tabela 6). Os antioxidantes são substâncias que atuam na dissipação de espécies reativas de oxigênio que ocasionam a degradação de membrana das células (AHAMMED *et al.*, 2015) dos frutos e contribui para reduzir a sua qualidade e conservação.

Existem alguns fitorreguladores como os brassinosteróides que podem contribuir para a dissipação das espécies reativas de oxigênio (EROs) através do aumento da atividade enzimática e atividade antioxidante (RAMOS, 2017). Dessa forma, com os resultados obtidos é possível verificar que o 24-epibrassinolídeo na concentração de  $10^{-6}$  M aumentou a concentração de antioxidantes nos frutos de pitanga e pode ter reduzido danos a nível de membrana através da dissipação das EROs e pode ter contribuído para manutenção da qualidade desses frutos.

Segundo Ramos (2017) os brassinosteróides atuam no mecanismo de defesa da planta, aumentando a atividade enzimática e atividade antioxidante. Hayat *et al.* (2007) relataram aumento nas atividades de enzimas antioxidantes (POX, SOD e CAT), após aplicação de brassinosteróides, sob estresse de cádmio em *Brassica juncea*. No trabalho de Mollaei, Farahmand e Tavassolian (2018) com *Gladiolus grandiflorus* L., a aplicação de 24-

ebribrassinolideo, reduziu a quantidade de malondialdeído e conseqüentemente melhorou a integridade da membrana celular. Já em estudo com cachos de uva de mesa, a aplicação exógena do 24-epibrassinolideo também resultou no aumento da atividade de enzimas antioxidantes, que estão relacionadas a defesa do fruto, incluindo a peroxidase (POD), catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e fenilalanina (LIU, 2016).

**TABELA 6-** Quantidade de antioxidantes em frutos de pitanga tratados com 24-epibrassinolideo ( $10^{-6}$  M) e água (controle), com e sem recobrimento de PVC após 6 dias de armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar).

Tratamento	Antioxidantes ( $\mu\text{M trolox} \cdot \text{g}^{-1}$ ) <sup>1</sup>	
	Condição de armazenamento	
	Sem filme	Com filme
Controle	16,67 $\pm$ 0,003 Ba	16,74 $\pm$ 1,20 Ba
24-epibrassinolideo	19,10 $\pm$ 0,19 Aa	20,42 $\pm$ 0,40 Aa
p tratamento	1,81e-05	
F tratamento	46,742	
GL	1	
GL residual	12	

<sup>1</sup>Dados (média  $\pm$  EP) seguidos pela mesma letra maiúscula (em uma coluna) e minúscula (em uma linha) não diferem significativamente pelo teste t,  $p < 0,05$ .

O teor de vitamina C durante o armazenamento, pode diminuir, aumentar ou até mesmo permanecer constante, isso é recorrente do grau de maturação do fruto e da cultivar (CERQUEIRA-PEREIRA *et al.*, 2007). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) esse teor tende a diminuir devido a maturação e com o armazenamento, como consequência da ação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase) ou por ação da peroxidase. As condições de armazenamento promovem redução nos teores de vitamina C, contudo os frutos sob refrigeração, inibiram as reações oxidativas e também retardaram os processos fisiológicos, que reduzem as perdas de sabor, aroma, e textura, além de outros atributos (AGOSTINI *et al.*, 2009).

Na análise inicial dos frutos obteve-se 51,86% de vitamina C, após o armazenamento os frutos sem filme de PVC mantiveram os maiores valores, quando comparado aos frutos armazenados em atmosfera modificada (Tabela 7). Isso ocorre devido a concentração do suco

celular pois esses frutos adquiriram maior perda de massa fresca (perda de água) (AGOSTINI *et al.*, 2009).

O ácido ascórbico é um antioxidante muito importante, que atua no substrato primário da via cíclica para a desintoxicação enzimática dos radicais livres, assim protegendo as plantas do estresse oxidativo, através da eliminação de espécies reativas de oxigênio. Além de outras funções, como cofator enzimático, precursor da síntese de oxalato e tartarato, e participação de vários processos, incluindo crescimento da parede celular, expansão celular, resistência a estresses ambientais e síntese do etileno, além de fornecer a principal fonte de vitamina C para os seres humanos (SMIRNOFF; WHEELER, 2000).

