



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE AGRONOMIA**

**TAIS EBERT MEIADO**

**ARMAZENAMENTO DE LIMA ÁCIDA 'TAHITI' (*Citrus latifolia*) EM  
DIFERENTES TEMPERATURAS COM ABSORVEDOR DE OXIGÊNIO**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2019**

**TAIS EBERT MEIADO**

**ARMAZENAMENTO DE LIMA ÁCIDA 'TAHITI' (*Citrus latifolia*) EM  
DIFERENTES TEMPERATURAS COM ABSORVEDOR DE OXIGÊNIO**

Trabalho realizado como requisito para a conclusão do curso de Agronomia com ênfase em agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Josuel Alfredo Vilela Pinto

Laranjeiras do Sul

2019

## **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Meiado, Tais Ebert

Armazenamento de lima ácida 'Tahiti' (citrus latifolia) em diferentes temperaturas com absorvedor de oxigênio / Tais Ebert Meiado. -- 2019.

29 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

1. Armazenamento. 2. Atmosfera modificada. 3. Citrus.  
4. Lima ácida 'Tahiti'. 5. Pós-colheita. I. Pinto,  
Josuel Alfredo Vilela, orient. II. Universidade Federal  
da Fronteira Sul. III. Título.

TAÍS EBERT MEIADO

Armazenamento de lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia*) em diferentes temperaturas com absorvedor de oxigênio

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR)

Orientador: Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto

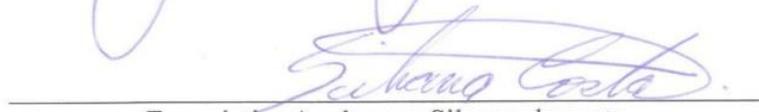
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 03/07/2019.

BANCA EXAMINADORA



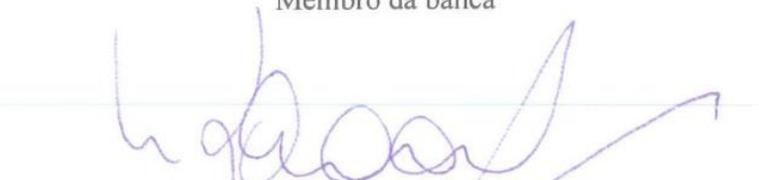
---

Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto  
Presidente da banca



---

Engenheira Agrônoma Silvana da Costa  
Membro da banca



---

Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome  
Membro da banca

## ARMAZENAMENTO DE LIMA ÁCIDA 'TAHITI' (*Citrus latifolia*) EM DIFERENTES TEMPERATURAS COM ABSORVEDOR DE OXIGÊNIO

Tais Ebert Meiado\*

### Resumo

O Armazenamento da lima ácida 'Tahiti' possibilita um aumento no período de comercialização dos frutos, no entanto, a perda da coloração verde da casca e a turgescência são os principais problemas. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi analisar o armazenamento de limas ácidas em diferentes temperaturas e condições de absorção de gases. Foram realizados dois experimentos: a) O ensaio do experimento 1 foi para definir a melhor temperatura de armazenamento, e, para isso utilizou-se as temperaturas de 5°C, 10°C, 15°C e 20°C. b) O ensaio do experimento 2 utilizou-se as temperaturas de 5°C e 20°C, com os tratamentos de: absorvedor de O<sub>2</sub>; absorvedor de CO<sub>2</sub> e Absorvedor de O<sub>2</sub> + absorvedor de CO<sub>2</sub>. Conclui-se que o tempo de armazenagem de 2 meses à 5°C foi o mais adequado, comprovado pelo experimento 2.

Palavras-chave: Pós-colheita, coloração, perdas

Tais Ebert Meiado\*

### Summary

The storage the acidic 'Tahiti' an increase in the period of commercialization of the fruits, however, the loss of the green coloration and mass loss is the main problem. Therefore, the objective of the present work was to analyze the storage in different temperature and absorption gas atmospheric conditions. Two experiments were carried out: a) The experiment 1 experiment was to define the best storage temperature, using temperatures of 5 ° C, 10 ° C, 15 ° C and 20 ° C. b) The experiment 2 was run at temperatures of 5 ° C and 20 ° C with O<sub>2</sub> absorber treatments; CO<sub>2</sub> absorber and O<sub>2</sub> absorber + CO<sub>2</sub> absorber. It is concluded that the storage time of 2 months at 5 ° C is the most adequate, as evidenced by experiment 2.

Keywords: Post-harvesting, coloring, losses

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 LIMA ÁCIDA ‘TAHITI’ .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.1 ASPECTOS DA LIMA ÁCIDA ‘TAHITI’ EM PÓS COLHEITA .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA MODIFICADA (AM) .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA CONTROLADA (AC) .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1 MECANISMO DE AÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.2 ETILENO - C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.3 OXIGÊNIO – O<sub>2</sub>.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.4 DIÓXIDO DE CARBONO - CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>14</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 EXPERIMENTO 1.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 EXPERIMENTO 2 .....</b>	<b>16</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 EXPERIMENTO 1.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 EXPERIMENTO 2 .....</b>	<b>20</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>27</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Porcentagem de podridões em lima ácida ‘Tahiti’ após 60 dias de armazenamento em diferentes temperaturas mais 7 dias de exposição a 20 °C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019..... 19
- Tabela 2 - Sólidos solúveis totais (°BRIX) em lima ácida ‘Tahiti’ após 60 dias de armazenamento mais 7 dias de exposição a 20 °C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019..... 19
- Tabela 3 - Porcentagem de acidez titulável em ácido cítrico de lima ácida ‘Tahiti’ após 60 dias de armazenamento em diferentes temperaturas mais 7 dias de exposição a 20 °C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019..... 20
- Tabela 4 - Médias das concentrações de gases em kPa dentro das embalagens experimentais de lima ácida ‘Tahiti’ após 120 dias de armazenamento. Laranjeiras do Sul, PR, 2019. .... 21
- Tabela 5 - Porcentagem de podridões em lima ácida ‘Tahiti’ após 120 dias de armazenamento em diferentes temperaturas mais 7 dias de exposição a 20 °C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019..... 25
- Tabela 6 - Porcentagem de acidez titulável em ácido cítrico de lima ácida ‘Tahiti’ após 120 dias de armazenamento em duas temperaturas. Laranjeiras do Sul, PR, 2019..... 25
- Tabela 7 - Sólidos solúveis totais (°BRIX) de lima ácida ‘Tahiti’, após 120 dias de armazenamento em duas temperaturas. Laranjeiras do Sul, PR, 2019..... 26

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Coloração de lima ácida ‘Tahiti’ após 120 dias de armazenamento mais 7 dias de exposição a 20 °C, em 2 temperaturas e diferentes absorvedores de gases. Laranjeiras do Sul, PR, 2019. ....22

Figura 2 - Taxa respiratória de lima ácida ‘Tahiti’ na entrada do armazenamento e após 120 dias nas temperaturas de 5°C e 20°C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019. ....23

## 1.Introdução

Limão é uma definição utilizada para frutas cítricas que contém grande quantidade de ácido. Nessa definição se enquadra os limões verdadeiros como 'Siciliano' (*Citrus Limon*), e as limas ácidas, nesta categoria entram as variedades o 'Tahiti' (*Citrus latifolia*) e o 'Galego' (*Citrus aurantifolia*) (CEAGESP, 2018). Dentre as várias espécies cítricas, o 'Tahiti' é considerado um dos mais precoces, iniciando sua produção a partir do segundo ano de plantio.

