



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônômica



LEONARDO DA SILVA GUILMO

**Qualidade físico-química e armazenamento pós-colheita de frutos
de genótipos de lima ácida Tahiti**

ARARAS - 2022



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



LEONARDO DA SILVA GUILMO

**Qualidade físico-química e armazenamento pós-colheita de frutos
de genótipos de lima ácida Tahiti**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Patrícia Marlucci da Conceição

ARARAS – 2022

**Dedico este trabalho aos meus pais Adriana
e Paulo.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de São Carlos/UFSCAR e ao Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, por todo conhecimento, espaço e orientação durante o período de graduação e estágio.

Agradeço ao Dr. Fernando Alves de Azevedo, pesquisador do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, pela oportunidade e confiança depositada, além do suporte para a realização deste trabalho e por outros realizados durante a graduação.

Grato a Prof^a Dr^a Patrícia Marlucci da Conceição pela orientação durante todo o estágio, em trabalhos passados e nesta monografia.

Agradeço ao Dr. Rodrigo Ferreira pelo conhecimento e ensinamentos oferecidos ao longo do trabalho.

Grato ao Grupo de Desenvolvimento em Citros/GD Citros e todos que fazem parte, pelos quase 4 anos de participação, realizando trabalhos de grande relevância e por todos os conhecimentos adquiridos.

Agradeço aos meus pais, Paulo e Adriana, meu irmão, Paulo Jr. e avô, Sebastião, que fizeram parte de toda minha graduação, com apoios, conselhos e todo aprendizado, que auxiliaram neste momento fundamental da minha vida.

Agradeço a minha companheira e parceira de todos os momentos, Luana, que me apoiou e me incentivou todos os dias, oferecendo amor, lealdade e integridade durante essa etapa de grande relevância.

Agradeço a gloriosa república Bóia Fria, lugar que vivi os melhores anos da minha vida, tornou-me homem e criei grandes responsabilidades, além de amigos para toda a vida, sendo uma nova família.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

A citricultura brasileira está entre as maiores do mundo, com mercado consolidado e em ascensão, com isso, a procura por frutas com qualidade para mercado interno e, principalmente, para exportação, tem sido cada vez maior. No BAG Citros IAC existem 23 acessos de lima ácida (*Citrus latifolia*), a espécie tem sua exploração, internacionalmente, como fruta “*in natura*”, forma exportada em grandes quantidades pelo Brasil, especialmente para o continente europeu, porém outras alternativas de uso para mercado interno são sucos concentrados, principal uso da lima ácida no Brasil, apresentando alto valor agregado e com elevados investimentos. Objetivou-se com este trabalho selecionar genótipos de lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia*) quanto ao desenvolvimento vegetativo e produtividade, características físico-químicas e armazenamento pós-colheita dos frutos. Inicialmente foram avaliados 12 genótipos de lima ácida (IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10, BRS Ponta Firme, IAC 302, IAC 1728, IAC 654, CNPMF 02 IAC 1491, IAC 303, Folha Murcha IAC, Quebra Galho Catanduva, Quebra Galho Mogi Mirim e Quebra Galho Paranapuã) quanto ao desenvolvimento vegetativo e produtivo, e características físico-químicas dos frutos (Experimento 1). Posteriormente, foram selecionados três genótipos para avaliações de desenvolvimento produtivo e ensaio pós-colheita, onde os frutos foram divididos em padrões para comercialização em mercado interno e mercado externo (Experimento 2). As avaliações tiveram início no segundo semestre de 2019 e término no segundo semestre de 2021. Os genótipos IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme apresentaram maior desenvolvimento vegetativo e produtivo, em março (2020), além disso, apresentaram bons resultados ficando dentro de padrões estabelecidos para massa, índice de conformação, rendimento de suco, vitamina C, sólidos solúveis totais, acidez titulável, *ratio* e índice tecnológico. No experimento 2, os genótipos IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme apresentaram maior produtividade em relação ao genótipo IAC 304/IAC 5, em março (2021); e no ensaio pós-colheita também foram destaques, para frutos com padrões para mercado interno e mercado externo, com menor perda de massa e menor perda da coloração verde escuro. Não houve diferenças significativas entre os genótipos para rendimento de suco, vitamina C, sólidos solúveis, acidez e *ratio*. Dos genótipos estudados, o IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme apresentaram maior produtividade e bons resultados para análise físico química e no ensaio pós-colheita,

apresentando potencial para serem novas variedades comerciais para a citricultura brasileira.

Palavras-chave: *Citrus latifolia*; potencial produtivo; mercado.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** A área experimental localizada na quadra 1 é indicada com uma seta em vermelho, destacando o local em que os genótipos de lima ácida Tahiti estavam implantados (Cordeirópolis/SP, 2021). 21
- Figura 2.** Avaliação de altura e diâmetro das copas de lima ácida Tahiti com régua graduada (Cordeirópolis/SP, 2020). 22
- Figura 3.** Dinamômetro digital utilizado para pesagem dos frutos com 0,5 kg de precisão (Cordeirópolis/SP, 2020). 22
- Figura 4. A-** Colheita manual dos frutos separados individualmente por planta; **B-** Frutos separados em sacolas pós-colheita; **C-** Separação em cesta plástica de frutos de BRS Ponta Firme para mercado externo que ficaram armazenados durante três semanas; **D-** Separação em cesta plástica de frutos de BRS Ponta Firme para mercado interno que ficaram armazenados durante três semanas (Cordeirópolis/SP, 2021). 26
- Figura 5. A-** Frutos mergulhados em água com detergente neutro para frutas, posteriormente, sanitizados com hipoclorito de sódio (2%) por dois minutos da mesma forma; **B-** Aplicação de uma mistura de 100mL de cera de carnaúba e resina colofônia a 18% p/v e 200 µL do fungicida Imazalil EC (500 g/L), conforme recomendações de Biasi & Zanette (2000) (Cordeirópolis/SP, 2021). 27
- Figura 6.** Refratômetro digital responsável pela captação da cor do fruto, transmitindo ela em números para o computador, em escala de 20 a -20 (Cordeirópolis/SP, 2021). 28
- Figura 7.** Produtividade de lima ácida Tahiti dos genótipos IAC 616/IAC 10, BRS Ponta Firme e IAC 304/IAC 5 enxertadas em limão Cravo (Cordeirópolis/SP, 2021). 35
- Figura 8. A-** Perda de massa dos frutos no tratamento de mercado interno durante sete semanas de armazenamento. **B-** Perda de massa dos frutos no tratamento de mercado externo durante sete semanas de armazenamento. (Cordeirópolis/SP, 2021). 36
- Figura 9. A-** Índice de cor dos frutos com padrão de mercado interno durante sete semanas de armazenamento. **B-** Índice de cor dos frutos com padrão de

mercado externo durante sete semanas de armazenamento. (Cordeirópolis/SP, 2021). 38

Figura 10. A- Rendimentos de suco dos frutos com padrões de mercado interno armazenados por sete semanas. **B-** Rendimento de suco dos frutos com padrões de mercado externo armazenados por sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021). 39

Figura 11. A- Vitamina C do suco dos frutos com padrões para mercado interno armazenados por sete semanas. **B-** Vitamina C dos frutos com padrões de mercado externo armazenados por sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021). 41

Figura 12. A- Sólidos solúveis do suco dos frutos com padrões de mercado interno armazenados durante sete semanas. **B-** Sólidos solúveis do suco dos frutos com padrões de mercado externo armazenados durante sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021). 42

Figura 13. A- Acidez do suco dos frutos com padrões de mercado interno armazenados durante sete semanas. **B-** Acidez do suco dos frutos com padrões de mercado externo armazenados durante sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021). 44

Figura 14. A- *Ratio* do suco dos frutos com padrões de mercado interno armazenados durante sete semanas de armazenamento. **B-** *Ratio* do suco dos frutos com padrões de mercado externo armazenados durante sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021). 46

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Volume de copa e produtividade dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti colhidos no primeiro semestre de 2020 (Cordeirópolis/SP, 2020). 30
- Tabela 2.** Massa, índice de conformação dos frutos e rendimento de suco dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti colhidos no primeiro semestre de 2020 (Cordeirópolis/SP, 2020). 31
- Tabela 3.** Vitamina C, sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável (AT) dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti colhidos no primeiro semestre de 2020 (Cordeirópolis/SP, 2020). 33
- Tabela 4.** *Ratio* e índice tecnológico (IT) dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti colhidos no primeiro semestre de 2020 (Cordeirópolis/SP, 2020). 34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Lima ácida Tahiti (<i>Citrus latifolia</i>)	15
2.2. Pós-colheita	16
3. OBJETIVOS	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Coleção de trabalho e delineamento experimental	20
4.2. Experimento 1 – Avaliação do desenvolvimento vegetativo, produtividade e características físico-químicas dos frutos de genótipos de lima ácida	21
4.2.1. Desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas	21
4.2.2. Análises físico-química dos frutos	23
4.2.2.1. Massa	23
4.2.2.2. Índice de conformação dos frutos (Altura/Diâmetro)	23
4.2.2.3. Rendimento de suco	23
4.2.2.4. Teor de Vitamina C	23
4.2.2.5. Sólidos solúveis totais (SST)	24
4.2.2.6. Acidez titulável (AT)	24
4.2.2.7. <i>Ratio</i>	24
4.2.2.8. Índice tecnológico (IT)	24
4.3. Experimento 2 – Avaliação de frutos de genótipos de lima ácida submetidos a armazenamento	24
4.3.1. Pós-colheita	24
4.3.1.1. Desenvolvimento produtivo das plantas	25
4.3.1.2. Colheita e separação dos frutos	25
4.3.1.3. Armazenamento pós-colheita (Mercado interno e exportação)	26
4.3.1.4. Perda de massa	27
4.3.1.5. Índice de cor dos frutos	27
4.3.1.6. Qualidade físico-química	28
4.4. Análise dos dados	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29

5.1. Experimento 1 - Avaliação do desenvolvimento vegetativo, produtividade e características físico-químicas dos frutos de genótipos de lima ácida	29
5.1.1 Desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas	29
5.1.2 Análises físico-química dos frutos	30
5.2. Experimento 2 – Avaliação de frutos de genótipos de lima ácida submetidos a armazenamento	34
5.2.1. Desenvolvimento produtivo das plantas	34
5.2.2. Perda de massa	35
5.2.3. Índice de cor dos frutos	37
5.2.4. Qualidade físico-química	38
6. CONCLUSÃO	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

O mercado de frutas brasileiro tem sido cada vez mais competitivo e impulsiona o crescimento socioeconômico e a geração de emprego (NUNES et al., 2021). O Brasil lidera a produção mundial de laranja e suco concentrado dessa fruta (FAO, 2022), além disso, outros produtos, como a lima ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], apresentam alta representatividade no setor.

O Brasil ocupa a quinta colocação no ranking mundial de produção de limas e limões, com 1,5 milhões de toneladas (FAO, 2022). Destacando o estado de São Paulo como maior produtor do país, com aproximadamente 70% do total (ROSSI & PANDOLFI, 2019). Em 2020, houve um aumento das exportações de lima ácida *in natura*, totalizando 107,6 mil toneladas (BOTEON et al., 2020).

Para avaliação da qualidade da fruta de lima ácida os aspectos considerados principais e que possuem necessidade de conservação são: a turgescência do fruto, sua coloração verde intensa e a redução de podridões causadas pós-colheita. Sua característica não climatérica, ou seja, não apresenta amadurecimento depois de ser colhido, faz que tenha baixa atividade respiratória e de forma constante, havendo poucas alterações fisiológicas e bioquímicas. Após a colheita há maior intensidade de mudança na perda de massa do fruto e sua coloração, fatores principais que afetam diretamente sua qualidade para exportação ou usos no mercado interno (BASSAN, 2012).