**TABELA 7-** Teor de vitamina C em frutos de pitanga tratados com 24-epibrassinolídeo ( $10^{-6}$  M) e água (controle), com e sem recobrimento de PVC após 6 dias de armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar).

Tratamento	Vitamina C (mg de ácido ascórbico por 100g de polpa) <sup>1</sup>	
	Condição de armazenamento	
	Sem filme	Com filme
Controle	76,44±10,38 Aa	33,02±6,41 Ab
24-epibrassinolídeo	54,94±6,39 Aa	22,27±0,03 Ab
p armazenamento	0,0002	
F armazenamento	26,366	
GL	1	
GL residual	12	

<sup>1</sup>Dados (média ± EP) seguidos pela mesma letra maiúscula (em uma coluna) e minúscula (em uma linha) não diferem significativamente pelo teste t,  $p < 0,05$ .

## 6.0 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados, os frutos armazenados com a presença do filme de PVC, obtiveram menores resultados quanto a perda de massa fresca, além da obtenção dos menores teores de sólidos solúveis, acidez titulável e teores de vitamina C. Esses parâmetros obtidos, estão relacionados a eficiência na manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos de pitanga.

Entretanto, a aplicação de 24-epibrassinolideo ( $10^{-6}$  M) proporcionou melhores resultados quanto a coloração. Devido ao aumento da Luminosidade e ângulo *hue*, obteve-se controle do amadurecimento dos frutos. Além disso, a aplicação do fitohormônio aumentou a atividade de enzimas antioxidantes, ou seja, apresentam maior capacidade de dissipação de espécies reativas de oxigênio, para a proteção de membrana das células dos frutos.

## 7.0 REFERÊNCIAS

AFAZALI, M; TAVASSOLIAN, I. The effects of 24-epibrassinolide on quantitative, qualitative and postharvest traits of orange cv. Washington Novel. **Iranian Journal of Horticultural Science and Technology**. 2014. Disponível em: [http://journal.irshs.ir/search.php?slc\\_lang=en&slc\\_sid=1&atcl=1](http://journal.irshs.ir/search.php?slc_lang=en&slc_sid=1&atcl=1). Acesso em: 25 abr. 2020.

AGAR, I.T.; STREIF, J.; BANGERTH, F. Effect of high CO<sub>2</sub> and controlled atmosphere (CA) on the ascorbic and dehydroascorbic acid content of some berry fruits. **Postharvest Biology and Technology**, Turkey, v. 11, n. 1, p. 47-55, 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521497014142>. Acesso em: 14 jun. 2020.

AGOSTINI, J. S. *et al.* Atmosfera modificada e condições de armazenamento nas características físico-químicas de jabuticabas da cultivar 'paulista'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2601-2608, 2009. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782009000900034&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782009000900034&script=sci_abstract&tlng=es). Acesso em: 27 jun. 2020.

AHAMMED, G. J *et al.* Enhanced photosynthetic capacity and antioxidant potential mediate brassinosteroid-induced phenanthrene stress tolerance in tomato. **Environmental Pollution**, v. 201, n. 7, p. 58-66, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/273463245\\_Enhanced\\_photosynthetic\\_capacity\\_and\\_antioxidant\\_potential\\_mediate\\_brasinosteroid-induced\\_phenanthrene\\_stress\\_tolerance\\_in\\_tomato](https://www.researchgate.net/publication/273463245_Enhanced_photosynthetic_capacity_and_antioxidant_potential_mediate_brasinosteroid-induced_phenanthrene_stress_tolerance_in_tomato). Acesso em: 16 jul. 2020.

ANTUNES, L.E.C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, Brazil, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&%20pid=S0103-84782002000100026&lng=en&nrm=isso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&%20pid=S0103-84782002000100026&lng=en&nrm=isso). Acesso em: 12 jun. 2020.

ASGHARI, M.; REZAEI-RAD, R. 24-Epibrassinolide enhanced the quality parameters and phytochemical contents of table grape. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, Iran, v. 91, p. 226-231, 2018. Disponível em: <https://ojs.openagrar.de/index.php/JABFQ/article/view/7675>. Acesso em: 11 jul. 2020.