No Brasil, o 'Tahiti' é uma das cultivares dentre as espécies cítricas de maior importância comercial. Com uma produção anual de 1,2 milhões de toneladas, correspondendo à aproximadamente 8% da produção mundial de limões/lima ácida, ocupando o quinto lugar na produção mundial dessa fruta, superado pelo México, Índia, China e Argentina (FAO, 2019).

O Estado de São Paulo lidera a produção nacional contribuindo com quase 70% do total (AGRIANUAL, 2014). A CEAGESP revela que em 2018 deram entrada de 101.019 toneladas da fruta no Entrepasto Terminal São Paulo, provenientes principalmente das cidades paulistas. Em 2017, o Brasil colheu mais de 48 mil hectares de lima ácida 'Tahiti', o estado de São Paulo foi responsável por 25.869 ha. (IBGE, 2018).

A maior parte da produção nacional é comercializada sob a forma de fruta fresca, tanto no mercado interno quanto externo, e a demanda pelo produto é constante. A Europa (Países Baixo e Reino Unido) é o principal destino da lima ácida exportada pelo Brasil, representando aproximadamente 80% do total das exportações, (VITTI, 2009).

A sazonalidade de produção da fruta é influenciada pelas condições físico-climáticas, estações do ano, e, no caso específico dos produtos agrícolas, está relacionada, principalmente, aos períodos de safra e entressafra. A lima ácida 'Tahiti' tem sua colheita concentrada entre os meses de janeiro a julho, com isso, torna-se necessário o armazenamento da fruta em períodos de entressafra, (CARON 2010).

A atmosfera modificada (AM) é uma técnica utilizada no armazenamento de frutos. A utilização da AM resulta em benefícios na conservação da qualidade pós-colheita, com a redução da atividade respiratória e, por consequência, menor perda de água, retardo da degradação da clorofila, redução do desenvolvimento de podridões e

diminuição das transformações bioquímicas e fisiológica (CARON 2010). Em lima ácida, esta técnica não tem sido muito explorada, mas poderia trazer grandes benefícios ao produtor. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi analisar o armazenamento de limas ácidas em diferentes temperaturas e condições de absorção de gases.

## 2.Revisão de literatura

### 2.1 Lima ácida ‘Tahiti’

A lima ácida ‘Tahiti’, popularmente conhecida no Brasil como um limão, pertence à família *Rutaceae*, do gênero *Citrus*, e espécie *C.Latifolia Tanaka*. (CARON, 2010). Dentro do grupo das limas ácidas o limão ‘Tahiti’ se caracteriza por quase não ter sementes e pelo seu tamanho. A floração ocorre, principalmente, nos meses de setembro a outubro, ocorrendo praticamente o ano todo em plantios irrigados. Os frutos apresentam casca lisa, fina e de coloração esverdeada e, quando amadurecem, apresentam polpa succulenta com suco ácido, representando 50% do peso do fruto. Os frutos pesam entre 70 e 100g. O teor de ácido ascórbico do suco varia de 20 a 40 mg/100 ml, apresentam em média 8 °Brix de sólidos solúveis totais (CARON, 2010).

A colheita do ‘Tahiti’ deve ser realizada quando os frutos estiverem com a coloração verde-oliva, casca lisa e brilhante e com tamanho aproximado de 47 a 65 mm de diâmetro. A coloração verde-clara e opaca significa que a fruta está madura, não sendo recomendada para o comércio (EMBRAPA, 1998).

O período de safra varia de janeiro a junho. A produtividade do ‘Tahiti’ varia de acordo com o espaçamento da cultura e o porta-enxerto utilizado, conseguindo-se produtividades que variam de 6 a 21 ton/ha, com maior destinação ao consumo *In natura* (FIGUEIREDO et al, 2002).

A produção brasileira de lima ácida ‘Tahiti’ é a maior do mundo, porém sua exportação representa apenas 5%, isso ocorre por conta do consumo interno e da qualidade dos frutos brasileiros, além de muita oferta no período de safra (VITTI, 2009).

#### 2.1.1 Aspectos da lima ácida ‘Tahiti’ em pós colheita

Os citros são frutos não climatéricos, isso indica que apresentam reduzidas alterações fisiológicas e bioquímicas, em função da baixa atividade respiratória. No entanto, mudanças relacionadas com a perda de massa e coloração da casca são frequentes em função do processo de transpiração, (CARON, 2010).

Silva (1993), afirma que a transformação mais importante que ocorre é a degradação da clorofila, ocasionando a mudança de cor, de verde para amarelo por conta da degradação gradual de cloroplastos que contém carotenoides e clorofilas, para cromoplastos que não contém clorofilas.

A casca é caracterizada por duas partes: o exocarpo, a mais externa, designada como "flavedo", constituído pela epiderme e por uma camada de células glandulares de óleo, e o mesocarpo, constituído por uma camada de células esponjosas brancas denominada "albedo", que reveste externamente os gomos. (LASTE, HOSS, ANTONIAZZI, 2003). Os carotenóides, estão nos cloroplastos das células do Flavedo, e podem estar previamente presentes nos frutos verdes, ou serem sintetizados no mesmo momento em que ocorre a degradação da clorofila, (CARON, 2010).

A manutenção da coloração verde da casca dos frutos, e a turgescência são as características mais importantes no período pós-colheita, pois proporcionam a obtenção de melhores preços na comercialização dos frutos. Os frutos devem ser colhidos "maduros", apresentando coloração da casca esverdeada e armazenados à temperatura de 4-5°C e umidade relativa de 90-95%. Vale ressaltar que o aparecimento da coloração amarelada reduz a aceitação pelo mercado consumidor. (CARON, 2010).

## 2.2 Armazenamento em atmosfera modificada (AM)

A atmosfera modificada é uma técnica de pós colheita utilizada para atrasar o amadurecimento de frutos, é relativamente simples e de custo acessível. Ela parte do princípio de embalagem dos frutos, formando mini câmaras, onde a respiração do fruto é a responsável por diminuir a concentração de gases do ambiente, assim ocorre um baixa na taxa respiratória do fruto, diminuindo processos bioquímicos e fisiológicos, ocorrendo atrasos na maturação. (BRACKMANN, 2005)

## 2.3 Armazenamento em atmosfera controlada (AC)

A Atmosfera controlada é um método complementar ao armazenamento refrigerado. Esta união tem a função de provocar uma redução dos níveis de oxigênio entre 1kPa e 3 kPa, enquanto o gás carbônico é aumentado de 2 kPa a 20 kPa, e o etileno retirado ou inibido na atmosfera. Os níveis ideais, das concentrações de gases, na atmosfera a de armazenamento variam com a espécie a ser conservada, pois possuem atividade fisiológica com exigência mínima, (BRACKMANN, 2007).

