

DÉBORA MONIQUE VITOR

**EFEITO DE FITORREGULADORES E DE NUTRIENTES NA FRUTIFICAÇÃO E
NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE JABUTICABEIRA ‘SABARÁ’**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2019

Ficha catalográfica preparada pela **Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

V845e
2019 Vitor, Débora Monique, 1986-
Efeito de fitorreguladores e de nutrientes na frutificação e na qualidade pós-colheita dos frutos de jabuticabeira 'Sabará' / Débora Monique Vitor. – Viçosa, MG, 2019.
xi, 109f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Jabuticaba - Cultivo. 2. Jabuticaba - Conservação.
3. Jabuticaba - Perdas pós-colheita - Prevenção. 4. Frutos.
5. Fixação. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 634.42

DÉBORA MONIQUE VITOR

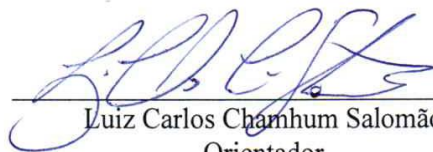
**EFEITO DE FITORREGULADORES E DE NUTRIENTES NA FRUTIFICAÇÃO E
NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE JABUTICABEIRA ‘SABARÁ’**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 20 de maio de 2019.



Débora Monique Vitor
Autora



Luiz Carlos Chamhum Salomão
Orientador

A Deus, que me deu força e sabedoria
para a realização deste trabalho.

A Felipe, meu amor, que participou comigo,
pacientemente, de todas as etapas desta conquista,
sempre com amor e generosidade.

OFEREÇO

A Divino (*in memoriam*), meu pai, pelo exemplo de vida,
estímulo, força, e por me deixar a educação
como a maior riqueza que se pode dar a um filho.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela providência, por não me deixar desistir e pelas inúmeras oportunidades de aprendizado e sabedoria.

À Universidade Federal Viçosa (UFV), ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização desse curso, e a todos os professores do Programa, que contribuíram para a minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Ao meu pai, Divino Daniel Vitor (*in memoriam*), por me mostrar o melhor caminho a seguir e para quem faço de tudo para mostrar a minha gratidão, e a minha mãe Marinete Inácio, pelo amor, pelo apoio e pelo incentivo sempre.

Ao meu admirado professor e orientador, Luiz Carlos Chamhum Salomão, pela oportunidade, pelo ensinamento, pela confiança, pelo exemplo de dedicação, pela compreensão nos momentos difíceis, pela gentileza com que me tratou.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela coorientação, pela disposição, pela atenção e pelos constantes ensinamentos nas análises estatísticas, fundamental para a conclusão da minha tese.

Ao professor Dalmo Lopes de Siqueira, pela coorientação, pela atenção e pela disponibilidade em repassar os seus conhecimentos.

À professora Marília Contin Ventrella, minha coorientadora, muito obrigada pelos ensinamentos, pela atenção, pelas sugestões, pela ajuda nas análises anatômicas e pela paciência.

Aos professores Mateus Gonzatto, Teresa Drummond e Juraci Alves, pela disposição em participar da banca examinadora, pela gentileza e importantes considerações, essenciais no aprimoramento deste trabalho.

À equipe do Laboratório de Pós-colheita e aos colegas do curso de Pós-graduação em Fitotecnia, pelos momentos divertidos que tornaram o curso mais prazeroso.

À amiga e irmã de coração, Joseane, pela amizade, pelo apoio, pela ajuda imprescindível nos experimentos e na vida.

Aos amigos que ganhei de presente no decorrer do curso, Sérgio, Leila, Iranilson, Joseane, José Henrique, Letícia, Guilherme e Igor, que me ajudaram a suportar os momentos difíceis, por serem tão presentes e alegres, tornando mais leve os dias de busca por esse objetivo, pela atenção, prestatividade e ajuda nas análises durante todo o experimento.

Aos funcionários do Setor de Fruticultura, da Fazenda Experimental Sementeira e do Pomar do Fundão, pela ajuda, disposição durante os experimentos, pelo carinho, agilidade e atenção com que me ajudaram.

Ao engenheiro agrônomo Hugo, pela amizade, pelo apoio e pelos ensinamentos durante esta jornada.

À minha família, pelo apoio e pela ajuda durante a execução dos experimentos, em especial, aos meus sobrinhos Mayara e Kauã, a minha prima Kamila, a minha mãe Marinete e ao meu irmão Daniel.

Ao meu amor, Fuede Felipe, pelo companheirismo, pela amizade, pela paciência, por sempre acreditar em mim, por ter aguentado os meus estresses, pelo apoio nos momentos mais difíceis da nossa vida e pelo auxílio na condução dos experimentos.

Enfim, sou grata a todos que foram motivadores da minha vida acadêmica desde a graduação.

Muito obrigada a todos.

BIOGRAFIA

Débora Monique Vitor, filha de Divino Daniel Vitor (*in memoriam*) e Marinete Inácio, nasceu no dia 02 de setembro de 1986, em Viçosa, Minas Gerais.

Cursou segundo grau na Escola Estadual Dr. Raimundo Alves Torres, em Viçosa, Minas Gerais. Em 2004, no terceiro ano, conquistou uma bolsa de iniciação científica júnior no departamento de Química na Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelo seu desempenho escolar.

Em março de 2007, ingressou na Universidade Federal de Viçosa (UFV), graduando-se em Engenharia Agrônômica em janeiro de 2012.

Em novembro de 2012, iniciou o Curso de Mestrado em Fisiologia Vegetal, área de concentração em Fisiologia Pós-colheita, na Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, submetendo-se à defesa da dissertação em 04 de dezembro de 2014.

Em março de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, em nível de Doutorado, submetendo-se à defesa de tese em 20 de maio de 2019.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS.....	9
REFERÊNCIAS	9
CAPÍTULO 1	16
Efeito da aplicação de ANA e GA ₃ na frutificação e nas características dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’	16
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS	41
CAPÍTULO 2	45
Avaliação da qualidade e da conservação de frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ tratados com CaCl ₂ e B em pré-colheita	45
RESUMO	45
ABSTRACT	46
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	48

RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS	65
CAPÍTULO 3	69
Uso de metil jasmonato e cloreto de cálcio na conservação pós-colheita de jabuticaba ‘Sabará’	69
RESUMO	69
ABSTRACT	70
INTRODUÇÃO.....	70
MATERIAL E MÉTODOS.....	72
RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS	87
CAPÍTULO 4	90
Armazenamento refrigerado e uso de metil jasmonato e cloreto de cálcio na pós-colheita de jabuticaba ‘Sabará’	90
RESUMO	90
ABSTRACT	91
INTRODUÇÃO.....	91
MATERIAL E MÉTODOS.....	93
RESULTADOS E DISCUSSÃO	96
CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS	106

RESUMO

VITOR, Débora Monique, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2019. **Efeito de fitorreguladores e de nutrientes na frutificação e na qualidade pós-colheita dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’**. Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão.

A jabuticabeira ‘Sabará’ produz frutos pequenos e rapidamente perecíveis; conseqüentemente, são necessários estudos relacionados ao aumento da fixação e do tamanho dos frutos, assim como relacionados ao manejo pós-colheita, visando à extensão da conservação pós-colheita dos mesmos. Os objetivos deste trabalho foram: avaliar o efeito da aplicação pré-colheita de diferentes concentrações de ácido 1-naftalenoacético (ANA) e ácido giberélico (GA_3) sobre a fixação, o tamanho e a qualidade após a colheita dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’; estudar o efeito da aplicação pré-colheita de cloreto de cálcio ($CaCl_2$) e boro sobre as características pós-colheita e a extensão do período de armazenamento dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ armazenados a 10 °C; e avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de $CaCl_2$ e metil jasmonato (MJ) em pós-colheita, associados com atmosfera modificada e armazenamento em temperatura ambiente ou a 10 °C, sobre as características de qualidade e a extensão do período de armazenamento dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’. Num primeiro experimento, a aplicação pré-colheita de ANA na concentração de 53,5 mg L⁻¹ proporcionou menor produção total de frutos; já a concentração de 54,5 mg L⁻¹ de GA_3 proporcionou uma fixação de frutos máxima. A aplicação de GA_3 a 75 mg L⁻¹ resultou na obtenção de frutos com maior massa total. O ANA e o GA_3 não influenciaram a qualidade após a colheita da jabuticaba. No segundo estudo, em que cloreto de cálcio e boro foram aplicados na pré-colheita, observou-se melhor manutenção da qualidade geral após a colheita nos frutos tratados com 5 g L⁻¹ de $CaCl_2$, 5 g L⁻¹ de $CaCl_2$ + 0,3 g L⁻¹ de B e 10 g L⁻¹ de $CaCl_2$. Já no terceiro experimento, os frutos tratados com MJ e armazenados à temperatura ambiente mantiveram a melhor qualidade geral e tiveram a incidência de podridões e a perda de massa fresca reduzidas em comparação ao controle, mantendo-os aptos para o consumo até o quinto dia de armazenamento. Nesses aspectos, o MJ foi mais eficaz que o cloreto de cálcio. No quarto e último estudo, em que jabuticabas tratadas com cálcio e MJ foram armazenadas a 10 °C, os frutos de todos os tratamentos mantiveram-se em condições de consumo até o décimo segundo dia de armazenamento refrigerado, com nota superior a 3 para qualidade visual, o que corresponde a fruto comercializável. Os tratamentos com 0,112 g L⁻¹ e 0,224 g L⁻¹ de MJ

e 20 e 40 g L⁻¹ de CaCl₂ preservaram a qualidade geral dos frutos e reduziram a incidência de podridão por maior tempo, comparados aos frutos não tratados.

ABSTRACT

VITOR, Débora Monique, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2019. **Effect of phytohormones and nutrients on the fruiting and post-harvest quality of 'Sabará' jaboticaba tree fruits.** Adviser: Luiz Carlos Chamhum Salomão.

The 'Sabará' jaboticaba tree produces small and rapidly perishable fruits; consequently, studies related to the increase of the fixation and the size of the fruits are necessary, as well as related to the postharvest management, aiming at the extension of its postharvest conservation. The objectives of this work were: to evaluate the effect of the preharvest application of different concentrations of 1-naphthaleneacetic acid (ANA) and gibberelic acid (GA_3) on the fixation, size and quality after harvest the fruits of 'Sabará' jaboticaba tree; to study the effect of preharvest application of calcium chloride ($CaCl_2$) and boron on the postharvest characteristics and the extension of the storage period of the 'Sabará' jaboticaba fruits stored at 10 °C; and to evaluate the effect of the application of different concentrations of $CaCl_2$ and methyl jasmonate (MJ) in postharvest, associated with modified atmosphere and storage at room temperature or at 10 °C, on the quality characteristics and the extension of storage period of 'Sabará' jaboticaba fruits. In a first experiment, the preharvest application of ANA in the concentration of 53.5 mg L⁻¹ provided lower total fruit production; already the concentration of 54.5 mg L⁻¹ of GA_3 provided maximum fruit fixation. The application of GA_3 at 75 mg L⁻¹ resulted in obtaining fruits with the highest total mass. The ANA and GA_3 did not influenced the quality after the harvest of the jaboticaba. In the second study, in which calcium chloride and boron were applied in the preharvest, it was observed better maintenance of the general quality after harvesting in fruits treated with 5 g L⁻¹ of $CaCl_2$, 5 g L⁻¹ of $CaCl_2$ + 0.3 g L⁻¹ B and 10 g L⁻¹ $CaCl_2$. In the third experiment, the fruits treated with MJ and stored at room temperature maintained the best overall quality and had the rot incidence and the fresh mass loss reduced in comparison to the control, keeping them fit for consumption until the fifth day of storage. In these aspects, MJ was more effective than calcium chloride. In the fourth and last study, in which jaboticaba fruits treated with calcium and MJ were stored at 10 °C, the fruits of all treatments remained good for consumption until the 12th day of refrigerated storage, with a grade higher than 3 for visual quality, which corresponds to marketable fruit. The treatments with 0.112 g L⁻¹ and 0.224 g L⁻¹ of MJ and 20

g L⁻¹ and 40 g L⁻¹ of CaCl₂ preserved the overall quality of the fruits and reduced the rot incidence for a longer time, compared to the untreated fruits.

INTRODUÇÃO GERAL

Jaboticabeira

A fruticultura é um segmento do agronegócio que cresce a cada ano, devido ao país possuir diversidade edafoclimática que favorece o cultivo das mais diferentes espécies. Dentre as inúmeras fruteiras encontradas na Mata Atlântica brasileira, a jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) O. Berg) despertou interesse nos últimos anos (SILVA et al., 2018), tanto pelos consumidores como pela indústria. Pertencente à família Myrtaceae (MATTOS, 1983), no passado esta espécie pertencia ao gênero *Myrciaria*, mas Sobral (1985) propôs alteração de classificação para o gênero *Plinia*, devido às características de suas sementes e de sua inflorescência. Por se tratar de sinonímia, são aceitas ambas as classificações, e o gênero *Myrciaria* ainda é largamente empregado no meio científico.

A jaboticabeira é uma fruteira nativa das regiões subtropicais do Sul e Sudeste do Brasil, de ocorrência natural no Ecossistema Floresta com Ombrófila Mista, dentro do Sudoeste do Paraná, e também é encontrada em outros países como a Argentina e o Paraguai (MATTOS, 1983; DANNER, 2009). Possui uma característica peculiar pelo fato de seus frutos, de coloração escura, crescerem diretamente ligados aos ramos e troncos, o que a caracteriza como fruteira cauliflora (GOMES et al., 2007).

A comercialização da jaboticaba é bastante promissora, pois as frutas podem ser consumidas frescas e processadas, na forma de geleias, suco e licores (NERI-NUMA et al., 2017). Além disso, devido às suas propriedades funcionais, como elevado conteúdo de antocianinas (TEIXEIRA et al., 2008), apresenta potencial para uso em indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia (DANNER et al., 2011). Por sua vez, de acordo com Suguino et al. (2012), a árvore é utilizada no paisagismo em geral, devido às suas características ornamentais.

Dentre as diversas espécies e, ou variedades existentes, a jaboticaba ‘Sabará’ é a mais difundida, considerada por muitos como a melhor variedade, ocupando a maior área cultivada do Brasil. Sua produção concentra-se, principalmente, nos estados de São Paulo, Rio de

Janeiro e Minas Gerais (MANICA, 2000). Em 2017, na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), foram comercializadas 2.459,91 toneladas de jabuticaba, sendo Casa Branca (24%), Mogi das Cruzes (16%), Aguaí (13%) e Guararema (12%), todas em São Paulo, as principais cidades fornecedoras (CEAGESP, 2018).

A planta é semidecídua e pode alcançar de 6 a 9 metros de altura, de ramos delgados e formato cilíndrico. As flores brancas são reunidas em fascículos ao longo do caule principal e de ramos maduros, sendo que o número de flores por metro de ramificação pode variar de 170 a 1500 e o número de frutos de 30 a 400, dependendo do diâmetro do ramo (SALOMÃO et al., 2018). Os frutos são pequenos, tipo baga globosa de até 3 cm de diâmetro, com casca avermelhada quase preta, polpa esbranquiçada mucilagínosa, agridoce, muito saborosa, que apresenta comumente uma única semente, mas podendo apresentar até quatro sementes (LIMA et al., 2008).

As plantas dessa espécie são muito produtivas e os frutos possuem período de desenvolvimento que varia de 35 a 65 dias, dependendo das condições climáticas (BRUNINI et al., 2004; COLETTI, 2012; JESUS et al., 2004). Podem ocorrer duas ou mais safras anuais, porém, há carência de estudos acerca do manejo da jabuticabeira, relacionados ao desenvolvimento reprodutivo, para ofertar o produto na entressafra, aumentar a fixação e o tamanho dos frutos e melhorar o preço pago aos produtores.

Efeito de auxina e giberelina aplicados na pré-colheita

Diversas técnicas culturais têm sido utilizadas para melhorar a produção e a qualidade dos frutos e, entre as principais está a aplicação de fitorreguladores de crescimento, os quais produzem efeitos semelhantes àqueles gerados pelos hormônios vegetais. Diversos estudos relatam que auxinas e giberelinas sintéticas podem ser utilizadas no controle da fixação e possuem potencial no aumento do tamanho dos frutos, sem resultar em desbaste.

A aplicação de 50 mg L⁻¹ de ácido 1-naftalenoacético (ANA) na fase de plena floração e 60 dias após a plena floração induziu efeito positivo máximo nos caracteres estudados de frutificação e qualidade de frutos em mangueira ‘Keitt’, aumentando aproximadamente em 40% a retenção de frutos quando comparado ao tratamento controle (OSAMA et al., 2015).

Devoghalaere et al. (2012) observaram que a aplicação de auxinas exógenas em maçãs promoveu aumento do tamanho dos frutos. Auxinas sintéticas também foram eficazes no

aumento do tamanho do fruto em citros (AGUSTI et al, 1995), lichia (STERN et al, 2000) e cereja (STERN et al., 2007), comprovando, pelo menos em parte, que as auxinas são fatores limitantes no controle da expansão celular.

A auxina pode causar a acidificação da parede celular através do estímulo da atividade da bomba de prótons da ATPase, ligada à membrana celular. Desse modo, ocorre o aumento da atividade de certas enzimas responsáveis pela elasticidade da parede celular, devido à redução no pH apoplástico, permitindo, assim, a sua expansão (ARTECA, 1996).

Além disso, as auxinas sintéticas também possuem efeito estimulador no crescimento do fruto, por aumentar a força de dreno, ao promover o desenvolvimento de feixes vasculares, permitindo que mais fotoassimilados sejam translocados para o crescimento do fruto.

A giberelina (GA) é outro regulador de crescimento capaz de controlar o desenvolvimento dos frutos de várias maneiras e em diferentes estágios de desenvolvimento. Além de participar no processo de divisão e expansão celular, atua no desenvolvimento reprodutivo, afetando a transição da fase juvenil para a adulta, bem como na indução da floração, na determinação do sexo e no estabelecimento do fruto (OLSZEWSKI et al., 2002; DAVIS, 2004; YAMAGUCHI, 2008).

Visando aumentar o tamanho dos frutos, a aplicação exógena de giberelina (GA₃) tem sido estudada por diversos pesquisadores. A aplicação foliar de GA₃ aumentou a produção, a qualidade e o tamanho dos frutos em diversas espécies, como em pêssego (PEGORARO et al., 2010), abacate 'Hass' (GARNER et al., 2011) e caju (SOUZA et al., 2018).