Para mercado interno, os frutos apresentam características que variam de casca lisa, verde a verde amarelado, diâmetro de 47 a 65 mm. Para frutos de mercado externo, o padrão de qualidade é diferente, com casca rugosa, cor verde oliva brilhante e diâmetro de 50 a 68 mm (BASSAN et al., 2015).

Com a exigência do mercado externo e a intensificação das exportações, a conservação dos frutos pós-colheita tem se tornado uma grande etapa na cadeia produtiva e de mercado. Técnicas de refrigeração têm sido utilizadas para ampliação da vida útil dos frutos, mas somente o uso de câmaras frias não é suficiente para evitar alterações físicas e químicas. A coloração da casca, peso, qualidade, injúrias e o visual dos frutos são atributos a serem mantidos cada vez por mais tempo, com isso, uso de reguladores, como giberelinas, são amplamente empregados, bem como, câmara fria com atmosfera modificada, controlando temperatura e umidade relativa, juntamente com ceras, fungicidas e filmes de plástico, sempre com o

objetivo de estender a vida das frutas e manter sua qualidade (Souza et al., 2017).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia*)

De origem tropical, a lima ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] é cultivada desde o século passado na Califórnia, EUA, com sua introdução realizada por meio de sementes importadas da região do Tahiti (GUIDO, 2019). Tem como origem o cruzamento do limão Siciliano (*Citrus limon*) com a lima da Pérsia (*Citrus Limettioides* Tanaka), portanto, um híbrido (PREVIDELI et al., 2020). A produção mundial aponta o Brasil, em 2020, como quinto maior produtor de limas e limões, totalizando 1,5 milhões de toneladas produzidas, atrás somente da Índia, maior produtor, México, China e Argentina (FAO, 2022). E segundo dados do IBGE (2020), o estado de São Paulo como maior produtor do país, com 1,1 milhões de toneladas produzidas em uma área de 31,8 hectares.

O estado de São Paulo é o maior exportador de lima ácida Tahiti do país, com 78% do total. Dentre as frutas exportadas pelo Brasil o Tahiti é uma das mais importantes, ficando atrás da manga, melão e uva (GUIDO, 2019). Dados da FAO (2022), mostram os países baixos, como a Holanda, sendo o maior importador de frutos brasileiros, com um volume de 70,4 milhões de quilos em 2019, para limas e limões. Essa fruta não é consumida toda nesse país, e sim, distribuída por todo o continente europeu.

A planta de lima ácida Tahiti apresenta porte alto, copa de forma arredondada, fruto de tamanho médio, sem sementes, casca lisa, coloração verde clara a verde escura, uniforme, polpa amarelada, alto rendimento de suco, com safra concentrada no primeiro semestre do ano e entressafra, no segundo semestre (BASTOS et al., 2014). Como característica, apresenta rápido crescimento, podendo atingir quatro a seis metros de altura, sua reprodução se dá a partir do segundo ano de plantio, atingindo produções maiores ao longo dos anos, como 42 toneladas por hectare com plantas com onze anos, sendo que, esse valor pode aumentar dependendo da variedade utilizada e o manejo adotado (SILVA et al., 2019).

O fruto da lima ácida Tahiti apresenta peso médio de 70 a 100 g (MATTOS JR et al., 2003), composto por partes distintas. Flavedo, região com carotenóides, vitaminas e óleo essencial, sendo a parte mais externa do fruto; albedo, parte branca e aderente à casca, com bons teores de hemicelulose, celulose, lignina, glicídeos e

compostos fenólicos e por fim, a polpa (MENDONÇA et al., 2006). Além disso, o suco da fruta é rico em vitaminas, principalmente a vitamina C, variável de 20 a 50 mg/100 ml de suco (Brito et al., 2017), seu rendimento de suco corresponde a cerca de 50% do fruto (MENDONÇA et al., 2006), com valores mínimos exigidos para tal segundo Bassan. (2012), de 42 a 50%. Fruto de tamanho médio, com diâmetro de 47 a 65 mm e altura de 55 a 70 mm (MIRANDA, 2010), sendo, portanto, ovalado.

A lima ácida Tahiti é um produto que apresenta diversas finalidades no mercado brasileiro, sendo consumido “*in natura*”, como condimento, aromatizante e saladas. É utilizado também como componente em produtos farmacêuticos, cosméticos e bebidas, como caipirinhas, refrigerantes e sucos concentrados. Como suco concentrado apresenta valor agregado maior, com altos investimentos tecnológicos exercidos pela indústria, com foco no processamento (SILVA et al., 2019).

Para a lima ácida Tahiti existem variedades copas que se diferenciam quanto às características. Mais conhecida e utilizada é a variedade comercial, IAC 304 ou IAC 5, conhecido também como Peruano em alguns locais. O IAC 304/IAC 5 apresenta alta produtividade, é tolerante ao vírus da tristeza dos citros, não apresenta fissuras na casca dos frutos ou em ramos das plantas, uniformidade no pomar com plantas de grande tamanho. Outro clone bastante utilizado são os Quebra-Galhos, clones vermelhos contaminados por viróides dos citros. Quando comparado ao IAC 304/IAC 5, apesar de produtivos, são bastante desuniformes e apresentam menor vida útil, variando crescimento e seus hábitos, decorrente das viróides presentes, podendo ter intensidades diferentes dependendo das regiões das plantas (MATTOS JR et al., 2003).

2.2. Pós-colheita

Com o mercado promissor de lima ácida Tahiti no Brasil, a exportação do fruto está crescente, o destino principal é a União Europeia, com volume de 92 milhões de toneladas em 2018, com destaques para Holanda e Reino Unido. As preferências desse mercado, possuem foco na segurança com a saúde do consumidor, menores níveis de resíduos e contaminantes, provendo de produtos com extrema qualidade, autenticidade, rastreabilidade e boa perspectiva, ou seja, visualmente atrativo (PREVIDELI et al., 2020).

O tratamento pós-colheita de frutas objetiva abastecer consumidores com produtos frescos e de qualidade desejada, mesmo situados em diferentes regiões do mundo. O aumento da vida útil enquadra como o principal objetivo de fisiologistas que trabalham no processo de pós-colheita, além da redução de danos mecânicos que aceleram as atividades respiratórias e enzimáticas, reduzindo o tempo de prateleira (DURIGAN et al., 2005). Essa tecnologia permite produtos padronizados, limpos, mínimos de defeitos e produtos beneficiados, de forma rápida (FERREIRA, 2011).

Como característica da lima ácida Tahiti, para mercado interno e externo exige frutos com boa forma, tamanho, brilho, sabor, valor nutricional, garantir a segurança alimentar e boa cor, com verde atrativo. O processo de beneficiamento pós-colheita do Tahiti inicia-se logo após a colheita do fruto, colocando em etapas os processos de recepção, lavagem e seleção, nas quais os frutos selecionados podem receber aplicações de reguladores vegetais, ficarem mantidos em câmara fria, com umidade e temperatura controladas ($60\pm 5\%$ e $25\pm 5^{\circ}\text{C}$), utilizam-se de ceras e fungicidas, para melhorar o brilho e evitar contaminações, prosseguindo com as etapas de classificação, embalagem, paletização e resfriamento (BASSAN et al., 2015).

Manter os frutos em baixas temperaturas é considerado o método mais eficaz para preservação da qualidade dos frutos, retardando o envelhecimento, diminuindo a respiração e as doenças pós-colheita existentes (NASCIMENTO & SANTOS, 2013). Danos físicos (Bassan et al., 2015) e alterações bioquímicas (Durigan et al., 2005) proporcionam alterações significativas na cor da casca, perdas de massa e alterações físico-químicas nos frutos.

Com o avanço na área de pós-colheita, o desenvolvimento de coberturas comestíveis, que servem de proteção aos alimentos tem sido amplamente empregadas. Seu uso permite preenchimento de estômatos e lenticelas, reduzindo taxas de respiração e trocas gasosas. Para as frutas, é amplamente empregado o uso de cera de carnaúba que funciona como uma barreira de gases, reduz perdas de água e diminui a desidratação, outros exemplares utilizados são: cera de abelhas, proteínas de soja ou soro de leite, quitosana, alginato, pectinas e muitos outros (ASSIS et al., 2009).

Para manutenção da coloração da casca visando melhor atratividade e a busca por maiores mercados, estudos revelam que as giberelinas atrasam essa perda de cor em frutos cítricos (BIASI & ZANETTE, 2000). Estudos de BIASI &

ZANETTE (2000) e BARBARA & FERRO (2021) demonstraram que o ácido giberélico auxilia na manutenção da cor verde da lima ácida Tahiti, sendo ainda mais efetivo o tratamento após 30 dias de armazenamento dos frutos.

A temperatura para armazenamento da lima ácida é muito importante, pois, a conservação frigorificada é considerada a mais eficiente, porém temperaturas abaixo de 8°C podem causar injúrias, devido a sensibilidade de estocagem da fruta, sendo a temperatura de 10°C considerada a ideal. Durante o armazenamento pós-colheita é comum o uso de fungicidas, devido a suscetibilidade da lima ácida a fungos, porém é necessário atenção com cepas resistentes pelo uso de fungicidas constantemente, sem mudar o grupo químico (NASCIMENTO & SANTOS, 2013). São utilizados para o controle de podridões pós-colheitas o Tiabendazol e o Imazalil (MOURA et al., 2019).

3. OBJETIVOS

Selecionar genótipos de lima ácida Tahiti quanto ao desenvolvimento vegetativo e produtividade, características físico-químicas e armazenamento pós-colheita dos frutos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Coleção de trabalho e delineamento experimental

O ensaio foi desenvolvido no Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC, Cordeirópolis/SP, coordenadas 22°27'22" S e 47°29'27" O, altitude de 713 m, com clima tipo Cfa, que é caracterizado como subtropical úmido sem estação seca, com temperatura média do mês mais quente maior ou igual a 22,0° C (ROLIM et al., 2005). O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro distrófico e a média pluviométrica do local 1.375 mm por ano e a média da temperatura anual é de 21,3 °C. (CEPAGRI, 2021).

Os ensaios contaram com 12 genótipos de lima ácida Tahiti: IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10, BRS Ponta Firme, IAC 302, IAC 1728, IAC 654, CNPMF 02 IAC 1491, IAC 303, Folha Murcha IAC, Quebra Galho Catanduva, Quebra Galho Mogi Mirim e Quebra Galho Paranapuã. Plantas entre cinco e seis anos de idade enxertadas em limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) e distribuídas em delineamento de blocos ao acaso, totalizando quatro repetições, com duas plantas cada por parcela. As avaliações foram realizadas inicialmente no segundo semestre de 2019, finalizando no primeiro semestre de 2021.

A área experimental situa-se no Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC, em Cordeirópolis/SP, onde há aproximadamente 21 hectares destinados aos ensaios de citros, distribuídos em sete talhões com três hectares cada. No final da quadra 1, há um grupo de 23 acessos de limas ácidas contendo o Tahiti e também a lima ácida Galego (*Citrus aurantifolia* Swingle), totalizando 184 plantas (Figura 1).

