

**Avaliação pós-colheita de tangerinas 'Dekopon' submetidas a aplicação de cloreto de cálcio em pré-colheita**

**Post-harvest evaluation of 'Dekopon' tangerins submitted to the application of calcium chloride in pre-harvest**

**Evaluación posterior a la cosecha de tangerinas 'Dekopon' presentadas a la aplicación de cloruro de calcio en la pre-cosecha**

Recebido: 14/04/2020 | Revisado: 17/04/2020 | Aceito: 18/04/2020 | Publicado: 20/04/2020

**Luís Henrique Costa Vasconcelos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6701-8710>

Instituto Federal de Brasília, Brasil

E-mail: [luis.vasconcelos@ifb.edu.br](mailto:luis.vasconcelos@ifb.edu.br)

**Flávio Alves da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3619-755X>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: [flaviocamp@gmail.com](mailto:flaviocamp@gmail.com)

**Lucas Marquezan Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2062-5492>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: [mznlucas@outlook.com](mailto:mznlucas@outlook.com)

**Rebeca Freitas Vasconcelos**

<https://orcid.org/0000-0003-0065-4234>

Instituto Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: [rebeca.vasconcelos@ifto.edu.br](mailto:rebeca.vasconcelos@ifto.edu.br)

**Resumo**

As tangerinas têm apresentado grande aumento na produção devido a adoção de diversos tratamentos culturais, potencializando a redução de perdas e a comercialização. No entanto, faz-se necessários estudos que possam manter a qualidade pós-colheita e incremento no campo. Portanto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar física e quimicamente os frutos de tangerina variedade 'Dekopon', analisando a influência da aplicação de cloreto de cálcio em 100, 200, 300, 400% da dosagem recomendada, além do controle. As amostras dos frutos foram colhidas em pomar experimental no município de Anápolis-GO e as análises foram

realizadas no laboratório da EMATER-GO. O experimento foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) composto por cinco doses de cloreto de cálcio, três repetições durante quatro semanas de avaliação (0, 7, 14 e 21 dias), respectivamente, sendo as variáveis avaliadas submetidas a análise de regressão polinomial em função das semanas. Foram avaliados: massa fresca dos frutos, coloração, sólidos solúveis, acidez titulável e textura. Os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão por meio de um teste F no nível de probabilidade de 5%, para medir o significado do modelo proposto. Conclui-se que o uso do cloreto de cálcio, não atuou de forma positiva na manutenção pós-colheita da qualidade dos frutos, no entanto, pode-se destacar que foram observadas características desejáveis com frutos maiores e manutenção da cor para aplicações de 100 e 200% da dosagem recomendada durante 21 dias de avaliação.

**Palavras-chave:** *Citrus reticulata* 'Shiranui'; Qualidade; CaCl<sub>2</sub>; Armazenamento; Campo.

### **Abstract**

The mandarins have made possible a great increase in the production due to diverse cultural treatments, potentializing the increase of the production and reduction of the losses. However, studies are needed that can maintain post-harvest quality and increase in the field. Therefore, the objective of this work was to evaluate physically and chemically the 'Dekopon' tangerine fruits, analyzing the influence of the application of Calcium Chloride in 100, 200, 300, 400% of the recommended dosage, in addition to the control. The fruit samples were extracted from an experimental orchard in the municipality of Anápolis-GO and the analyzes were performed in the EMATER-GO laboratory. The experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) composed of five doses of Calcium Chloride, three replicates during four weeks of evaluation (0, 7, 14 and 21 days), respectively, and the variables evaluated were submitted to polynomial regression analysis depending on the weeks. In this experiment were evaluated: loss of mass, coloration, soluble solids, titratable acidity and texture. The data originated from the analyzes were submitted to regression analysis by means of an F test at the probability level of 5%, to measure the meaning of the proposed model. It was concluded that the use of Calcium Chloride in most variables did not act positively in the post-harvest maintenance of fruit quality. However, it may be noted that desirable characteristics were observed in other post-harvest variables for applications of 100 and 200% of the recommended dosage during 21 days of evaluation.

**Keywords:** *Citrus reticulata* 'Shiranui'; Tangerine; Calcium Chloride; Storage; Post-harvest.

## Resumen

Las mandarinas han mostrado un gran aumento en la producción debido a la adopción de diversos tratamientos culturales, mejorando la reducción de pérdidas y comercialización. Sin embargo, se necesitan estudios para mantener la calidad poscosecha y aumentar en el campo. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar física y químicamente los frutos de la variedad de mandarina 'Dekopon', analizando la influencia de la aplicación de cloruro de calcio en 100, 200, 300, 400% de la dosis recomendada, además del control. Las muestras de fruta fueron recolectadas en un huerto experimental en la ciudad de Anápolis-GO y los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio EMATER-GO. El experimento se realizó en un diseño completamente aleatorio (DIC) compuesto por cinco dosis de cloruro de calcio, tres repeticiones durante cuatro semanas de evaluación (0, 7, 14 y 21 días), respectivamente, con las variables evaluadas sometidas a análisis de regresión polinómica. Dependiendo de las semanas. Se evaluaron los siguientes: masa de fruta fresca, color, sólidos solubles, acidez titulable y textura. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de regresión utilizando una prueba F al nivel de probabilidad del 5%, para medir el significado del modelo propuesto. Se concluye que el uso de cloruro de calcio no actuó positivamente en el mantenimiento poscosecha de la calidad del fruto, sin embargo, se puede resaltar que se observaron características deseables con frutos más grandes y mantenimiento del color para aplicaciones de 100 y 200% de la dosis recomendada durante 21 días de evaluación.