AYALA-ZAVALA, J.f. *et al.* Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866-1874, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996911001086>. Acesso em: 13 jul. 2020.

BARTWAL, A. *et al.* Role of Secondary Metabolites and Brassinosteroids in Plant Defense Against Environmental Stresses. **Journal of Plant Growth Regulation**, United States, v. 32, p. 216–232, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-012-9272-x>. Acesso em: 21. mai. 2020.

BEZERRA, J.E.F; LIRA JÚNIOR, J.S; SILVA JÚNIOR, J.F. Alimentícias: Eugenia uniflora-Pitanga. *In: PLANTAS para o futuro- Região Nordeste*. EMBRAPA, 2018. cap. 5, p. 155-

168. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1106305/1/Pitanga.pdf>. Acesso em: 2 mai. 2020.

BEZERRA, J.E.F *et al.* Performance of Surinam Cherry (*Eugenia uniflora* L.) in Pernambuco, Brazil: II. productive period 1989 - 1995. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 452, p. 137-142, 1997. Disponível em: [https://www.actahort.org/books/452/452\\_22.htm](https://www.actahort.org/books/452/452_22.htm). Acesso em: 20 maio 2020.

BEZERRA, J.E.F *et al.* Propagação de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pelo método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 160-162, 2002. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452002000100035&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452002000100035&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 5 jun. 2020.

CASTILLO PIZARRO, C.A. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas**. 2009. 58 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/256970>. Acesso em: 13 jul. 2020.

CASTRO, P.R.C; KLUGE, R.A; PERES, L.E.P. **Manual de fisiologia**. São Paulo: Agrônômica Ceres LTDA, 2005.

CENCI, S. A. **Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar**. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1 e.d, v. p. 67-80, 2006. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwipj9XR9ffpAhWwGLkGHf0HD08QFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.conab.gov.br%2Finfo-agro%2Fhortigranjeiros-prohort%2Fpublicacoes-do-setor-hortigranjeiro%2Fitem%2Fdownload%2F641\\_d6ed7311a435e66a9eab34b1dc9f86b2&usg=AOvVaw1VZf6\\_XP6jI-rSTYIy7SjP](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwipj9XR9ffpAhWwGLkGHf0HD08QFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.conab.gov.br%2Finfo-agro%2Fhortigranjeiros-prohort%2Fpublicacoes-do-setor-hortigranjeiro%2Fitem%2Fdownload%2F641_d6ed7311a435e66a9eab34b1dc9f86b2&usg=AOvVaw1VZf6_XP6jI-rSTYIy7SjP). Acesso em: 10 jun. 2020.

CERQUEIRA-PEREIRA, Elaine C *et al.* Efeito da aplicação de etileno na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão vermelhos e amarelos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 590-593, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362007000400019&lng=pt&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362007000400019&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 15 jul. 2020.

CHAMPA, W. H. *et al.* Brassinosteroids improve quality of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. flame seedless. **Tropical Agricultural Research**, v. 26, n. 2, p. 368, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/284195504\\_Brassinosteroids\\_improve\\_quality\\_of\\_table\\_grapes\\_Vitis\\_vinifera\\_L\\_cv\\_flame\\_seedless](https://www.researchgate.net/publication/284195504_Brassinosteroids_improve_quality_of_table_grapes_Vitis_vinifera_L_cv_flame_seedless). Acesso em: 15 jun. 2020.

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/ FAEPE, 1990. 320p,

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

CIA, *et al.* Modified atmosphere and refrigeration for the postharvest conservation of Blackberry. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 11-16, 2007. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6668>. Acesso em: 21 mai. 2020.

DAVIES C.; BOSS P.K.; ROBINSON S.P. Treatment of grape berries, a nonclimateric fruit with a synthetic auxin, retards ripening and alters the expression of developmentally regulated genes. **Plant Physiology**, v.115, p.1155-1161, 1997.

FABIANE, K.. **Pré-resfriamento, ácido salicílico e atmosfera modificada na conservação pós-colheita de jaboticaba**. 2016. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16370>. Acesso em: 27 jun. 2020.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 2002. 29 p.