Segundo Brackmann (2007), o armazenamento em atmosfera controlada foi descoberto em 1922 na Europa por Kidd e West, pesquisadores ingleses que desenvolveram a técnica com a finalidade de armazenar comercialmente por maior período as maçãs e as pêras.

No Brasil, a técnica passou a ser utilizada em 1982, em Fraiburgo, SC. Em meados de 2007 o país já possuía a capacidade de armazenar cerca de 500 mil toneladas de frutas, sendo a sua grande maioria maçãs. Em nível mundial, a utilização de atmosferas controladas se dá na sua grande maioria em contêineres, para transporte marítimo, principalmente para frutíferas como pêssego, maçã e caqui, além de flores e hortaliças. Quando se fala nessa técnica aplicada a grãos, usa-se mais comumente o termo “armazenamento com inertização da atmosfera” (BRACKMANN 2005).

### 2.3.1 Mecanismo de Ação

A atmosfera controlada (AC) consiste na integração de um ambiente refrigerado com a redução da concentração de  $O_2$  e o aumento da concentração de  $CO_2$ . Mathooko (1996) afirma que é difícil distinguir exatamente quais os eventos metabólicos são afetados pelas baixas concentrações de  $O_2$  e altas concentrações de  $CO_2$ .

Segundo Pinto, (2009) o órgão vegetal enquanto está na planta mantém um equilíbrio dinâmico com ambiente no qual se desenvolveu. Porém após a colheita ocorre uma modificação desse equilíbrio, devido ao decréscimo da concentração de oxigênio e aumento na concentração de dióxido de carbono decorrentes da respiração, alterando a concentração de gases nos tecidos.

De maneira geral, a redução das concentrações de  $O_2$  e o aumento das concentrações de  $CO_2$  diminuem o processo respiratório, a AC influencia não apenas na taxa respiratória, mas, também em outros mecanismos metabólicos dos frutos. No entanto, os frutos desenvolvem-se em atmosfera rica em  $O_2$  com baixos níveis de  $CO_2$ , mas essa atmosfera é separada da atmosfera interna do fruto pela cutícula e ceras epicuticulares que cobrem a epiderme e que, na maioria dos casos, constituem uma barreira efetiva contra as trocas de gases, interferindo na respiração. (PINTO, 2009)

O processo respiratório pós colheita, ocorre de forma que o fruto consome o oxigênio e libera o gás carbônico. Em fruto não climatéricos, como a lima ácida ‘Tahiti’, a taxa de respiração é consideravelmente otimizada na fase de pós colheita, já que

iniciasse a síntese auto catalítica de etileno, o que leva o fruto a maturação e, posteriormente, a senescência. (CARON, 2010)

Brackmann (2007) coloca que as condições ambientais que regulam a intensidade respiratória, e, por consequência, a conservação dos frutos, são: a temperatura, a umidade relativa, a concentração de oxigênio, gás carbônico e etileno.

Durante a respiração, ocorre trocas gasosas com o ar ambiente, sendo liberado o CO<sub>2</sub> e consumido o O<sub>2</sub>. Se o nível de O<sub>2</sub> for baixo, a combustão será incompleta e formará subprodutos, tais como álcoois e aldeídos que proporcionam sabor desagradável aos frutos. A quantidade de O<sub>2</sub> necessária para evitar a ocorrência de fermentação anaeróbica é determinada pela temperatura, taxa de respiração e sensibilidade dos tecidos as baixas concentrações de O<sub>2</sub>. (SILVA, 2008)

### 2.3.2 Etileno - C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

O etileno é um hormônio vegetal volátil produzido por praticamente todos os vegetais, que pode se difundir a partir de fontes endógenas e exógenas, biológicas e não biológicas, desempenhando um papel fundamental no amadurecimento e senescência dos frutos (VILAS BOAS, 2002). Nos processos fisiológicos das plantas, o etileno é o mais simples dos compostos orgânicos. Além de ser um produto natural do metabolismo das plantas, o etileno é produzido em todos os tecidos das plantas superiores e alguns microrganismos (KADER, 1992).

Em níveis críticos, o etileno proporciona trocas associadas ao metabolismo, ocasionando um aumento na taxa de respiração (BRICEÑO et al.,1999). Os sinais para essas respostas são intermediados por proteínas receptoras de etileno, localizadas na membrana celular. Devido aos efeitos diversos do etileno em grande número de espécies de plantas, muitos deles indesejáveis, há necessidade de controlar esses efeitos durante a fase de pós-colheita dos produtos (PEREIRA e BELTRAN, 2002).

Caron (2010) define o etileno como um gás inodoro que também pode ser produzido pela combustão parcial de combustíveis fósseis, além de ser produzido pelos frutos e pelas plantas. Sendo que 0,025 a 0,050 ppm de etileno já é suficiente para deixar uma lima ácida com a cor amarela.

A presença do etileno em ambientes de armazenamento e transporte compromete a qualidade de frutos, tanto climatéricos como não-climatéricos, por conduzi-los à

senescência (KADER, 1992). O etileno em frutos não climatéricos eleva a taxa respiratória do fruto, levando a uma falsa maturação por provocar um aumento no trabalho das clorofilase e oxidases que são encarregadas de fazerem a degradação da clorofila (SILVA, 2008).

### 2.3.3 Oxigênio – O<sub>2</sub>

A principal função do O<sub>2</sub> na respiração aeróbica é comoceptor final de elétrons. Na respiração, em geral, a citocromo oxidase, uma enzima com enorme afinidade por oxigênio que possui km possivelmente inferior a 0,1% de O<sub>2</sub>, é a enzima que transfere os elétrons para o oxigênio molecular (CALBO, et al 2007).

Níveis baixos de oxigênio reduzem drasticamente a atividade da enzima citocromo-oxidase, que usa o oxigênio molecular na cadeia transportadora de elétrons. Além disso, o oxigênio molecular é necessário para a síntese do etileno. Os efeitos da baixa concentração de oxigênio na redução do amadurecimento têm início quando atinge cerca de 5%, alcançando resultados mais significativos em concentrações abaixo de 3% e abaixo de 1%; nesse último caso, é usada para períodos prolongados, podendo, entretanto resultar em acúmulos de etanol, ácido acético e acetato de etila, devido à respiração anaeróbica, o que confere ao fruto sabor fermentado e pode causar o escurecimento do tecido da polpa (BRACKMANN, 2007).