**Palabras clave:** Citrus reticulata "Shiranui"; Calidad CaCl<sub>2</sub>; Almacenamiento; Campo.

## 1. Introdução

O uso de substâncias utilizadas para interferir no metabolismo (anabolismo e catabolismo) dos vegetais está envolvida em cada aspecto do desenvolvimento e crescimento das plantas e dos frutos. Essas notáveis e pequenas moléculas funcionam como sinais químicos de elevada especificidade entre as células, sendo capazes de regular o desenvolvimento e crescimento vegetal, devido ao fato de produzirem efeitos amplificados (Raven et al., 2001; Campos et al., 2009). A aplicação de substâncias sintéticas ou naturais em plantas podem ser via foliar, em frutos e também em sementes, promovendo alterações nos processos estruturais e vitais, provocando incremento na produção, de melhoria da qualidade e até mesmo facilitando a colheita (Campos et al., 2009; Abrantes et al., 2011). O uso dessas substâncias tem influência no adiamento da maturação e na colheita de frutas, otimizando a mão-de-obra e também diminuindo perdas no armazenamento (Steffens et al., 2009).

O efeito da aplicação de cálcio em frutos tem chamado a atenção, principalmente, em função dos efeitos desejáveis desse cátion no atraso da maturação e da senescência, em detrimento da redução da produção de etileno e respiração, agindo também nos distúrbios fisiológicos e na conservação dos frutos (Figueiredo et al., 2007).

Utilizando-se cálcio em pré-colheita há evidências do aumento do teor de hemicelulose, cálcio na polpa, pectinas totais e diminuição na velocidade da hidrólise da parede celular, provocado por enzimas como b-D-galactosidase, pectilmetilesterases e poligalacturonases (Siddiqui & Bangerth, 1995). Tem ainda função na preservação da integridade da parede celular, atuando nas desordens fisiológicas (Poovaiah, 1986).

Estudos apontam a participação importante do cálcio na estrutura e resistência mecânica da parede celular, atuando no acúmulo de cátions  $Ca^{2+}$ , que agem como facilitador entre a ligação de polímeros de pectina, especificamente na lamela média, aumentando sua resistência (Poovaiah, 1986; Siddiqui & Bangerth, 1996). Além disso, a presença do cálcio na parede celular, possibilita a estabilidade e a permeabilidade seletiva das membranas, onde, elevados teores em frutos, auxiliam na redução da atividade respiratória e da síntese de etileno durante o armazenamento (Poovaiah, 1988; Marschner, 1995).

Ainda que a quantidade de cálcio esteja adequada no solo, pode ocorrer deficiência na planta e também no fruto. Isso ocorre pois há baixa translocação do cálcio via floema, onde o fruto recebe apenas esse cátion na fase inicial de desenvolvimento pelo xilema. E ainda, há competição deste nutriente entre o fruto e pontos de crescimento da planta (Natale et al., 2005).

Dentro deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar física e quimicamente os frutos de tangerina variedade 'Dekopon', analisando a influência da aplicação de cloreto de cálcio em 100, 200, 300, 400% da dosagem recomendada, além do controle".

## **2. Metodologia**

### **2.1 Origem, delineamento experimental e preparo dos frutos**

O trabalho realizado ocorreu em duas etapas, primeiramente em pomar, através de pesquisa em campo, por meio qualitativo para a aplicação pulverizada do cloreto de cálcio, e também ao observar os parâmetros para colheita, e posteriormente, realizadas as análises dos

frutos em laboratório por meio de pesquisa laboratorial, apontando-se as variáveis quantitativas, seguindo as recomendações metodológicas de Pereira et al. (2018).

O experimento foi desenvolvido através de pesquisa em campo, conduzido em pomares da estação experimental da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural no município de Anápolis-GO, localizado nas coordenadas 16°20'12.6"S de latitude e 48°53'14.7"O de longitude -16.336825, -48.887420). Foram selecionadas 10 plantas quanto à homogeneidade em tamanho e número de frutos, estabelecendo-se um delineamento inteiramente casualizado, e, em cada uma destas, foram marcados 20 frutos. De cada tratamento foram colhidos 25 frutos, que foram submetidos semanalmente às análises físico-químicas. Foram feitas as determinações de atributos físicos e químicos dos frutos.

Foi aplicado QUIMIFOL CÁLCIO E BORO®, um composto nutricional para aplicação foliar cuja matéria-prima é o cloreto de cálcio 10,00% (136,00 g L<sup>-1</sup>) acrescido de boro 0,50% (6,80 g L<sup>-1</sup>), totalmente solúvel em água, com função de complementar nutricionalmente as culturas agrícolas em cálcio e boro. Foram empregados os seguintes tratamentos:

- 1) Controle (sem aplicação) – T1;
- 2) 100% da dosagem recomendada para a cultura dos citros (4,0 L ha<sup>-1</sup>) – T2;
- 3) 200% da dosagem recomendada para a cultura dos citros (8,0 L ha<sup>-1</sup>) – T3;
- 4) 300% da dosagem recomendada para a cultura dos citros (12,0 L ha<sup>-1</sup>) – T4; e
- 5) 400% da dosagem recomendada para a cultura dos citros (16,0 L ha<sup>-1</sup>) – T5.

Para a aplicação dos tratamentos, foi utilizado um pulverizador pressurizado, com aplicação até o ponto de escurimento foliar. As formulações de cálcio foram aplicadas aos 15 e 7 dias antecedentes à colheita dos frutos.

A colheita foi realizada de forma qualitativa, quando os frutos do tratamento controle apresentaram pelo menos 90% da superfície da epiderme com coloração amarelo alaranjada, sendo os frutos colhidos no período da manhã seguindo os procedimentos de colheita, ensacando os frutos em sacos *bag* de Rafia de cintura, depositando os frutos em caixas *stoks* ou Policloreto de vinila (PVC), seguindo para o transporte em carreta coberta até a unidade de beneficiamento (*packinghouse*). Os frutos colhidos foram higienizados com água e hipoclorito de sódio a 5%, e, posteriormente, armazenados em uma sala aberta à temperatura ambiente (24 ± 2°C, 75 ± 5% UR) sendo os frutos armazenados em caixas plásticas *stoks* ou PVC. As avaliações físico-químicas e fisiológicas foram realizadas na colheita e a cada 7 dias até completar os 21 dias de armazenamento (0 7, 14 e 21 dias).