No estudo desenvolvido por Alrashdi et al. (2017), a pulverização pré-colheita de 30 mg L⁻¹ de GA₃ em videira 'El-Bayadi' aumentou o peso, o comprimento e o diâmetro das bagas. Já Vieira et al. (2008) constataram efeito positivo com a aplicação de 90 mg L⁻¹ de GA₃, no florescimento e repetida 14 dias após, em videira 'Niágara Rosada', e de 54 mg L⁻¹ de GA₃ aplicado 14 dias após o florescimento, cujos incrementos na massa do cacho foram de 25% e 34%, respectivamente.

Contudo, é importante salientar que o modo de ação dos fitorreguladores depende de vários fatores relacionados não somente a condições edafoclimáticas da região, mas também da espécie, da variedade e dos aspectos relacionados ao desenvolvimento da planta, referente à época de aplicação ideal para a resposta efetiva.

Efeito de Ca e B aplicados em pré-colheita

Além dos aspectos relacionados ao desenvolvimento dos frutos, pode-se salientar que após a colheita, estes sofrem mudanças bioquímicas, fisiológicas e estruturais, ocorrendo desorganização e degradação dos tecidos, promovendo, assim, a senescência. Portanto, além dos cuidados necessários na pré-colheita, é preciso atenção em técnicas aplicadas após a colheita para manter as características sensoriais e nutricionais da jabuticaba, desde a colheita até o consumidor.

Segundo Salomão et al. (2018), o período de comercialização pós-colheita da jabuticaba é curto devido à rápida mudança no aspecto dos frutos, resultante da intensa perda de umidade, deterioração da polpa e fermentação, que podem ser observados dentro de dois a três dias após a colheita, em condições ambientais.

Para estender o período de comercialização, preservar a firmeza e qualidade dos frutos é essencial, o que tem relação direta com a estrutura da parede celular. Vale destacar que a firmeza dos frutos é um atributo primordial para a vida pós-colheita, uma vez que um fruto mais firme pode ter sua vida de prateleira estendida, sem afetar características desejáveis pelo consumidor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Cálcio (Ca) e boro (B) aplicados na pré-colheita são fundamentais para a boa estruturação, desenvolvimento e produção das fruteiras. Além disso, esses nutrientes são determinantes para a qualidade pós-colheita dos frutos, podendo estender a sua conservação. De acordo com Islam et al. (2016), pesquisas visando aumentar os teores desses nutrientes nos frutos têm sido intensificadas.

O Ca está intimamente ligado à qualidade pós-colheita de frutos (AGHDAM et al., 2012), pois desempenha função estrutural e metabólica, influenciando no crescimento meristemático, nos processos de divisão e alongação celular, especialmente nos ápices caulinares e radiculares, onde é usado para síntese de novas paredes celulares, no fuso mitótico e na atuação normal das membranas (TAIZ e ZIEGER, 2013).

Outros autores sugerem que o Ca atua junto com o B no desenvolvimento do tubo polínico e na germinação dos grãos de pólen no ovário das flores (LEE et al., 2009; FIGUEIREDO et al., 2013), o que pode influenciar a fixação de frutos.

Nesse sentido, a fertilização foliar pode corrigir a falta de nutrientes com baixa mobilidade no floema, como o Ca, sendo que essa prática tem sido usada com sucesso em diversas culturas visando aumentar a produtividade (FERNÁNDEZ et al.; 2015), como em videira (*Vitis vinifera*) (AMIRI et al., 2009), manga (*Mangifera indica L.*) (MERWAD et al.,

2016), ameixa japonesa (RAJPUT et al., 2017), tangerina (AL-OBEED et al., 2018) e tomate (ZAMBAN et al., 2018).

Na etapa pós-colheita, práticas que otimizem o influxo de Ca para os frutos podem representar grande contribuição para manter a sua qualidade. Isso ocorre porque o Ca se liga covalentemente às pectinas, dando origem ao pectato de Ca, que restringe a ação de enzimas hidrolíticas e, conseqüentemente, prolonga a vida útil dos frutos (PINHEIRO et al., 2008).

Por sua vez, o B é importante por atuar em vários processos biológicos, como o metabolismo de carboidratos e transporte de açúcares, síntese de ácidos nucléicos e fitormônios (TAIZ e ZIEGER, 2013), na formação de parede celular e na divisão celular (DECHEN et al., 2006). O B também é um elemento importante para a absorção, transporte e metabolismo de cátions, especialmente o Ca, além de ajudá-lo na sua função de formação de pectatos, que são constituintes das paredes e membranas celulares (WHITE e BROADLEY, 2003), resultando em frutos com maior firmeza (LIEBISCH et al., 2009), mais resistentes ao transporte e com maior qualidade para a comercialização.

Islam et al. (2016) observaram que tomates cereja tratados na pré-colheita com 4,85 mM de ácido bórico e 1 M de cloreto de cálcio resultaram em melhor qualidade após a colheita, como conteúdo de vitamina C elevado, aumento na espessura da parede celular, menor perda de peso fresco, taxa respiratória mais baixa e maior firmeza, comparado aos frutos não tratados. Singh et al. (2007) também relataram efeitos positivos na produção, na firmeza, na cor e nos parâmetros de qualidade de morangos pulverizados com Ca e B.

A aplicação foliar de Ca e de B direcionada aos frutos em pré e pós-colheita com os objetivos de minimizar a degradação da parede celular e manter a firmeza é uma técnica bastante difundida entre os produtores (PINHEIRO et al., 2008; WERNER et al., 2009). Entretanto, não foram encontrados estudos referentes a aplicação de Ca e B em pré-colheita na manutenção da firmeza e da qualidade de frutos de jabuticabeira após a colheita.

Qualidade pós-colheita de jabuticaba

As frutas são consideradas perecíveis devido à alta atividade metabólica após a colheita, que promove os processos de deterioração (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Alguns frutos possuem tempo de conservação curto, sendo desvantagem importante para a sua comercialização, como observado nos frutos da jabuticabeira, que não excede o período de

dois dias, devido a sua rápida perecibilidade (CITADIN et al., 2005). Isso deve-se a deterioração resultante do desenvolvimento de microrganismos, da atividade enzimática e de reações químicas que interferem na qualidade final do fruto e eleva as perdas pós-colheita (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Diversos trabalhos relatam a importância do uso de tecnologias em pós-colheita no prolongamento da conservação dos frutos de jaboticaba. Dentre estas técnicas, podemos destacar o uso de diferentes temperaturas de armazenamento refrigerado (VIEITES et al., 2011), o uso de ácido salicílico (SANCHES et al., 2015), combinação de embalagem e refrigeração (BRUNINI e COELHO, 2005; HENRIQUE et al., 2015), exposição à irradiação UV-C e diferentes concentrações de cloreto de cálcio (CaCl_2) (EVANGELISTA, 2015) e o emprego de cobertura de quitosana (SILVA et al., 2017).

Além disso, a aplicação de metil jasmonato (MJ) na pós-colheita tem sido estudada por vários autores, visando prolongar a conservação de frutas e hortaliças. Portanto, a combinação de técnicas pós-colheita, como a aplicação de CaCl_2 ou MJ associado com a refrigeração e a atmosfera modificada passiva, poderá contribuir na manutenção da qualidade, durante o armazenamento e, como consequência favorecer o processo de conservação dos frutos.

Cloreto de cálcio e Metil jasmonato aplicados em pós-colheita

O uso do Ca em pós-colheita está relacionado à manutenção da firmeza dos frutos, como mencionado anteriormente. Diversos autores aplicaram o cloreto de cálcio em pós-colheita, como no estudo relatado por Mota et al. (2002) que notaram efeito benéfico do Ca na manutenção da firmeza e na redução da taxa de respiração em jaboticabas. Silva et al. (2012), associando atmosfera modificada e imersão em solução de cloreto de cálcio 10 g L^{-1} e 20 g L^{-1} , notaram preservação na aparência do engajo, redução na perda de massa fresca e nas podridões em uvas 'Isabel'. Bagheri (2015), trabalhando com caquis 'Karaj', notou que 20 g L^{-1} de cloreto de cálcio foi mais eficiente na conservação de características físico-químicas e na redução da incidência a injúria por frio (*chilling*).

Já o metil jasmonato (MJ) atua como agente indutor de resistência ao ataque de patógenos pós-colheita, mas também participa nos processos do crescimento, desenvolvimento e respostas a estresses ambientais (MEIR et al., 1996). Vários estudos

relatam a eficiência do uso de MJ no aumento da conservação de frutos, por atuar na ativação de mecanismos de defesa vegetal, como os observados pela aplicação do mesmo em pós-colheita de açaí (DELPHIM, 2014) e goiaba (SILVA et al., 2017).

Além disso, o MJ pode reduzir a incidência de injúria por frio na pós-colheita de frutas, como foi visto em estudos com goiaba (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2007), uva, laranja (GHASEMNEZHAD et al., 2008) e limão (SIBOZA et al., 2014).

A manutenção da qualidade dos frutos pelo MJ também foi reportada em estudos com pêssegos armazenados a 5°C e sob temperatura ambiente (MENG et al., 2009; JIN et al., 2006), além de nêspers (CAO et al., 2008) e tomates (TZORTZAKIS e ECONOMAKIS, 2007). Fan et al. (2016) aplicaram o MJ em beringelas ‘Brigitte’ e armazenaram a 20 ° C, encontrando uma menor perda de peso, aumento da firmeza e produção de etileno reduzida.

Armazenamento refrigerado e atmosfera modificada

De acordo com Rocha (2014), a refrigeração retarda processos metabólicos envolvidos na ação das enzimas degradativas e oxidativas, reduz a respiração, a biossíntese do etileno e o crescimento de microrganismos. Em consequência, ocorre redução nas perdas de aroma, sabor, cor e textura e, por isso, a refrigeração é essencial para o sucesso da comercialização de jabuticaba. Deve-se considerar que a taxa metabólica não pode ser paralisada, e sim mantida em nível mínimo o suficiente para as células permanecerem vivas, preservando a qualidade durante todo o período de armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Vários autores estudaram o efeito da refrigeração na conservação após a colheita em frutos, como Lima et al. (2013), que estudaram a qualidade pós-colheita de *Physalis* sob temperatura ambiente e refrigeração e verificaram que as modificações no pH, acidez titulável, relação SS/AT, firmeza e cor podem ser minimizados com o uso da refrigeração (4 °C), durante o período de armazenamento dos frutos.

A refrigeração consiste no principal meio de conservação dos vegetais, podendo ser associada a outros tratamentos, como a atmosfera modificada, para melhorar a eficiência na manutenção da qualidade pós-colheita (MARTINS et al., 2007). A atmosfera modificada consiste em utilizar uma atmosfera diferente do ar atmosférico, que pode ser obtida por mecanismos ativos ou passivos, seja pelo acondicionamento das frutas em filmes plásticos, revestimentos comestíveis ou em outros tipos de embalagens.

A modificação ativa é resultante da injeção, dentro da embalagem, de misturas gasosas com concentrações conhecidas, já a passiva é criada passivamente pela respiração do produto, que consome oxigênio (O₂) e libera dióxido de carbono (CO₂), além das trocas gasosas com o meio exterior (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O emprego da atmosfera modificada passiva, pelo uso de filmes flexíveis, como o de cloreto de polivinila (PVC), estabelece redução da concentração de O₂ e elevação do CO₂, com isso, reduz as taxas de respiração e produção de etileno, retardando, assim, a senescência dos produtos (KADER, 2010). A preferência pelo uso de filme plástico à base de polietileno ou PVC é devido à praticidade, custo relativamente baixo e permeabilidade adequada a O₂ e CO₂, proporcionando elevada eficiência destas embalagens, pois durante o armazenamento refrigerado conseguem reduzir perdas de massa em frutas (KADER e WATKINS, 2000).

No estudo desenvolvido por Henrique et al. (2015), os frutos de jabuticaba ‘Sabará’ foram acondicionados em bandejas plásticas e armazenados sob refrigeração e à temperatura ambiente. Sob armazenamento refrigerado (5° C e 49% UR) os frutos conservaram-se por 12 dias, enquanto os frutos armazenados em temperatura ambiente (27° C e 33% UR) não estavam comercializáveis no segundo dia do armazenamento, por apresentarem, além do murchamento, incidência de microrganismos e odor atípico.

Em trabalho desenvolvido por Brunini et al. (2004), utilizando bandejas plásticas revestidas com filme plástico de PVC, no armazenamento refrigerado de jabuticabas ‘Sabará’, a 11°C e 98% UR, houve redução da perda de massa e manutenção da aparência por até 6 dias.

Até o momento, não se tem, nas condições climáticas brasileiras, estudos com aplicação de fitorreguladores (ANA e GA₃), Ca e B na pré-colheita e nem uso de MJ em pós-colheita em jabuticabeira ‘Sabará’. É fundamental conhecer as técnicas ideais para a aplicação destas substâncias, bem como os efeitos sobre os parâmetros fisiológicos e de colheita em jabuticaba.

Além disso, a aplicação de Ca e B na pré-colheita pode auxiliar na manutenção da firmeza do fruto, sendo capaz de aumentar a vida após a colheita e manter as características desejáveis pelo consumidor. Na literatura científica foram encontrados estudos com aplicação de Ca, atmosfera modificada e refrigeração após a colheita da jabuticaba, porém não foram encontrados trabalhos com MJ ou B e nem comparando-se o efeito da associação entre esses produtos sobre características físico-químicas da jabuticaba.

Assim sendo, há necessidade do aprimoramento de técnicas que contribuam para o desenvolvimento do fruto e para retardar o metabolismo pós-colheita de jabuticabas, a fim de prolongar sua vida de prateleira, tanto para consumo *in natura* quanto para o processamento.

OBJETIVOS

- Avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de ANA e GA₃ sobre a fixação dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’;
- Avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de ANA e GA₃ sobre o tamanho e a qualidade após a colheita dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’;
- Caracterizar, física e quimicamente, os frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ tratados com ANA e GA₃;
- Avaliar o efeito da aplicação de CaCl₂ e B em pré-colheita sobre as características pós-colheita e na extensão do período de armazenamento dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’;
- Avaliar o efeito da aplicação de CaCl₂ e MJ em pós-colheita, associado com atmosfera modificada e armazenamento em temperatura ambiente e sob refrigeração, sobre as características de qualidade e a extensão do período de armazenamento dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’;

REFERÊNCIAS

AGUSTÍ, M. et al. Effect of 3,5,6-trichloro-2-pyridiloxycetic acid on clementine early fruitlet development and on fruit size at maturity. **Journal of Horticultural Science**, v.70, p.955-962, 1995.

AGHDAM, M.S.; HASSANPOURAGHDAM, M.B.; PALIYATH, G.; FARMANI, B. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. **Scientia Horticulturae**, v.144, p. 102-115, 2012.

AL-OBEED, R.S.; AHMED, M.A.; KASSEM, H.A.; AL-SAIF, A. Improvement of ‘Kinnow’ mandarin fruit productivity and quality by urea, boron and zinc foliar spray. **Journal of Plant Nutrition**, v.45, n.5, p.609-618, 2018. [http:// dx.doi.org/10.1080/01904167.2017.1406111](http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2017.1406111).

ALRASHDI, A.M.A; AL-QURASHI, A.D.; AWAD, M.A.; MOHAMED, S.A.; AL-RASHDI, A.A. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of 'El-Bayadi' table grapes at harvest as affected by preharvest salicylic acid and gibberellic acid spray. **Scientia Horticulturae**, v.220, p. 243–249, 2017.

AMIRI, E.M.; FALLAHI, E.; SAFARI, G. Effect of preharvest calcium sprays on yield, quality and mineral nutrient concentration of 'Asgari' table grape. **International Journal of Fruit Science**, v.9, p. 294-304, 2009.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. NY, USA: Chapman and Hall Press, 1996. 332 p.

BAGHERI, M.; ESNA-ASHARI, M.; ERSHADI, A. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj'. **International Journal of Horticultural Science and Technology**, v. 2, n. 1; p. 15-26, 2015.

BRUNINI, M.A.; OLIVEIRA, A.L.; SALANDINI, C.A.R.; BAZZO, F.R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'Sabará'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p. 378-383, 2004.

BRUNINI, M. A.; COELHO, C. V. Influência de embalagens em jaboticabas 'Sabará'. **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 3, n. 1, p. 81-88, 2004/2005.

CAO, S., ZHENG, Y., YANG, Z., TANG, S., JIN, P., WANG, K. E WANG, X. Effect of methyl jasmonate on the inhibition of *Colletotrichum acutatum* infection in loquat fruit and the possible mechanisms. **Postharvest Biology and Technology**, v. 49, p. 301-307, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.12.007>.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO (CEAGESP). 2018. **Guia CEAGESP**. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/jaboticaba/>. Acesso em 26 dez. 2018.

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

CITADIN, I.; VICARI, I.J.; SILVA, T.T. da; DANNER, M.A. Qualidade de frutos de jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora*) sob influência de duas condições de cultivo: sombreamento natural e pleno sol. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.3, p.373-375, 2005.

COLETTI, L. Y. **Curva de maturação de frutos e potencial germinativo de sementes de jaboticaba 'Sabará' (*Myrciaria jaboticaba* Berg)**. 2012, 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2012.

DANNER, M. A. **Diagnóstico ecogeográfico e caracterização morfogenética de jaboticabeiras**, 2009, 130 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, 2009.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; SASSO, S.A.Z.; AMBROSIO, R.; JÚNIOR, A.W. Armazenamento a vácuo prolonga a viabilidade de sementes de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 246-252, 2011.

DAVIS, P.J. The plant hormones: their nature, occurrence and functions. In: Davis, P.J. (Ed.), **Plant Hormones**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004, p. 1–15.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: Fernandes M.F. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.327-354.

DELPHIM, A.C. **Efeito de tratamentos com cloreto de cálcio, metil jasmonato e aminoetoxivinilglicina na conservação pós-colheita de frutos de açaí (*Euterpe oleracea*)**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

EVANGELISTA, R.Z. **Radiação UV-C e cloreto de cálcio na qualidade pós-colheita da jabuticaba ‘Sabará’**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2015.

FAN, L. SHI, J. ZUO, J. GAO, L. LV, J; WANG, Q. Methyl jasmonate delays postharvest ripening and senescence in the non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.120, p.76 -83, 2016.

FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. **Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo**. São Paulo: Abisolo, 2015, 150 p.

FIGUEIREDO, M. A., PIO, R., SILVA, T. C., SILVA, K. N. Características florais e carpométricas e germinação in vitro de grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.731-740, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000700005>

GARNER, L.; KLEIN, G.; ZHENG, Y.; KHUONG, T.; LOVATT, C.J. Response of evergreen perennial tree crops to gibberellic acid is crop load-dependent: II. GA₃ increases yield and fruit size of ‘Hass’ avocado only in the on-crop year of an alternate bearing orchard. **Scientia Horticulturae**, v.130, p.753-761, 2011.