FLORES CANTILLANO, R. F.; SUITA DE CASTRO, L. A. **Árvore do conhecimento: Ameixa**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2019. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/ameixa/arvore/CONT000gix2jq9202wx5ok05vadr19fqsezl.html#>. Acesso em: 13 jun. 2020.

FLOROS, J. D.; MATSOS, K. I. Introduction to modified atmosphere packaging. **Innovations In Food Packaging**, p. 159-172, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123116321500425>. Acesso em: 06 jul. 2020.

GÁRATE, J.L.M.; MAGALHÃES, G.; ROMEIRO, L. A. S. Síntese de análogo de brassinoesteróide a partir de vespertilina. **Química Nova**, v. 21, n. 6, p. 726-730, nov. 1998. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40421998000600011](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000600011). Acesso em: 09 jun. 2020.

GOMES, M.S.O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília. Embrapa-SPI, 1996. 134 p.

HAYAT, S. *et al.* Brassinosteroid enhanced the level of antioxidants under cadmium stress in Brassica juncea. **Environmental And Experimental Botany**, v. 60, n. 1, p. 33-41, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847206000761>. Acesso em: 14 jul. 2020.

HERTOG, M.L.A.T.M *et al.* Humidity and temperature effects on invasive and non-invasive firmness measures. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, n. 1, p. 79-91, 2004.

Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-4d735c49-3dbd-3070-a25a-fb4133fdd6b7>. Acesso em: 10 jul. 2020.

KADER, A.A. Future of Modified Atmosphere Research. **Acta Horticulturae**, v. 857, p. 212-217, 2010. Disponível em: [https://www.actahort.org/books/857/857\\_24.htm](https://www.actahort.org/books/857/857_24.htm). Acesso em: 14 jul. 2020.

KADER, A.A.; WATKINS, C.B. Modified Atmosphere Packaging – Toward 2000 and beyond. **Horticultural Technology**, v. 10, n. 3, p. 483-486, 2000. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj\\_19aLq8\\_qAhXdILkGHSZnCQ4QFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fucanr.edu%2FdatastoreFiles%2F234-47.pdf&usg=AOvVaw1eEDCthdkqmRQh3Frt0Rth](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj_19aLq8_qAhXdILkGHSZnCQ4QFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fucanr.edu%2FdatastoreFiles%2F234-47.pdf&usg=AOvVaw1eEDCthdkqmRQh3Frt0Rth). Acesso em: 04 mai. 2020.

KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3. ed. Califórnia: University Of California, 2002. Cap. 15. p. 483-486. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=O1zhx2OWftQC&oi=fnd&pg=PA145&dq=Methods+of+gas+mixing,+sampling+and+analysis.&ots=4hB0bVCoFO&sig=Emo5t5gkfImZX6Tx1\\_shgV9olf8#v=onepage&q=Methods%20of%20gas%20mixing%2C%20sampling%20and%20analysis.&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=O1zhx2OWftQC&oi=fnd&pg=PA145&dq=Methods+of+gas+mixing,+sampling+and+analysis.&ots=4hB0bVCoFO&sig=Emo5t5gkfImZX6Tx1_shgV9olf8#v=onepage&q=Methods%20of%20gas%20mixing%2C%20sampling%20and%20analysis.&f=false). Acesso em: 04 mai. 2020.

KAWANO, B. R *et al.* Tecnologias para a conservação pós-colheita. **Biblioteca Digital FGV**, São Paulo, p. 29-30, 2016. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwidruDt9XqAhVfF7kGHeG2BLMQFjABegQIARAB&url=http%3A%2F%2Fbibliotecadigital.fgv.br%2Fojs%2Findex.php%2Fagroanalysis%2Farticle%2Fdownload%2F69196%2F66781&usg=AOvVaw14-Os4gar3D8VQhl4XtdaT>. Acesso em: 15 jul. 2020.

KLUGE, R. A, *et al.* **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2ed, Campinas: Rural, 2002. 214p.

LAHAV, E.; SLOR, E. 'Gitit' a new Surinam cherry cultivar. **Fruit Varieties Journal**, v.51, n.2, p.77-78, 1997.

LIMA, D. K. de. **Frutas nativas como alternativa de renda: guabiroba (Campomanesia xanthocarpa) na unidade de produção Nossa Senhora da Conquista, Goioxim-PR**. 2018. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2276>. Acesso em: 12 jun. 2020.