O experimento foi realizado na Unidade da estação experimental da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural no município de Anápolis – Goiás, e as análises físico-químicas foram realizadas, por meio de pesquisa laboratorial, no laboratório de Secagem e Armazenamento Pós-colheita da Universidade Estadual de Goiás - UEG, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas – CCET, também na cidade de Anápolis - Goiás. Os frutos foram avaliados quanto à acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), cor da epiderme, dimensões físicas (mm), massa fresca de frutos (g) e firmeza (cN).

## **2.2 Avaliações**

### **2.2.1 Massa fresca dos frutos**

A massa dos frutos foi avaliada pesando-se os frutos individualmente em balança analítica digital Gehaka BG400 – carga máxima de 2000 g, divisão de 10 mg e erro=0,01g), e os resultados foram expressos em gramas (g).

### **2.2.2 Firmeza**

A firmeza foi determinada pelo uso do texturômetro CT3 (Brookfield), utilizando ponteira proube tipo agulha (2,0 mm), com profundidade de penetração de 10 mm e velocidade de penetração de 6,9 mm seg<sup>-1</sup>. Foi procedida a leitura em lados opostos da seção equatorial dos frutos com 3 perfurações em cada lado, sendo que o valor médio obtido para se determinar à firmeza, em cN (centiNewton), foi definido em termos de força necessária para o rompimento da epiderme e de força para a penetração na polpa.

### **2.2.3 Acidez titulável e pH**

A determinação do pH foi realizada utilizando-se potenciômetro digital (Tecnal, TEC 3P-MP). O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, em seguida, realizou-se a leitura direta do pH com imersão do eletrodo no béquer, contendo o suco da polpa, segundo metodologia proposta pela AOAC (2012). A acidez titulável foi determinada pela titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L<sup>-1</sup>, usando como indicador a fenolftaleína 1%, conforme a AOAC (2012), expressa em g de ácido cítrico.100g<sup>-1</sup> ou % ácido cítrico.

#### 2.2.4 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado por meio da leitura direta da amostra à 20°C, em refratômetro digital portátil (Reichert, AR 200), de acordo com método proposto pela AOAC (2012).

#### 2.2.5 Coloração

Na coloração foi verificado os valores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , *Hue* e croma, medidos por refletância, utilizando-se colorímetro portátil CR-400 da Konica Minolta, onde a coordenada  $L^*$  indica quão escuro e quão claro é o produto (valor zero cor preta e valor 100 cor branca), a coordenada  $a^*$  está relacionada à intensidade de verde (-a) a vermelho (+a) e a coordenada  $b^*$  está relacionada à intensidade de azul (-b) e amarelo (+b). E o ângulo *Hue* (ângulo de tonalidade cromática) foi determinado pela equação (1), enquanto o Croma (saturação de cor) foi dada pela equação (2):

$$^{\circ}H = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (1)$$

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

Em que:  $^{\circ}H$  = ângulo *Hue*; C = Croma;

$a^*$  = valor de  $a^*$ ;  $b^*$  = valor de  $b^*$ .

#### 2.2.6 Características dimensionais do fruto

Os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos foram medidos com o auxílio de paquímetro digital (Starfer, Digital Vernier Caliper IVEO-150mm). O comprimento longitudinal foi medido do ápice ao pedúnculo do fruto, e, o diâmetro longitudinal (ou equatorial) foi medido na linha equatorial do fruto. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

### 2.3 Análise estatística dos dados

O experimento foi realizado utilizando um delineamento inteiramente casualizado (DIC) composto por cinco doses de cloreto de cálcio, três repetições durante quatro semanas de avaliação. As variáveis avaliadas foram submetidas a análise de regressão polinomial em função das semanas de análise experimental. O software SISVAR foi utilizado para ajustar os

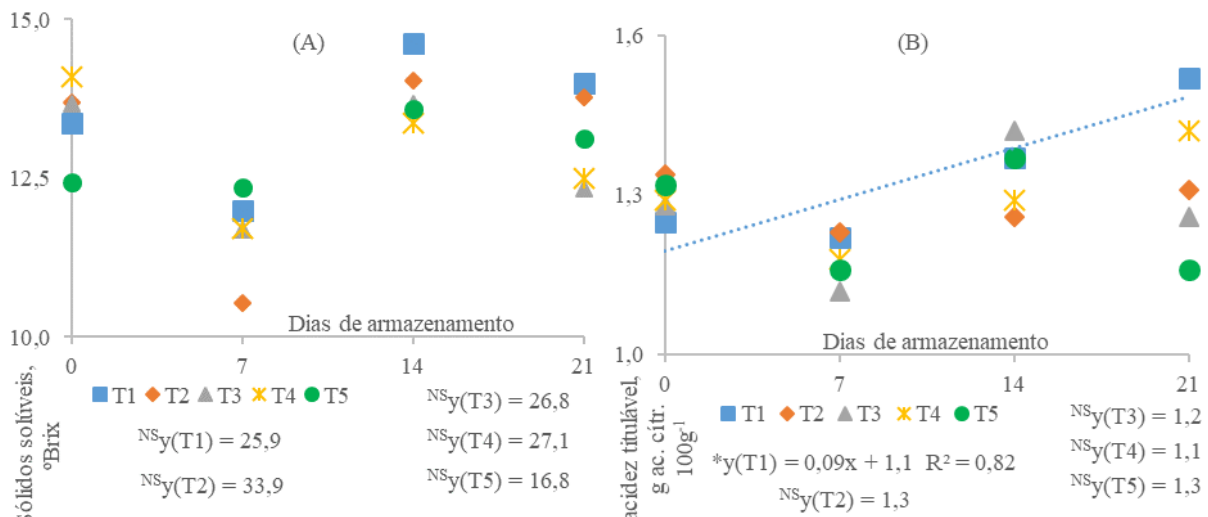


modelos de regressão por meio de um teste F no nível de probabilidade de 5%, para medir o nível de significância do modelo proposto.

### 3. Resultados e Discussão

Na Figura 1, estão apresentados os valores de sólidos solúveis (Figura 1-A) e acidez titulável (Figura 1-B), onde não houve interação significativa nesta variável, com exceção na acidez do tratamento controle, apontando que houve aumento durante os 21 dias de armazenamento.