GHASEMNEZHAD, M.; BABALAR, M.; MOSTOUFI, Y. Effect of methyl jasmonate and methyl salicylate in reducing chilling injury and decay in Marsh grape fruit and Thompsom navel orange produced in North and South of Iran. **Iranian Journal of Agricultural Sciences**, v. 39, p. 1 – 7, 2008.

GOMES, G. C., RODRIGUES, W. F., GOMES, F. R. C., BARBIERI, R., GARRASTAZU, M. C. **Conservação de frutíferas nativas: localização, fenologia e reprodução**. Pelotas – RS: Embrapa Clima Temperado, 2007. 36p.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. ZAVALETA-GATICA, R.; HERNÁNDEZ, M.E.T. Efecto del metil jasmonato en las respuestas fisiológicas de guayaba (*Psidium guajava*) almacenada a bajas temperaturas. **Revista Chapingo**. Serie Horticultura, v. 13, n. 1, p. 63-69, 2007.

HENRIQUE, C.M.; PRATI, P.; PARISI, M.M.C.; TAVARES, S. Determination of shelf-life of jaboticaba's fruits cv. 'Sabará'. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.9, n.4, p. 320-327, 2015.

ISLAM, M.Z.; MELE, M.A.; BAEK, J.P.; KANG, H.M. Cherry tomato qualities affected by foliar spraying with boron and calcium. **Horticulture Environment Biotechnology**, v.57, p.46-52, 2016.

JESUS, N.; MARTINAS, A.B.G.; ALMEIDA, E.J.; LEITE, J.B.V.; GANGA, R.M.D.; SCALOPPI JÚNIOR, E.J.; ANDRADE, R.A.; MOREIRA, R.F.C. Caracterização de quatro grupos de jaboticabeira, nas condições de Jaboticabal – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.482-485, 2004.

JIN, P.; ZHENG, Y.H.; CHENG, C.M.; GAO, H.Y.; CHEN, W.X.; CHEN, H.J. Effect of methyl jasmonate treatment on fruit decay and quality in peaches during storage at ambient temperature. **Acta Horticulturae**, v.712, p. 711 –716, 2006.

KADER, A.A. Future of modified atmosphere research. **Acta Horticulturae**, v. 857, p. 212-217, 2010.

KADER, A.A.; WATKINS, C.B. Modified Atmosphere Packaging – Toward 2000 and beyond. **Horticultural Technology**, v.10, n.3, p.483-486, July-September, 2000.

LEE, S.H.; KIM, W.S.; HAN, T.H. Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). **Scientia Horticulturae**, v. 122, p.77–82, 2009.

LIEBISCH, F.; MAX, J.F.J.; HEINE G.; HORST, W.J. Blossom-end rot and fruit cracking of tomato grown in net-covered greenhouse in Central Thailand can partly be corrected by calcium and boron sprays. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.172, p.140–150, 2009.

LIMA, A.J.B.; CORRÊA, A.D.; ALVES, A.P.C.; ABREU, C.M.P.; BARROS, A.M. D. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) e de suas frações. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v.58, p.426 - 421, 2008.

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

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1**: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jaboticaba. Porto Alegre – RS: Cinco Continentes, 2000. 327 p.

MARTINS, R. N.; DIAS, M. S. C.; VILLAS BOAS, E. V. de B.; SANTOS, L. O. Armazenamento refrigerado de banana 'Prata-Anã' proveniente de cachos com 16; 18 e 20 semanas. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.31, n.5, p. 1423-1429, 2007.

MATTOS, J. R. **Frutíferas nativas do Brasil**: jaboticabeiras. Porto Alegre: Nobel, 1983. 92 p.

MEIR, S.; PHILISON-HADAS, S.; LURIE, S.; DROBY, S.; AKERMAN, M.; ZAUBERMAN, G. Reduction of chilling injury in stored avocado, grape fruit and bell pepper by methyl jasmonate. **Canadian Journal of Botany**, v. 74, p. 870–874. 1996.

MENG, X.; HAN, J.; WANG, Q.; TIAN, S. Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. **Food Chemistry**, v. 114, p.1028–1035, 2009.

MERWAD, M.A., EISA, R.A. AND SALEH, M.M.S. The beneficial effect of NAA, Zn, Ca and B on fruiting, yield and fruit quality of Alphonso mango trees. **International Journal of ChemTech Research**, v.9, n.3, p.147-157, 2016.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, M. C. T.; CECON, P. R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 49-52, 2002.

NERI-NUMA, I.A.; SANCHO, R.A.S.; PEREIRA, A.P.A.; PASTORE, G.M. Small Brazilian wild fruits: nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v.103, p. 345-360, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.053>

OLSZEWSKI, N.; SUN T. P.; GUBLER, F. Gibberellin signalling, biosynthesis, catabolism and response pathways. **The Plant Cell**, Rockville, v.14, p.61-80, 2002.

OSAMA, H.M. EL GAMMAL; AMRO, S.M. SALAMA AND SABER, M.M. BAKEER. Effect of growth regulator, antioxidant and application date on fruiting and fruit quality of mango trees cv. Keitt. **Journal of Agriculture and Veterinary Science**, v. 8, p. 87-95, 2015.

PEGORARO, C.; ZANUZO, M.R.; CHAVES, F.C.; BRACKMANN, A.; GIRARDI, C.L.; LUCCHETTA, L.; NORA, L.; SILVA, J.A.; ROMBALDI, C.V. Physiological and molecular changes associated with prevention of woolliness in peach following pre-harvest application of gibberellic acid. **Postharvest Biology and Technology**, v. 57, p. 19-26, 2010.

PINHEIRO, S.C.F.; ALMEIDA, D.P.F. Modulation of tomato pericarp firmness through pH and calcium: implications for the texture of fresh-cut fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.4, p.119-125, 2008.

RAJPUT, V., SEHRAWAT. S. K. AND BHATIA, S.K. Growth regulators and nutrient application reduces fruit drop and improves fruit quality in *Prunus salicina* Lindl. cv. Kala Amritsari. **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, v.5, n.1, p.735-743, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2535>.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2007. 184 p.

ROCHA, A.B.O. Principais métodos físicos de controle de doenças pós-colheita em frutas e hortaliças. **Nucleus**, v.11, n.1, p. 107-114, 2014.

SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; AQUINO, C.F.; LINS, L.C.R. Jaboticaba- *Myrciaria* spp. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E.O.; BRITO, E.S. **Exotic Fruits**: reference guide. London: Elsevier, 2018. p.237-242.

SANCHES, A.G.; DA SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; CORDEIRO, C.A.M. Qualidade e resistência pós-colheita de jaboticabas tratadas com ácido salicílico. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.4, p. 28-40, 2015.

SIBOZA, X. I.; BERTLING, I.; ODINDO, A. O. Salicylic acid and methyl jasmonate improve chilling tolerance in cold-stored lemon fruit (*Citrus limon*). **Journal of Plant Physiology**, v.171, p.1722-1731. 2014.

SILVA, R.S.; SILVA, S.M.; DANTAS, A.L.; MENDONÇA, R.M.N.; GUIMARÃES, G.H.C. Qualidade de uva 'Isabel' tratada com cloreto de cálcio em pós-colheita e armazenada sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 50-56, 2012.

SILVA, B.M.P.; BINOTI, R.M.; CIA, P.; VALENTINI, S.R.T.; BRON, I.U. Efeito do metil jasmonato no amadurecimento e no controle da antracnose em goiaba 'Kumagai'. **Bragantia**, Campinas, v. 76, p. 167-176, 2017.

SILVA, A.P.G., SPRICIGO, P.C., PURGATTO, ALENCAR, S.M.; JACOMINO, A.P. *Plinia trunciflora* and *Plinia cauliflora*: two species rich in bioactive compounds, terpenes, and minerals. **Journal of Food Measurement and Characterization**, p. 1-11, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-0006-z>

SINGH, R.; SHARMA, R.R.; TYAGI, S.K. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x Ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v.112, p.215-220, 2007.

SOBRAL, M. Alterações nomeclaturais em *Plinia* (Myrtaceae). **Boletim do Museu Botânico de Curitiba**, Curitiba, n. 63, p.1-4, 1985.

SOUZA, K.O.; XAVIER, C.V.; LOPES, M.M.A.; MOURA, C.F.H.; SILVA, E.O.; AYALAZAVALA, J.F.; de MIRANDA, M.R.A. Preharvest treatment with 1-aminoethoxyvinylglycine and gibberellin on the quality and physiology of cashew peduncles. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.53, n.6, p.684-692, 2018.

STERN, R.A., STERN, D., HARPAZ, M., GAZIT, S. Applications of 2,4,5-TP, 3,5,6-TPA and combinations thereof increases lychee fruit size and yield. **HortScience**, v. 35, p. 661–664, 2000.

STERN, R.A., APPLEBAUM, S., FLAISHMAN, M., BEN-ARIE, R. Effect of synthetic auxins on fruit development of 'Bing' cherry. **Science Horticulturae**, v. 114, p. 275–280, 2007.

SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; TURCO, P. H. N.; CIVIDANES, T. M. S.; FARIA, A. M. A cultura da jaboticabeira. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2012.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.
- TEIXEIRA, L.N.; STRINGHETA, P.C.; OLIVEIRA, F.A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v.55, n.4, p.297-304, 2008.
- TZORTZAKIS, N.G.; ECONOMAKIS, C.D. Maintaining postharvest quality of the tomato fruit by employing methyl jasmonate and ethanol vapor treatment. **Journal of Food Quality**, v. 30, n.5, p.567–580, October 2007.
- VIEIRA, C.R.Y.I.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M.; TECCHIO, M.A.; BOTELHO, R.V. Efeitos do ácido giberélico e do thidiazuron sobre as características dos frutos e do mosto da uva ‘Niagara Rosada’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 012-019, 2008.
- VIEITES, R.L.; DAIUTO, E.R.; MORAES, M.R.M.; NEVES, L.C.; CARVALHO, L.R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 2, p. 362-375, 2011.
- WERNER, E.T.; JUNIOR-OLIVEIRA, L.F.G.D.; BONA, A.P.D.; CAVATI, B.; GOMES, T.D.U.H. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba ‘Cortibel’. **Bragantia**, v.68, p.511- 518, 2009.
- WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Calcium in plants. **Annals of botany**, v.92 p.487–511, 2003.
- YAMAGUCHI, S. Gibberellin metabolism and its regulation. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.59, p.225-251, 2008.
- ZAMBAN, D.T; PROCHNOW, D.; CARON, B.O; TURCHETTO, M.; FONTANA, D.C.; SCHMIDT, D. Applications of calcium and boron increase yields of Italian tomato hybrids (*Solanum lycopersicum*) in two growing seasons. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 12, n. 1, p. 82-93, 2018.

CAPÍTULO 1

EFEITO DA APLICAÇÃO DE ANA E GA₃ NA FRUTIFICAÇÃO E NAS CARACTERÍSTICAS DOS FRUTOS DE JABUTICABEIRA ‘SABARÁ’

RESUMO

A aplicação de fitorreguladores em jabuticabeira ‘Sabará’ pode melhorar a qualidade e a quantidade de frutos colhidos, aumentando a produção e o rendimento do produtor. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação pré-colheita de diferentes concentrações de ácido 1-naftalenoacético (ANA) e ácido giberélico (GA₃) sobre a fixação, o tamanho final e a qualidade pós-colheita dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’. A primeira aplicação do fitorregulador foi direcionada aos frutos logo após a queda das pétalas e estames florais e a segunda pulverização ocorreu após a fase de queda fisiológica dos frutos. A colheita dos frutos foi no ponto de maturação comercial e, em seguida, foram feitas a classificação, a contagem de frutos fixados e a análise das características físicas e químicas dos frutos. O experimento foi conduzido em um esquema fatorial, com três concentrações de ANA x três concentrações de GA₃, no delineamento em blocos casualizados, com cinco blocos. A aplicação pré-colheita de diferentes concentrações de ANA proporcionou redução no número total de frutos em comparação ao tratamento controle. A concentração de 54,5 mg L⁻¹ de GA₃ proporcionou maior fixação de frutos. Efeitos semelhantes foram encontrados para a massa total dos frutos, em função da aplicação de ANA e GA₃. Não houve diferença ($p > 0,05$), em função da aplicação foliar dos fitorreguladores em jabuticabeira ‘Sabará’, na classificação dos frutos por diâmetro, nas massas do fruto inteiro, da casca, da semente e da polpa, nas percentagens das partes do fruto, e nem para as variáveis das análises químicas e de cor da epiderme dos frutos após a colheita.

EFFECT OF THE APPLICATION OF ANA AND GA₃ ON THE FRUIT SET AND FRUIT CHARACTERISTICS OF THE 'SABARÁ' JABUTICABA TREES

ABSTRACT

The application of phytohormones in 'Sabará' jabuticaba tree can improve the quality and quantity of harvested fruits, increasing the production and the financial return of the producer. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of the preharvest application of different concentrations of naphthalene acetic acid (ANA) and gibberellic acid (GA₃) on the fruit set, final size and postharvest quality of 'Sabará' jabuticaba fruits. The first application of the phytohormone was directed to the fruits after the fall of the petals and floral stamens and the second spray occurred after the physiological fall of the fruits. The fruits were harvested at the point of commercial maturity, followed by sorting, counting of fixed fruits and analysis of the physical and chemical characteristics of the fruits. The experiment was conducted in a factorial scheme, with three concentrations of ANA x three concentrations of GA₃, in a randomized complete block design with five blocks. The preharvest application of different concentrations of ANA provided a reduction in the total number of fruits compared to the control treatment. The concentration of 54.5 mg L⁻¹ of GA₃ provided higher fruit set. Similar effects were found for total fruit mass, as a function of ANA and GA₃ application. There was no difference ($p > 0.05$), as a function of the foliar application of the phytohormones in 'Sabará' jabuticaba tree, in the fruit classification by diameter, in the masses of the whole fruit, the peel, the seed and the pulp, in the percentages of the parts of the fruit, and neither for the variables of the chemical and color analysis of the fruit peel after harvest.

INTRODUÇÃO

A jabuticabeira pertence à família Myrtaceae, é nativa das regiões subtropicais do sul e sudeste do Brasil e de ocorrência natural no Ecossistema Floresta com Ombrófila mista, dentro do Sudoeste do Paraná, sendo também encontrada na Argentina e no Paraguai (MATTOS, 1983; DANNER, 2009).

A comercialização da jabuticaba é bastante promissora, pois as suas frutas possuem diversos usos, sendo consumidas frescas e processadas, na forma de geleias, suco e licores (NERI-NUMA et al., 2017). Devido às suas propriedades funcionais, como elevado conteúdo de antocianinas (TEIXEIRA et al., 2008), apresenta potencial para uso em indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia (DANNER et al., 2011).

A variedade mais plantada no Brasil é a ‘Sabará’ (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) O. Berg) e a sua produção concentra-se principalmente nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (MANICA, 2000). As frutas possuem de 16 a 22 mm de diâmetro, com formato globoso, coloração púrpura ou negra, superfície lisa e casca aderente, bastante fina e frágil quando madura, com espessura inferior a 1 mm.

É uma árvore muito produtiva e o fruto possui período de desenvolvimento curto, que varia de 35 a 65 dias, dependendo das condições climáticas. Durante a primavera e o verão, os frutos da cv. Sabará se desenvolvem em 35 a 40 dias, a partir da floração até a colheita (BRUNINI et al., 2004; COLETTI, 2012).

Portanto, o período de produção da jabuticabeira é muito concentrado e há pouca informação a respeito do florescimento. Além disso, embora a ‘Sabará’ seja muito produtiva, os seus frutos são pequenos e ocorre intensa queda de frutos no início da frutificação. Com isso, são necessários mais estudos relacionados ao manejo da floração para ofertar o produto na entressafra, aumentar a fixação e o tamanho dos frutos e, em consequência, aumentar a produção e o preço pago aos produtores.

Nesse sentido, diversas técnicas culturais têm sido utilizadas buscando a melhoria na produção e na qualidade dos frutos. Entre as principais está a aplicação de fitorreguladores de crescimento, os quais produzem efeitos semelhantes àqueles gerados pelos hormônios vegetais.

Diversos estudos relatam que auxinas e giberelinas sintéticas podem ser utilizadas para aumentar a fixação de frutos e possuem potencial para aumentar o tamanho dos frutos sem resultar em desbaste. A auxina pode causar a acidificação da parede celular através do estímulo da atividade da bomba de prótons da ATPase, ligada à membrana celular. Desse modo, ocorre o aumento da atividade de certas enzimas responsáveis pela elasticidade da parede celular, devido à redução no pH apoplástico, permitindo, assim, a sua expansão (ARTECA, 1996).

Além disso, as auxinas sintéticas, como por exemplo o ácido 1-naftalenoacético (ANA), possuem efeito estimulador no crescimento do fruto, por aumentar a força de dreno, permitindo que mais fotoassimilados sejam translocados para o crescimento do fruto, aumentando a acumulação de carboidratos e sendo eficaz no aumento do tamanho do fruto em certas espécies, tais como citros (AGUSTI et al, 1995), lichia (STERN et al, 2000) e cereja (STERN et al., 2007).

Por sua vez, a giberelina é capaz de controlar o desenvolvimento dos frutos de várias maneiras e em diferentes estágios de desenvolvimento. Ela participa no processo de divisão e expansão celular, atua no desenvolvimento reprodutivo, afetando a transição da fase juvenil para a adulta, bem como na indução floral, reprimindo a floração, na determinação do sexo e no estabelecimento do fruto (OLSZEWSKI et al., 2002; DAVIS, 2004; YAMAGUCHI, 2008).

No estudo desenvolvido por Alrashdi et al. (2017), a pulverização pré-colheita de 30 mg L⁻¹ de GA₃ em videira 'El-Bayadi' aumentou o peso, o comprimento e o diâmetro das bagas em comparação com o tratamento controle. Já Marzouk e Kassem (2011) constataram efeito positivo da pulverização de 25 mg L⁻¹ de GA₃ em videira, relacionado ao aumento da largura dos cachos, melhora da forma dos cachos, aumento da firmeza e na força de aderência das bagas, e redução da percentagem de bagas não comercializáveis, após os cachos permanecerem à temperatura ambiente por sete dias após a colheita.