Calbo, et al (2007) coloca ainda que outra causa menor de redução na taxa de respiração é a presença de diversas outras oxidases como AAC oxidase e polifenoloxidase que também consomem O<sub>2</sub>, porém com uma afinidade muito menor do que a oxidase final da respiração, a citocromo oxidase.

### 2.3.4 Dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>

O gás carbônico pode também gerar danos aos tecidos dos frutos, quando seu acúmulo for excessivo. A tolerância varia com a cultivar. Por exemplo, a maçã gala tolera 3% de concentração, enquanto que a cultivar Fuji pode sofrer danos, em determinados anos, a partir de 0,8% de CO<sub>2</sub>. A tolerância ao CO<sub>2</sub> também varia de acordo com a espécie. Pequenos frutos geralmente toleram altas concentrações, como o morango, que se conserva bem entre 15% e 20% de CO<sub>2</sub>. Deve-se considerar que baixos teores de oxigênio e altos de CO<sub>2</sub> têm efeitos sinérgicos. Isso significa que, em concentrações baixas de O<sub>2</sub>,

os efeitos de CO<sub>2</sub> alto são maiores do que em concentrações normais de O<sub>2</sub> (BRACKMANN, 2007).

Reduções de taxa de respiração causadas por concentrações de CO<sub>2</sub> elevadas (>1%), que são observados, principalmente em frutos climatéricos, porém também ocorre em frutos não climatéricos, pode também ser explicado pelo efeito sobre a ação do etileno, tendo-se em vista que em concentrações elevadas o CO<sub>2</sub> causa inibição competitiva da ação biológica do etileno. Assim, parte da redução da taxa de respiração pode estar associada a atraso no amadurecimento e a um efeito análogo a reduzir a concentração de etileno no ambiente o que sabidamente causa redução na taxa de respiração (CALBO et al, 2007).

A baixa temperatura e atmosfera controlada, com baixo nível de oxigênio e alto nível de dióxido de carbono, causam redução da produção e ação do etileno, bem como retardam a maturação e a deterioração dos frutos após a colheita (ARGENTA, 2000)

### 3. Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de pós colheita da Universidade Federal da Fronteira Sul, no campus de Laranjeiras do Sul, situado na Rodovia BR 158 - Km 405, CEP 85301-970, Laranjeiras do Sul, Paraná, durante o período de março de 2018 a dezembro de 2018. Foram utilizadas lima ácida 'Tahiti', provenientes de um pomar comercial da região noroeste do Paraná, do município de São Jorge do Patrocínio, localizada a uma Latitude: 23° 45' 43" S, Longitude: 53° 52' 44" W e Altitude: 274m (IBGE, 2010), com clima classificado como Cfa pelo IAPAR, que segundo a Embrapa, significa Clima subtropical, com verão quente.

Imediatamente após a colheita, os frutos foram transportados para o laboratório e submetidos a um processo de classificação, excluindo-se frutos com algum defeito ou lesão. Em seguida foi realizada uma homogeneização das amostras experimentais e aplicados os tratamentos. Para o experimento 1 utilizou-se frutos colhidos na dada de 7 de abril de 2018, sendo estes frutos de safra. Para o experimento 2, utilizou-se frutos colhidos na data de 9 de agosto de 2018, sendo estes frutos de entressafra.

### 3.1 Experimento 1

No experimento 1, o ensaio foi realizado com delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 repetições de 10 frutos cada. Os tratamentos avaliados foram: 5°C, 10°C, 15°C e 20°C. Os frutos de todos os tratamentos foram armazenados dentro de embalagens de polietileno de baixa densidade (30  $\mu$ ) durante 60 dias. As embalagens foram vedadas com abraçadeiras, em seguida, acondicionadas dentro de toneis com volume de 30 litros. Os tonéis foram acondicionados no interior de sala climatizada com as temperaturas a serem testadas. O controle da temperatura foi realizado por meio de termostatos eletrônicos e determinados diariamente por meio de termômetro de bulbo de mercúrio, com precisão de  $\pm 0,1$  °C, inseridos na polpa do fruto.

A realização das análises de qualidade da lima ácida ‘Tahiti’ foram em três situações: a) no momento da instalação do experimento, para conhecer e caracterizar o estágio de maturação dos frutos no momento da colheita; b) após 60 dias de armazenamento e c) após 60 dias de armazenamento mais 7 dias na temperatura de 20°C, para simulação do período de comercialização. Foram analisados os seguintes parâmetros: a) Perda de massa fresca: determinada pela diferença de peso dos frutos no início e no final do armazenamento, expresso em %. b) Sólidos solúveis totais (SST): determinada com refratômetro de bancada com correção de temperatura, sendo os dados expressos em °BRIX; c) Acidez titulável: Determinada pela titulação com NaOH 0,1 N, de uma solução contendo 10 ml de suco diluído em 100 ml de água destilada, até atingir pH de 8,1, sendo os valores expressos em %, considerando o ácido principal (ácido cítrico); d) Podridões: determinadas pela contagem de número de frutos que apresentavam lesões causadas por fungos, sendo os dados expressos em %; e) Dano por frio: Realizado contagem dos frutos que apresentavam cicatrizes superficiais escurecidas

Os dados foram submetidos a análise de variância em nível de probabilidade de 5% de erro, e aqueles expressos em % foram transformados pela fórmula  $\arcsen[(0,5+x)/100]^{1/2}$ , antes do teste f. As médias foram comparadas pelo teste de tuckey. Para todos os cálculos foi utilizado o software estatístico R (R Core Team, 2018).

### 3.2 Experimento 2

No experimento 2, considerou-se os resultados obtidos no experimento 1. Assim o ensaio do experimento 2, foi realizado com delineamento experimental inteiramente

casualizado, com 4 repetições, sendo as unidades experimentais compostas por 15 frutos e os tratamentos arranjados em esquema bi-fatorial.

Os tratamentos avaliados originaram-se da combinação de duas temperaturas (5 °C e 20 °C) e 4 condições de armazenamento com: a) 20,8 kPa de O<sub>2</sub> + 0,04 kPa de CO<sub>2</sub> (Atmosfera normal); b) Absorvedor de O<sub>2</sub> (é um composto químico em pó, a base de óxido de ferro e Zeolite); c) Absorvedor de CO<sub>2</sub> e d) Absorvedor de O<sub>2</sub> + absorvedor de CO<sub>2</sub>.

Os frutos de todos os tratamentos foram armazenados dentro de embalagens de polietileno de baixa densidade (30 µ) durante 120 dias. As embalagens antes de serem vedadas com abraçadeiras, foi inserido os absorvedores de gases. Para absorver o O<sub>2</sub> foi utilizado um sachê, por embalagem, do produto comercial denominado Deoxidizer. Já, para absorver o CO<sub>2</sub> foi utilizado 10g de cal por embalagem. Em seguida, as embalagens contendo os frutos e os absorvedores devidamente vedadas foram acondicionadas dentro de toneis com volume de 30 litros. Os tonéis foram acondicionados no interior de ambiente climatizado com as temperaturas a serem testadas. O controle da temperatura foi realizado por meio de termostatos eletrônicos e determinados diariamente por meio de termômetro de bulbo de mercúrio, com precisão de 0,1 °C, inseridos na polpa do fruto.