**Figura 1.** Sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix), à esquerda, e acidez titulável (g ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$ ), à direita, em frutos de tangerina ‘Dekopon’ (*Citrus reticulata* ‘Shiranuhi’) submetidos a diferentes aplicações pré-colheita de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento. T1= controle, T2= 100% ( $4,0\text{ L ha}^{-1}$ ), T3= 200% ( $8,0\text{ L ha}^{-1}$ ), T4= 300% ( $12,0\text{ L ha}^{-1}$ ) e T5= 400% ( $16,0\text{ L ha}^{-1}$ ) da dosagem recomendada.



Observou-se baixa variação nos teores de sólidos solúveis e estabilização dos valores de acidez dos frutos de tangerina. A acidez por apresentar maior concentração há alto potencial para aproveitamento pós-colheita e para consumo *in natura*, visto que está é uma das maiores características desse fruto (Sanches et al., 2014).

Esse comportamento é consequência da não utilização de ácidos orgânicos na respiração do fruto, mesmo sem qualquer revestimento, sendo contrário ao visto por Khalid et al. (2017), onde observaram diminuição na acidez titulável em tangerina ‘Kinnow’, sendo essa diminuição associada a utilização de ácido orgânico pela respiração do fruto. O

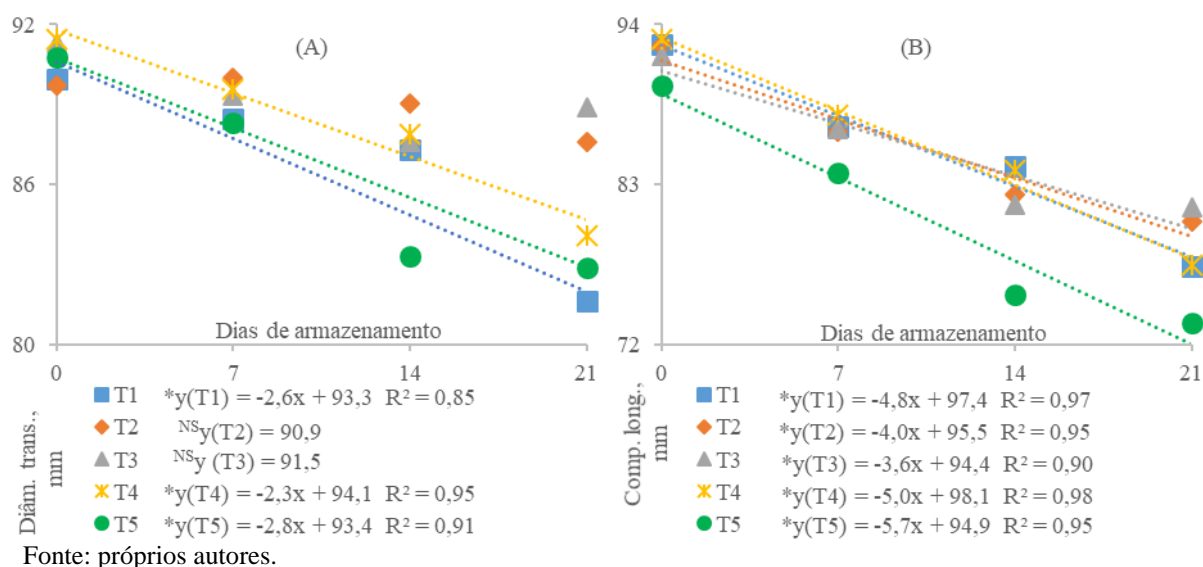


comportamento destes resultados corrobora com o trabalho de Tzortzakis & Chrysargyris (2016), onde não notaram alterações na acidez de frutos cítricos ao longo do armazenamento.

Para o teor de sólidos solúveis, apesar de não apresentar variação significativa ao longo do armazenamento, destaca-se que o uso do cloreto de cálcio não trouxe modificação nos índices dessa variável, conforme explicado por Chitarra & Chitarra (2005), inferindo que em citros são vistas poucas variações no conteúdo de açúcares em geral, contrariamente ao exposto por Vilas Boas et al. (1998), que relataram interferências nos tratamentos culturais da planta, podem viabilizar aumento nestes teores. No entanto, observa-se que há diminuição seguida de aumento, apesar de não significativo, com efeito similar aos apresentados por Oliveira Júnior et al. (2004), com aumento dos sólidos solúveis em frutos não-climáticos, e em laranjas armazenadas em temperatura ambiente (24°C) no trabalho de Todisco et al. (2012).

Na Figura 2 podem ser observados os valores médios dos diâmetros transversal (ou equatorial) e longitudinal, respectivamente.

**Figura 2.** Diâmetro transversal (mm), à esquerda, e comprimento longitudinal (mm), à direita, em frutos de tangerina 'Dekopon' (*Citrus reticulata* 'Shiranuhi') submetidos a diferentes aplicações pré-colheita de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e dias de armazenamento. T1= controle, T2= 100% (4,0 L ha<sup>-1</sup>), T3= 200% (8,0 L ha<sup>-1</sup>), T4= 300% (12,0 L ha<sup>-1</sup>) e T5= 400% (16,0 L ha<sup>-1</sup>) da dosagem recomendada.



Nota-se que em todos os tratamentos houve redução tanto do diâmetro transversal, quanto para o comprimento longitudinal. No entanto, nos tratamentos controle foi observado

maior redução do diâmetro, enquanto os menores comprimentos foram para as maiores doses de cloreto.