A pulverização de GA₃ e ANA em mangueira 'Keitt' em pleno florescimento proporcionou maior fixação de frutos, sendo que a aplicação de 25 mg L⁻¹ dos fitorreguladores resultou em 29,0% de fixação, seguido de plantas tratadas com 50 mg L⁻¹, com 27,6% de fixação, enquanto no controle houve um decréscimo na fixação, apresentando 16,5% de fixação dos frutos (NKANSAH et al., 2012).

Até o momento, não se tem, nas condições climáticas brasileiras, experimentos com aplicação de fitorreguladores em jaboticabeira 'Sabará', o que poderá melhorar a produção e o

rendimento do produtor baseado na qualidade e na quantidade de fruto colhido. Portanto, é fundamental conhecer as técnicas ideais para a aplicação destes fitorreguladores de crescimento, bem como os efeitos sobre os parâmetros fisiológicos e de qualidade em jabuticaba.

Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de ANA e GA₃ sobre a fixação, o tamanho e a qualidade pós-colheita dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’.

MATERIAL E MÉTODOS

Cultivar e condições de cultivo

A fase de campo foi conduzida em pomar de jabuticabeiras ‘Sabará’ localizado no Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, nas coordenadas 20° 45’ 26’’ latitude Sul e 42° 52’ 08’’ longitude Oeste e altitude de 648 m, em Viçosa, Minas Gerais (Figura 1). O município possui clima subtropical úmido, com inverno frio e seco e verão quente e úmido, classificado como C_{wa} tropical.

Foram selecionadas cinco plantas uniformes quanto a porte, florescimento, vigor e fitossanidade, para a condução do experimento. As plantas, com aproximadamente 50 anos de idade, receberam irrigação após a pulverização dos tratamentos, com 100 litros de água aplicados por planta, semanalmente. Os dados climatológicos registrados durante a condução do trabalho encontram-se na Figura 2, e foram obtidos pela Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.



Figura 1 - Vista parcial do pomar de jaboticabeiras ‘Sabará’ localizado no Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. A: árvore em floração (20/08/2018), B: árvore em início de frutificação (07/09/2018) e C: árvore na fase de colheita dos frutos (02/10/2018).

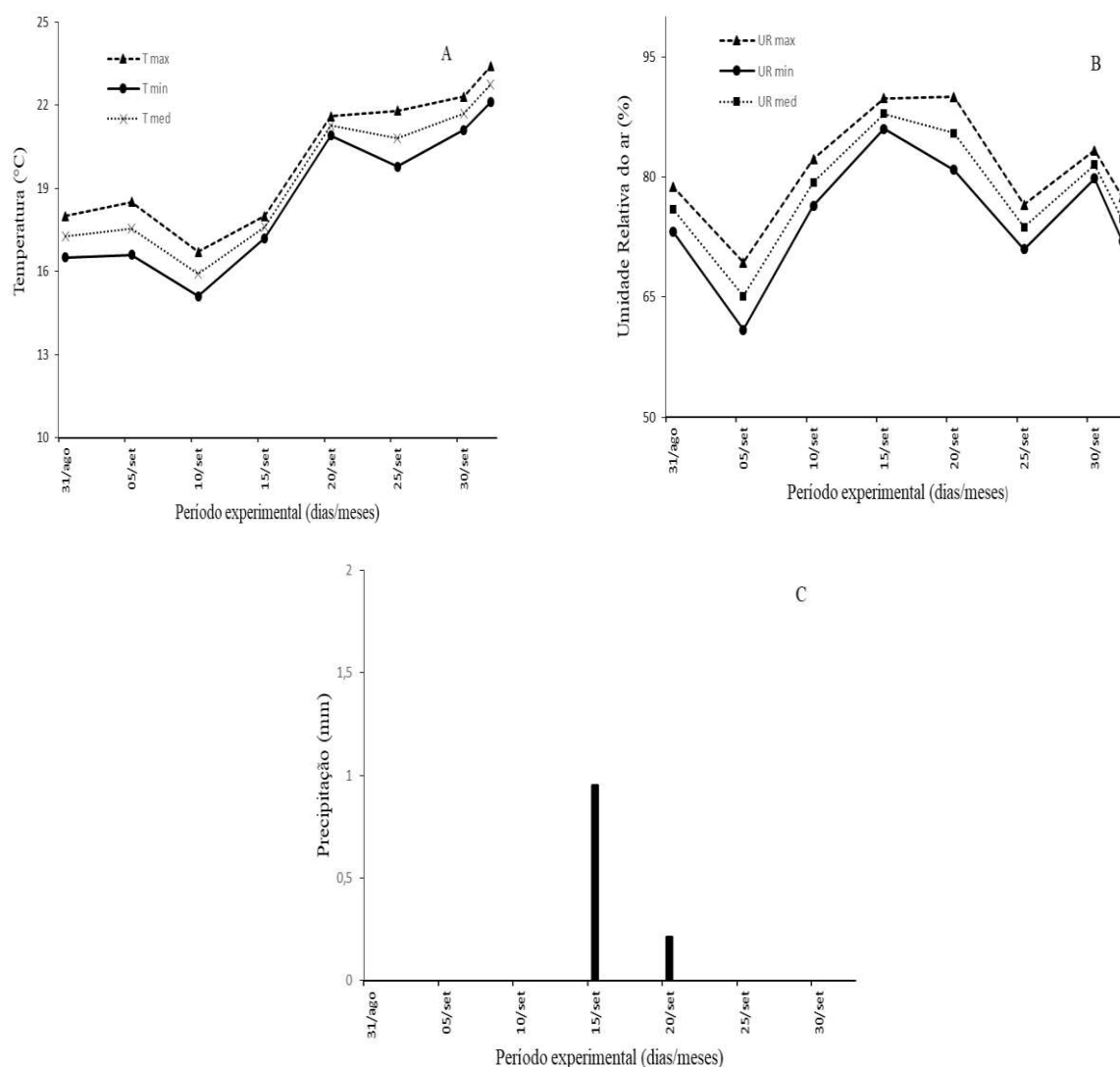


Figura 2 - Médias observadas das temperaturas (A), umidade relativa (B) e precipitação pluvial (C), a cada cinco dias, no período que vai desde a primeira pulverização dos fitorreguladores até a colheita, da jabuticaba ‘Sabará’. As datas das duas pulverizações dos fitorreguladores foram 31/08/2018 e 11/09/2018 (Viçosa, MG, 2018).

Desenho experimental e pulverização dos fitorreguladores

O experimento foi conduzido em um esquema fatorial, com três concentrações de ácido 1-naftalenoacético (0, 30 e 60 mg L⁻¹) x três concentrações de ácido giberélico (0, 45 e 90 mg L⁻¹), no delineamento em blocos casualizados, com cinco blocos. Cada bloco foi composto de uma planta; em cada planta foram selecionados nove ramos, uniformes quanto

ao diâmetro (cerca de 5 cm de diâmetro). Em cada ramo foi demarcado um segmento de 1 m de extensão, que foi pulverizado com os fitorreguladores, conforme o tratamento (Figura 3).



Figura 3 - Aplicação de fitorreguladores em ramos de jaboticabeira ‘Sabará’ com o auxílio de um pulverizador manual e uso de canaleta de PVC para impedir a deriva para os demais ramos da planta (Viçosa, MG, 2018).

A primeira aplicação do fitorregulador foi direcionada aos frutos logo após a queda das pétalas e estames (31/08/18), e a segunda pulverização ocorreu após o pegamento dos frutos (11/09/18), quando estes estavam com aproximadamente 5 mm de diâmetro (Figura 4A e 4B, respectivamente). As pulverizações foram direcionadas aos frutos até o completo molhamento, com gasto de aproximadamente 250 mL de calda para cada ramo. Para evitar a contaminação dos ramos adjacentes devido à deriva, durante a pulverização, cada ramo pulverizado foi protegido com uma canaleta de PVC (Figura 3). As soluções de fitorreguladores foram preparadas com a mistura das concentrações de ANA e/ou GA₃ acompanhados de espalhante adesivo Tween-20 0,1 % e aplicadas com o auxílio de um pulverizador manual. O tratamento controle foi preparado somente com a água e 0,1 % de Tween-20. Os produtos comerciais utilizados foram o ProGibb® com o ingrediente ativo GA₃ (10 % de GA₃) na forma de pó solúvel e ácido 1-naftalenoacético (ANA) da Sigma®.



Figura 4 - Estádios de desenvolvimento da jaboticaba ‘Sabará’ no momento da primeira pulverização dos fitorreguladores após a queda das pétalas (31/08/2018) (A), no momento da segunda pulverização, quando os frutos estavam com cerca de 5 mm de diâmetro (11/09/2018) (B) e no ponto de colheita (02/10/2018) (C) (Viçosa, MG, 2018).

Avaliações

A colheita dos frutos foi no dia 02/10/2018, 21 dias após a última pulverização dos fitorreguladores, no ponto de maturação comercial (Figura 4C). Foram colhidos apenas os frutos na porção de 40 cm localizada no centro de cada ramo demarcado. Após a colheita, o transporte dos frutos foi feito em caixas de isopor contendo gelo, para melhorar a conservação dos frutos, para o Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura da UFV, onde foram feitas a classificação e análise das características físicas e químicas dos frutos.

Fixação dos frutos

Após a colheita, foi contado o número de frutos fixados nos 40 cm centrais, em cada segmento de ramo.

Classificação

Os frutos foram classificados em três classes, em um classificador manual (Figura 5), de acordo com a variação no diâmetro: frutos ≤ 17 mm, frutos >17 e < 20 mm e frutos ≥ 20 mm. Os frutos dentro de cada classe foram contados e pesados em conjunto em balança eletrônica de precisão.

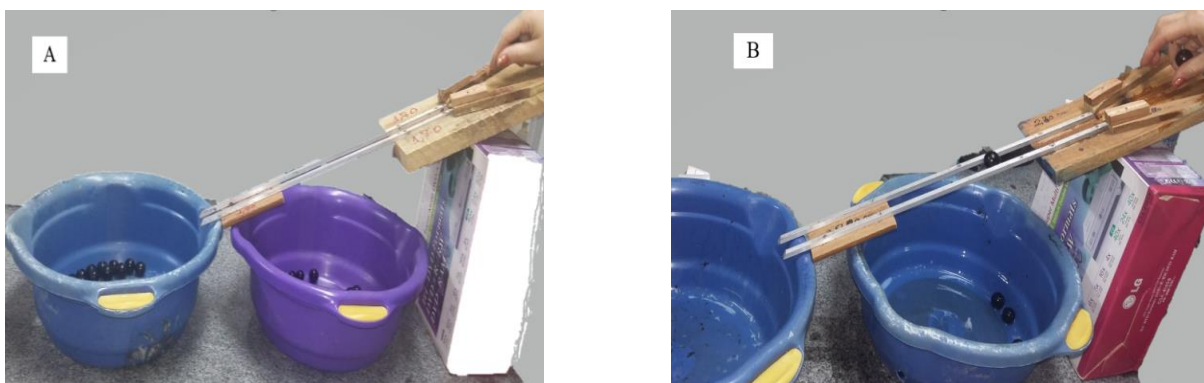


Figura 5 - A) Classificador manual para frutos com até diâmetro de 17 mm; B) Classificador manual para frutos com diâmetro acima de 20 mm (Viçosa, MG, 2018).

Caracterização dos frutos

Após a classificação, subamostras de 20 frutos da classe intermediária (frutos com 17 a 20 mm de diâmetro) de cada unidade experimental foram retiradas ao acaso para a caracterização física e química. Os frutos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio $100 \mu\text{L L}^{-1}$ por 5 minutos para desinfestação superficial.

Para as análises de cor da casca, os frutos foram avaliados individualmente. Para as análises de massa fresca (fruto, casca, polpa e semente), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH e relação SS/AT foi utilizada uma amostra composta pelos 20 frutos.

a) Avaliações físicas:

Parâmetros de cor da casca

A coloração da casca foi medida na região central do fruto. Para essas análises foi utilizado o colorímetro Konica Minolta modelo CR 10, que forneceu os valores de L^* , a^* , b^* , C e h . A coordenada L^* expressa o grau de luminosidade da cor medida ($L^* = 100 =$ branco; $L^* = 0 =$ preto). C (croma – saturação ou intensidade da cor) é calculado pela equação: $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ e representa a hipotenusa do triângulo obtido pela junção dos pontos $(0,0)$, (a^*, b^*) e $(a^*, 0)$. O h (ângulo hue) é o ângulo entre a hipotenusa e 0° no eixo a^* e é calculado por: $h = \text{tg}^{-1}(b^*/a^*)$ e, para interpretação apropriada, o ângulo hue varia de 0 a 360° , sendo 0° – vermelho, 90° – amarelo, 180° – verde e 270° - azul (McGUIRE, 1992).

Massa do fruto e de suas partes

Os frutos e suas partes (Figura 6) foram pesados em balança eletrônica de precisão de $0,1$ g. Para a determinação das massas de polpa, de casca e de semente, os frutos foram descascados e despulpados manualmente. As cascas e as sementes foram pesadas e a massa da polpa foi determinada por subtração (massa dos frutos – massa das cascas – massa das sementes). Os resultados foram expressos em g. No cálculo do rendimento (%) de casca, polpa e semente foi considerado a massa do fruto como 100% e as demais partes calculadas como proporções deste valor.



Figura 6 - Separação do fruto de jaboticaba em semente (sem a limpeza final), casca e polpa, para determinação das massas do fruto por partes (Viçosa, MG, 2018).

b) Avaliações químicas

A polpa dos 20 frutos foi triturada e homogeneizada; posteriormente, foi congelada em nitrogênio líquido e mantida a -80°C para evitar possíveis alterações até a realização das análises químicas.

Sólidos solúveis, acidez titulável, pH e relação sólidos solúveis/acidez titulável (Ratio)

Os sólidos solúveis da polpa foram determinados, fazendo-se três leituras em refratômetro digital portátil Atago modelo PAL-1, com leitura na faixa de 0 a 53° Brix. Os dados foram expressos em $^{\circ}$ Brix. Na determinação da acidez titulável da polpa foram utilizadas amostras compostas, com massa de aproximadamente 5,0 g. As amostras foram diluídas em 100 mL de água destilada em frascos erlenmeyers. Nesta solução foram adicionadas três gotas de indicador fenolftaleína 1%, procedendo-se as titulações, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada com biftalato de potássio. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100 g de polpa. Os valores de pH foram lidos nas mesmas amostras preparadas para a análise de acidez, porém, antes da adição do indicador de fenolftaleína. A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável foi obtida pela divisão do teor de SS pela AT.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados por meio da análise de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”, de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico. O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análise Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação, fixação e massa dos frutos

Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das concentrações de GA₃ e de ANA e de suas combinações na classificação, fixação e massa dos frutos (Tabela 1). A análise de regressão foi realizada para todas as variáveis, mesmo com os resultados no teste F não significativo, e verificou-se efeito significativo das concentrações de fitorreguladores aplicadas na jabuticabeira somente para as variáveis número total de frutos (NTF) e massa total de frutos (MTF) (Figuras 7 e 8, respectivamente). As demais estão representadas pela média geral dos tratamentos para cada variável avaliada (Tabela 2 e 3).

A classificação dos frutos com base no diâmetro não foi influenciada pela pulverização dos fitorreguladores, com isso, os resultados podem ser expressos pelas médias dos tratamentos. Observa-se predominância de frutos na classe ≤ 17 mm, que apresenta uma média geral de 156,7 frutos, enquanto a classe ≥ 20 mm, possui apenas 22,3 frutos em média (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os encontrados na literatura, como citado por Salomão et al. (2018) para a jabuticaba ‘Sabará’, onde as dimensões máximas do fruto foram de 17,3 mm de comprimento e 17,7 mm de diâmetro. Já Jesus et al. (2004) obtiveram o diâmetro médio de 12,1 a 16,4 mm em frutos de quatro grupos de jabuticabeiras agrupadas, preliminarmente, segundo algumas características morfológicas semelhantes.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis classificação de frutos por diâmetro (mm), número total de frutos (NTF), massa (g) para cada classe de frutos e massa total de frutos de jaboticabeira (MTF), em função das concentrações de ANA e GA₃ e os respectivos coeficientes de variação (CV) (Viçosa, MG, 2018)

FV	GL	Quadrados Médios							MTF
		Diâmetro (mm)			NTF	Massa (g)			
		≤17	17-20	≥20		≤17	17-20	≥20	
BLOCO	4	898,91	656,55	55,87	2042,20	5345,18	11266,34	1498,81	30923,00
ANA	2	1023,89 ^{ns}	532,47 ^{ns}	48,20 ^{ns}	3296,69 ^{ns}	4782,84 ^{ns}	7972,93 ^{ns}	1359,35 ^{ns}	30442,49 ^{ns}
GA ₃	2	1678,16 ^{ns}	186,67 ^{ns}	26,60 ^{ns}	3414,82 ^{ns}	10097,21 ^{ns}	2837,74 ^{ns}	1032,62 ^{ns}	31085,64 ^{ns}
ANA*GA ₃	4	663,69 ^{ns}	272,63 ^{ns}	55,50 ^{ns}	336,49 ^{ns}	3640,35 ^{ns}	5020,27 ^{ns}	1891,95 ^{ns}	5751,48 ^{ns}
RESÍDUO	32	765,72	325,47	39,12	1561,40	4233,38	5001,69	1225,86	16884,63
CV (%)		44,1	41,0	70,0	34,2	41,8	41,5	71,2	34,6

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A classificação dos frutos com base no diâmetro não foi influenciada pela pulverização dos fitorreguladores, com isso, os resultados podem ser expressos pelas médias dos tratamentos. Observa-se predominância de frutos na classe ≤ 17 mm, que apresenta uma média geral de 156,7 frutos, enquanto a classe ≥ 20 mm, possui apenas 22,3 frutos em média (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os encontrados na literatura, como citado por Salomão et al. (2018) para a jabuticaba ‘Sabará’, onde as dimensões máximas do fruto foram de 17,3 mm de comprimento e 17,7 mm de diâmetro. Já Jesus et al. (2004) obtiveram o diâmetro médio de 12,1 a 16,4 mm em frutos de quatro grupos de jabuticabeiras agrupadas, preliminarmente, segundo algumas características morfológicas semelhantes.

No presente trabalho, o número total de frutos corresponde a 196,5 a 347,0 frutos por metro linear de ramo (Tabela 2). Esses resultados corroboram aos dados apresentados por Salomão et al. (2018), onde citam que o número de frutos de jabuticaba ‘Sabará’ por metro linear de ramificação varia de 30 a 400, de acordo com o diâmetro do ramo. Isso indica que os fitorreguladores não alteraram a produção de frutos da jabuticabeira.