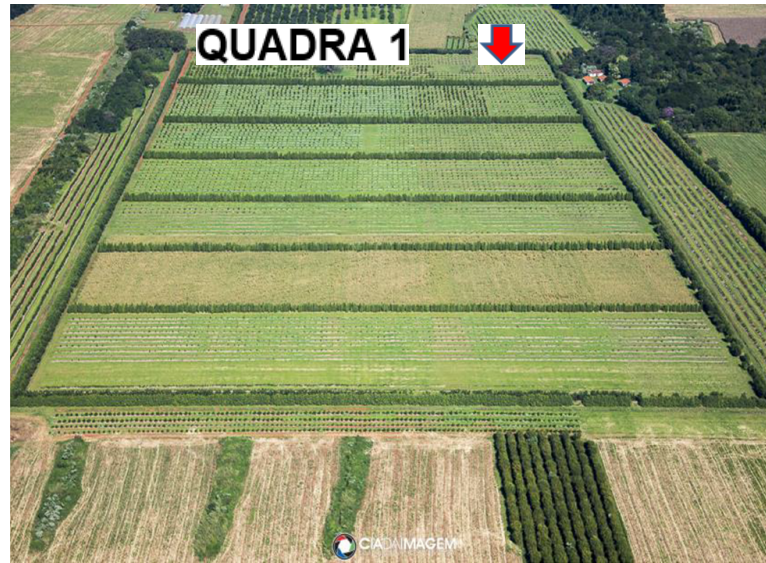


Figura 1. A área experimental localizada na quadra 1 é indicada com uma seta em vermelho, destacando o local em que os genótipos de lima ácida Tahiti estavam implantados (Cordeirópolis/SP, 2021).

4.2. Experimento 1 – Avaliação do desenvolvimento vegetativo, produtividade e características físico-químicas dos frutos de genótipos de lima ácida Tahiti

4.2.1. Desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas

As avaliações da altura e diâmetro das copas foram realizadas com régua graduada no mês de maio (2020), efetuando-se medições paralelas ao eixo de crescimento geoposito da copa (altura) e paralelas ao solo na altura de 1,5 m (diâmetro) (Figura 2).

Na sequência foi calculado o volume da copa através da fórmula proposta por Mendel (1956):

$$V \text{ copa} = \frac{2}{3} \pi \cdot r^2 \cdot H$$

Em que: V copa = volume de copa (m³); π = 3,14; raio da copa (m); h= altura da copa (m).



Figura 2. Avaliação de altura e diâmetro das copas de lima ácida Tahiti com régua graduada (Cordeirópolis/SP, 2020).

A produtividade dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti foi monitorada durante a safra 2019/2020, através de pesagem direta de todos os frutos utilizando dinamômetro de 0,5 kg de precisão (Figura 3), das oito plantas de cada genótipo, realizando, posteriormente, o cálculo da produtividade por área (t/ha).



Figura 3. Dinamômetro digital utilizado para pesagem dos frutos com 0,5 kg de precisão (Cordeirópolis/SP, 2020).

4.2.2. Análises físico-químicas dos frutos

As avaliações físico-químicas foram realizadas em março (2020), com frutos da florada principal da lima ácida Tahiti, uniformizando os frutos. Frutos maduros, sem injúrias mecânicas ou fúngicas, como a principal delas, o fungo *Penicillium digitatum*, frutos uniformes em aparência, cor e tamanhos. Amostras de dez frutos por repetição foram encaminhadas ao Laboratório de Melhoramento e Análise da Qualidade Fruta do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, a partir delas, as análises foram:

4.2.2.1. Massa

A massa dos frutos foi obtida pela análise não destrutiva de 10 frutos de cada genótipo. Foi realizada a pesagem em balança de precisão com sensibilidade de 0,0001 g, em que é obtida a média do peso dos frutos para cada um dos genótipos.

4.2.2.2. Índice de conformação dos frutos (IC) (Altura/diâmetro)

A avaliação de altura e diâmetro dos frutos foi realizada a partir de paquímetros ou réguas graduadas, em centímetros. O índice de conformação dos frutos é dado pela razão altura/diâmetro de cada fruto da amostra, obtendo-se a média do genótipo, frutos de lima ácida Tahiti são classificados como ovalados, com tal índice > 1,0.

4.2.2.3. Rendimento de suco

O rendimento de suco foi obtido pelo esmagamento dos frutos em uma extratora, em que é dado em porcentagem, a partir da relação massa do suco/massa do fruto.

4.2.2.4. Teor de Vitamina C

O teor de Vitamina C foi determinado por titulação em 50 ml de suco das limas ácidas, pelo método com solução de N-bromosuccinimide (NBS), utilizando-se solução de ácido oxálico 4% para diluição das amostras e iodeto de potássio e amido como indicador (HOEHNE & MARMITT, 2020) sendo expresso em mg de ácido ascórbico/100 ml de suco.

4.2.2.5. Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis totais foram obtidos por leitura direta em refratômetro digital, expresso em °Brix, utilizando do suco das amostras e água destilada em um prisma óptico, o método empregado foi descrito pelo Official Methods of Analysis of International (AOAC, 2005).

4.2.2.6. Acidez titulável (AT)

A acidez foi determinada por titulação potenciométrica de 25 mL de suco, com uma solução de hidróxido de sódio 0,3125 N até pH 8,10 (ponto de viragem da fenolftaleína) e expresso em porcentagem de ácido cítrico no suco (AOAC, 2005).

4.2.2.7. *Ratio*

O *ratio* foi calculado pela relação dos sólidos solúveis totais/acidez titulável, indicando o estágio de maturação dos frutos.

4.2.2.8. Índice tecnológico (IT)

O IT é dado pelo índice tecnológico em kg de sólidos solúveis por caixa de lima ácida Tahiti (MIRANDA, 2010).

4.3. Experimento 2 – Avaliação de frutos de genótipos de lima ácida submetidos a armazenamento

4.3.1. Pós-colheita

O ensaio pós-colheita foi montado no início de março (2021). Os frutos foram armazenados por sete semanas. Para a realização deste foram selecionados frutos para mercado interno e mercado externo de três genótipos (IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme) que se destacaram em relação aos atributos de desenvolvimento vegetativo, produtivo e de qualidade físico-química observados em trabalhos anteriores.

4.3.1.1. Desenvolvimento produtivo das plantas

A partir dos três genótipos em destaque, monitorou-se durante a safra (2020/2021), realizando colheita de todos os frutos em março (2021) e pesando diretamente todos os frutos utilizando dinamômetro de 0,5 kg de precisão, nas oito plantas de cada genótipo, realizando, posteriormente, o cálculo da produtividade por área (t/ha).

4.3.1.2. Colheita e separação dos frutos

A colheita foi realizada em março (2021), de forma manual (Figura 4A) e separados por genótipo (Figura 4B), posteriormente, foi submetida uma divisão de acordo com características físicas, para uma simulação pós-colheita de frutos para mercado interno e exportação (Figuras 4C e 4D). Frutos de mercado interno: casca lisa, verde/verde amarelado, diâmetro da região equatorial entre 47 e 65 mm. Exportação: casca rugosa, cor verde oliva brilhante, diâmetro da região equatorial entre 50 e 68 mm (BASSAN et al., 2015). Para ambos destinos, os frutos não apresentavam injúrias, mecânicas ou fúngicas.



Figura 4. **A-** Colheita manual dos frutos separados individualmente por planta; **B-** Frutos separados em sacolas pós-colheita; **C-** Separação em cesta plástica de frutos de BRS Ponta Firme para mercado externo que ficaram armazenados durante três semanas; **D-** Separação em cesta plástica de frutos de BRS Ponta Firme para mercado interno que ficaram armazenados durante três semanas (Cordeirópolis/SP, 2021).

4.3.1.3. Armazenamento pós-colheita (Mercado interno e exportação)

Foram selecionados quarenta frutos das limas ácidas Tahiti em estudo, a fim de se realizar as simulações de armazenamento. Foram lavados com detergente neutro para frutas, sanitizados com hipoclorito de sódio (2%) por dois minutos, e colocados em local ventilado e sombreado para a secagem. Após completamente secos, aplicou-se sobre a superfície da casca dos frutos, uma mistura de 100mL de cera de carnaúba e resina colofônia a 18% p/v e 200 µL do fungicida Imazalil EC (500 g/L) (Figura 5A e 5B), conforme recomendações de Biasi & Zanette (2000).

Para o ensaio foi utilizado delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 8 x 3 x 2, sendo oito semanas de armazenamento, três genótipos

de lima ácida Tahiti (IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme) e duas simulações de armazenamento (mercado interno e exportação). O experimento foi montado com quatro repetições de 10 frutos cada, acondicionados em cestas plásticas. Os frutos foram armazenados em câmara fria, com temperatura e umidade controladas ($7^{\circ}\text{C}\pm 2$ e 85 ± 5 de UR), por sete semanas, avaliados a cada sete dias.



Figura 5. **A-** Frutos mergulhados em água com detergente neutro para frutas, posteriormente, sanitizados com hipoclorito de sódio (2%) por dois minutos da mesma forma; **B-** Aplicação de uma mistura de 100mL de cera de carnaúba e resina colofônia a 18% p/v e 200 μL do fungicida Imazalil EC (500 g/L), conforme recomendações de Biasi & Zanette (2000) (Cordeirópolis/SP, 2021).

4.3.1.4. Perda de massa

A perda de massa é dada pela diferença, em porcentagem, entre massa inicial e a massa no momento em cada avaliação (sete em sete dias), durante as sete semanas de armazenamento dos frutos.

4.3.1.5. Índice de cor dos frutos

A coloração dos frutos foi determinada através de um refratômetro digital (Figura 6), gerando um valor variável de 20 a -20, representando a cor do fruto, analisando a perda de coloração durante as sete semanas de armazenamento.

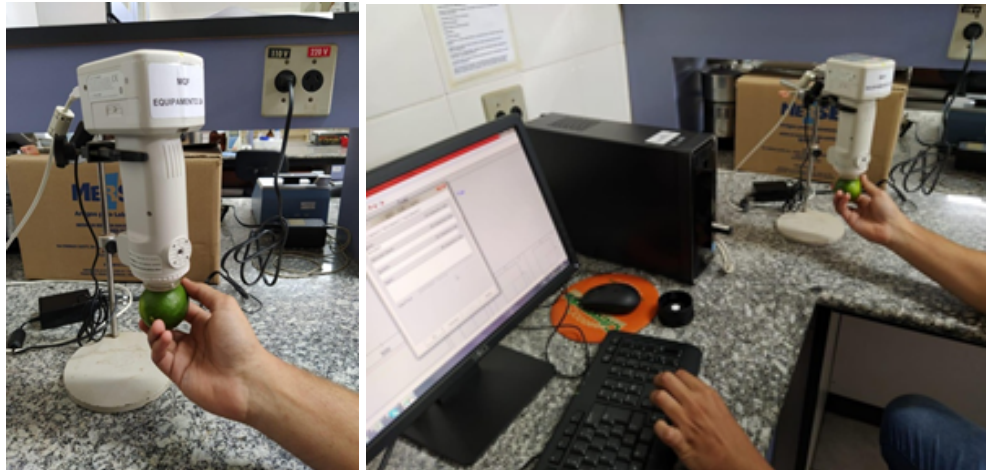


Figura 6. Refratômetro digital responsável pela captação da cor do fruto, transmitindo-a em números para o computador, em escala de 20 a -20 (Cordeirópolis/SP, 2021).

4.3.1.6. Qualidade físico-química

Para dados de índice de conformação dos frutos, rendimento de suco, teor de vitamina C, sólidos solúveis totais (SST), acidez total (AT) e *ratio*, foram feitos como descritos no experimento 1, adequando os testes semanalmente durante o período vigente.