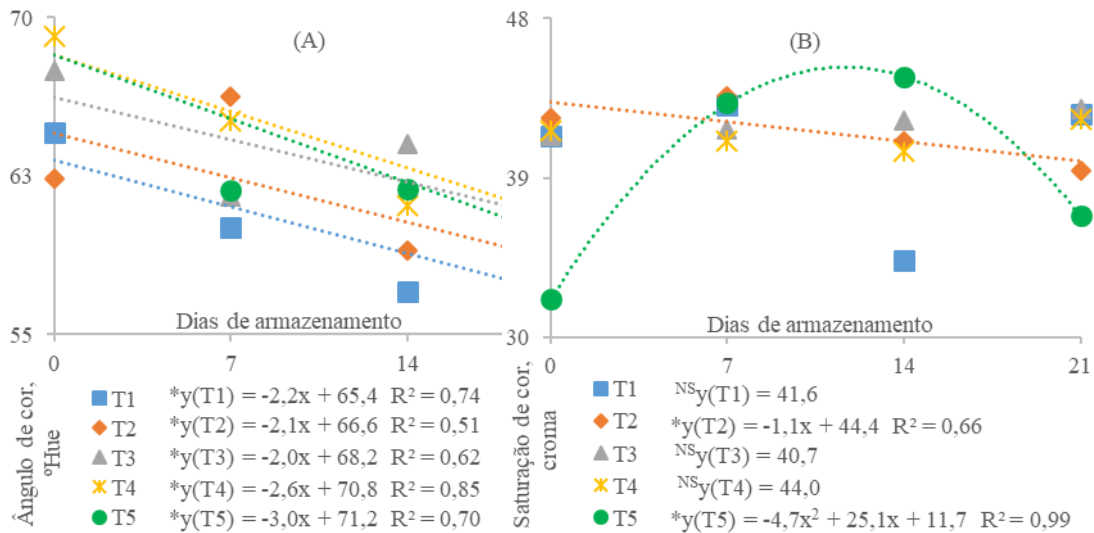
Houve diferença significativa para os diâmetros longitudinais em todos tratamentos, e nos diâmetros transversais não foi observado diferença significativa nos tratamentos com 100 e 200% de aplicação de cloreto de cálcio. Foi notado também que em ambas variáveis tiveram diminuição nos valores médios perdendo, aproximadamente, 6,21% e 15,12% para diâmetros transversal e longitudinal, respectivamente, sendo os menores valores para o controle e com maior dosagem de cloreto de cálcio, exceto no diâmetro longitudinal do controle.

A diminuição que ocorre no diâmetro transversal dos frutos está mais relacionada a perda de massa, enquanto a diminuição que se observa no diâmetro longitudinal está atribuída ao achatamento que ocorre com o fruto devido, principalmente, a sua própria massa (Vale et al., 2006).

As dimensões dos frutos de tangerina 'Dekopon' são superiores à tangerina Ponkan, que apresentam em média 68,5 mm (Silva et al., 2014). No trabalho de Mendonça et al. (2006) também observaram médias próximas de 68,42 mm no diâmetro longitudinal em tangerinas 'Ponkan'. Pio et al. (2001), inferiram que consumidores do Brasil tem maior propensão a frutos maiores, segundo a cartilha de Classificação das Tangerinas, sendo os tamanhos observados para tangerina 'Dekopon' um valor tido como fruto Padrão A, de acordo com CEAGESP (2011).

A Figura 3 apresentam o ângulo de cor, °Hue e a saturação de cor, croma, respectivamente. Notou-se que nos valores de °Hue houve diferença significativa para todos os tratamentos, com menores médias para o controle, e maior manutenção para tratamentos com cloreto de cálcio. Enquanto, para a cromaticidade média, não foi observada diferença significativa para os tratamentos a 100 (T2) e 400% (T5) da aplicação de cloreto de cálcio.

**Figura 3.** Ângulo de cor Hue (H°), à esquerda, e croma (C), à direita, em frutos de tangerina 'Dekopon' (*Citrus reticulata* 'Shiranuhi') submetidos a diferentes aplicações pré-colheita de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e dias de armazenamento. T1= controle, T2= 100% (4,0 L ha<sup>-1</sup>), T3= 200% (8,0 L ha<sup>-1</sup>), T4= 300% (12,0 L ha<sup>-1</sup>) e T5= 400% (16,0 L ha<sup>-1</sup>) da dosagem recomendada.



Fonte: próprios autores.

Nesta variável, quanto menor o valor do ângulo Hue, maior é a tendência de o fruto apresentar coloração saindo do verde, passando pelo amarelo até a coloração alaranjada, onde os tratamentos com menor concentração de cloreto de cálcio, atingiram esta coloração, apontando a manutenção da cor mais amarelada aos outros tratamentos, enquanto no Cromo observou-se estabilização nos tratamentos.

Para os valores de ângulo Hue, observou-se diminuição ao longo do armazenamento, apontando que os frutos tendiam para uma coloração alaranjada, no entanto, como notou-se certa estabilização da cromaticidade, pode-se inferir que a cor dos frutos teve estabilização ao longo do armazenamento, e escurecimento pela ligeira diminuição dos valores de croma, efeito devido a maturação e senescência dos frutos (Kader, 2002; Malgarim et al., 2008).

As alterações notadas no ângulo de matiz relacionam-se à ausência de refrigeração, pois Rodoni et al. (2016) relataram que variáveis de cor estão correlacionadas com a temperatura de armazenamento. Pode-se inferir também, que não houve correlação da cor com o teor de sólidos solúveis, corroborando com Silva et al. (2014), que inferiram que a cor da casca é uma característica pouco dependente da maturação interna e não retrata a doçura em citrinos.

Malgarim et al. (2008), observaram em citros 'Nova', em diferentes períodos de armazenamento, valores de ângulo Hue de 61,69°. Pacheco et al. (2017) encontraram valores

de ângulo de cor de 51,1°, 64,7° e 85,3° para tangerinas Fremont, Clemenules e Ponkan, respectivamente. Tietel et al. (2012), reportaram valores próximos dos 60 °Hue em mandarim ‘Or’. Silva et al. (2014) encontraram médias de 67,8° em tangerina ‘Dancy’, sendo todos estes valores bem próximos aos encontrados no presente estudo, diferindo-se apenas do encontrado por Oliveira et al. (2014) em tangerina ‘Ponkan’ com média de 85°.