LIRA JÚNIOR, J. S.L. BEZARRA, J.E.F. LEDERMAN, I.E. **Colheita e pós-colheita**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2019. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CO NT000gtq6c11c02wx7ha087apz22u0146j.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CO NT000gtq6c11c02wx7ha087apz22u0146j.html). Acesso em 05 mar. 2020

LIU, Q. *et al.* Effects of exogenous 24-epibrassinolide to control grey mould and maintain postharvest quality of table grapes. **International Journal Of Food Science and Technology**, v. 51, n. 5, p. 1236-1243, 2016. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ijfs.13066>. Acesso em: 18 jul. 2020.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Starch films: production, properties and potential of utilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4898/0>. Acesso em: 21 mai. 2020.

MATHOOKO, F. M. Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. **Postharvest Biology And Technology**, v. 9, n. 3, p. 247-264, 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521496000191>. Acesso em: 21 maio 2020.

MOLLAEI, S; FARAHMAND, H; TAVASSOLIAN, I. The effects of 24-epibrassinolide corm priming and foliar spray on morphological, biochemical, and postharvest traits of sword lily. **Horticulture, Environment, And Biotechnology**, v. 59, n. 3, p. 325-333, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13580-018-0033-z>. Acesso em: 12 jun. 2020.

MOURA, F.T. *et al.* Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, n. 4, p.131-133, 2013. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/2376>. Acesso em: 06 jul. 2020.

MUNSELL, A.H. **Munsell Book of Color- 2.5 R-10G**. Baltimore, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, n.p, 1976.

NAWAZ, F *et al.* Understanding brassinosteroid-regulated mechanisms to improve stress tolerance in plants: a critical review. **Environmental Science And Pollution Research**, v.24, n.19, p. 15959-15975, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9163-6>. Acesso em: 12 jun. 2020.

NEVES, L. C. **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. Londrina: Eduel, 2016. 494 p. Disponível em: <http://www.eduel.com.br>. Acesso em: 14 jun. 2020.

PALIYATH, G.; MURR, D.P.; HANDA, A.K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruit, vegetables, and flowers**. Ames: Wiley-Blackwell, 2008. 497 p.

PAZIN, F. F. **Caracterização da qualidade pós-colheita de acessos e estádios de maturação de grumixamas (*Eugenia brasiliensis* Lam.)**. 2019. 15 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mestrado em Ciências, Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Universidade de São Paulo- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11144/tde-12122019-172903/en.php>. Acesso em: 16 jul. 2020.

PETRI, J.L. *et al.* **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado.** Florianópolis: Epagri, 2016. 141 p.

QIN, G. *et al.* Oxidative Damage of Mitochondrial Proteins Contributes to Fruit Senescence: A Redox Proteomics Analysis. **Journal Of Proteome Research**: American Chemical Society, United States, v. 8, n.5, p. 2449-2462, 2009. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/pr801046m>. Acesso em: 13 jun. 2020.

RAMOS, A. P. **Ação de auxina e brassinosteróide na funcionalidade do xilema, composição mineral, estresse oxidativo e qualidade de maçãs „Galaxy“.** 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiIs52swtLqAhUiHrkGHc60BgEQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.udesc.br%2Farquivos%2Fcv%2Fid\\_cpmenu%2F1343%2FDISSERTA\\_AO\\_DE\\_MESTRADO\\_ANGELA\\_PREZA\\_RAMOS\\_corrigena\\_15675403125944\\_1343.pdf&usg=AOvVaw3QylvmibzT1EPZdoi4bW7e](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiIs52swtLqAhUiHrkGHc60BgEQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.udesc.br%2Farquivos%2Fcv%2Fid_cpmenu%2F1343%2FDISSERTA_AO_DE_MESTRADO_ANGELA_PREZA_RAMOS_corrigena_15675403125944_1343.pdf&usg=AOvVaw3QylvmibzT1EPZdoi4bW7e). Acesso em: 16 jul. 2020.

RUFINO, M.S.M. *et al.* **Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. p.4 (Comunicado Técnico, 127).