4.4. Análises dos dados

Os dados de desenvolvimento vegetativo e produtivos, qualidade físico-química e pós colheita, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR. O ensaio pós-colheita também foi submetido inicialmente a análise variância e por serem dados qualitativos em diferentes períodos, houve a necessidade da análise de regressão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Experimento 1 - Avaliação do desenvolvimento vegetativo, produtividade e características físico-químicas dos frutos de genótipos de lima ácida Tahiti

5.1.1. Desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas

Os genótipos IAC 303, Folha Murcha IAC e o Quebra Galho Mogi Mirim tiveram o menor volume da copa em relação aos demais genótipos (Tabela 1), por conta das viróides existentes nos clones Quebra Galhos, que limitam o crescimento das plantas. Os genótipos IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme apresentaram a maior produtividade, com valores superiores a 33 t/ha. O material IAC 616/IAC 10, é um dos maiores destaques juntamente com o IAC 304/IAC 5 e BRS Ponta Firme. O IAC 616/IAC 10 é considerado um genótipo novo e promissor, em 2020, obteve seu Registro Nacional de Cultivares (RNC). Apontado com até 25 % a mais de produção frente a variedade comercial IAC 304/IAC 5, pode atingir em torno de 80 t ha⁻¹ durante a fase adulta, além de melhorar ainda mais o desempenho com uso de irrigação (Azevedo, 2021). O BRS Ponta Firme, é um material da Embrapa, com alto potencial, semelhante ao do IAC 616/IAC 10, nos estudos atingiu valores muito parecidos de produtividade, sendo material bastante promissor para o cultivo.

Tabela 1. Volume de copa e produtividade dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti colhidos no primeiro semestre de 2020 (Cordeirópolis/SP, 2020).

Genótipo	Volume de copa (m³)	Produtividade (t ha⁻¹)
IAC 304/IAC 5	17,26 a	33,06 a
IAC 616/ IAC 10	17,47 a	37,78 a
BRS Ponta Firme	16,64 a	37,20 a
IAC 302	18,35 a	26,64 b
IAC 1728	19,93 a	21,81 c
IAC 654	17,58 a	19,34 c
CNPMF 02 IAC 1491	21,80 a	12,46 d
IAC 303	11,46 b	8,80 d
Folha Murcha IAC	10,55 b	17,42 c
Q. G. Catanduva	17,95 a	16,21 c
Q. G. Mogi Mirim	14,84 b	21,42 c
Q. G. Paranapuã	19,96 a	26,46 b
C.V.	16,18	19,68

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey (5 %)

5.1.2. Análises físico-químicas dos frutos

Os frutos de maiores massas foram os genótipos IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10, BRS Ponta Firme, IAC 654 e os Quebra Galhos - Catanduva, Mogi Mirim e Paranapuã, atingindo valores maiores que 100 g por fruto (Tabela 2). Os genótipos IAC 302, IAC 1728, CNPMF 02 IAC 1491, IAC 303 e Folha Murcha IAC apresentaram menores massas (Tabela 2). Segundo Miranda (2010), o mercado consumidor brasileiro tem preferência por frutos com maiores tamanhos, com massa superior a 100 g.

O índice de conformação dos frutos foi maior no genótipo BRS Ponta Firme, com frutos mais ovalados que os demais (Tabela 2). O índice de conformação é dado pela razão altura e diâmetro e, os valores < 1,0 definido como achatado, = 1,0 esférico e > 1,0 definidos como ovalados, portanto, os índices encontrados para todas os genótipos de lima ácida Tahiti adotadas no experimento, apontam frutos

ovalados (Tabela 2). Essa característica é procurada pelo mercado consumidor, já que os frutos ovalados atendem os requisitos para frutos de mesa, diferentemente dos arredondados, como a laranja, utilizadas na indústria para processamento (RODRIGUES et al., 2020).

Os genótipos BRS Ponta Firme, IAC 302, IAC 654 e os Quebra Galhos, Catanduva e Paranapuã, registraram maiores rendimentos de suco em relação aos demais genótipos (Tabela 2). Porém, todos os genótipos, mesmo com menores rendimentos, atingiram o mínimo exigido de suco para lima ácida Tahiti, com valores de 42 a 50 % de suco (BASSAN, 2012).

Tabela 2. Massa, índice de conformação dos frutos e rendimento de suco dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti colhidos no primeiro semestre de 2020 (Cordeirópolis/SP, 2020).

Genótipo	Massa (g)	IC	Rendimento de suco (%)
IAC 304/IAC 5	106,12 a	1,15 d	47,57 b
IAC 616/IAC 10	102,19 a	1,14 d	48,34 b
BRS Ponta Firme	104,19 a	1,24 a	50,14 a
IAC 302	94,13 b	1,19 b	49,80 a
IAC 1728	90,86 b	1,17 c	46,12 b
IAC 654	100,57 a	1,11 e	50,12 a
CNPMF 02 IAC 1491	90,73 b	1,17 c	47,00 b
IAC 303	92,30 b	1,16 c	45,34 b
Folha Murcha IAC	91,50 b	1,17 c	46,30 b
Q. G. Catanduva	105,97 a	1,15 d	51,39 a
Q. G. Mogi Mirim	104,12 a	1,20 b	47,50 b
Q. G. Paranapuã	101,25 a	1,18 c	50,75 a
C.V.	3,45	0,84	2,86

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey (5 %)

O teor de vitamina C para a lima ácida Tahiti apresenta valores variáveis de 20 a 50 mg/100 ml (BRITO et al., 2017). Os 12 genótipos atingiram valores dentro do esperado para vitamina C (Tabela 3), tendo em vista como destaque a cultivar IAC

304/IAC 5, que é comercial, com valores superiores a 37 mg/100 ml (Tabela 3). As quantidades de vitamina C podem ser variáveis, sendo influenciada principalmente pelo local de cultivo, envolvendo as condições climáticas, variedades utilizadas e época cultivada (COUTO & CANNIATTI-BRAZACA, 2010). Os valores desse trabalho foram semelhantes a outros trabalhos da literatura (MIRANDA & CAMPELO JUNIOR, 2010; NASCIMENTO & SANTOS, 2013).

Os teores de sólidos solúveis para todos os genótipos ficaram dentro do exigido, classificado em no mínimo 7° Brix (CEAGESP, 2011), destacando a IAC 304/IAC 5 e Quebra Galho Paranapuã, com valores de 7,94 e 7,96 °Brix, respectivamente, que apresentaram os maiores valores (Tabela 3).

Na avaliação de acidez os Quebra Galhos Mogi Mirim e Paranapuã tiveram os maiores índices, com 5,46 e 5,45 g/100 ml, respectivamente (Tabela 3). Os valores de todos os genótipos estão na média da lima ácida Tahiti, com valores variáveis de 4 a 6 g/100 ml (RANGEL, 2008). Os índices foram semelhantes ao trabalho de Acioly (2018), que chegou a 5,55 g/100 ml e inferiores aos resultados obtidos por Santos (2021), com 9,54 g/100 ml, podendo ser um aspecto variável, dependendo do fruto e do cultivo.

Tabela 3. Vitamina C, sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável (AT) dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti colhidos no primeiro semestre de 2020 (Cordeirópolis/SP, 2020).

Genótipo	Vitamina C (mg 100 ml⁻¹)	SST (°Brix)	AT (g 100 ml⁻¹)
IAC 304/IAC 5	37,54 a	7,94 a	5,11 c
IAC 616/IAC 10	33,39 c	7,65 c	4,95 c
BRS Ponta Firme	26,62 e	7,83 b	5,30 b
IAC 302	32,92 c	7,68 c	5,30 b
IAC 1728	36,03 b	7,70 c	5,30 b
IAC 654	35,00 b	7,86 b	5,12 c
CNPMF 02 IAC 1491	31,00 d	7,48 d	5,05 c
IAC 303	30,28 d	7,50 d	4,98 c
Folha Murcha IAC	29,95 d	7,65 c	5,00 c
Q. G. Catanduva	24,55 f	7,53 d	5,09 c
Q. G. Mogi Mirim	26,72 e	7,64 c	5,46 a
Q. G. Paranapuã	31,82 d	7,96 a	5,45 a
C.V.	2,39	0,95	2,26

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey (5 %)

Os genótipos IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10, BRS Ponta Firme e IAC 654 apresentaram maior *ratio* na avaliação com os frutos do primeiro semestre de 2020 (Tabela 4), os outros genótipos apresentaram valores semelhantes entre eles, não havendo diferenças. Os dados de índice tecnológico (Tabela 4), foram superiores nos genótipos BRS Ponta Firme, IAC 302, IAC 654 e Quebra Galho Catanduva (Tabela 4).

Tabela 4. *Ratio* e índice tecnológico (IT) dos 12 genótipos de lima ácida Tahiti colhidos no primeiro semestre de 2020 (Cordeirópolis/SP, 2020).

Genótipo	<i>Ratio</i>	IT
IAC 304/IAC 5	1,57 a	1,54 b
IAC 616/IAC 10	1,56 a	1,51 b
BRS Ponta Firme	1,51 a	1,61 a
IAC 302	1,43 b	1,56 a
IAC 1728	1,46 b	1,45 b
IAC 654	1,53 a	1,61 a
CNPMF 02 IAC 1491	1,43 b	1,50 b
IAC 303	1,42 b	1,44 b
Folha Murcha IAC	1,42 b	1,48 b
Q. G. Catanduva	1,46 b	1,58 a
Q. G. Mogi Mirim	1,43 b	1,48 b
Q. G. Paranapuã	1,43 b	1,65 a
C.V.	2,45	3,12

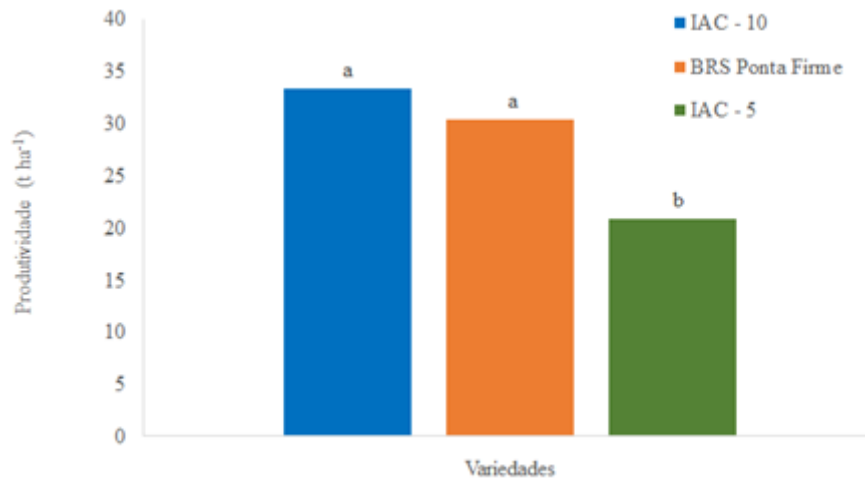
Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey (5 %)

5.2. Experimento 2 - Avaliação de frutos de genótipos de lima ácida submetidos a armazenamento

5.2.1. Desenvolvimento produtivo das plantas

Os genótipos IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme apresentaram maior produtividade comparado ao genótipo comercial IAC 304/IAC 5 (Figura 7). A colheita realizada em março de 2021, considerada a florada principal da lima ácida Tahiti é o momento que se concentra as maiores quantidades de frutos. Dados da FAO (2018), revelam uma produtividade brasileira em torno de 28 t/ha. Azevedo (2021) aponta produtividade média brasileira de 25 t/ha, em pomares comerciais de 8 a 10 anos. O valor médio foi superado pelos genótipos IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme com apenas 5 anos de idade sem uso de irrigação, com valores próximos a 30 t/ha. Segundo Barboza (2008) o uso de irrigação e um porta-enxerto adequado, a

produtividade da lima ácida Tahiti pode aumentar de 30 a 75%, gerando maiores lucros ao produtor e impactos positivos no setor.



Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey (5 %).

Figura 7. Produtividade de lima ácida Tahiti dos genótipos IAC 616/IAC 10, BRS Ponta Firme e IAC 304/IAC 5 enxertadas em limão Cravo (Cordeirópolis/SP, 2021).

5.2.2. Perda de massa

A avaliação de perda de massa dos frutos mostrou que tanto para frutos com padrão para mercado interno, quanto mercado externo, perderam massa durante o período de armazenamento (Figura 8A e 8B). Os resultados revelam melhor desempenho para o genótipo IAC 616/IAC 10, pois esse genótipo perdeu menos massa após o período de armazenamento em comparação com os genótipos BRS Ponta Firme e IAC 304/IAC 5 (Figura 8A e 8B).

A perda de massa do IAC 616/IAC 10 no ensaio para mercado interno (Figura 8A) foi de 12,1% após as sete semanas de armazenamento, enquanto para BRS Ponta Firme e IAC 304/IAC 5, 13 e 12,9%, respectivamente. Para mercado externo a diferença foi ainda maior, com o IAC 616/IAC 10 apresentando perda de massa de 12,5%, enquanto BRS Ponta Firme e IAC 304/IAC 5, 14 e 18%, respectivamente (Figura 8B). Bassan (2012) relatou perda de massa, para frutos de lima ácida Tahiti colhidas por meio de torção, com valores de 13 e 11%, para 30 e 20 dias de armazenamento, respectivamente. No trabalho de Bassan et al. (2015) os frutos tiveram perda de 5 a 8% de sua massa, após 20 dias de armazenamento.

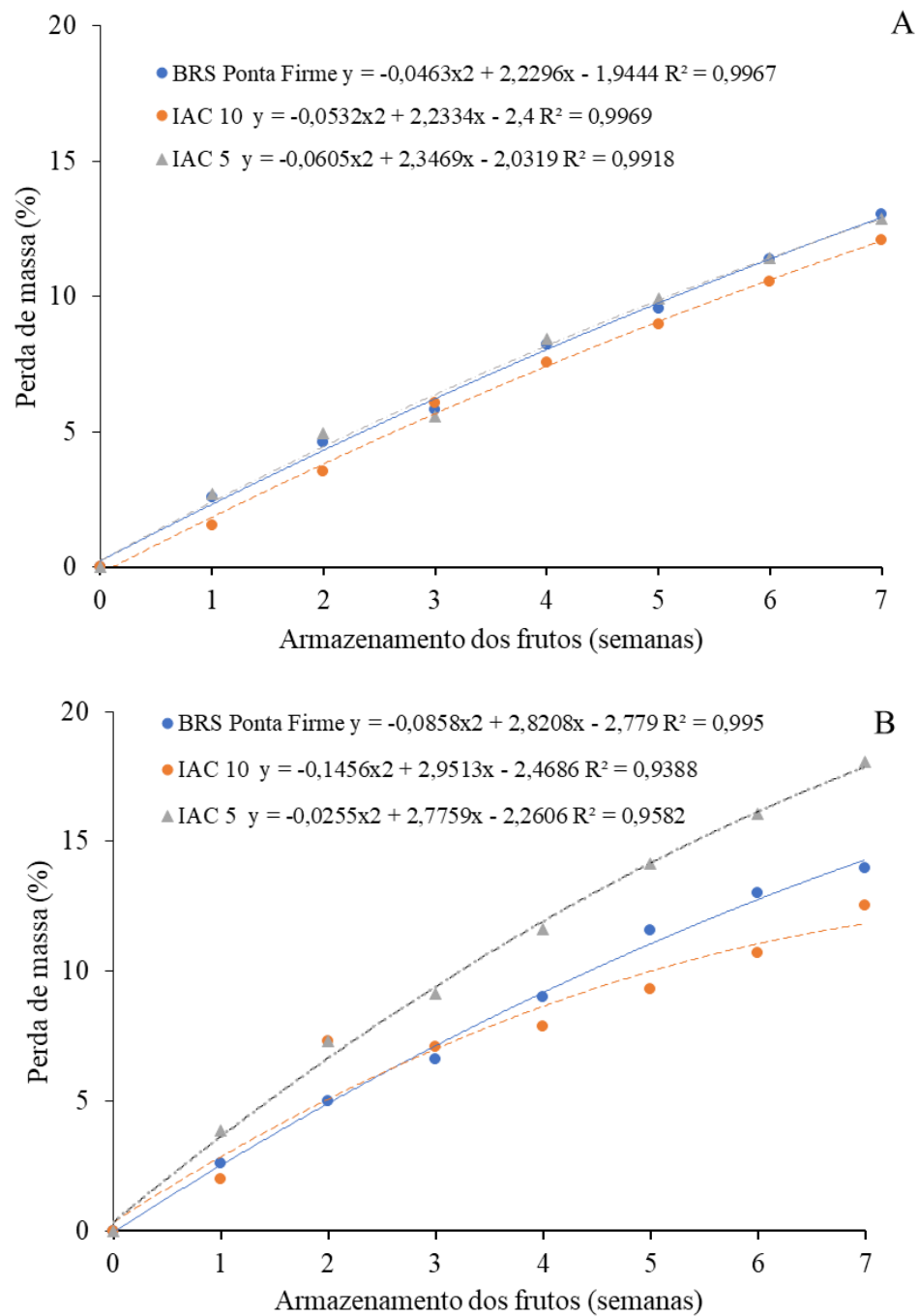


Figura 8. A- Perda de massa dos frutos no tratamento de mercado interno durante sete semanas de armazenamento. **B-** Perda de massa dos frutos no tratamento de mercado externo durante sete semanas de armazenamento. (Cordeirópolis/SP, 2021).

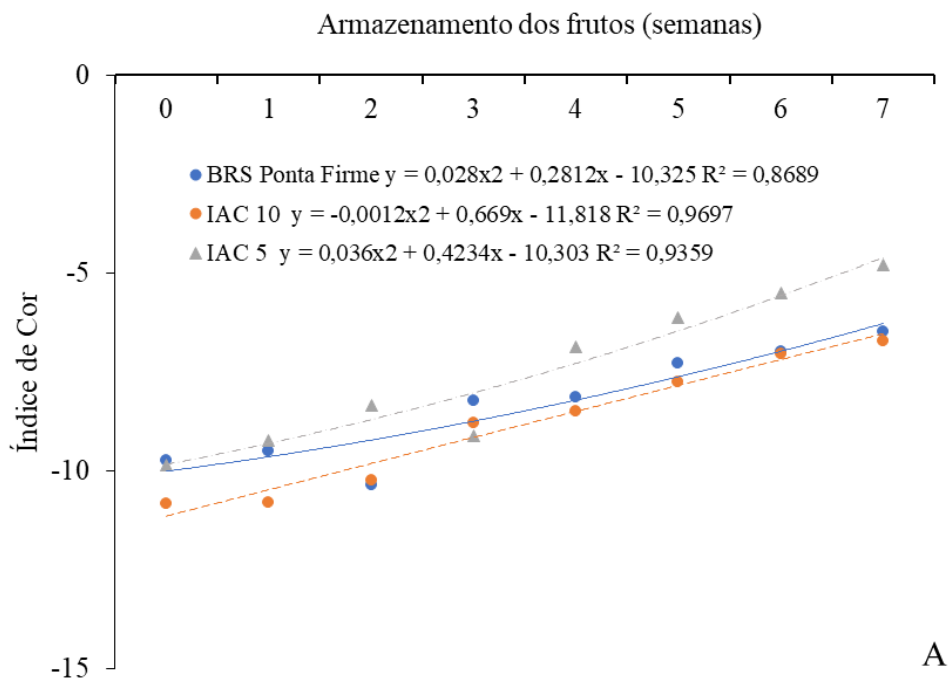
5.2.3. Índice de cor dos frutos

Durante o período de armazenamento houve elevação do índice de cor para

todos os genótipos (Figura 9A e 9B). A tendência mostrou que quanto maior o tempo de armazenamento, maior a elevação do índice, em que, nas primeiras semanas os valores eram próximos a -11, com frutos com coloração verde escuro. Nas semanas finais há uma tendência à cor amarela, com perda de intensidade da coloração verde.

Para frutos com padrão para o mercado interno os valores do índice de cor das variedades IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme foram semelhantes, -6,5 e -6,7, respectivamente, após sete semanas de armazenamento (Figura 9A). Os resultados encontrados para mercado externo (Figura 9B), revelaram que os genótipos IAC 616/IAC 10, -7,3, e BRS Ponta Firme, -8,2, perderam menos a coloração verde em comparação ao IAC 304/IAC 5 que atingiu -6,6 ao final do ensaio.

Martins et al. (2018), encontraram valores próximos a -13,20 para lima ácida Tahiti produzidas no cerrado brasileiro, sendo menores dos que os encontrados no tempo zero de armazenamento, essa variação pode ser explicada pela localização do experimento. Com frutos armazenados por 40 dias sobre refrigeração e com cera, ACIOLY (2018) encontrou índices perto de -7,93, próximos aos valores encontrados na tendência.



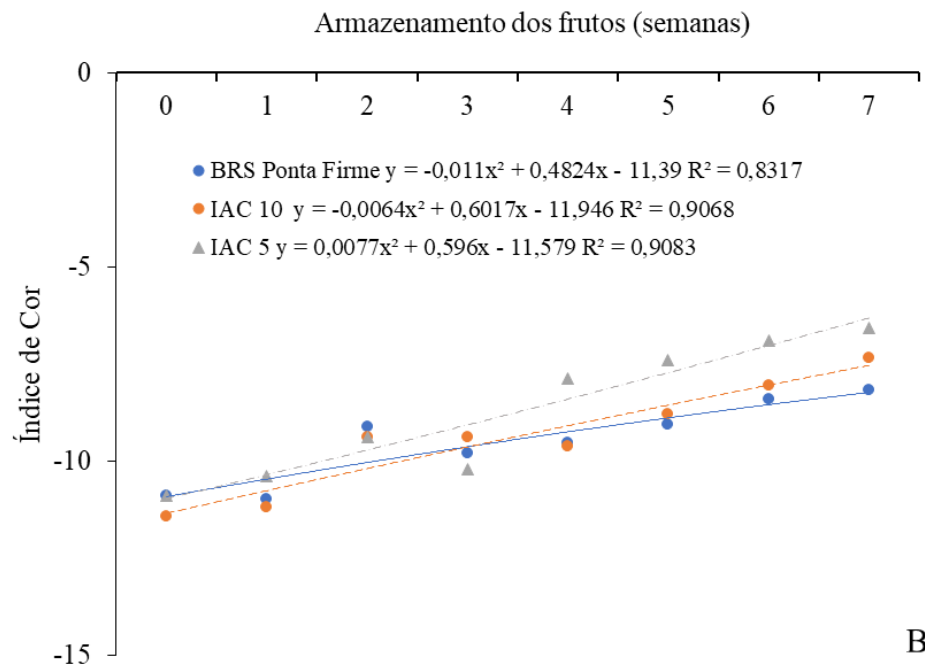


Figura 9. A- Índice de cor dos frutos com padrão de mercado interno durante sete semanas de armazenamento. **B-** Índice de cor dos frutos com padrão de mercado externo durante sete semanas de armazenamento. (Cordeirópolis/SP, 2021).