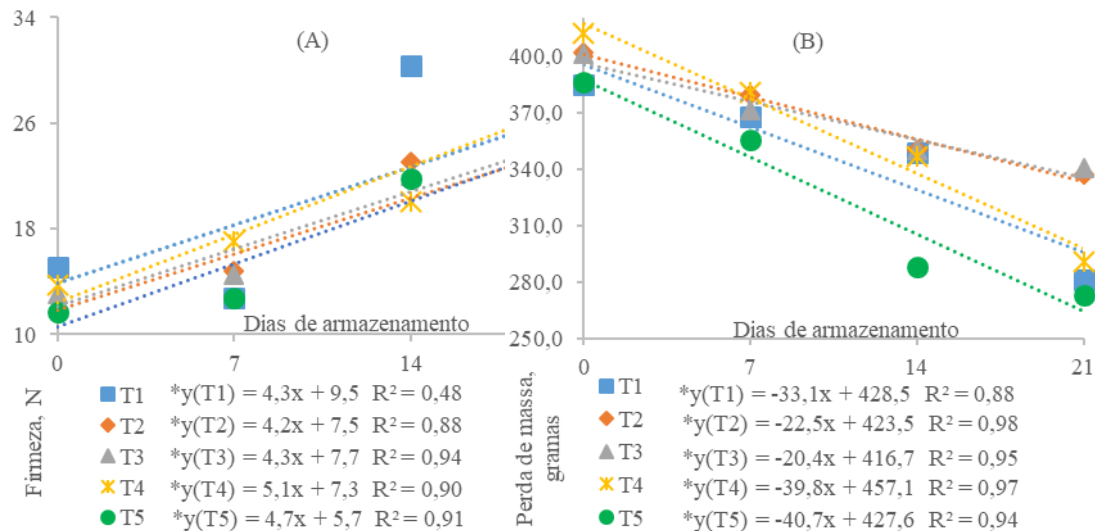
Teixeira et al. (2017) inferiram que tangerinas cultivadas em clima ameno, tendem a ter maior acidez e menor índice de maturação, comparando com frutos de regiões mais quentes e de maior insolação, proporcionando frutos precoces, com maior quantidade de suco e doçura, com menor acidez, aumentando o ratio e coloração dos frutos menos intensa, que aponta tais valores de cromaticidade estáveis.

Outro fator que reflete na cromaticidade dos frutos é destacado por Teruya et al. (2015), onde a presença de óleo na superfície dos frutos, que pode interagir com a coloração, trazendo alterações na cor dos frutos. De forma análoga, Boonyakiat et al. (2012), observaram alteração de cor do verde para o amarelo, e ligeira diminuição dos valores de croma em todos os tratamentos durante o armazenamento em frutos de tangerina, inferindo que mudanças de cor devem-se a degradação de sistema oxidativos.

Os valores encontrados no presente trabalho corroboram com Oliveira et al. (2014), onde o croma, em média foi de 44,8 em tangerina Ponkan, de diferentes localidades. E difere-se de Boonkorn et al. (2012) que encontraram médias de 51 em tangerina (*Citrus reticulata* Blanco cv. Sai Nam Pung). E também com Silva et al. (2014) que encontraram em tangerinas ‘Dancy’ valores de 63,5 em média. E no trabalho de Belo (2017) com valores de 110 em tangerina ‘Dekopon’.

Observa-se que houve aumento significativo para a firmeza ao longo do armazenamento pós-colheita para todos tratamentos, conforme a Figura 4-A. Enquanto, para massa fresca dos frutos (Figura 4-B), houve diferença significativa em todos tratamentos com redução da variável ao longo de 21 dias de armazenamento.

**Figura 4.** Firmeza (N), à esquerda, e perda de massa (gramas), à direita, em frutos de tangerina ‘Dekopon’ (*Citrus reticulata* ‘Shiranuhi’) submetidos a diferentes aplicações pré-colheita de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e dias de armazenamento. T1= controle, T2= 100% (4,0 L ha<sup>-1</sup>), T3= 200% (8,0 L ha<sup>-1</sup>), T4= 300% (12,0 L ha<sup>-1</sup>) e T5= 400% (16,0 L ha<sup>-1</sup>) da dosagem recomendada.



Fonte: próprios autores.

As maiores variações e valores, para a firmeza, estão presentes nos tratamentos controle (T1) e com 300% da dosagem de cloreto de cálcio (T4). Para os demais tratamentos, seguiram a mesma variação sem apresentar destaque para um tratamento específico.

O aumento da firmeza para o tratamento controle se dá, principalmente, pela perda de água do fruto e também da casca, fazendo com que ocorra o aumento da tensão no momento da ruptura, tornando a casca com maior resistência a penetração, ou seja, com maior rigidez (Kazemi et al., 2011). O mesmo pode ser percebido pelo tratamento T4, apontando aumento dessa resistência, sendo útil para o manejo em pós-colheita, dentre as várias etapas do processo que podem danificar o produto. No entanto, pensando em consumo, frutos com casca mais tenra, tem-se maior facilidade na remoção da mesma, sendo mais desejável que a resistência do fruto (Ferguson, 2001; Misha, 2002). Os mesmos autores ainda enfatizam que maximizando a concentração de cálcio em frutos, sem incorrer em danos, reduzirá o risco de distúrbios e ajudará na manutenção da firmeza e outras propriedades de qualidade desejáveis, como aumentar o teor de ácido ascórbico.

Os tratamentos que mais permitiram estabilizar a perda de massa dos frutos, foram as aplicações de 100 (T2) e 200% (T3) da dosagem recomendada de cloreto de cálcio. Enquanto o controle e a maior quantidade do produto não obtiveram resultados benéficos, pois segundo Chamel (1989), há baixa mobilidade deste elemento no floema como também na translocação

a partir do local aplicado, notando-se que quantidade muito elevada dessa substância não são totalmente aproveitadas pela planta.

Sabe-se que o cloreto de cálcio proporciona resistência principalmente na lamela média (Guzman et al., 1999; Manica, 2000; Lara et al., 2004; Paiva et al., 2009). E essas pontes entre polissacarídeos e os ácidos pécticos que agem na regulação do amolecimento atuam com sítios antisenescência e regulam a estrutura da membrana e parede celular, que por sua vez interferem e/ou dificultam a atividade de enzimas hidrolíticas como a pectinametilesterase, o que por sua vez, são os agentes responsáveis em manter a firmeza, estrutura na parede celular do fruto, e conseqüente redução da perda de massa, como pode ser notado nos tratamentos a 100 e 200% de cloreto de cálcio (Neves et al., 2004; Xisto et al., 2004; Figueiredo et al., 2007; Werner et al., 2009).