A realização das análises de qualidade da lima ácida ‘Tahiti’ foram em três situações: a) no momento da instalação do experimento, para conhecer e caracterizar o estágio de maturação dos frutos no momento da colheita; b) após 120 dias de armazenamento e c) após 120 dias de armazenamento mais 7 dias na temperatura de 20°C, para simulação do período de comercialização. Foram analisados os seguintes parâmetros: a) Coloração (Análise subjetiva): Foi determinado através dos seguintes índices: 1= verde escuro; 2= verde claro e 3 = amarelo. O índice médio foi calculado através da soma dos produtos do número de frutos, pelo seu respectivo nível de coloração, dividido pelo número total de frutos da amostra. b) Sólidos solúveis totais (SST): determinada com refratômetro de bancada com correção de temperatura, sendo os dados expressos em °BRIX; c) Acidez titulável: Determinada pela titulação com NaOH 0,1 N, de uma solução contendo 10 ml de suco diluído em 100 ml de água destilada, até atingir pH de 8,1, sendo os valores expressos em %, considerando o ácido principal (ácido cítrico); d) Podridões: determinadas pela contagem de número de frutos que apresentavam lesões causadas por fungos, sendo os dados expressos em %; e) Taxa respiratória: foi determinada através do acondicionamento de aproximadamente 1000g de

frutos no interior de um recipiente com volume de 5000ml, hermeticamente fechado durante aproximadamente 3 horas; f) Dano por frio: Realizado contagem dos frutos que apresentavam cicatrizes superficiais escurecidas. Transcorrido este período o acúmulo do CO<sub>2</sub> no interior do recipiente foi determinada através de um analisador de gases modelo Chemist 900 Industrial emissions analyzer, da Seitron Innovation Technology. A partir da concentração de CO<sub>2</sub> determinada pelo analisador, do espaço livre do recipiente, do peso dos frutos e do tempo de fechamento, calculou-se a respiração em ml CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos a análise de variância em nível de probabilidade de 5% de erro, e aqueles expressos em % foram transformados pela fórmula  $\arcsen[(0,5+x)/100]^{1/2}$ , antes do teste f. As médias foram comparadas pelo teste de tuckey. Para todos os cálculos foi utilizado o software estatístico R (R Core Team, 2018).

#### 4. Resultados e Discussão

##### 4.1 Experimento 1

Antes de submeter ao armazenamento, foi realizado uma análise para determinação do estágio de maturação dos frutos. Estes apresentavam acidez de 7,69 % em ácido cítrico, SST 8,03 em °Brix, e peso médio de 954g por repetição de 10 frutos. A análise inicial é importante na identificação do padrão normal para o armazenamento dos frutos, sendo modificado com a utilização de diferentes temperaturas.

Após 60 dias de armazenamento, na perda de massa fresca e dano pelo frio, não houve diferença estatística entre os tratamentos, apresentando menos de 1% de perdas. Segundo Brackmann (2005) a perda de massa fresca, dentre os diversos fatores, o processo transpiratório é o principal, já que, se for muito intenso, pode ocasionar desidratação do fruto, levando a um murchamento e posteriormente a perda da qualidade. Assim, os tratamentos aplicado aos frutos não ocasionaram grande interferência no processo de aceleração da transpiração.

A incidência de podridão (tabela 1), após 60 dias de armazenamento mais 7 dias de exposição a 20°C, foi menor nos frutos submetidos ao tratamento de 5°C e maior a 20°C, diferindo significativamente. A maior ocorrência de podridão a 20°C foi devido ao incremento dos processos biológicos, deixando a epiderme mais susceptível ao ataque de patógenos. Diante disso, possivelmente a temperatura de 5°C reduz a velocidade da maturação e a degradação da parede celular evitando a ocorrência de podridões. Além

disso, a utilização de 5°C pode evitar a aplicação de métodos mais onerosos aos produtores, por exemplo, fungicidas.

Tabela 1- Porcentagem de podridões em lima ácida ‘Tahiti’ após 60 dias de armazenamento em diferentes temperaturas mais 7 dias de exposição a 20 °C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

Temperaturas	% de podridão
5 °C	6,67 b*
10 °C	13,33 b
15 °C	21,67 ab
20 °C	68,33 a
C.V.	43,70%

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

O teor de sólidos solúveis totais (Tabela 2), nos frutos, apresentaram uma leve redução quando comparado ao início do armazenamento, devido em parte ao processo de respiração. Já, após 60 dias de armazenamento na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C não houve diferença estatística entre os tratamentos. Esse período de armazenamento não foi determinante para consumo de sólidos solúveis dos frutos. Possivelmente, a intensidade respiratória foi baixa, em todos os frutos submetidos as diferentes temperaturas. Isso ocorreu, em função das características da lima ácida ‘Tahiti’, ou seja, não climatérica.

Tabela 2 - Sólidos solúveis totais (°BRIX) em lima ácida ‘Tahiti’ após 60 dias de armazenamento mais 7 dias de exposição a 20 °C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

Temperatura	Saída da câmara	7 dias a 20°C
5 °C	7,02 ns*	7,75 ns*
10 °C	7,91	7,58
15 °C	7,92	8,00
20 °C	7,33	7,58
C.V.	7,32%	3,87%

\*Não Significativo

A acidez titulável dos frutos (Tabela 3), foi maior naqueles submetidos ao tratamento de 5°C e menor a 20°C, diferindo estatisticamente entre si. Esse resultado,

mostra menor utilização dos ácidos, nos processos metabólicos, pelos frutos submetidos a temperatura de 5°C. Segundo Kays (1991), após a colheita e durante o armazenamento, a concentração de ácidos orgânicos tem a tendência de diminuir na maioria dos frutos, em decorrência da utilização desses ácidos como substrato respiratório e como esqueletos de carbono para a síntese de novos compostos. A redução nos teores de acidez titulável é esperada durante o armazenamento de citros, afinal seus ácidos são utilizados para a produção de energia e, eventualmente, para a fermentação alcoólica (LATADO et al., 2008). Embora Viana (2010) reportem não existirem perdas ou ocorrer poucas perdas, estudos comprovam que há perdas desde o momento em que ocorre o fenômeno de polarização de concentração no processo.