SANCHES, A. G. *et al.* Tratamentos Químicos na Manutenção da Qualidade Pós-Colheita em Frutos de Pitanga (*Eugenia uniflora* L.). **Nativa**: Pesquisas Agrárias e Ambientais, v. 5, n. 4, p. 257-262, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/2318-7670.v05n04a05>. Acesso em: 14 jun. 2020.

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**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 1023-1028, 2011. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi66IijjPqAhVgHbkGHfMvBXgQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2Fpdf%2Frbf%2Fv33n3%2Fv33n3a40.pdf&usg=AOvVaw3l5WaNgrmfBtlFz8s7unGB>. Acesso em: 16 jul. 2020.

SANTOS, A. F; SILVA, S. M; ALVES, R. E. Armazenamento de pitanga sob atmosfera modificada e refrigeração: I-transformações químicas em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 36-41, 2006a. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452006000100013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452006000100013&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 27 jun. 2020.

SANTOS, A. F. *et al.* Armazenamento de pitangas sob atmosfera modificada e refrigeração: II - qualidade e conservação pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 42-45, 2006b. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452006000100014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452006000100014&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 27 jun. 2020.

SARMENTO, M.B.; SILVA, A.C.S. da; SILVA, C.S. da. Recursos genéticos de frutas nativas da família Myrtaceae no Sul do Brasil. **Magistra**, Cruz das Almas, v.24, n.4, p.250-262, 2012. Disponível em: [http://snida.agricultura.gov.br/binagri/bases/agb/Agb\\_Docs\\_Fonte/BR2013007956.pdf](http://snida.agricultura.gov.br/binagri/bases/agb/Agb_Docs_Fonte/BR2013007956.pdf). Acesso em: 11 jul. 2020.

SCALON, S. de P. Q *et al.* Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de Eugenia uvalha Cambess - Mirtaceae. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1965-1968, 2004. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782004000600048&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782004000600048&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 15 jun. 2020.

SILVA, M. S. Pitanga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 0-1, abr. 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452006000100001&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452006000100001&script=sci_arttext). Acesso em: 05 fev. 2020.

SILVA, R. O. da. **Frutas nativas, domesticação de plantas e agroecologia: por uma outra relação com a sociobiodiversidade**. 2018. 218 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Agroecologia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2076>. Acesso em: 16 jul. 2020.

SMIRNOFF, N; WHEELER, G.L. Ascorbic acid in plants: Biosynthesis and function. **Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology**. Boca Raton, v.35, n.4, p.291–314, 2000. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10409230008984166>. Acesso em: 13 jul. 2020.

SOBRAL, M. *et al.* **Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10560>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SUN, Y., ASGHARI, M; SHESHGELANI, P. Z. Foliar Spray with 24-Epibrassinolide Enhanced Strawberry Fruit Quality, Phytochemical Content, and Postharvest Life. **Journal Of Plant Growth Regulation**, v. 39, n. 2, p. 920-929, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-019-10033-y#citeas>. Acesso em: 12 jun. 2020.

VIEIRA, E. L. **Apontamentos e práticas de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças**. Bahia: 2019. 131 p.

VIEITES, R. L. *et al.* Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. **The Journal Semina Ciências Agrárias**. Londrina, v. 27, n. 2, p. 243-252, 2006. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjL9aPZ9crqAhVEILkGHUXmDXgQFjACegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F4457%2F445744080007.pdf&usg=AOvVaw2tjjsEjB\\_-n4ZT5jKv83YS](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjL9aPZ9crqAhVEILkGHUXmDXgQFjACegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F4457%2F445744080007.pdf&usg=AOvVaw2tjjsEjB_-n4ZT5jKv83YS). Acesso em: 13 jul. 2020.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R; FUMES, J. G. F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate 'Fuerte'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 336-348, 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452012000200005&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452012000200005&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 16 jul. 2020.

VILLACHICA, H. *et al.* **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazonica, 1996. 367 p.

## ANEXOS



**FIGURA 1-** Frutos após o armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar), sem filme de PVC. Na fileira superior são os frutos do controle e inferior com 24-epibrassinolídeo.



**FIGURA 1-** Frutos após o armazenamento (BOD, com temperatura de  $7^{\circ}\text{C}\pm 1$  e 90-95% de umidade relativa do ar) com atmosfera modificada. Na fileira superior são os frutos do controle e inferior com 24-epibrassinolídeo.