Nota-se que houve aumento da firmeza dos frutos em todos os tratamentos, isto se deve principalmente pelas reações que ocorrem entre a epiderme e a polpa dos frutos, que diminuem a espessura da casca aumentando a resistência à penetração, o que não permite inferir o mesmo sobre a polpa, remetendo-se ao comportamento da massa fresca dos frutos, onde em todos tratamentos houve perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento.

#### **4. Considerações Finais**

Tal estudo mostra como a aplicação de cloreto de cálcio pode proporcionar alterações nas características físicas e químicas dos frutos. Apontando para produtores de pomares comerciais que intervenções em pré-colheita podem alterar características na pós-colheita, agregado valor e incremento de renda, permitindo aos frutos permanecerem por maior período na planta e também enquanto são submetidos ao armazenamento.

No entanto, conclui-se que o uso do cloreto de cálcio em tangerinas ‘Dekopon’ não atuou amplamente de forma positiva na manutenção da qualidade dos frutos. No entanto, pode-se destacar que foram observadas características desejáveis pós-colheita com frutos maiores e manutenção da cor para aplicações de 100 e 200% da dosagem recomendada durante o período de avaliação de 21 dias, sem refrigeração. Contudo, esperava-se que maiores doses de cloreto de cálcio poderiam proporcionar maior manutenção das características pós-colheita, o que não foi possível observar diretamente neste experimento.

Pode-se perceber que a ausência da refrigeração no armazenamento, afetou as características dos frutos, mesmo que, ainda assim, o cloreto de cálcio superou as condições

para armazenamento em temperatura ambiente, atuando no maior tempo de duração pós-colheita dos frutos. Portanto, recomenda-se associar outras técnicas que permitam a retirada do calor de campo dos frutos, possibilitando estabilidade dos frutos por um período superior aos 21 dias, mantendo-se as características desejáveis pós-colheita.

## Referências

Abrantes, F.L.; Sá, M;E.de; Souza, L.C.D.de; Silva, M.P.da; Simidu, H.M.; Andreotti, M.; Buzetti, S.; Valério Filho, W.V. & Arruda, N. (2011). Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 41(2): 148-154.

AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. AOAC – Association Official Analytical Chemists. 18ed. AOAC: Gaithersburg.

Belo, A.P.M. (2018). *Caracterização sensorial e físico-química de tangerinas produzidas em goiás*. 107p. Tese (Doutorado em Agronomia: produção vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Boonkorn, P., Gemma, H., Sugaya, S., Seta, S., Uthaibutra, J. & Whangchai, K. (2012). Impact of high-dose, short periods of ozone exposure on green mold and antioxidant enzyme activity of tangerine fruit. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 67(1): 25-28.

Boonyakiat, D., Seehanam, P. & Rattanapanone, N. (2012). Effect of Fruit Size and Coating Material on Quality of Tangerine Fruit cv. Sai Nam Phueng. *Chiang Mai University Journal of Natural of Sciences*, Su Thep, 11(2).

Campos, M. F. de; Ono, E. O. & Rodrigues, J. D. (2009). Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. *Revista Ceres*, Viçosa, 56(1): 74-79.

Chamel, A.R. (1989). Permeability characteristics of isolated Golden Delicious apple fruit cuticles with regard to calcium. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 114(1): 804-809.



- Chitarra, M.I. & Chitarra, A.B. (2005). *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2. ed. Lavras: Revisada e ampliada, 785 p.
- Companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo – CEAGESO (2011). *Normas de classificação de Citros de mesa*, CEAGESPE -São-Paulo, 12 p.
- Ferguson, I. (2001). "Calcium in apple fruit", *Proceedings Washington Tree Fruit Postharvest conference*, March 13-14, Wenatche, WA.
- Figueiredo, W. de; Lajolo, F.M.; Alves, R.E.; Filgueiras, H.A.C.; Maia, G.A. & Sousa, P.H.M. de. (2007). Qualidade de pedúnculos de caju submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e armazenados sob refrigeração. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, 42(4): 475-482.
- Guzman, I.L.; Cantwell, M. & Barret, D.M. Freshcut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.17, p.201-213, 1999.
- Kader, A.A. (2002). Modified atmosphere during transport and storage. In: KADER, A.A. *Postharvest technology of horticultural crops*. Oakland: University of California. 144 p.
- Kazemi, M.; Aran, M. & Zamani, S. (2011). Effect of Calcium Chloride and salicylic acid treatments on quality characteristics of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) During Storage. *American Journal of Plant Physiology*, Dubai, 6(3): 183-189.
- Khalid, S.; Malik, A.U.; Khan, A. S.; Khan, M.N.; Ullah, M.I.; Abbas, T. & Khalid, M.S. (2017). Tree age and fruit size in relation to postharvest respiration and quality changes in 'Kinnow' mandarin fruit under ambient storage. *Scientia Horticulturae*, Viterbo, 220(1): 183-192.
- Lara, I.; Garcya, P. & Vendrell, M. (2004). Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 34(1): 331-339.

Malgarim, M.B.; Cantillano, R.F.F.; Oliveira, R.P.de & Treptow, R.de. (2008). Qualidade pós-colheita de citros ‘Nova’ em diferentes períodos de armazenamento e comercialização. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, 14(1): 19-23.

Manica, I. (2000). *Fruticultura tropical 6: Goiaba*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 321 p.

Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic, 674 p.

Mendonça, V.; Ramos, J.D.; Rufini, J.C.M.; Araújo Neto, S. E. de & Rossi, E.P. (2006). Qualidade de frutos de tangerineira Ponkan após poda de recuperação. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 30(2): 271-276.

Misha, S. (2002). *Calcium chloride treatment of fruits and vegetables*. Texas: Tetra Technologies, 25 p.