5.2.4. Qualidade físico-química

O rendimento de suco dos genótipos IAC 616/IAC 10 e IAC 304/IAC 5 com padrão para mercado interno foram semelhantes durante o armazenamento (Figura 10A), com aproximadamente 52% de rendimento na última semana de armazenamento. O genótipo BRS Ponta Firme apresentou menor rendimento de suco após o período de armazenamento, com 47% de rendimento (Figura 10 A). Após o período de armazenamento de frutos com padrão para mercado externo, os genótipos IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme apresentaram valores próximos, com 47% de rendimento, superando a cultivar comercial IAC 304/IAC 5 que alcançou 45% de rendimento de suco (Figura 10 B).

Os frutos de lima ácida Tahiti com padrões para mercado interno são empregados na indústria, enquanto frutos com padrões para mercado externo são utilizados em sua forma “*in natura*”. Martins et al. (2018), revelaram que para exportação o rendimento de suco de referência utilizado é no mínimo de 35%, portanto todos os genótipos analisados superaram a exigência.

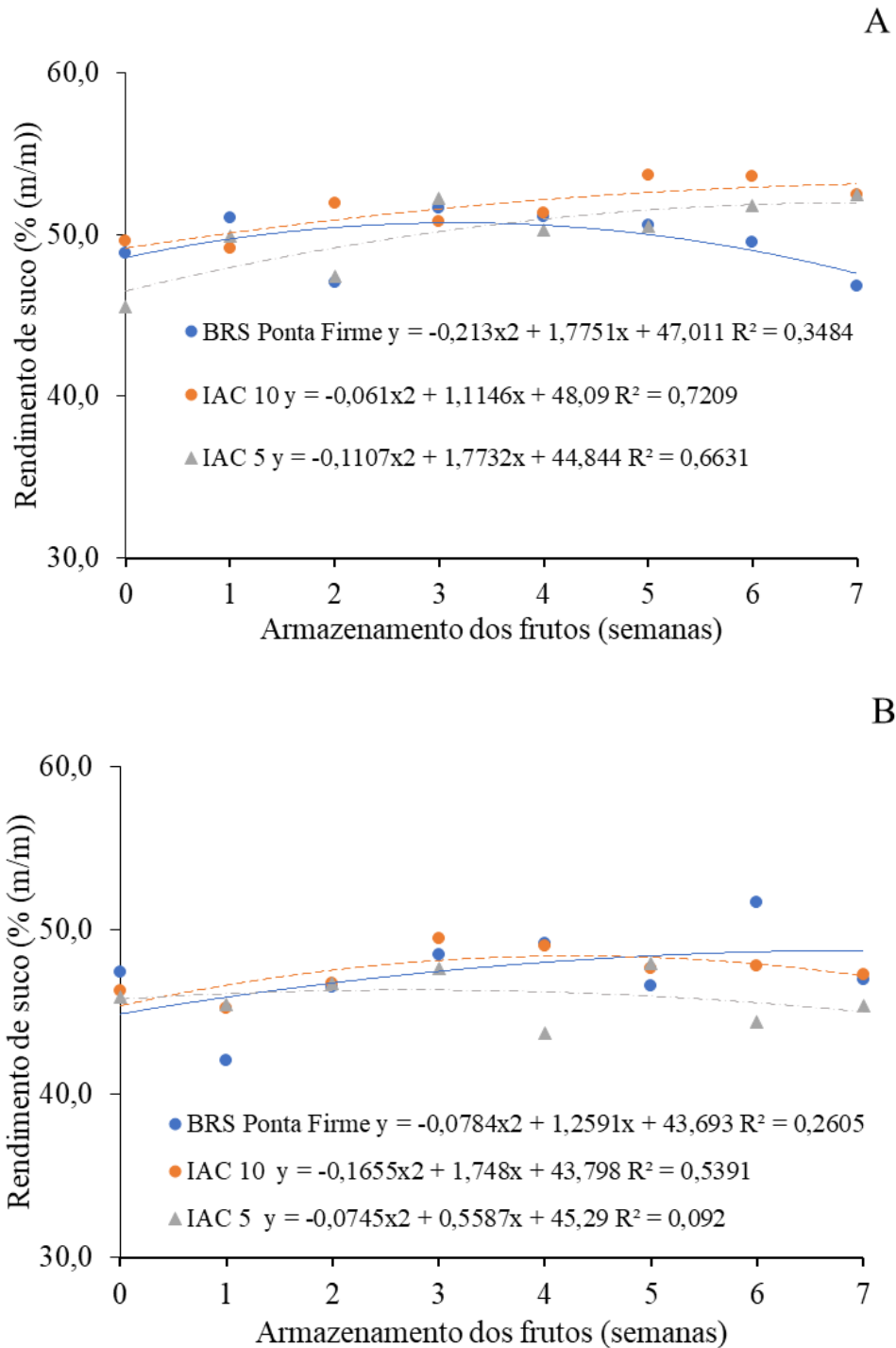
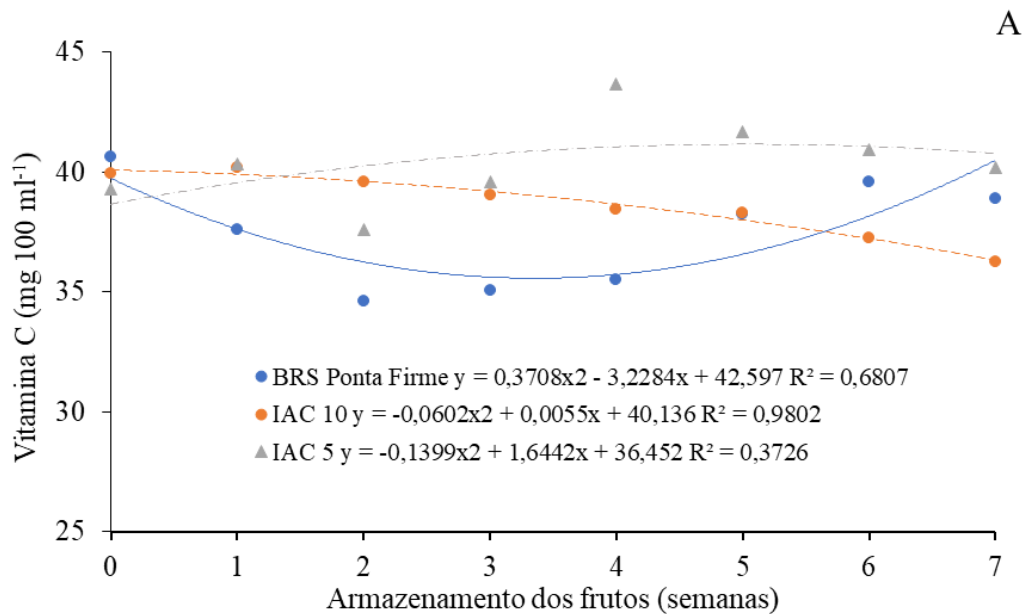


Figura 10. A- Rendimentos de suco dos frutos com padrões de mercado interno armazenados por sete semanas. **B-** Rendimento de suco dos frutos com padrões de mercado externo armazenados por sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021).

Na avaliação do teor de vitamina C, com frutos com padrão para mercado interno, o genótipo BRS Ponta Firme apresentou queda até a terceira semana, no entanto, após sete semanas de armazenamento, o teor de vitamina C foi semelhante

ao genótipo IAC 304/IAC 5 (Figura 11A). O genótipo IAC 616/IAC 10 apresentou maior teor de vitamina C durante todo o armazenamento para frutos com padrão para mercado externo com exceção da última semana que o genótipo BRS Ponta Firme revelou um maior teor de vitamina C (Figura 11B).

O teor de vitamina C para frutos com padrão para mercado interno e externo foram semelhantes a valores encontrados na literatura ACIOLY (2018), que apresentou frutos de lima ácida Tahiti com mais de 40 mg/100 ml de vitamina C. Jomori et al. (2003) encontraram valores de 24,25 mg/100 ml de vitamina C para frutos tratados com cera com 60 dias de armazenamento, resultados inferiores aos frutos com padrões para mercado interno e externo.



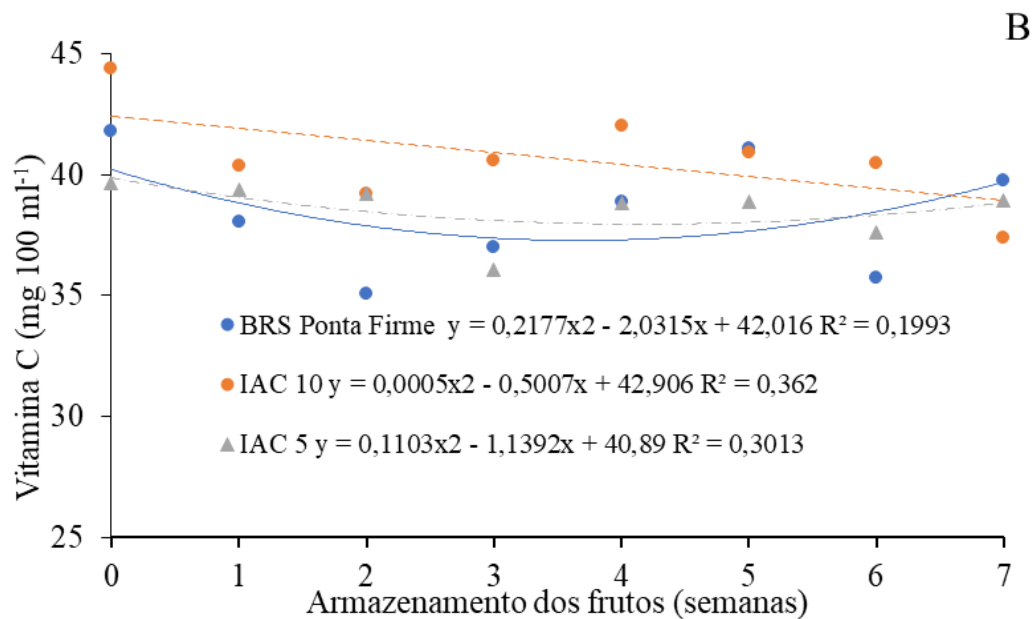


Figura 11. A- Vitamina C do suco dos frutos com padrões para mercado interno armazenados por sete semanas. **B-** Vitamina C dos frutos com padrões de mercado externo armazenados por sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021).

O teor de sólidos solúveis totais do suco dos frutos com padrões para mercado interno e externo apresentou valores entre 7,5 e 9,5 °Brix (Figura 12A e 12 B). Entre os frutos com padrões para mercado externo, o genótipo IAC 616/IAC 10 apresentou maior teor de sólidos solúveis durante o período de armazenamento (Figura 12B).

O tempo de armazenamento não interferiu na quantidade de sólidos solúveis para ambos padrões de mercados, visto pelos resultados finais do armazenamento serem semelhantes aos do tempo inicial (Figura 12A e 12B). A intensidade respiratória durante o período foi baixa, pois, as características não climatéricas da lima ácida Tahiti provocam essa regulação (MEIADO, 2019), os frutos não climatéricos, são definidos por não apresentarem maturação após a colheita, como o caso da lima ácida, já frutos climatéricos são aqueles que amadurecem, como mamão e banana, explicando os resultados encontrados.

Souza et al. (2017) encontraram resultados de 7,17 °Brix, para frutos de lima ácida Tahiti, também tratados com cera de carnaúba, após 40 dias de armazenamento. Resultados semelhantes, mas um pouco menores dos que os encontrados, podem ser explicados pela época de colheita ou localização do ensaio. Ainda assim, valores acima dos 7 °Brix exigidos.