Tabela 2 - Número médio de frutos por classe de diâmetro (mm) e número total de frutos (NTF)/m linear de ramo de jabuticabeira ‘Sabará’ tratados com ANA e GA₃ e seus valores médios gerais (Viçosa, MG, 2018)

Concentração (mg. L ⁻¹)		Diâmetro (mm)			NTF
ANA	GA ₃	≤ 17	17-20	≥ 20	
0	0	165,0	128,5	17,5	311,0
0	45	197,5	122,0	27,5	347,0
0	90	178,5	128,5	29,0	336,0
30	0	126,0	85,5	24,0	308,0
30	45	139,5	136,0	32,5	308,0
30	90	160,5	98,0	19,0	277,5
60	0	96,0	86,0	14,5	196,5
60	45	208,0	92,0	9,5	309,5
60	90	139,5	113,5	27,5	280,5
Média		156,70	110,00	22,32	289,05

Evidências sugerem que a auxina sintética esteja envolvida na regulação do desenvolvimento do fruto; além disso, é conhecida pela sua capacidade de aumentar o crescimento celular (WESTWOOD, 1993; ARTECA, 1996; DAVIS, 2004), sendo eficaz no aumento do tamanho do fruto em certas espécies, tais como citros (AGUSTI et al, 1995), cereja (STERN et al., 2007) e lichia (GONÇALVES, 2016).

A aplicação exógena de giberelina via pulverização foliar também tem sido estudada por diversos pesquisadores. A giberelina é capaz de influenciar tanto no processo de divisão celular quanto no aumento celular (ADAMS et al., 1975; KAMIJIMA, 1981), por isso está envolvida no processo do desenvolvimento do fruto.

Diferentemente dos resultados obtidos neste estudo, a aplicação foliar de GA₃ aumentou a produção, a qualidade e o tamanho dos frutos em diversas espécies como em pêssego (PEGORARO et al., 2010), abacate ‘Hass’ (GARNER et al., 2011), jambo vermelho (MONERUZZAMAN et al., 2011), romã ‘Ganesh’ (REDDY e PRASAD, 2012) e caju (SOUZA et al., 2016). Porém, as concentrações de fitorreguladores utilizadas em jabuticabeira ‘Sabará’ não foram suficientes para promover incrementos no tamanho dos frutos. Esse comportamento pode ser devido ao momento da aplicação dos tratamentos, pois a eficiência do uso de fitorregulador sobre o tamanho do fruto é dependente da época de aplicação, que se relaciona a outros de fatores como cultivar, concentração e natureza do produto.

Na tabela 3, verifica-se que a massa média dos frutos para a classe com menor diâmetro foi 388,6 g, a classe >17 e <20 mm apresentou uma massa média de 426,0, a classe ≥ 20 mm obteve 122,9 g e a massa média total dos frutos foi 3,24 g. Outros estudos verificaram que a aplicação de reguladores de crescimento influenciou o aumento de massa em fruteiras, diferentemente do resultado deste trabalho, como observado por Osama et al. (2015) que constataram aumento na massa dos frutos da mangueira ‘Keitt’ tratados com GA₃, ácido cítrico e ANA, em comparação com o tratamento controle. Segundo esses autores 50 mg L⁻¹ de ANA produziram frutas com maiores massas, 752,3 e 614,5 g contra 471,0 e 393,0 g para os frutos do tratamento controle nas safras de 2013 e 2014, respectivamente.

Tabela 3 - Massa (g) para cada classe de fruto, massa total de fruto (MTF) e massa média de um fruto (MMF) por metro linear de jabuticabeira ‘Sabará’ tratados com ANA e GA₃, e seus valores médios gerais (Viçosa, MG, 2018)

Concentrações (mg. L ⁻¹)		Massa (g)				
ANA	GA ₃	≤ 17	17-20	≥ 20	MTF	MMF (MTF/NTF)
0	0	409,2	491,7	92,0	993,0	3,20
0	45	469,5	459,5	148,4	1077,6	3,10
0	90	438,5	509,9	164,0	1112,1	3,34
30	0	306,0	333,8	131,6	771,5	3,28
30	45	361,5	538,7	179,1	1079,5	3,54
30	90	396,0	382,9	104,7	884,0	3,19
60	0	246,3	333,4	79,4	659,2	3,38
60	45	519,5	338,6	49,1	905,7	2,92
60	90	351,5	445,5	158,1	955,7	3,41
Média		388,6	426,0	122,9	931,3	3,24

A variável número total de frutos ajustou-se ao modelo de regressão polinomial quadrático em função das concentrações de ANA e GA₃ (Figura 7). Em geral, os tratamentos com ANA apresentaram menor produção de frutos, observou-se que 53,5 mg L⁻¹ de ANA foi a concentração que proporcionou menor produção de frutos, quando se fixou a concentração de GA₃. Ao fixar a concentração de ANA, 54,5 mg L⁻¹ de GA₃ proporcionou maior fixação de frutos (Figura 7). É fato que o uso da auxina sintética pode resultar em efeito negativo quando não aplicado na concentração ideal, como também a sua atividade é dependente da sensibilidade dos tecidos e da sua proporção em relação aos outros hormônios (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Diversos estudos relatam que as auxinas sintéticas podem ser utilizadas para controlar a fixação de frutos, aumentando o número total de frutos. A pulverização foliar de 2 e 4% de nitrogênio (uréia), 1,5 e 3% de potássio (KNO₃) e 400 mg L⁻¹ de ANA, isoladamente e em combinação, aplicados no momento da floração em mangueiras com 10 anos, aumentou a porcentagem de retenção de frutos (SHARMA et al., 1990).

Nkansah et al. (2012) pulverizaram GA₃ e ANA em manga ‘Keitt’ em pleno florescimento e obtiveram aumento no estabelecimento de frutos, sendo que a concentração de 0,025 g L⁻¹ destes fitoreguladores apresentou 29 % de estabelecimento, seguido de plantas tratadas com 50 mg L⁻¹, com 27,6 % de estabelecimento, enquanto o tratamento controle apresentou o menor valor de estabelecimento de frutos com 16,5 %. Já a aplicação de 50 mg L⁻¹ de ANA em plena floração e dois meses mais tarde induziu o maior efeito positivo nos caracteres estudados de frutificação e qualidade de frutos em mangueira ‘Keitt’, aumentando aproximadamente em 40% a retenção de frutos quando comparado ao tratamento controle (OSAMA et al., 2015).

$$\hat{Y}=115,98-1,07*X+0,01*X^2+1,09*Z-0,01*Z^2 \quad R^2=0,9088$$

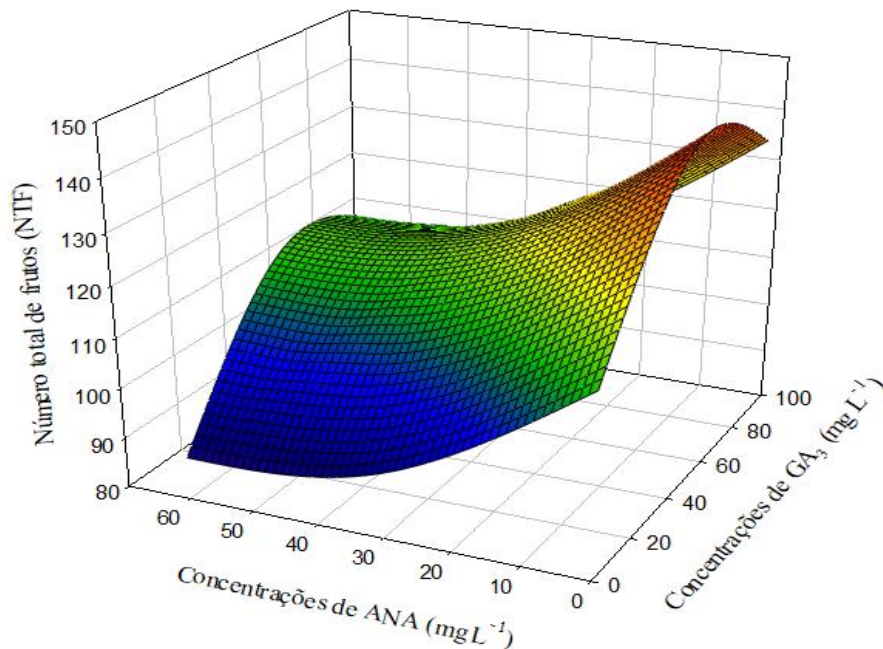


Figura 7 - Número total de frutos (eixo Y) por 40 cm de ramo de jabuticabeira ‘Sabará’ em função das concentrações aplicadas de ANA (eixo X) e GA₃ (eixo Z). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

O modelo de regressão que melhor se ajustou para a variável massa total de fruto em função das concentrações de ANA e GA₃ também foi o polinomial quadrático (Figura 8). Os ramos não tratados com ANA produziram maior massa total de frutos comparados com os tratados com ANA (Figura 8). Um atraso no momento ideal de aplicação da auxina sintética pode significar uma falha de resposta e assim não resulta no efeito desejado.

Observa-se que, ao fixar a concentração de ANA, ocorre um ponto de máximo para a concentração de 75 mg L⁻¹ de GA₃ (Figura 8), ou seja, há aumento na massa de frutos

produzida por segmento de ramo até a concentração de 75 mg L⁻¹ de GA₃. Resultado similar a este trabalho foi observado no estudo desenvolvido por CATO (2002), onde a aplicação de 35 mg L⁻¹ de ácido giberélico, 15 dias após o pleno florescimento, em uva ‘Niágara Rosada’ resultaram em incrementos na massa e tamanho médio dos cachos e bagas de uva.

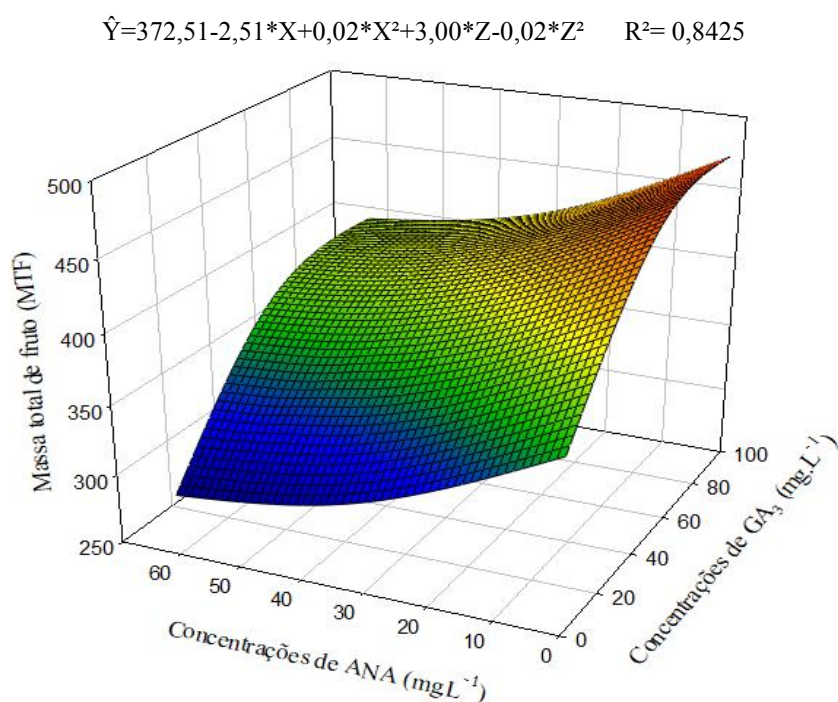


Figura 8 - Massa total de fruto (eixo Y) por 40 cm de ramo de jabuticabeira ‘Sabará’ em função das concentrações aplicadas de ANA (eixo X) e GA₃ (eixo Z). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

ALRASHDI et al. (2017) relataram que a pulverização pré-colheita de 30 mg L⁻¹ de GA₃ em videira 'El-Bayadi' aumentou a massa, o comprimento e o diâmetro das bagas em comparação com o tratamento controle. Da mesma forma, VIEIRA et al. (2008) constataram que as doses de 90 mg L⁻¹ de GA₃ aplicadas em videira ‘Niágara Rosada’ no florescimento e repetidas 14 dias após, e 54 mg L⁻¹ de GA₃ aplicados 14 dias após o florescimento, proporcionaram incrementos na massa do cacho em 25% e 34%, respectivamente.

Neste trabalho, as concentrações de 75 mg L⁻¹ e 54,5 mg L⁻¹ de GA₃ resultaram em massa total e número total de frutos por segmento de ramo superiores as demais

concentrações, respectivamente, porém, não tiveram influência na classificação dos frutos por classes de diâmetro (Tabelas 2 e 3).

É conhecido que a ação da auxina precede a de giberelina durante o desenvolvimento inicial dos frutos, o que sugere que a aplicação dos tratamentos com auxina pode ter sido realizada em um momento desfavorável para a ação do fitorregulador, enquanto o uso da giberelina favoreceu a fixação e a massa total de frutos por serem pulverizados em um momento ideal para a sua atividade.

Caracterização dos frutos

Conforme descrito na metodologia, foram avaliados somente frutos da classe intermediária de tamanho, ou seja, frutos entre 17 e 20 mm de diâmetro. As concentrações dos fitorreguladores de crescimento aplicadas em jaboticaba ‘Sabará’ não influenciaram ($p>0,05$) as variáveis massas do fruto inteiro, da casca, da semente e da polpa, e o rendimento das partes do fruto (Tabela 4), portanto, os resultados podem ser expressos pelas médias gerais dos tratamentos. A média para a massa do fruto inteiro foi de 4,01 g, de 1,44 g para a casca, de 0,263 g para a semente e de 2,31 g para a polpa, sendo que a polpa equivale a 57,37 % da massa do fruto (Tabela 5).

Outros autores encontraram efeito no incremento da massa do fruto com o GA₃, conforme o trabalho realizado por Zang et al. (2016), ao verificarem que a aplicação foliar de GA₃ aumentou a massa individual dos frutos em três cultivares de mirtilo. Esta divergência das respostas pode estar relacionada a concentração do produto, a espécie em estudo, a época e a forma de aplicação dos produtos.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis massa do fruto (MF), massa da casca (MC), massa da semente (MS), massa da polpa (MP), rendimento da polpa (RP), rendimento de semente (RS), rendimento casca (RC), em função das concentrações de ANA e GA₃ e os respectivos coeficientes de variação (CV) (Viçosa, MG, 2018)

FV	GL	Quadrados Médios						
		MF	MC	MS	MP	RP	RS	RC
BLOCO	4	0,167	0,186	0,009	0,219	79,977	4,501	117,697
ANA	2	0,010 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,018 ^{ns}	3,368 ^{ns}	0,250 ^{ns}	4,854 ^{ns}
GA ₃	2	0,065 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,147 ^{ns}	38,941 ^{ns}	0,714 ^{ns}	29,366 ^{ns}
ANA*GA ₃	4	0,049 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,049 ^{ns}	17,019 ^{ns}	0,919 ^{ns}	15,793 ^{ns}
RESÍDUO	32	0,049	0,015	0,0012	0,051	12,963	0,793	10,784
CV (%)		5,5	8,5	13,4	9,7	6,3	13,6	9,1

^{ns} Não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5 - Médias para as variáveis massa do fruto (MF), massa da casca (MC), massa da semente (MS), massa da polpa (MP), rendimento da casca (RC), rendimento da semente (RSE) e rendimento da polpa (RP) de frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ tratados com ANA e GA₃ e médias gerais (Viçosa, MG, 2018)

Concentrações (mg L ⁻¹)		MF	MC	MS	MP	RC	RSE	RP
		(g)				(%)		
ANA	GA ₃							
0	0	4,02	1,55	0,265	2,20	38,82	6,58	54,59
0	45	3,98	1,35	0,265	2,37	33,78	6,60	59,61
0	90	4,11	1,42	0,263	2,43	34,65	6,42	58,93
30	0	3,83	1,45	0,284	2,10	38,02	7,40	54,58
30	45	4,15	1,47	0,249	2,43	35,49	6,00	58,51
30	90	4,06	1,36	0,271	2,42	33,71	6,68	59,61
60	0	3,97	1,44	0,254	2,27	36,23	6,43	57,34
60	45	3,95	1,45	0,259	2,24	36,69	6,56	56,74
60	90	4,03	1,49	0,255	2,28	37,26	6,34	56,40
Média geral		4,01	1,44	0,263	2,31	36,07	6,56	57,37

Não identificou efeito significativo ($p > 0,05$) dos tratamentos com ANA ou GA₃ com relação as variáveis das análises químicas e de cor da epiderme dos frutos (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para as variáveis acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis totais (SS), relação SS/AT, parâmetros de cor da casca croma (C), ângulo hue (h) e luminosidade (L*), observadas em frutos de jabuticabeira, em função das concentrações de ANA e GA₃ e os respectivos coeficientes de variação (CV) (Viçosa, MG, 2018)

FV	GL	Quadrados			Médios			
		AT	pH	SS	SS/AT	C	h	L*
BLOCO	4	0,053	0,009	0,555	10,082	4,037	83,234	1,460
ANA	2	0,020 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,773 ^{ns}	2,732 ^{ns}	0,438 ^{ns}	53,702 ^{ns}	0,222 ^{ns}
GA ₃	2	0,008 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,459 ^{ns}	5,597 ^{ns}	1,205 ^{ns}	5,711 ^{ns}	1,724 ^{ns}
ANA*GA ₃	4	0,023 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,321 ^{ns}	4,749 ^{ns}	0,038 ^{ns}	55,359 ^{ns}	0,235 ^{ns}
RESÍDUO	32	0,028	0,006	0,268	8,598	0,453	28,556	0,743
CV (%)		18,5	2,3	3,8	18,8	21,2	7,3	3,6

^{ns} Não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

A análise de regressão foi realizada em todas as variáveis mesmo com os resultados no teste F não significativo e, nesse caso, verificou-se efeito significativo das concentrações de fitorreguladores aplicadas na jabuticabeira somente para as variáveis cor (C) e luminosidade (L*) da casca (Figuras 9 e 10). As demais estão representadas na tabela 7 pela média geral dos tratamentos para cada variável avaliada.