Tabela 3 - Porcentagem de acidez titulável em ácido cítrico de lima ácida ‘Tahiti’ após 60 dias de armazenamento em diferentes temperaturas mais 7 dias de exposição a 20 °C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

Temperatura	Saída da câmara	7 dias a 20°C
5 °C	6,86 a*	7,01 a*
10 °C	6,16 ab	7,5 a
15 °C	6,95 a	6,28 b
20 °C	5,42 b	5,66 c
C.V.	9,61%	4,81%

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

A acidez das frutas diminuiu durante o armazenamento. Chitarra & Chitarra, (1990) descreve que esse decréscimo na ATT é decorrente do metabolismo respiratório, que, após a colheita continua ocorrendo, fazendo com que vários substratos sejam utilizados no ciclo de Krebs, como forma de geração de energia para a manutenção dos processos vitais das frutas.

#### 4.2 Experimento 2

Conforme o ensaio anterior, neste experimento também foi realizado uma análise inicial para determinação do estágio de maturação dos frutos. Estes apresentavam acidez de 6,32 % em ácido cítrico, SST 9,02 em °Brix, peso médio de 1461g por repetição de 15 frutos; coloração padronizada na escala 1, e respiração média de 2,89 ml de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Após 120 dias de conservação, da lima ácida ‘Tahiti’, a concentração do O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Tabela 4) dentro das embalagens de armazenamento alteraram-se significativamente. Visto que,

a atmosfera inicial de O<sub>2</sub> considerada foi de 20,94 kPa, e CO<sub>2</sub> de 0,004 kPa segundo o analisador de gases utilizado. Apesar das variações de gases dentro das unidades de armazenamento ter significância estatística entre si, essa variação não foi atribuída aos tratamentos utilizados, mais sim ao processo de respiração do fruto.

Tabela 4 - Médias das concentrações de gases em kPa dentro das embalagens experimentais de lima ácida ‘Tahiti’ após 120 dias de armazenamento. Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

Tratamentos	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
5°C	16,64 a*	2,16 b*
20°C	15,21 b	3,16 a
C.V.	11,46%	36,14%

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Ao término do armazenamento observou-se a perda da cor verde da epiderme da fruta (figura 1), essa perda foi maior em todos os tratamentos submetidos ao armazenamento de 20°C, se caracterizando na escala 3. Os tratamentos submetidos ao armazenamento de 5°C, também perderam coloração, porém se mantiveram na escala 2.



Figura 1 - Coloração de lima ácida 'Tahiti' após 120 dias de armazenamento mais 7 dias de exposição a 20 °C, em 2 temperaturas e diferentes absorvedores de gases. Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

Não se constatou influência dos absorvedores em função da cor dos frutos, visto que dentro de suas respectivas temperaturas de armazenagem, os tratamentos não se diferenciaram entre si.

Os frutos cítricos não possuem mecanismo de amadurecimento bem definido, o processo é gradual, e por isso, são denominados de não-climatéricos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Na pós colheita de citros, em condições de normalidade, com o decorrer do tempo a atividade da clorofilase aumenta, promovendo a degradação da clorofila, e a síntese de carotenoides, e, portanto, ocorre a mudança da coloração dos frutos da cor verde para alaranjada-amarelada (CASAS. et al, 1989). A partir disso, podemos afirmar que as temperaturas em que os tratamentos foram submetidos afetou diretamente a atuação da enzima clorofilase, os frutos submetidos ao armazenamento de 20°C tiveram a maior parte suas reservas de clorofila transformadas em carotenoides, substituindo as trocas químicas de amadurecimento, pois os processos bioquímicos de degradação da clorofila é o início do processo de senescência dos frutos, (PANTASTICO, 1975).

A taxa respiratória dos frutos apresentou diferentes comportamentos, durante os 7 dias de exposição a 20°C (Figura 2), na entrada do armazenamento e após a conservação nas temperaturas de 5°C e 20°C. A respiração dos frutos na entrada do armazenamento (Figura 2) não apresentou grandes oscilações. Já, após 120 dias de armazenamento a 5°C mais 7 dias a 20°C pode-se observar um pico respiratório no 6º dia. Quando, observa-se o comportamento respiratório dos frutos submetidos na temperatura de 20°C mais 7 dias de exposição na mesma temperatura, nota-se uma redução do primeiro ao terceiro dia e um forte incremento até o sexto dia. Além disso, quando comparado a taxa respiratória na entrada do armazenamento, a 5°C e 20°C (Figura 2) é possível afirmar, com diferença estatística, que os frutos submetidos na temperatura de 5°C apresentavam maior produção de CO<sub>2</sub> durante todos os 7 dias.

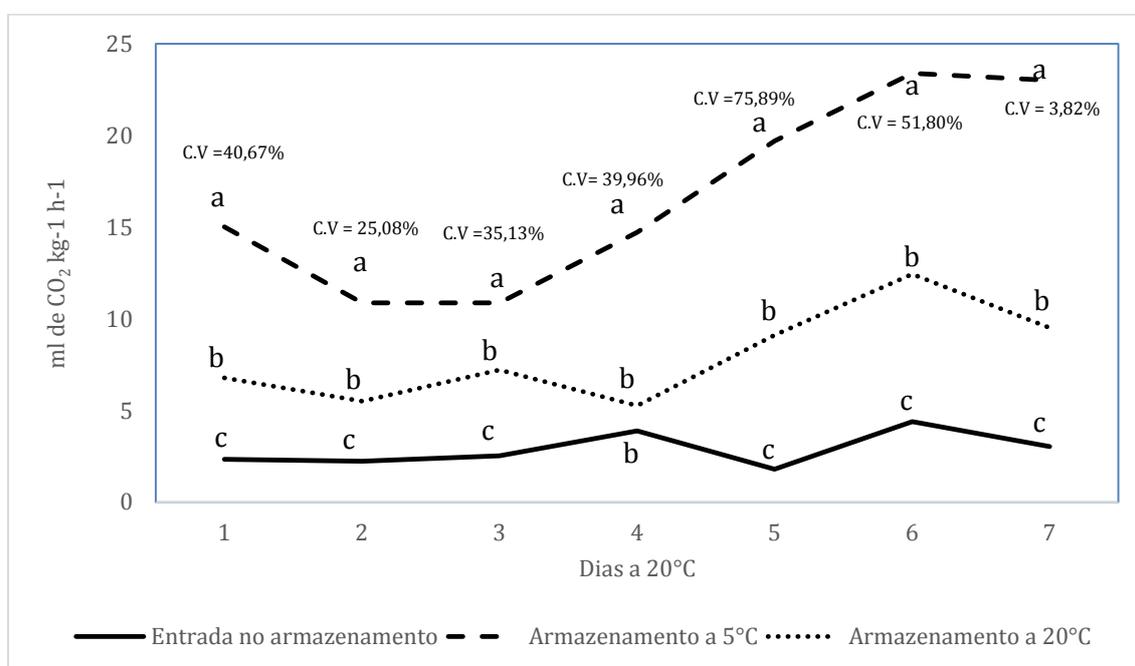


Figura 2 - Taxa respiratória de lima ácida 'Tahiti' na entrada do armazenamento e após 120 dias nas temperaturas de 5°C e 20°C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

A capacidade de armazenamento dos frutos depende de várias reações metabólicas moduladas por temperatura, transpiração e a concentração de gases na atmosfera, como CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e etileno, sendo a respiração o principal processo fisiológico envolvido na pós-colheita. Quando a temperatura é aumentada, ocorre uma alta na taxa de respiração, provocando uma redução da vida de prateleira do fruto, conciliável com os efeitos da temperatura sobre a respiração. Em geral o armazenamento em AC, causa reduções de longo prazo na taxa de respiração, consequentemente provocam aumento na

vida útil de pós-colheita. Porém, quando o fruto volta a atmosfera normal, a tendência é elevar a taxa respiratória até atingir seu pico respiratório, (EMBRAPA, 2007).