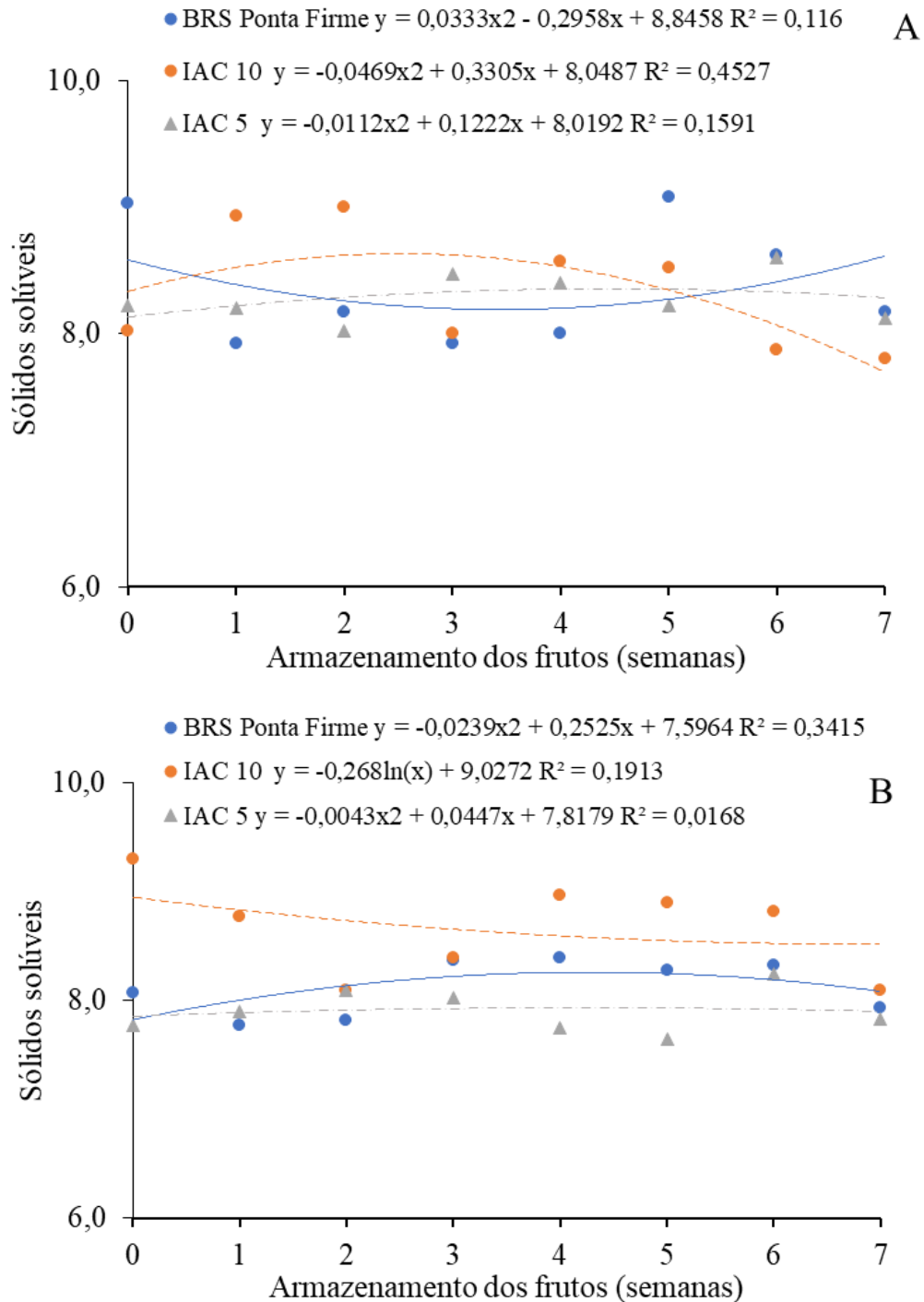


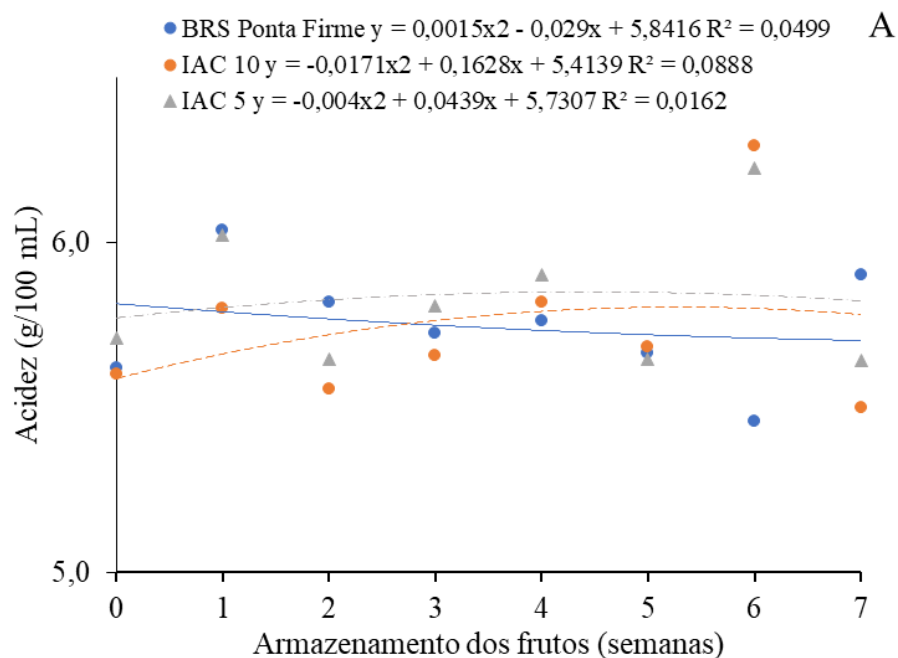
Figura 12. A- Sólidos solúveis do suco dos frutos com padrões de mercado interno armazenados durante sete semanas. **B-** Sólidos solúveis do suco dos frutos com padrões de mercado externo armazenados durante sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021).

Durante as sete semanas de armazenamento, a acidez dos frutos (Figura 13A e 13B), apresentou diferenças entre os genótipos para ambos padrões de mercados,

interno (Figura 13A) e externo (Figura 13B). Os resultados mostram que na última semana de armazenamento, os frutos com padrão para mercado interno do genótipo IAC 304/IAC 5 possuíram acidez mais elevada que o IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme (Figura 13 A). Diante dos frutos com padrão para mercado externo, o genótipo IAC 616/IAC 10 foi o que apresentou maior acidez durante as sete semanas (Figura 13 B).

Para os três genótipos, os resultados se assemelham ao trabalho de Biasi & Zanette (2000), que associaram, além de cera, a aplicação de ácido giberélico, regulador conhecido por atrasar a maturação dos frutos pós colheita. Bassan et al. (2015), encontraram resultados também semelhantes nas quantidades de ácido, com 20 dias de armazenamento, na quantidade de ácido.

Os resultados podem ser explicados pelos padrões de frutos estabelecidos para o ensaio, principalmente pela ausência de injúrias. GUIDO (2019) diz que injúrias mecânicas afetam diretamente na físico-química dos frutos, incluindo a acidez, alterada devido reações bioquímicas que aceleram a atividade respiratória e degradam o fruto.



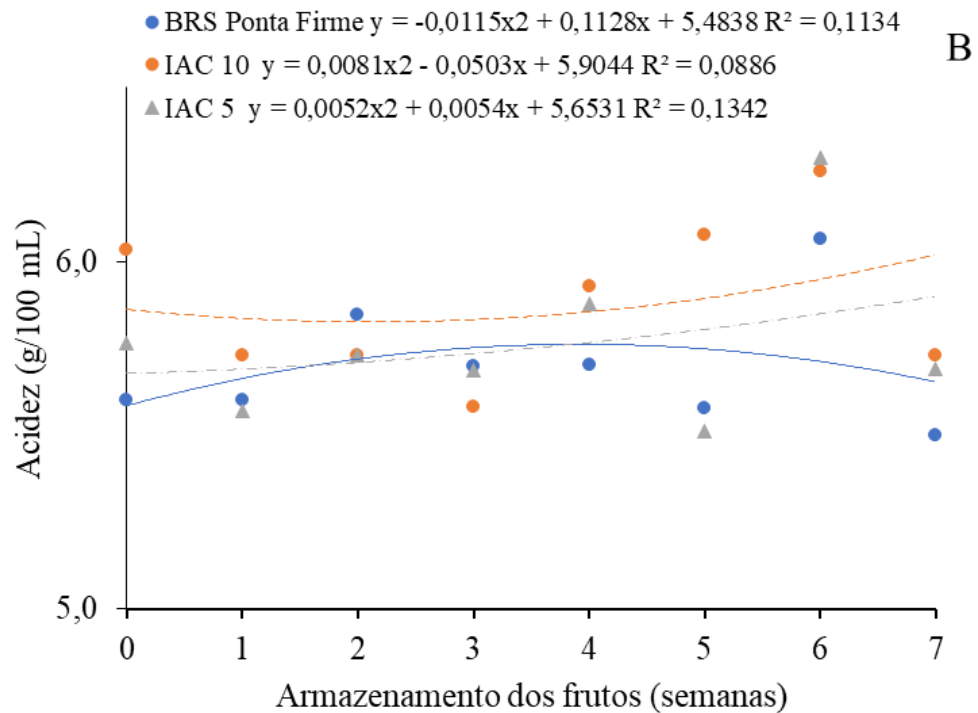


Figura 13. A- Acidez do suco dos frutos com padrões de mercado interno armazenados durante sete semanas. **B-** Acidez do suco dos frutos com padrões de mercado externo armazenados durante sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021).

Na avaliação do *ratio*, do suco extraído de frutos com padrões para mercado interno, o genótipo IAC 616/IAC 10 apresentou valor superior aos demais genótipos, até a quarta semana de armazenamento (Figura 14 A). O suco do genótipo BRS Ponta Firme apresentou maior *ratio*, em relação aos demais genótipos, após sete semanas de armazenamento (Figura 14 A).

Para padrão de frutos para mercado externo o genótipo IAC 616/IAC 10 apresentou os maiores valores de *ratio* em seu suco até a sexta semana de armazenamento (Figura 14B). O suco do genótipo BRS Ponta Firme apresentou maior *ratio* na sétima semana de armazenamento (Figura 14B).

A divisão do teor de sólidos solúveis totais (SST) e da acidez titulável (AT) apresenta o *ratio* (MARTINS et al., 2018). Os valores encontrados, foram superiores ao trabalho de Jomori et al. (2003), que utilizaram cera de carnaúba para armazenamento dos frutos e ficou abaixo quando comparado ao trabalho de Bettini (2019), que encontrou valores de 1,67 para lima ácida enxertada em limão Cravo.