Tabela 7 - Médias para as variáveis acidez titulável (AT, g ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa), pH, sólidos solúveis totais (SS, ° Brix), relação SS/AT e para os parâmetros de cor da casca Cromo (C), ângulo hue (h, °) e luminosidade (L*) dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ tratados com ANA e GA₃, e médias gerais (Viçosa, MG, 2018)

Concentração		AT	pH	SS	SS/AT	C	h	L*
(mg. L ⁻¹)								
ANA	GA ₃							
0	0	0,814	3,46	13,24	16,48	2,96	70,69	24,70
0	45	0,874	3,47	13,32	16,22	3,58	70,93	23,87
0	90	0,879	3,47	13,46	15,44	3,41	72,05	23,82
30	0	1,018	3,52	13,30	13,85	2,64	73,26	24,53
30	45	0,843	3,51	13,74	16,85	3,11	77,99	23,79
30	90	0,892	3,46	13,86	16,11	3,22	72,54	24,17
60	0	0,943	3,48	13,66	14,58	2,96	78,29	24,59
60	45	0,942	3,43	14,18	15,49	3,45	70,85	24,36
60	90	0,877	3,46	13,52	15,52	3,30	74,04	24,12
Média geral		0,898	3,47	13,59	15,32	2,99	73,41	24,49

A acidez titulável apresentou em média 0,898 g de ácido cítrico/100 g de polpa. O valor médio de pH nos frutos após a colheita foi igual a 3,47, semelhante aos dados obtidos nos estudos de Altmann (2017) e Becker et al. (2015) em frutos maduros de jabuticaba cultivadas na região Sul, com o pH 3,4, e Sudeste, com o pH 3,0.

O teor de sólidos solúveis em jabuticabas tratadas com diferentes concentrações de fitorreguladores foi em média de 13,59 ° Brix (Tabela 7), coerente com a faixa de 7,7 a 13,6 °Brix reportado por Danner et al. (2011) em fruto de jabuticaba. A aplicação de

fitorreguladores também não alterou os SS em outras fruteiras, como no trabalho desenvolvido por Zang et al. (2016) com a aplicação de GA₃ em mirtilo, e com auxina 3,5,6-TPA em lichieira (GONÇALVES, 2016). Isso indica que a aplicação de diferentes concentrações de fitorreguladores não tem influência sobre a doçura dos frutos. De acordo com Retamales e Hancock (2012), a qualidade dos frutos está relacionada com o seu teor de sólidos solúveis e acidez, pois o consumidor prefere uma jabuticaba com um teor de açúcar elevado e baixa acidez.

O valor médio da relação SS/AT, considerado como índice de maturação do fruto, foi 15,32 (Tabela 7). Assim, a aplicação de diferentes concentrações de ANA e GA₃ não influenciou a qualidade global dos frutos, indicando que todos os tratamentos apresentaram uma uniformidade na maturação.

Os valores de ângulo Hue (h) são uma medida apropriada para expressar a variação da coloração em produtos vegetais, e também um parâmetro que pode ser utilizado para identificar ponto de colheita (BRUNINI et al., 2004). É importante destacar que as concentrações dos fitorreguladores não tiveram efeito neste parâmetro, indicando que a data da colheita dos frutos não foi influenciada pelos tratamentos.

Com relação ao parâmetro de cor croma (C), quando a concentração de GA₃ é fixada, tem-se que a concentração de 33,33 mg L⁻¹ de ANA proporciona menor saturação de cor. Ao manter a concentração de ANA a concentração de 90 mg L⁻¹ de GA₃ promove maior saturação de cor dos frutos (Figura 9A). O aumento da concentração de GA₃ resulta em aumento do valor de C, ou seja, uma maior saturação da cor. Segundo Silva et al. (2017), em jabuticabas revestidas com quitosana aumentou o valor de Croma e, portanto, a saturação da cor, indicando que os frutos apresentaram coloração violeta mais intensa, característica desejável pelos consumidores.

Já para a coordenada L*, houve um efeito linear positivo das concentrações de ANA e um efeito quadrático positivo para o GA₃ (Figura 9B), indicando aumento no brilho dos frutos a medida que há um incremento na concentração de ANA, portanto, o melhor brilho foi obtido com 60 mg L⁻¹ de ANA, e, ao fixar a concentração de ANA, a concentração de 51 mg L⁻¹ de GA₃ confere menor brilho nos frutos. Altmann (2017) relata que a luminosidade nos frutos de jabuticaba maduros é cerca de 28, indicando uma baixa luminosidade da cor, valor próximo a variação de L* encontrado neste trabalho.

$$\hat{Y}=2,99-0,02*X+0,0003*X^2+0,018*Z-0,0001*Z^2 \quad R^2= 0,9555$$

$$\hat{Y}=24,490+0,004*X-0,0204*Z+0,0002*Z^2 \quad R^2= 0,7926$$

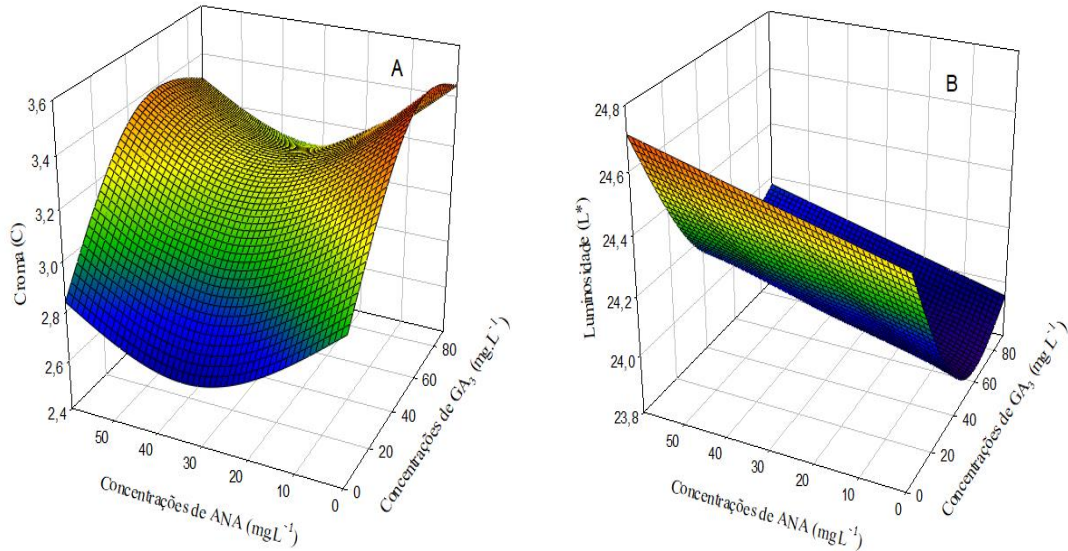


Figura 9 - Cromo da casca (A-eixo Y) e luminosidade da casca (B-eixo Y) por 40 cm de ramo de jabuticabeira ‘Sabará’ em função das concentrações aplicadas de ANA (eixo X) e GA₃ (eixo Z). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t (Viçosa, MG, 2018).

CONCLUSÕES

A aplicação pré-colheita de diferentes concentrações de ANA afetou negativamente a fixação e a massa total dos frutos produzidos pela jabuticabeira ‘Sabará’, enquanto GA₃ a 54,5 mg L⁻¹ e 75 mg L⁻¹ proporcionou valores máximos para as mesmas variáveis, respectivamente.

A concentração de 90 mg L⁻¹ de GA₃ promoveu maior saturação de cor da casca (Croma), ao fixar a concentração de ANA. Por sua vez, aumentos na concentração de ANA promoveram aumentos nos valores de luminosidade da casca. Os fitorreguladores ANA e GA₃ não influenciaram o tamanho e nem a qualidade dos frutos de jabuticaba ‘Sabará’.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P.A.; MONTAGUE, M.J.; TEPFER, M.; RAYLE, D.L.; IKUMA, H.; KAUFMAN, P.B. Effect of gibberellic acid on the plasticity and elasticity of *Avena* stem segments. **Plant Physiology**, v. 56, p. 757-760, 1975.
- AGUSTÍ, M. et al. Effect of 3,5,6-trichloro-2-pyridiloxycetic acid on clementine early fruitlet development and on fruit size at maturity. **Journal of Horticultural Science**, v.70, p.955-962, 1995.
- ALRASHDI, A.M.A; AL-QURASHI, A.D.; AWAD, M.A.; MOHAMED, S.A.; AL-RASHDI, A.A. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of 'El-Bayadi' table grapes at harvest as affected by preharvest salicylic acid and gibberellic acid spray. **Scientia Horticulturae**, v.220, p. 243–249, 2017.
- ALTMANN, T. **Influência de regimes hídricos sobre a fenologia e produção de frutos em jaboticabeiras (*Plinia peruviana* (Poir.) Govaerts)**. 2017, 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2017.
- ARTECA, R.N. **Plant Growth Substances: principles and applications**. NY, USA: Chapman and Hall, 1996. 332 p.
- BECKER, F.S.; VILAS BOAS, A.C.; SALES, A.; TAVARES, L.S.; SIQUEIRA, H.H.; VILAS BOAS, E.V.B. Characterization of 'Sabará' Jaboticabas at different maturation stages. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 37, n. 4, p. 457- 462, 2015.
- BRUNINI, M.A.; OLIVEIRA, A.L.; SALANDINI, C.A.R.; BAZZO, F.R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'Sabará'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p. 378-383, 2004.
- CATO, S.C. **Efeito do anelamento e de doses de ácido giberélico na frutificação das uvas "Niagara Rosada" e "Vênus" nas regiões noroeste e da alta paulista do Estado de São Paulo**. 2002, 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.
- COLETTI, L. Y. **Curva de maturação de frutos e potencial germinativo de sementes de jaboticaba 'Sabará' (*Myrciaria jaboticaba* Berg)**. 2012, 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012.
- DANNER, M. A. **Diagnóstico ecogeográfico e caracterização morfogenética de jaboticabeiras**, 2009, 130 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; SASSO, S.A.Z.; AMBROSIO, R.; JÚNIOR, A.W. Armazenamento a vácuo prolonga a viabilidade de sementes de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 246-252, 2011.

DAVIS, P.J. The plant hormones: their nature, occurrence and functions. In: Davis, P.J. (Ed.), **Plant Hormones**. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, Netherlands, 2004, p. 1–15.

GARNER, L.; KLEIN, G.; ZHENG, Y.; KHUONG, T.; LOVATT, C.J. Response of evergreen perennial tree crops to gibberellic acid is crop load-dependent: II. GA₃ increases yield and fruit size of ‘Hass’ avocado only in the on-crop year of an alternate bearing orchard. **Scientia Horticulturae**, v.130, p.753-761, 2011.

GONÇALVES, V.D. **Condições nutricionais e aplicações de auxina e ureia via foliar na fixação e tamanho de frutos de lichieira (*Litchi chinensis* sonn) cv. Bengal**. 2016, 118 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

JESUS, N.; MARTINAS, A.B.G.; ALMEIDA, E.J.; LEITE, J.B.V.; GANGA, R.M.D.; SCALOPPI JÚNIOR, E.J.; ANDRADE, R.A.; MOREIRA, R.F.C. Caracterização de quatro grupos de jaboticabeira, nas condições de Jaboticabal – SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.482-485, 2004.

KAMIJIMA, O. Consideration on the mechanism of expression of dwarf genes in rice plants. II. The actions of dwarf genes on cell division and cell elongation in parenchyma of internode. **Japanese Journal of Breeding**, v. 31, p. 302-315, 1981.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1**: Técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jaboticaba. Porto Alegre – RS: Cinco Continentes, 2000. 327 p.

MARZOUK, H.A.; KASSEM, H.A. Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications. **Scientia Horticulturae**, v.130, p.425-430, 2011.

MATTOS, J. R. **Frutíferas nativas do Brasil**: jaboticabeiras. Porto Alegre: Nobel, 1983, 92 p.

MONERUZZAMAN, K.M.; HOSSAIN, A.B.M.S.; NORMANIZA, O.; BOYCE, A.N. Growth, yield and quality responses to gibberellic acid (GA₃) of Wax apple *Syzygiumsamarangense* var. *Jambu air madu* fruits grown under field conditions. **African Journal of Biology**, v. 10, n.56, p.11911-11918, 2011.

NERI-NUMA, I.A.; SANCHO, R.A.S.; PEREIRA, A.P.A.; PASTORE, G.M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v.103, p. 345-360, 2017.

NKANSAH, G.O.; OFOSU-ANIM, J.; MAWULI, A. Gibberellic acid and naphthalene acetic acid affect fruit retention, yield and quality of Keitt mangoes in the Coastal Savanna Ecological Zone of Ghana. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, n.6, p.243-251, 2012.

OLSZEWSKI, N.; SUN T. P.; GUBLER, F. Gibberellin signalling, biosynthesis, catabolism and response pathways. **The Plant Cell**, Rockville, v.14, p.61-80, 2002.

OSAMA, H.M. EL GAMMAL; AMRO, S.M. SALAMA AND SABER, M.M. BAKEER. Effect of growth regulator, antioxidant and application date on fruiting and fruit quality of mango trees cv. Keitt. **Journal of Agriculture and Veterinary Science**, v. 8, p. 87-95, 2015.

PEGORARO, C.; ZANUZO, M.R.; CHAVES, F.C.; BRACKMANN, A.; GIRARDI, C.L.; LUCCHETTA, L.; NORA, L.; SILVA, J.A.; ROMBALDI, C.V. Physiological and molecular changes associated with prevention of woolliness in peach following pre-harvest application of gibberellic acid. **Postharvest Biology and Technology**, v. 57, p. 19–26, 2010.

REDDY, P.A.; PRASAD, D.M. Effect of plant growth regulators on fruit characters and yield of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. Ganesh. **International Journal of Plant Animal and Environmental Sciences**. v.2, n. 2, p.91-93, 2012.

RETAMALES, J.B.; HANCOCK, J.F. **Blueberries**. Crop Production Science in Horticulture Series, Oxfordshire, UK: CABI, pp. 1–336, 2012.

SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; AQUINO, C.F.; LINS, L.C.R. Jaboticaba- *Myrciaria* spp. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E.O.; BRITO, E.S. **Exotic Fruits**: Reference guide. London: Elsevier, 2018. p.237-242.

SHARMA, T.R. NAIR, P.K.R., NEMA, M.K. Influence of foliar spray of Urea, KNO₃ and NAA on chemical composition of mango cv. Langra. **Punjab Horticultural Journal**, v.30 (1-4), p. 53-56, 1990.

SILVA, B.M.P.; BINOTI, R.M.; CIA, P.; VALENTINI, S.R.T.; BRON, I.U. Efeito do metil jasmonato no amadurecimento e no controle da antracnose em goiaba ‘Kumagai’. **Bragantia**, Campinas, v. 76, p. 167-176, 2017.

SOUZA, K.O.; VIANA, R.M.; OLIVEIRA, L.S.; MOURA, C.F.H.; MIRANDA, M.R.A. Preharvest treatment of growth regulators influences postharvest quality and storage life of cashew apples. **Scientia Horticulturae**, v.209, p. 53–60, 2016.

STERN, R.A., STERN, D., HARPAZ, M., GAZIT, S. Applications of 2,4,5-TP, 3,5,6-TPA and combinations thereof increases lychee fruit size and yield. **HortScience**, v.35, p. 661–664, 2000.

STERN, R.A., APPLEBAUM, S., FLAISHMAN, M., BEN-ARIE, R. Effect of synthetic auxins on fruit development of ‘Bing’ cherry. **Science Horticulturae**, v. 114, p. 275–280, 2007.

TEIXEIRA, L.N.; STRINGHETA, P.C.; OLIVEIRA, F.A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v.55, n.4, p.297-304, 2008.

VIEIRA, C.R.Y.I.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M.; TECCHIO, M.A.; BOTELHO, R.V. Efeitos do ácido giberélico e do thidiazuron sobre as características dos frutos e do mosto da uva ‘Niagara Rosada’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 012-019, 2008.

WESTWOOD, M. N. **Temperate-zone pomology**: physiology and culture. 3rd Edition. Portland, OR, USA: Timber Press, 1993, 523 pp.

YAMAGUCHI, S. Gibberellin metabolism and its regulation. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.59, p.225-251, 2008.

ZANG, Y-X.; CHUN, I-J.; ZHANG, L-L.; HONG, S-B.; ZHENG, W-W.; XU, K. Effect of gibberellic acid application on plant growth attributes, return bloom, and fruit quality of rabbiteye blueberry. **Scientia Horticulturae**, v.200, p. 13–18, 2016.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E DA CONSERVAÇÃO DE FRUTOS DE JABUTICABEIRA ‘SABARÁ’ TRATADOS COM CaCl_2 E B EM PRÉ-COLHEITA

RESUMO

A aplicação de cálcio e boro, importantes na manutenção da integridade da parede celular, em pré-colheita da jabuticabeira ‘Sabará’, é essencial para reduzir a perecibilidade dos seus frutos. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da aplicação de CaCl_2 e B, em pré-colheita, na fixação de frutos, na produtividade, nas características pós-colheita e na extensão do período de conservação dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’. As pulverizações dos nutrientes foram direcionadas aos frutos e ocorreram após a queda das pétalas e, depois, a cada sete dias até a semana da colheita. Os frutos foram colhidos no ponto de maturação comercial e realizou-se a contagem de frutos fixados, a classificação de acordo com o diâmetro e as análises das características físicas e químicas dos frutos a cada dois dias, por oito dias. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com cinco blocos e nove tratamentos. Observou-se que não houve efeito ($p>0,05$) das aplicações de CaCl_2 e B no número e na massa de frutos para cada classe de diâmetro e os respectivos totais. A aplicação dos nutrientes na pré-colheita não ocasionou efeitos significativos no aumento da fixação, no tamanho e na massa dos frutos da jabuticabeira ‘Sabará’. Ocorreram modificações naturais nas características químicas e físicas dos frutos ao longo do período de avaliação e os frutos tratados com 5 g L^{-1} de CaCl_2 , 5 g L^{-1} de $\text{CaCl}_2 + 0,3 \text{ g L}^{-1}$ de B e 10 g L^{-1} de CaCl_2 mantiveram melhor qualidade visual ao longo do tempo de conservação.

EVALUATION OF QUALITY AND CONSERVATION OF 'SABARÁ' JABUTICABA FRUITS TREATED WITH CaCl_2 AND B IN PREHARVEST

ABSTRACT

The application of calcium and boron, important in maintaining cell wall integrity, in preharvest of 'Sabará' jabuticaba tree, is essential to reduce the perishability of its fruits. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of application of the CaCl_2 and B, in preharvest, in fruit set, yield, postharvest characteristics and extension of the shelf life of 'Sabará' jabuticaba fruits. Nutrient spraying was directed to the fruits and occurred after the petals fall and then every seven days until the week of harvest. The fruits were harvested at the point of commercial ripening and fixed fruit were counting, as well as the classification according to diameter and analysis of the physical and chemical characteristics of the fruits out every two days for eight days. The experiment was conducted in a randomized block design with five blocks and nine treatments. It was observed that there was no effect ($p > 0.05$) of CaCl_2 and B applications on the number and mass of fruits for each diameter class and the respective totals. The application of nutrients in the preharvest had no significant effects on the increase of fruit set, size and mass of the 'Sabará' jabuticaba tree fruit. Natural changes occurred in the chemical and physical characteristics of the fruits during the evaluation period and the fruits treated with $5 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$, $5 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2 + 0.3 \text{ g L}^{-1} \text{ B}$ and $10 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ maintained better visual quality over the shelf life.