Tendo em vista que o tratamento de 20°C teve uma maior atividade respiratória se comparado a quantidade de O<sub>2</sub> consumido e CO<sub>2</sub> gerado, pode atribuir essa alta a temperatura em que se encontrava, esta é considerada temperatura mais próxima da condição real atmosférica, portanto ele se manteve próximo da respiração base, ao fim da armazenagem vemos na figura 2 que essa temperatura teve seu pico aumentado, isso pode ser atribuído ao estado avançado de maturação que o fruto se encontrava. Enquanto que nos tratamentos de 5°C, o consumo de O<sub>2</sub> e liberação de CO<sub>2</sub> foi menor, devido a temperatura que estavam seus processos metabólicos tiveram sua atividade diminuída, quando voltam a atmosfera normal, tem-se uma alta atividade metabólica, em temperatura maior, se torna mais fácil sua respiração.

O aumento na taxa respiratória na temperatura de 5 °C possivelmente foi interferido pelo desenvolvimento do ‘chiling’, uma injúria causada pelo frio, que ocorreu apenas nessa temperatura, sendo ele porta de entrada de severas podridões ocorridas após a saída do armazenamento. Shewfelt (1993), discorre que a principal causa de ‘chiling’ em frutas é através do dano nas membranas celulares. Danos na membrana causam uma cadeia de reações secundárias, que podem incluir produção de etileno, aumento da respiração, acúmulo de compostos tóxicos e alteração da estrutura celular. A detecção e o diagnóstico desse dano são difíceis, uma vez que os produtos costumam ter um aspecto saudável quando removidos da temperatura de resfriamento, e os sintomas ocorrem quando eles retornam a temperaturas mais altas (WANG, 1993).

É possível observar que a maior porcentagem de frutos com incidência de podridões foram naqueles submetidos a 5°C (Tabela 5). Kluge (2003) afirma que longos períodos de temperaturas abaixo de 8°C induzem o aparecimento de ‘chiling’ em frutos, caracterizados por danos superficiais e um aumento na incidência de podridões.

Tabela 5 - Porcentagem de podridões em lima ácida ‘Tahiti’ após 120 dias de armazenamento em diferentes temperaturas mais 7 dias de exposição a 20 °C. Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

Tratamentos	Temperaturas	
	5°C	20°C
Testemunha	83,33 ns*	21,67 ns*
Absorvedor de O <sub>2</sub>	76,67	41,67
Absorvedor de CO <sub>2</sub>	63,33	23,33
Absorvedor de O <sub>2</sub> + absorvedor de CO <sub>2</sub>	41,67	26,67
C.V.	36,27%	77,78%

\*Não significativo (ns)

Analisando a acidez titulável, verificou-se que não ocorreu diferenciação entre os tratamentos, na temperatura de 5° houve uma queda no conteúdo de ATT, sugerindo uma utilização do conteúdo de ácidos orgânicos pelo fruto, (Tabela 6).

Tabela 6 - Porcentagem de acidez titulável em ácido cítrico de lima ácida ‘Tahiti’ após 120 dias de armazenamento em duas temperaturas. Laranjeiras do Sul, PR, 2019

Tratamentos	Temperaturas	
	5°C	20°C
Testemunha	4,33 ns*	7,01 ns*
Absorvedor de O <sub>2</sub>	4,69	5,85
Absorvedor de CO <sub>2</sub>	4,46	6,32
Absorvedor de O <sub>2</sub> + absorvedor de CO <sub>2</sub>	4,87	6,53
C.V.	8,08%	12,34%

\*Não significativo (ns)

A instabilidade encontrada no teor de ATT na temperatura de 20 °C, está ligada ao maior conteúdo sólidos solúveis que são utilizados como substrato na taxa respiratória dos frutos, (VALE, 2005).

Não houve diferenciação estatística no teores de sólidos solúveis totais (Tabela 7). Os frutos submetidos a 20°C apresentaram maiores valores de sólidos solúveis, em comparação aos frutos submetidos a 5°C. Este fato pode estar relacionado à perda de umidade dos frutos durante o período de armazenamento, com isso, é possível verificar concentração dos sólidos solúveis, (TUCKER, 1993 APUD MALGARIM, 2008).

Tabela 7 - Sólidos solúveis totais (°BRIX) de lima ácida ‘Tahiti’, após 120 dias de armazenamento em duas temperaturas. Laranjeiras do Sul, PR, 2019.

Tratamentos	Temperaturas	
	5°C	20°C
Testemunha	6,62 ns*	8,00 ns*
Absorvedor de O <sub>2</sub>	6,87	7,68
Absorvedor de CO <sub>2</sub>	6,75	7,53
Absorvedor de O <sub>2</sub> + absorvedor de CO <sub>2</sub>	6,86	7,96
C.V.	8,9%	5,8%

\*Não significativo (ns)

Essa queda no teor de sólidos solúveis verificada no armazenamento a 5°C é explicado por Holland (1998), que descreve que quando os frutos cítricos são submetidos a baixas temperaturas, ocorre uma concentração de açúcares no suco e no flavedo do fruto, sendo principalmente frutose, glicose e sacarose, a partir desses açúcares, estes são utilizados para a manutenção da atividade respiratória.

## 5. Conclusões

A lima ácida ‘Tahiti’ colhida na safra (07/04/2018) e na entressafra (09/08/2018) apresenta comportamentos diferentes durante o período pós-colheita.

A lima ácida ‘Tahiti’ colhida na entressafra apresenta ‘chiling’ na temperatura de 5°C, diferentemente dos frutos da safra.

Para os frutos colhidos na safra pode-se armazenar na temperatura de 5°C por 60 dias mais 7 dias de exposição a 20°C, pois reduziu a podridão não interferindo nos sólidos solúveis totais.

Os frutos colhidos na entre safra não devem ser armazenado a 5°C por longos períodos. Além disso, a utilização de absorvedores de oxigênio e dióxido de carbono, na atmosfera modificada, não se mostrou eficiente.

## 6. Referências

AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2014.

ARGENTA, L. C. Conservação da qualidade e respostas fisiológicas de caqui ao inibidor da ação do etileno 1-MCP. Caçador: EMATER-SC. Estação Experimental de Caçador, 2000, Relatório técnico apresentado a Rohm and Haas Co.