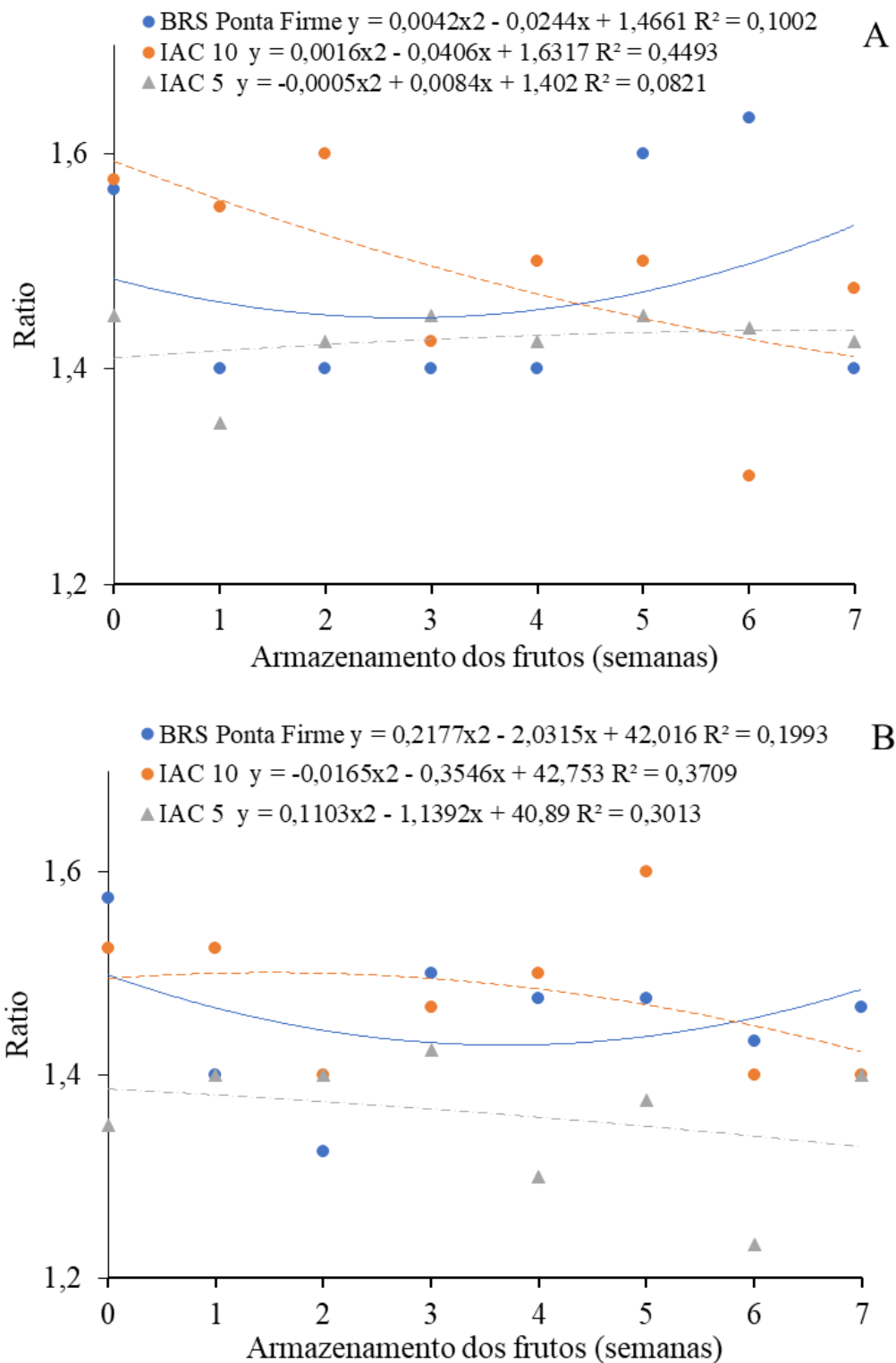


Figura 14. A- *Ratio* do suco dos frutos com padrões de mercado interno armazenados durante sete semanas de armazenamento. **B-** *Ratio* do suco dos frutos com padrões de mercado externo armazenados durante sete semanas. (Cordeirópolis/SP, 2021).

6. CONCLUSÃO

Dos doze genótipos avaliados, o IAC 304/IAC 5, IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme apresentam maior produtividade e superam os padrões exigidos de massa, índice de conformação, rendimento de suco, vitamina C, sólidos solúveis totais, acidez titulável, *ratio* e índice tecnológico na análise físico-química.

Na avaliação pós colheita, os genótipos IAC 616/IAC 10 e BRS Ponta Firme apresentam menor perda de massa.

O genótipo IAC 616/IAC 10 apresenta morte de plantas de origem desconhecida, problema relatado, principalmente, após a execução do trabalho, o que apesar de bons resultados, pode apresentar um sério problema que pode impedir o seu pleno desenvolvimento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIOLY, T. M. S. **Estudo dos pontos críticos na cadeia de beneficiamento e seus efeitos na qualidade e conservação de lima ácida 'Tahiti'**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2018.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST [AOAC]. Official methods of analysis, 2005.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D.; FORATO, L. A. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. **Embrapa Instrumentação-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2009.
- AZEVEDO, F. A. IAC apresenta nova variedade de lima ácida Tahiti, a IAC 10, e dois novos porta enxertos. 2021. **Defesa agropecuária – Estado de São Paulo**. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/noticias/2021/iac-apresenta-nova-variedade-e-de-lima-acida-tahiti-a-iac-10-e-dois-novos-porta-enxertos,1461.html#:~:text=2021%20%C3%A0s%2000h00-,IAC%20apresenta%20nova%20variedade%20de%20lima%20%C3%A1cida%20Tahiti%2C%20a%20IAC,e%20dois%20novos%20porta%20Enxertos&text=O%20tema%20%C3%A9%20de%20grande,volume%20brasileiro%20dessa%20esp%20%C3%A9cie%20c%20%C3%ADtrica.> Acesso em 19 de Junho de 2021.
- BARBARA, G.; FERRO, D. A. M. TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO NA MANUTENÇÃO DA COLORAÇÃO ESVERDEADA DO FRUTO LIMA ÁCIDA 'TAHITI' (Citrus latifolia). **UNIFUNEC CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**, v. 10, n. 12, 2021.
- BARBOZA JÚNIOR, C. R. et al. Coeficiente de cultura da lima-ácida tahiti no outono-inverno determinado por lisimetria de pesagem em Piracicaba-SP. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 691- 698, 2008.
- BASSAN, M. M. et al. Beneficiamento pós-colheita de lima ácida 'Tahiti' afeta sua qualidade e conservação. **Ciência Rural**, v. 46, p. 184-190, 2015.
- BASSAN, M. M. Qualidade e conservação de lima ácida 'Tahiti' em função dos métodos de colheita e das etapas de beneficiamento pós-colheita. **Tese de Doutorado** - Universidade de São Paulo, 2012.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira, **Informe**

Agropecuário, v.35, n.281, p.36 - 45, Belo Horizonte, 2014.

BETTINI, B. A. Desempenho de lima ácida Tahiti sobre diferentes porta-enxertos. **Dissertação (Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos)** - Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2019.

BIASI, L. A.; ZANETTE, F. Ácido giberélico isolado ou associado com cera na conservação pós-colheita da lima ácida tahiti. **Scientia agraria**, v. 1, n. 1, p. 39-44, 2000.

BOTEON, M.; GERALDINI, F.; RIBEIRO, C. **Citros/Retro 2019: Mesmo com recuperação da oferta, rentabilidade é positiva em 2019/20**. Piracicaba, 2020.

BRITO, K. D. et al. Estudo experimental do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka): composição físico-química e de minerais da polpa in natura e do resíduo albedo. **Revista Principia - Divulgação científica tecnológica do IFPB**, n. 37, p. 64-70, 2017.

CEAGESP. Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros. **Centro de Qualidade em Horticultura – CEAGESP**. Campinas, 2011.

Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - **CEPAGRI/UNICAMP**. Campinas, 2021. Disponível em: <<https://www.cpa.unicamp.br/>> Acesso em: 28 de setembro. 2021.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 15-19, 2010.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F. Injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida 'Tahiti' armazenada sob condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 369-372, 2005.

Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**. SIDRA, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 25 de setembro. 2021.

FERREIRA, M. D. Tecnologias pós-colheita em frutas e hortaliças. **São Carlos: Embrapa Instrumentação**, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED (FAO). Produtividade por país, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias>>. Acesso em: 24 de fevereiro. 2022.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED (FAO).** Produtividade por país, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em 24 de fevereiro. 2022.
- GUIDO, R. I. Diversidade de aleirodódeos, cochonilhas (Hemiptera: Aleyrodoidea, Coccoidea) e de parasitoides (Hymenoptera) da mosca-negra-dos-citros (Aleurocanthus woglumi Ashby) (Hemiptera: Aleyrodoidea) e efeitos das etapas de beneficiamento pós-colheita em lima ácida 'Tahiti' (Citrus latifolia Tanaka) no Estado de São Paulo. **Dissertação (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio). Instituto Biológico**, São Paulo, 2019.
- HOEHNE, L.; MARMITT, L. G. Métodos para a determinação de vitamina c em diferentes amostras. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 11, n. 4, 2020.
- JOMORI, M. L. L.; KLUGE R. A.; JACOMINO A. P.; TAVARES S. Conservação refrigerada de lima ácida 'Tahiti': uso de 1-metilciclopropeno, ácido giberélico e cera. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 406-409, 2003.
- MARTINS, K. S. et al. Parâmetros Físicos e Químicos de Limas Ácidas 'Tahiti' e Limões 'Galego' Produzidos no Cerrado Brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 194-199, 2018.
- MATTOS JR D.; DE NEGRI J. D.; FIGUEIREDO J. O. Lima Ácida Tahiti. **Instituto Agrônomo de Campinas: R Vieira Gráfica e Editora Ltda.**, 2003.
- MEIADO, T. E. Armazenamento de lima ácida 'tahiti' (Citrus latifolia) em diferentes temperaturas com absorvedor de oxigênio. **Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul**, 2019.
- MENDONÇA, L. M. V. L. et al. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (Citrus latifolia Tanaka). **Food Science and Technology**, v. 26, p. 870-874, 2006.
- MIRANDA, M. N. Desenvolvimento e Qualidade de Frutos de Lima Ácida 'Tahiti' (Citrus Latifolia Tanaka) nas Condições Meteorológicas da Região de Colorado do Oeste – Rondônia. 2010. 17p. **Universidade Federal de Mato Grosso**. Cuiabá/MT. 2010.
- MIRANDA, M. N.; CAMPELO JUNIOR, J. H. Desenvolvimento e qualidade da lima ácida Tahiti em Colorado do Oeste, RO. **Revista Ceres**, v. 57, p. 787-794, 2010.
- NASCIMENTO, L. M.; SANTOS, P. C. Controle de doenças fúngicas e de danos por frio em pós-colheita de lima ácida Tahiti. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, p. 193-205, 2013.

- NUNES, L. G. T. et al. Hábitos digitais dos produtores de frutas e hortaliças e sua relação com o perfil socioeconômico e o negócio rural. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 7, n. 1, p. 120-145, 2021.
- PREVIDELI, F. D.; ALMEIDA, M. M. Y. O MERCADO “IN NATURA” DO LIMÃO TAHITI THE “IN NATURA” MARKET FOR TAHITI LEMON. **Interface**, v. 17, n. 1, 2020.
- RANGEL, Ca. N. et al. Lima ácida (Citrus latifolia, Tanaka.) cv. Tahiti cultivada em lavouras convencional e biodinâmica: caracterização física e química do suco e otimização da hidrólise enzimática. **Dissertação (Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Federal do Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.
- RODRIGUES, L. H. S. Seleção de genótipos de limão com tolerância ao HLB para produção de óleo essencial. **Universidade Federal de São Carlos**, Araras, SP, 2020.
- ROSSI, P. L.; PANDOLFI, M. A. C. Análise de Mercado da Lima Ácida Tahiti , Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC), **Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, São Paulo, 2019.
- SANTOS, L. L. Produção e atributos físico-químicos de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ sob porta-enxertos e salinidade da água. 2021.
- SILVA, C. M.; BERNARDI, J. H.; LIMA J. C. X.; SANTOS L. M. S.; KRAMER L.R. Produção de Suco concentrado de limão. **Universidade Federal da Integração Latino-Americana**, 2019.
- SOUZA, J. M. A.; ATAÍDE, E. M.; DE SOUZA SILVA, M. Conservação pós-colheita de lima ácida ‘tahiti’ com uso de ácido giberélico, cera de carnaúba e filme plástico em condição refrigerada. **MAGISTRA**, v. 27, n. 1, p. 122-129, 2017.