INTRODUÇÃO

No Brasil, dentre as várias espécies de jabuticabeiras existentes, a *Myrciaria jaboticaba* (Vell) O. Berg, vulgarmente conhecida como jabuticaba Sabará, é a espécie mais cultivada. O fruto apresenta grande potencial de comercialização, pois é muito apreciado tanto para consumo *in natura* como processado, na forma de geleias, suco e licores (NERI-NUMA et al., 2017). Também se destaca devido ao seu alto teor de substâncias antioxidantes

(TEIXEIRA et al., 2008), que são compostos capazes de prevenir uma série de doenças (BORGES et al., 2014; HAMINIUK et al., 2011).

Por se tratar de frutas rapidamente perecíveis, são necessários cuidados especiais para manter as características ideais até o consumidor. Para isso, preservar a firmeza e qualidade dos frutos é essencial, o que tem relação direta com a estrutura da parede celular. A firmeza dos frutos é um atributo essencial para a vida pós colheita, uma vez que um fruto mais firme pode ter sua vida de prateleira estendida, sem afetar características desejáveis pelo consumidor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O cálcio (Ca) e o boro (B) exercem funções que interagem para a boa estruturação, desenvolvimento e produção das plantas. Além disso, esses nutrientes são determinantes para a qualidade pós colheita dos frutos, podendo estender sua conservação. De acordo com Islam et al. (2016), pesquisas visando aumentar os teores desses nutrientes nos frutos têm sido intensificadas.

O uso de solução à base de Ca direcionada aos frutos em pré- e pós-colheita, para minimizar a degradação da parede celular e manter a firmeza de vários frutos por maior tempo, já é uma técnica bastante difundida entre os produtores (WERNER et al., 2009; PINHEIRO et al., 2008). É também uma prática usada com sucesso em diversas espécies visando aumentar a produtividade (FERNÁNDEZ et al.; 2015), como em videira (AMIRI et al., 2009), manga (MERWAD et al., 2016), ameixa japonesa (RAJPUT et al., 2017), tangerina (AL-OBEED et al., 2017) e tomate (ZAMBAN et al., 2018).

Bakeer (2016) relatou resultados satisfatórios em romã, com a pulverização de nitrato de amônio e cloreto de cálcio isoladamente ou em combinação, como o aumento dos parâmetros de crescimento vegetativo, produção, qualidade de frutos e redução do *cracking* e da queimadura.

O B também pode afetar a qualidade pós-colheita de produtos agrícolas, uma vez que é um nutriente que fornece resistência e estabilidade à parede celular (TAIZ e ZEIGER, 2013), resultando em frutos mais resistentes ao transporte e com maior período para a sua comercialização. Marschner (2012) relaciona o efeito do B na morfologia do fruto com sua ação na estruturação da parede celular e na funcionalidade da membrana plasmática.

Diversos estudos comprovam a eficiência da aplicação de B na melhoria, tanto no rendimento como na qualidade dos frutos (BOARETTO et al., 2011), como também relatam que a deficiência e o excesso de B afetam o crescimento e a produtividade de fruteiras, como o citros (SHAH et al., 2017).

Islam et al. (2016) trataram tomate cereja com 4,85 mM de ácido bórico e 1 M de cloreto de cálcio na pré-colheita e, na avaliação após a colheita, observaram aumento na espessura da parede celular, redução da taxa respiratória, aumento da firmeza e do conteúdo de vitamina C e menor perda de peso fresco, comparado aos frutos não tratados. Singh et al. (2007) também relataram efeitos positivos na produção, na firmeza, na cor e nos parâmetros de qualidade de morangos pulverizados com Ca e B.

Segundo Liebisch et al. (2009), o B auxilia o Ca na deposição e formação de pectatos na parede celular, resultando em frutos com maior firmeza. A pectina é um dos principais componentes com função de conferir resistência à parede celular das plantas e vários polissacarídeos são responsáveis pela sua biossíntese, dentre eles, Rhamnogalacturonan II, em cuja constituição o B está presente (O'NEILL et al., 2004).

Como mencionado anteriormente, encontram-se na literatura vários trabalhos relacionados à aplicação foliar de Ca e B direcionada aos frutos, em pré e pós-colheita, com o intuito de preservar a firmeza e as características nutricionais e sensoriais em diversas espécies. Entretanto, não foram encontrados estudos referentes a aplicação de Ca e B, em pré-colheita, visando à manutenção da firmeza e da qualidade de frutos de jabuticabeira 'Sabará' após a colheita.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da aplicação de CaCl_2 e B, em pré-colheita, na fixação de frutos, na produtividade, nas características pós-colheita e na extensão do período de conservação dos frutos de jabuticabeira 'Sabará'.

MATERIAL E MÉTODOS

Cultivar e condições de cultivo

A fase de campo foi conduzida em pomar de jabuticabeiras 'Sabará' localizado no Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, nas coordenadas 20° 45' 26'' latitude Sul e 42° 52' 08'' longitude Oeste e altitude de 648 m, em

Viçosa, Minas Gerais. O município possui clima subtropical úmido, com inverno frio e seco e verão quente e úmido, classificado como C_{wa} tropical.

Foram selecionadas cinco plantas para a condução do experimento, com aproximadamente 50 anos de idade, procurando obter a maior uniformidade possível, principalmente quanto a porte, florescimento, vigor e fitossanidade. O pomar recebeu irrigação durante todo o período de condução do experimento, com aporte de 100 L de água por planta semanalmente.

Os dados climatológicos registrados durante a condução do trabalho encontram-se na Figura 2 do capítulo 1, e foram obtidos pela Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

Desenho experimental e pulverizações de cálcio e boro

A fase de campo foi realizada com a combinação de três concentrações de cloreto de cálcio (0, 5 e 10 g L⁻¹) e três concentrações de boro (0, 0,3 e 0,5 g L⁻¹), no delineamento em blocos casualizados, com cinco blocos. Em cada bloco, composto de uma planta, foram selecionados nove ramos mais homogêneos em relação à floração e ao diâmetro (cerca de 5 cm). Em cada ramo foi demarcado um segmento de 1 m de extensão, que foi pulverizado com as soluções de nutrientes, conforme o tratamento.

Os produtos comerciais utilizados foram o cloreto de cálcio P.A. (CaCl₂) da Vetec® e o ácido bórico (H₃BO₃) na forma de adubo comercial. As soluções foram acrescidas de espalhante adesivo Tween-20 0,1 % e aplicadas com o auxílio de um pulverizador manual até o completo molhamento dos ramos e frutos. A solução controle foi preparada com água e Tween-20 0,1%. A primeira pulverização dos nutrientes ocorreu após a queda das pétalas (31/08/2018); as pulverizações foram repetidas a cada sete dias até a semana da colheita, totalizando cinco pulverizações, e a última ocorreu no dia 25/09/2018. Para evitar a contaminação dos ramos adjacentes devido à deriva, durante as pulverizações, cada ramo pulverizado foi protegido com uma canaleta de PVC (ver Figura 3 do capítulo 1).

Nas avaliações de fixação e classificação dos frutos o delineamento experimental foi em blocos casualizados. Nas avaliações referentes ao experimento de pós-colheita foi

utilizado o esquema de parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado, sendo nas parcelas os nove tratamentos e nas subparcelas os dias de avaliação, com cinco repetições de 10 frutos por unidade experimental.

Avaliações

Os frutos foram colhidos no ponto de maturação comercial, no dia 03/10/2018. Foram colhidos todos os frutos de cada segmento de ramo previamente demarcado. Logo após a colheita, foram transportados para o Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura da UFV, onde foram feitas a classificação e a higienização em solução de hipoclorito de sódio $100 \mu\text{L L}^{-1}$ por 5 minutos para desinfestação superficial e foram feitas a classificação e a análise das características físicas e químicas dos frutos.

Fixação e classificação dos frutos

Foram contados todos os frutos de cada segmento de ramo previamente demarcado e, na sequência, foi feita a classificação por diâmetro, como descrito no capítulo 1.

Caracterização dos frutos

Após a classificação, subamostras de 10 frutos da classe intermediária (frutos com 17 a 20 mm de diâmetro) foram retiradas ao acaso de cada unidade experimental. Os frutos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio $100 \mu\text{L L}^{-1}$ por 5 minutos para desinfestação superficial, acondicionadas em redes de polietileno (Figura 1) e armazenadas à temperatura de $10 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. As avaliações foram realizadas no dia da colheita e a cada 2 dias, por 8 dias, para verificar os efeitos dos tratamentos na extensão da vida pós-colheita dos frutos.



Figura 1 - Frutos selecionados, acondicionados em redes de polietileno (A) e armazenados a $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ (B) (Viçosa, MG, 2018).

a) Avaliações físicas:

Perda de massa do fruto e parâmetros de cor da casca

A perda de massa fresca foi determinada pela pesagem do conjunto de 10 frutos de cada unidade experimental em balança eletrônica de precisão de 0,1 g e os resultados foram expressos em percentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido em cada período de amostragem.

Os parâmetros de cor da casca foram medidos em cada fruto individualmente, como descrito no capítulo 1.

b) Avaliações químicas:

Sólidos solúveis, acidez titulável, pH e relação sólidos solúveis/acidez titulável

As avaliações foram realizadas conforme descrição contida no capítulo 1, considerando-se as amostras compostas de 10 frutos.

Qualidade geral dos frutos

Para descrever a qualidade geral dos frutos foi utilizado um critério visual, atribuindo-se notas de 1 a 5, com base na aparência (SANCHES et al., 2015), em que:

- 5- Excelente, frutos livres de defeitos
- 4- Boa, frutos com pequenos defeitos
- 3- Frutos com defeitos médios, não limitados para consumo
- 2- Frutos podres, com defeitos excessivos, limitados para consumo
- 1- Frutos extremamente podres, não utilizáveis.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados por meio das análises de variância e regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t” de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico. O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análise Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fixação e classificação dos frutos

Na tabela 1, verifica-se que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das aplicações de CaCl_2 e B sobre as variáveis número e massa de frutos para cada classe de diâmetro e os seus respectivos totais. A análise de regressão foi realizada para todas as variáveis, mesmo com os resultados no teste F não-significativos, e não se verificou efeito significativo das concentrações dos nutrientes, as quais estão representadas pela média geral dos tratamentos para cada variável avaliada (Tabela 2).

Os nutrientes aplicados na pré-colheita em jabuticaba não alteraram a fixação de frutos. O número total de frutos encontrado em 1 m linear de ramo foi em média de 145,3 frutos, com uma variação de 100,8 a 179,4 frutos entre os tratamentos (Tabela 2), dentro da faixa de 30 a 400 frutos por metro de ramo de jabuticaba ‘Sabará’ apresentada por Salomão et al. (2018).

Outros estudos também não reportaram efeito positivo na produção de frutos com a aplicação de CaCl_2 e B, como obtido por Silva et al. (2009) em tomates. Diante dos resultados, os autores consideraram que a aplicação de cálcio e boro e de reguladores vegetais em mistura a esses nutrientes não proporcionou maior fixação de frutos, nem ocasionou aumento do número e/ou o tamanho dos frutos.

A classe ≤ 17 mm apresentou uma média geral de 50,7 frutos, com a variação entre os tratamentos de 37,0 a 66,2 frutos, a classe ≥ 20 mm produziu 38,4 frutos em média, com a média entre os tratamentos na faixa de 22,4 a 54,0 frutos, e a classe intermediária produziu 56,1 frutos, com variação entre os tratamentos de 41,4 a 73,2 frutos (Tabela 2). Em tomate houve efeito positivo no aumento do tamanho dos frutos tratados com Ca, B e regulador de crescimento, e as plantas não tratadas apresentaram maior quantidade de frutos com diâmetro inferior a 40 mm, considerados de baixa qualidade (SILVA et al., 2009).

Os resultados encontrados por Zamban et al. (2018) também divergem dos verificados no presente estudo. Ao avaliarem o efeito de doses de Ca e B em diferentes híbridos de tomates, concluíram que o Ca, aplicado na antese até a frutificação final, quando adequadamente suprido, proporciona maior estabelecimento de frutos, maior crescimento e menor incidência de distúrbios fisiológicos, juntamente com o aumento do número e massa de frutos comerciais.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis de classificação de frutos por diâmetro (mm), número total de frutos (NTF), massa (g) para cada classe de frutos, massa total de frutos (MTF) e massa média de frutos (MM), em função das diferentes concentrações de CaCl₂ e B, e respectivos coeficientes de variação (CV) (Viçosa, MG, 2018)

FV	GL	Quadrados			Médios			MTF (g)	MM (g)	
		Diâmetro (mm)			NTF	Massa (g)				
		≤17	17-20	≥20		≤17	17-20			≥20
BLOCO	4	2932,31	2343,08	987,81	10948,97	20513,62	35664,57	32932,03	123699,2	1,57786
TRAT	8	414,50 ^{ns}	414,40 ^{ns}	635,26 ^{ns}	2295,24 ^{ns}	2734,83 ^{ns}	6479,28 ^{ns}	31749,24 ^{ns}	55119,18 ^{ns}	0,68587 ^{ns}
RES	32	687,42	415,35	467,49	2037,77	5475,65	6829,87	17141,31	34065,38	0,57310
CV (%)		51,7	36,3	56,2	31,1	52,8	34,4	55,3	29,9	17,4

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2 - Número de frutos por classe de diâmetro (mm), suas percentagens e número total de frutos (NTF) por segmento de um metro linear de ramos de jabuticabeira ‘Sabará’ tratados com CaCl₂ e B, com suas médias gerais (Viçosa, MG, 2018)

Concentração (g L ⁻¹)		Diâmetro (mm)			NTF
CaCl ₂	B	≤ 17	17-20	≥ 20	
0	0	50,4	50,6	46,4	147,4
0	0,3	49,6	56,6	38,8	145
0	0,5	66,2	73,2	40,0	179,4
5	0	43,0	59,4	35,4	137,8
5	0,3	37,0	41,4	22,4	100,8
5	0,5	61,2	49,2	28,2	138,6
10	0	43,8	52,4	53,4	149,6
10	0,3	54,8	61,6	27,8	144,2
10	0,5	50,6	60,8	54,0	165,4
Média geral		50,7	56,1	38,4	145,3

Frutos maiores são mais atrativos para os consumidores, além de proporcionarem maior rendimento em peso, porém, as massas para cada classe de frutos e para o total de frutos não diferiram em função das pulverizações com CaCl₂ e B (Tabela 1 e 3).

A aplicação de CaCl₂ e B não influenciou ($p > 0,05$) as variáveis relacionadas a massa da jabuticaba. A massa média do fruto foi de 4,36 g, a massa total de frutos em média foi 617,13 g, enquanto, as médias para a classe ≥ 20 mm e a intermediária foram 236,93 g e 240,04 g, respectivamente (Tabela 3).

Os tratamentos com cloreto de cálcio em romã resultaram no aumento da massa dos frutos em relação ao controle (BAKEER, 2016). Outros estudos também evidenciam a eficiência do uso do B e ou Ca na melhoria da produtividade, como demonstrado em maçã (WÓJCIK e BOROWIK, 2013), amendoim (MANTOVANI et al., 2013), morango (LEMISKA et al., 2014), berinjela (SUGANIYA e KUMUTHINI, 2015), tangerina (AL-OBEED et al. 2017), em oposição aos resultados encontrados nesse experimento.

Em morangueiros pulverizados semanalmente com 2,5 g L⁻¹ e 5 g L⁻¹ de cloreto de cálcio, a partir do florescimento, a produção de frutos foi reduzida devido ao abortamento de flores nas fases iniciais do seu desenvolvimento (ANDRIOLO et al., 2010). No presente trabalho, a pulverização com CaCl₂ e B não aumentou o número de frutos por segmento de

ramo comparado com a jabuticaba sem tratamento. Esse comportamento pode ser devido à época e à frequência de aplicação dos produtos, às concentrações utilizadas, à espécie e à permeabilidade da epiderme do fruto, fatores essenciais para a absorção ou penetração dos produtos nos tecidos.

Tabela 3 - Massa (g) para cada classe de fruto, massa total de fruto (MTF) e massa média de um fruto (MM) por segmento de um metro linear de ramos de jabuticabeira ‘Sabará’ tratados com CaCl₂ e B, com suas médias gerais (Viçosa, MG, 2018)

Concentração (g L ⁻¹)		Massa			MTF	MM (MTF/NTF)
		(g)			(g)	(g)
CaCl ₂	B	≤ 17	17-20	≥20		
0	0	142,86	221,55	280,93	645,34	4,40
0	0,3	140,68	238,45	235,84	614,96	4,39
0	0,5	178,12	303,32	241,02	722,46	4,16
5	0	124,43	260,71	208,96	594,10	4,39
5	0,3	104,18	171,89	137,32	413,40	4,19
5	0,5	137,56	218,49	170,20	526,26	3,82
10	0	120,21	235,74	378,03	733,97	5,20
10	0,3	171,43	252,81	157,08	581,31	4,22
10	0,5	141,95	257,40	322,84	722,34	4,44
Média geral		140,16	240,04	236,93	617,13	4,36

Caracterização pós-colheita

Observou-se efeito significativo ($p < 0,05$), em função das diferentes concentrações de CaCl₂ e B, para as características qualidade geral dos frutos, ângulo hue e croma (Tabela 4).