BRACKMANN, Auri. Armazenamento Em Atmosfera Modificada E Controlada De Banana Prata Com Absorção De Etileno; revista Cultivar Hortaliças e Frutas, de fevereiro/março de 2005.

BRACKMANN, Auri. Galpão refrigerado com controle de atmosfera; Ceagesp, SP, 2005

BRACKMANN, Auri. Uso da atmosfera controlada é recente no Brasil, revista visão agrícola nº 7 pg.50, jun 2007.

BRICEÑO, S.; ZAMBRANO, J.; CASTELLANOS, E. Retardo en la maduración de frutos de mango cv. 'Kentt' y 'Palmer' mediante la mezcla vermúlita – KMnO<sub>4</sub> y silicagel KMnO<sub>4</sub>. Agronomia Tropical, Maracay, v. 49, n. 1, p. 41-49, 1999.

CASAS, A.; LLACÉR, J. El color de los frutos cítricos. III.Modificación del color mediante tratamientos pre-recolección. Revista de Agroquímica y Tecnología de alimentos, Valencia, v.29,n.2, p. 173-190, 1989.

CARON, Vanessa Cristina, Conservação refrigerada de lima ácida "Tahiti" em combinação com atmosfera modificada, ácido giberélico e permanganato de potássio, Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, defesa em 02/02/2010.

CALBO, A. G.; MORETTI,C. L.; HENZ, G, P. Comunicado Técnico 46, Respiração de frutas e hortaliças, EMBRAPA, Brasília, 2007.

CEAGESP, Conheça os benefícios do limão 'Tahiti', o produto da semana, notícia publicada em 6/3/2018, disponível em <http://www.ceagesp.gov.br/produtos/limao/> acessado em 08/05/2018 às 08:52

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.293p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

EMBRAPA, Clima, Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm> acessado em: 27/03/2019 às 09:51.

EMBRAPA, A cultura do Limão Tahiti, Coleção plantar, 21 edição revista e aumentada Serviço de Produção de Informação. SPI Brasília. DF 1998.

EMBRAPA, Respiração de Frutas e Hortaliças, Comunicado técnico, Brasília, DF, novembro de 2007 disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103079/1/cot-46.pdf> acessado em 08/05 /2019.

FAO. [Produtividade por país]. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 23 maio. 2019.

FIGUEIREDO, J. O. et al, Porta-enxertos para a lima ácida-‘tahiti’ na região de bebedouro, SP. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 155-159, abril 2002.

HOLLAND N. Metabolismo de carboidratos e a tolerância de frutos cítricos a baixas temperaturas. Tese de doutorado- Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. 173p-1998

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas sobre produção agrícola municipal. [2018]. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)> Acesso em: 23 maio. 2019.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR, disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2533> acessado em 27/03/2019 às 09:47.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/sao-jorge-do-patrocínio/panorama> Acessado em 26/03/2019 às 11:30.

KAYS, S.J. Postharvest physiology of perishable plant products. New York:: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532p

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. Post harvest of technology horticulture crops. Davis: University of California. Division of Agriculture and Natural Resources, 1992. 296 p. (Publication, 3311).

KLUGE, R. A. Intermittent warming of 'Tahiti' lime to prevent chilling injury during cold storage. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)* vol.60 no.4 Piracicaba Oct./Dec. 2003

LASTE, G.D; HOSS. L; ANTONIAZZI. S, Características botânicas da Laranja, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/mpfruta/laranja/mp\\_caractbt.htm](http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/mpfruta/laranja/mp_caractbt.htm) acessado em 13/10/2017 às 14:46.

LATADO, R. R.; TOGNATO, P. C.; SILVA-STENICO, M. E.; NASCIMENTO, L. M.; SANTOS, P. C. Acúmulo de Antocianinas e Características Físicas e Químicas de Frutos de Laranjas Sanguíneas Durante o Armazenamento a Frio. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 30, n. 3, p. 604-610, 2008.

MALGARIM, M. B et al. Qualidade pós-colheita de citros „Nova“ em diferentes períodos de armazenamento e comercialização, *Revista Brasileira Agrociência, Pelotas*, v.14, n.1, p.19-23, jan-mar, 2008

MAHOOKO, F.M. Regulation of ethylene biosynthesis in higher plants by carbon dioxide. *Postharvest Biology and Technology, Amsterdam*, v.7, n 1-2, pg1-26, jan 1996.

PANTASTICO, E. R. B. Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. WestPort: Avi, 1975. 560p.

PEREIRA, W. S. P.; BELTRAN, A. Mecanismos de ação e uso de 1-MCP – bloqueador da ação de etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIM L. (Ed.). *Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas*. Viçosa: UFV, 2002. p.31-42.

PINTO, JOSUEL ALFREDO VILELA, Amadurecimento de caqui 'Fuyu' em função da exposição ao frio, atmosfera controlada e 1-MCP. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2009.

R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SHEWFELT, R.L. Stress physiology: a cellular approach to quality. In: SHEWFELT, R.L.; PRUSSIA, S.E. (Ed.) *Postharvest handling: a systems approach*. New York: Academic Press, 1993. p.257-276.

SILVA, J. S.; FINGER, F.L.; CORREA, C.C. Armazenamento de frutas e hortaliças, Capítulo 18, livro secagem e armazenagem de produtos agrícolas, Viçosa-MG,2008 disponível em <ftp://ftp.ufv.br/dea/poscolheita/Livro%20secagem%20e%20armazenagem%20de%20produtos%20agr%EDcolas%202009/Cap%EDtulo%2018.pdf> acessado em 04/06/2018 às 15:16

SILVA, S.M. Conservação pós colheita de limão “tahiti” (*Citrus latifolia tanaka*): Uso de choque frio, atmosfera modificada e refrigeração: aplicação de modelagem matemática. 1993. 125. Dissertação (mestrado em ciências dos alimentos) - escola superior de agricultura de Lavras, 1993

VALE, A. A. S. et al. Alterações Químicas, Físicas e Físico-Químicas Da Tangerina Ponkan (*Citrus Reticulata Blanco*) Durante o Armazenamento Refrigerado, Universidade Federal de Lavras/UFLA, 2005

VIANA, DANIELA SOARES. Lima ácida (*Citrus latifolia*, Tanaka), cv. Tahiti, de cultivos convencional e orgânico biodinâmico: avaliação da capacidade antioxidante dos sucos in natura e clarificados por membranas de microfiltração. Universidade Federal Do Rio De Janeiro, 2010

VILAS BOAS, E. V. B. Frutos climatéricos e não climatéricos: implicações na pós colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2., 2002, Lavras, Anais.Lavras: UFLA, 2002b. p. 9-23.

VITTI, P. Análise da competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas no mercado internacional. 2009. Dissertação (mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

WANG, C.Y. Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables. Horticultural Review, v.15, p.63-95, 1993.