Natale, W. et al. (2005). Alterações anatômicas induzidas pelo cálcio na parede celular de frutos de goiabeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 40(12): 1239-1242.

Neves, L.C.; Bender, R J.; Rombaldi, C.V. & Vieites, R.L. (2004). Qualidade de carambolas azedas cv. Golden Star tratadas com CaCl<sub>2</sub> por imersão e armazenadas sob refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 26(1): 32-35.

Oliveira, C.A. de; Brunini, M.A. & Nunes, G.S. (2014). Qualidade da tangerina ‘Ponkan’ comercializada na CEAGESP entreposto de Ribeirão Preto-SP. *Nucleus*, Ituverava, 11(2).

Oliveira Júnior, E.N.; Santos, C.D.; Abreu, C.M.P.; Corrêa, A.D. & Santos, J.Z.L. (2004). Postharvest changes of “fruta-de-lobo” (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) during the ripening process: physical-chemical, chemical and enzymatic analysis. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 26(1): 410-413.

Pacheco, C.deA.; Azevedo, F.A.de; Barros, V.N P.de & Yaly, M.C- & Bernardi, M. R.V-. (2017). Fremont - IAC 543: tangerine with potential for the brazilian market. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 39(especial).

- Paiva, E.P.; M.S. Lima & Paixão, J.A. (2009). Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. *Revista Iberoamericana de Polímero*, Vizcaya, 10 (4): 196-211.
- Pereira, A.S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em:  
[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 17 Abril 2020.
- Pio, R.M.; Keigo, M. & Figueiredo, J.O de. (2001). Características do fruto da variedade Span Americana (*Citrus reticulata* Blanco): uma tangerina do tipo ‘Poncã’ de maturação precoce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23(2): 325-329.
- Poovalah, B.W. (1986). Role of calcium in prolonging storage life of fruit and vegetables. *Food Technology*, Chicago, 16(1): 86-89.
- Poovalah, B.W. (1988). Molecular cellular aspects of calcium action in plants. *HortScience*, Alexandria, 23(2): 267-271.
- Raven, P.H.; Evert, R.F. & Eichhorn, S. E. (2001). Regulando o crescimento e o desenvolvimento: Os hormônios vegetais. *Biologia Vegetal*, Guanabara, 6(1): 649-674.
- Rodoni, L.M.; Hasperué, J.H.; Ortiz, C.M.; Lemoine, M.L.; Concellón, A. & Vicente, A.R. (2016). Combined use of mild heat treatment and refrigeration to extend the postharvest life of organic pepper sticks, as affected by fruit maturity stage. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 117(1): 168-176.
- Sanches, A.L.R.; Miranda, S.H.G.de; Belasque Junior, J. & Bassanezi, R.B. (2014). Análise econômica da prevenção e controle do cancro cítrico no estado de São Paulo. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, 52(3).
- Siddiqui, S. & Bangerth, F. (1995). Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apples – influence of fruit size. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, 70(2): 263-269.

Siddiqui, S. & Bangerth., F. (1996). The effect of calcium infiltration on structural changes in cell walls of stored apples. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, 5(1): 703-708.

Silva, A.P.G.da; Silva, S.deM.; Schunemann, A.P.P.; Dantas, A.L.; Dantas, R.L.; Silva, J.A. da & Mendonça, R.M.N.(2014). Índices de identidade e qualidade de tangerina ‘Ponkan’ produzida no estado da Paraíba. *Revista Agropecuária Técnica*, Paraíba, 35(1): 143–149,.

Steffens, C.A.; Amarante, C.V.T.do; Chechi, R.; Silveira, J.P.G. & Brackmann, A. (2009). Aplicação pré-colheita de reguladores vegetais visando retardar a maturação de ameixas ‘Laetitia’. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(5): 1369-1373.

Teixeira, P.deT.L.; Giacomelli, S.R. & Piton, R. (2017). Caracterização morfológica e físico-químico dos frutos das tangerineiras 'Okitsu', 'Marisol' e do tangoreiro 'Ortanique'. *Investigación Agraria*, San Lorenzo, 19(1).

Teruya, T.; Teruya, Y.; Sugiyama, S. & Woo, J. (2015). Method for manufacturing composition containing nobiletin and tangeretin derived from citrus fruits, and composition containing nobiletin and tangeretin obtained thereby. *Patent Application Publication*. United States. Pub. No.: US 2015/0283196A1.

Tietel, Z.; Fallik, E.; Lewinsohn, E. & Porat, R. (2012). Importance of storage temperatures in maintaining flavor and quality of mandarins. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 64(1): 175-182.

Todisco, K.M.; Clemente, E. & Rosa, C.I.L.F. (2012). Conservação e qualidade pós-colheita de laranjas “folha murcha” armazenadas em duas temperaturas. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, Maringá, 5(3): 579-591.

Tzortzakis, N.. & Chrysargyris, A. (2016). Postharvest ozone application for the preservation of fruits and vegetables. *Food Reviews International*, United Kingdom, 3(3): 270-315.

Vale, A.A.S.; Santos, S.D.dos; Abreu, C.M.P.de; Corrêa, A.D. & Santos, J.A. (2006). Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina 'ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 30(4): 778-786..

Vilas Boas, E.V.deB.; Reis, J.M.R.; Lima, L.C.; Chitarra, A.B. & Ramos, J.D. (1998). Influência do tamanho sobre a qualidade de tangerinas, variedade Ponkan, na cidade de Lavras-MG. *Revista da Universidade de Alfenas*, Alfenas, 4(1): 131-135.

Werner, E.T.; Oliveira Junior, L.F.G.de; Bona,A.P.de; Cavati,B. & Gomes, T.D.U.H. (2009). Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba 'Cortibel'. *Bragantia*, Campinas, 68(2): 511-518.

Xisto, A.L.R.P.; Abreu, C.M.P.; Corrêa, A.D. & Santos, C.D. Textura de goiabas —Pedro Sato submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 28(1): 113-118.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Luís Henrique Costa Vasconcelos – 25%

Flávio Alves da Silva – 25%

Lucas Marquezan Nascimento – 25%

Rebeca Freitas Vasconcelos – 25%