Houve influência dos dias de armazenamento sobre todas as características avaliadas (Tabela 4). Com o passar do tempo de armazenamento, verificaram-se modificações que ocorrem naturalmente nas características do fruto independentemente das pulverizações com cloreto de cálcio e boro (Tabela 5).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis qualidade geral dos frutos (QLD), acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, parâmetros de cor da casca cromina (C), ângulo hue (h) e Luminosidade (L*) e perda de massa fresca (PMF), em função das concentrações de CaCl₂ e B, e respectivos coeficientes de variação (CV) (Viçosa, MG, 2018)

FV	GL	Quadrados				Médios				
		PMF	AT	pH	SS	SS/AT	C	H	L	QLD
TRAT	8	27,603 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,732 ^{ns}	16,066 ^{ns}	0,368**	207,889**	14,153 ^{ns}	1,008**
RES (a)	32	15,529	0,018	0,053	0,654	12,988	0,139	83,480	6,495	0,365
DIAS	4	694,846**	0,209**	0,271**	0,676**	133,753**	0,400**	1137,860**	51,951**	64,082**
DIAS*TRAT	32	7,095 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,056 ^{ns}	0,121 ^{ns}	4,915 ^{ns}	0,105 ^{ns}	92,354 ^{ns}	19,118 ^{ns}	0,415**
RES (b)	144	5,817	0,007	0,043	0,089	4,524	0,099	94,440	5,726	0,228
CV (%) Parcela		90,5	17,5	6,3	6,3	20,8	13,9	14,2	11,1	15,3
CV (%) Subparcela		55,4	11,2	5,7	2,3	12,2	11,8	15,1	10,4	12,1

^{ns} Não-significativo e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5 - Valores médios da acidez titulável (AT, g ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa), pH, sólidos solúveis (SS, °Brix), relação SS/AT, parâmetros de cor da casca cromina (C), ângulo hue (h, °), luminosidade (L*) e percentagem de perda de massa fresca (PMF) para os respectivos dias de armazenamento após a colheita de frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ (Viçosa, MG, 2018)

Dias	AT	pH	SS	SS/AT	C	h	L*	PMF (%)
0	0,705	3,6	13,02	18,89	2,75	69,22	23,04	0,000
2	0,849	3,6	12,69	15,13	2,52	59,96	23,09	2,034
4	0,742	3,7	12,79	17,42	2,68	66,39	23,04	3,654
6	0,689	3,8	12,82	19,14	2,61	68,48	23,63	5,822
8	0,807	3,6	12,89	16,18	2,73	58,27	24,01	10,25

A perda de massa teve efeito ($p < 0,05$) do fator tempo de avaliação. A perda de massa acumulada foi de 9,06 % no último dia de armazenamento (8 dias) em relação ao dia da colheita dos frutos (dia 0) (Figura 2). Segundo Silva et al. (2017), a casca da jabuticaba é muito fina, fornecendo pouca proteção à perda de umidade, o que pode contribuir para a perda de massa elevada, principalmente devido a transpiração do fruto. Perda de massa da ordem de 10% pode ser tolerada em alguns produtos (CHITARRA e CHITARRA, 2005), desde que não provoque murchamento extremo.

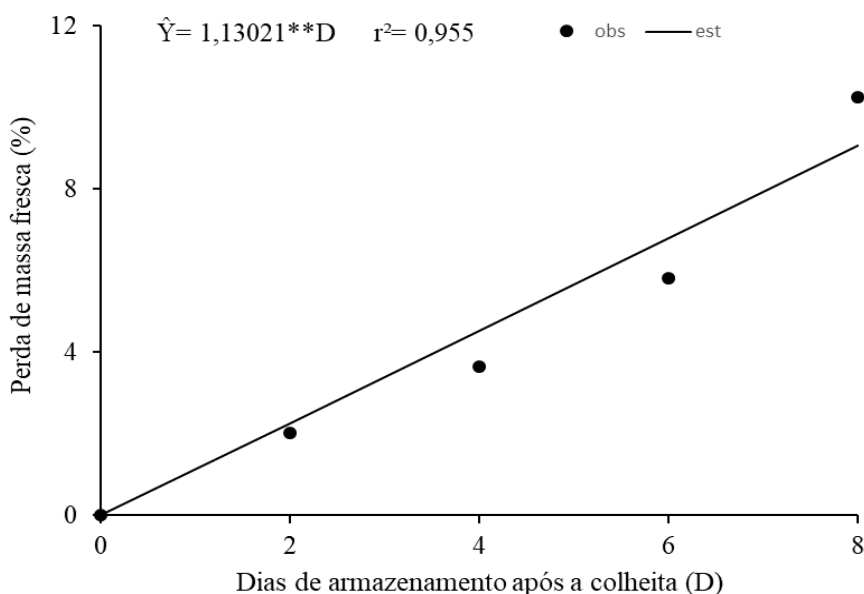


Figura 2 - Perda de massa fresca em frutos de jabuticaba ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de cloreto de cálcio e/ou de boro na pré-colheita e avaliados após a colheita, em função do tempo de armazenamento (Viçosa, MG, 2018).

Assim como neste trabalho, Ferreira et al. (2013) não verificaram o efeito da aplicação pré-colheita de Ca e B na conservação após a colheita de amora, mas observaram efeito do tempo de avaliação, com maiores perdas de massa fresca à medida que se aumentou o período de armazenamento das frutas. Ao contrário, Islam et al. (2016), que avaliaram tomate cereja após a colheita, tratados com 0,3 g L⁻¹ de ácido bórico e 110,98 g L⁻¹ de cloreto de cálcio na pré-colheita, relataram menor perda de massa nos frutos tratados em comparação aos frutos não tratados.

Os tratamentos com CaCl₂ e B não afetaram (p>0,05) as variáveis acidez titulável, pH, teor de sólidos solúveis e relação SS/AT em comparação aos frutos não tratados de jabuticabeira (Tabela 4). O valor médio da acidez titulável foi 0,758 g ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa, o pH foi de 3,66, e a média da relação SS/AT se manteve em 17,35 durante o período de armazenamento dos frutos (Tabela 6).

Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas das variáveis acidez titulável (AT, g ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa), pH, sólidos solúveis totais (SS, °Brix), relação SS/AT, parâmetros de cor da casca croma (C), ângulo hue (h, °) e luminosidade (L*) e perda de massa fresca (PMF, %), em jabuticaba ‘Sabará’, em função dos dias de armazenamento (D), e os respectivos coeficientes de determinação (R²/r²) (Viçosa, MG, 2018)

Variável	Equações ajustadas ou médias	R ² /r ²
AT	$\hat{Y} = 0,758$	-
pH	$\hat{Y} = 3,6$	-
SS	$\hat{Y} = 13,02 - 0,36471 * D^{1/2} + 0,1148 * D$	0,944
SS/AT	$\hat{Y} = 17,35$	-
C	$\hat{Y} = 2,74$	-
H	$\hat{Y} = 64,47$	-
L*	$\hat{Y} = 23,03$	-
PMF	$\hat{Y} = 1,130 ** D$	0,955

** Significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Estes resultados confirmam os de trabalhos publicados anteriormente, mostrando que a pulverização pré-colheita de B e CaCl₂ não altera a acidez dos frutos após a colheita, como observado com o uso de Ca em morango (FIGUEROA et al., 2012), em romã (BAKEER, 2016) e B e Ca em tomates (ISLAM et al., 2016).

Melo (2017) pulverizou Ca e B em pré-colheita de tomates e também verificou que não houve alteração nas características químicas como pH, acidez e relação SS/AT, após a colheita. Semelhantemente, Ferreira et al. (2013), que também estudaram o efeito da aplicação pré-colheita de Ca e B na conservação após a colheita de amora, não observaram variações, em comparação ao controle, para as variáveis pH, SS, AT e a relação SS/AT.

O SS apresentou variação no decorrer do tempo de avaliação ($p < 0,05$), ajustando-se ao modelo de regressão raiz quadrada (Figura 3). No dia zero, o teor médio de sólidos solúveis foi de 13,02 °Brix, observando-se pequena redução nos demais dias de avaliação (Tabela 5 e Figura 3). A pequena elevação nos valores dos SS a partir do quarto dia de avaliação dos frutos, provavelmente deveu-se a um efeito de concentração devido à perda de água. Os menores valores de SS observados a partir do segundo dia de avaliação podem ter relação com o consumo de carboidratos de reserva dos frutos, necessários para manter a atividade respiratória.

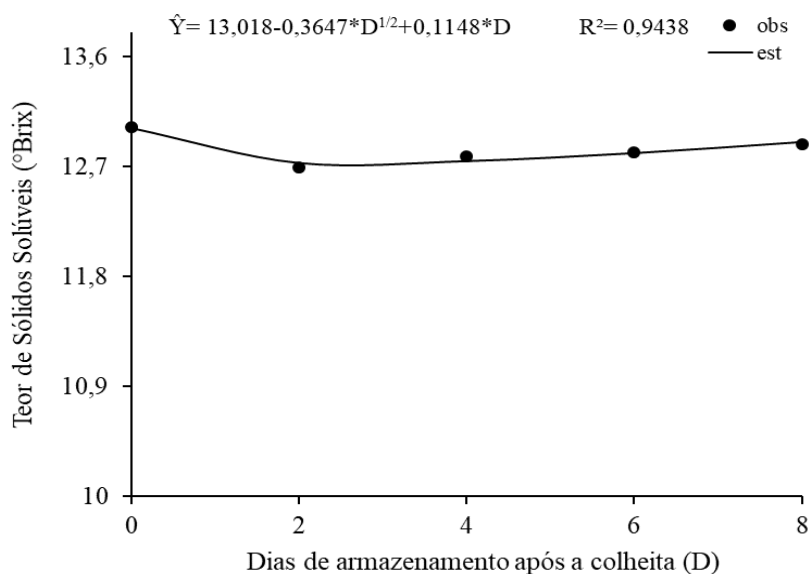


FIGURA 3 - Variação do teor de sólidos solúveis (°Brix) em frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de cloreto de cálcio e/ou de boro na pré-colheita e avaliados após a colheita, em função do tempo de armazenamento (Viçosa, MG, 2018).

Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos por outros autores, como no estudo desenvolvido por Sá et al. (2014), em que a aplicação foliar de B em macieiras não apresentou efeito significativo no teor de sólidos solúveis e firmeza da polpa de maçãs, independentemente da concentração aplicada de B. Nava et al. (2009) também não

observaram efeito da aplicação de ácido bórico no teor de sólidos solúveis em pêssegos e Bakeer (2016), com aplicações pré-colheita de cloreto de cálcio, não verificou efeito positivo no teor de sólidos solúveis em romãs.

A relação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total (SS/AT), empregada para indicar a qualidade organoléptica das frutas, não diferiu entre os tratamentos com Ca e o controle em morango (ANDRIOLO et al., 2010), nem em tomates tratados com Ca e B (MELO, 2017).

Portanto, o resultado deste trabalho está de acordo com os encontrados na literatura, evidenciando que a pulverização pré-colheita de CaCl_2 e B, isolados ou em combinações, não altera as características organolépticas dos frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ durante o armazenamento refrigerado. Provavelmente, a refrigeração inibe as reações oxidativas e retarda os processos fisiológicos que provocam perdas de aroma, sabor e textura, dentre outros atributos.

A coloração das frutas é o principal parâmetro de qualidade observado pelo consumidor (TREVISAN, 2003). As aplicações de CaCl_2 e B não influenciaram ($p>0,05$) o parâmetro de luminosidade (L^*) das jaboticabas armazenadas sob refrigeração (Tabela 4). Apesar de terem sido observados efeitos dos tratamentos com cloreto de cálcio e boro e dos dias de avaliação ($p<0,05$) para os parâmetros de cor C e h (Tabela 4), não foi possível ajustar modelos de regressão para essas características. As médias em cada dia de avaliação e as médias gerais foram apresentadas nas tabelas 5 e 6, respectivamente.

Ao contrário do observado nas jaboticabas, Ferreira et al. (2013) relataram perda de brilho durante o armazenamento de amoras tratadas com Ca e B na pré-colheita.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que a pulverização foliar de CaCl_2 e B na pré-colheita em jaboticabeira ‘Sabará’ não afeta a características físicas e químicas após a colheita dos frutos, e essa manutenção da qualidade dos frutos pode estar associado ao uso da refrigeração, o que permitiu uma desaceleração nas transformações bioquímicas responsáveis pelas alterações nos frutos.

A aparência é um atributo de qualidade muito importante para a aceitação dos frutos pelos consumidores. Os resultados relacionados à qualidade visual dos frutos indicam que houve interação ($p<0,05$) entre os tratamentos com CaCl_2 e B e os dias de avaliações (Tabela 4). Ao longo do tempo de armazenamento é possível verificar menor perda de qualidade para os frutos tratados com 5 g L^{-1} de CaCl_2 , 5 g L^{-1} de $\text{CaCl}_2 + 0,3 \text{ g L}^{-1}$ de B e 10 g L^{-1} de CaCl_2 (Tabela 7, Figuras 4 e 5).

Tabela 7 - Valores médios de qualidade geral dos frutos (QLD) de jabuticabeira ‘Sabará’ para cada uma das combinações de tratamento com cloreto de cálcio e boro e dia de avaliação (Viçosa, MG, 2018)

Concentração g L ⁻¹		QLD				
CaCl ₂	B	0	2	4	6	8
0	0	5,00	5,00	4,40	3,80	2,20
0	0,3	5,00	5,00	4,80	3,20	1,80
0	0,5	5,00	4,80	3,80	2,80	1,20
5	0	5,00	5,00	4,20	3,80	2,80
5	0,3	5,00	4,80	4,20	3,80	2,40
5	0,5	5,00	4,80	4,20	3,40	2,40
10	0	5,00	4,60	5,00	4,00	2,20
10	0,3	5,00	4,80	4,20	3,60	1,60
10	0,5	5,00	4,60	4,00	3,60	2,00

Estudos mostram que a aplicação de B na pré-colheita melhora o rendimento e a qualidade dos frutos (BOARETTO et al., 2011), como também a deficiência e o excesso de B afetam o crescimento e a produtividade, como em citros (SHAN et al., 2017). Neste estudo, as concentrações de B isoladas ou em combinações com as concentrações de CaCl₂ não mantiveram a qualidade dos frutos. Ao contrário, em alguns dos tratamentos observou-se maior perda de qualidade em relação ao tratamento controle, como verifica-se pelos menores coeficientes lineares nas equações de regressão para 10 g L⁻¹ de CaCl₂ + 0,3 g L⁻¹ de B, 0,3 e 0,5 g L⁻¹ de B (Figura 4).

Bakeer (2016) relatou resultados satisfatórios em romã, como aumento da qualidade de frutos, dos parâmetros de crescimento vegetativo e da produção, com a pulverização de nitrato de amônio e, ou o cloreto de cálcio, isoladamente, ou em combinação. Além disso, Korkmaz e Akin (2015), também em estudo com romã, indicaram que a pulverização de cálcio (nitrato de cálcio 2% e 4%) e boro (ácido bórico 1,5% e 3%), em pleno florescimento e um mês após florescimento total, melhorou o rendimento e a qualidade dos frutos.

Já no presente estudo o uso isolado do CaCl₂, em jabuticabeira ‘Sabará’ favoreceu a manutenção da qualidade dos frutos em comparação com os demais tratamentos. Isso pode ser observado pelos menores coeficientes lineares nas equações de regressão para os tratamentos

com 5 g L⁻¹ e 10 g L⁻¹ de CaCl₂ (Figura 4) e pela melhor qualidade visual dos frutos (Figura 5B e 5E).

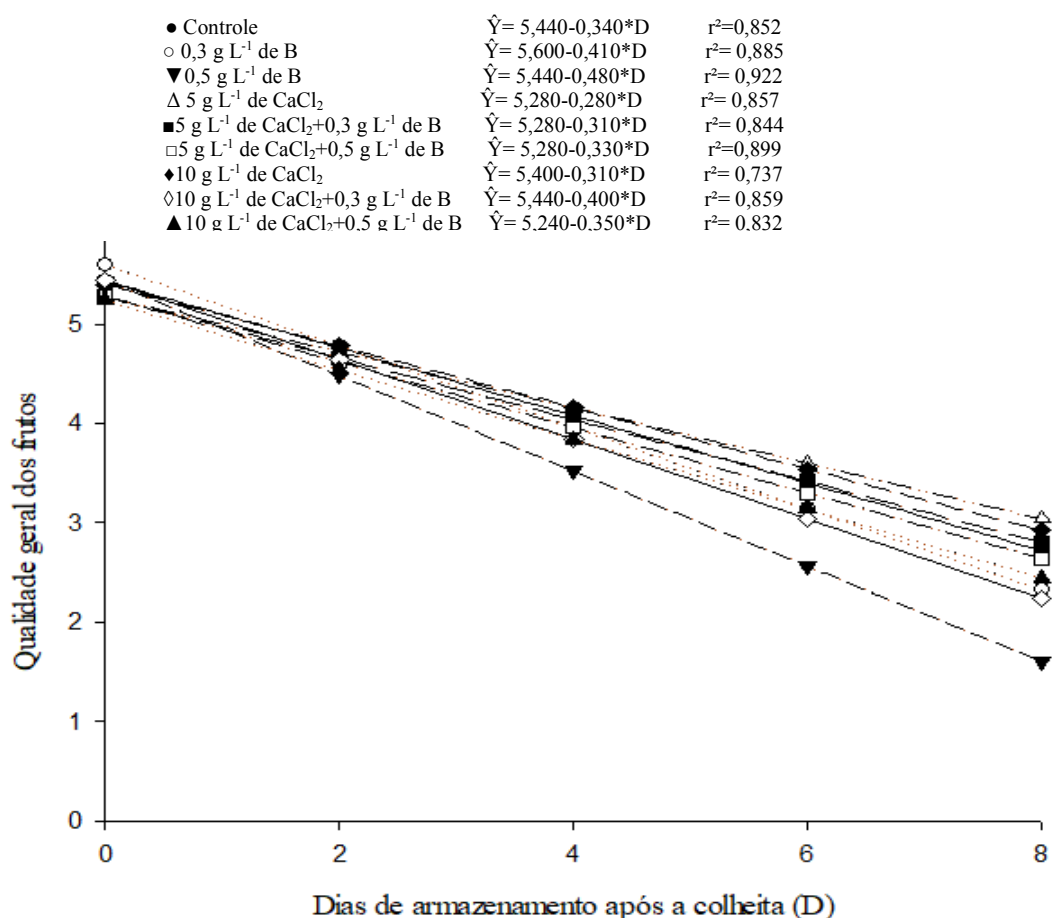


FIGURA 4 - Variação da qualidade geral dos frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de CaCl₂ e/ou de B na pré-colheita e avaliados após a colheita, em função do tempo de armazenamento (Viçosa, MG, 2018).

De acordo com Aghdam et al. (2012), o teor de Ca está diretamente ligado a qualidade pós-colheita de frutos e flores. Por isso, a sua utilização constitui uma boa possibilidade de suplementação para manter a qualidade dos frutos, como em maçã (BRACKMANN et al., 2010), retardando o amaciamento prematuro dos frutos, pela manutenção da estabilidade da parede celular. Isso ocorre porque o Ca se liga covalentemente às pectinas, dando origem ao pectato de cálcio, que restringe a ação de enzimas hidrolíticas e, conseqüentemente, prolonga a vida útil dos frutos (PINHEIRO et al., 2008). O boro, por sua vez, atua na integridade da membrana, aumentando a sua estabilidade, por formar complexos com as glicoproteínas e glicolípídeos presentes entre a membrana plasmática e a parede celular (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

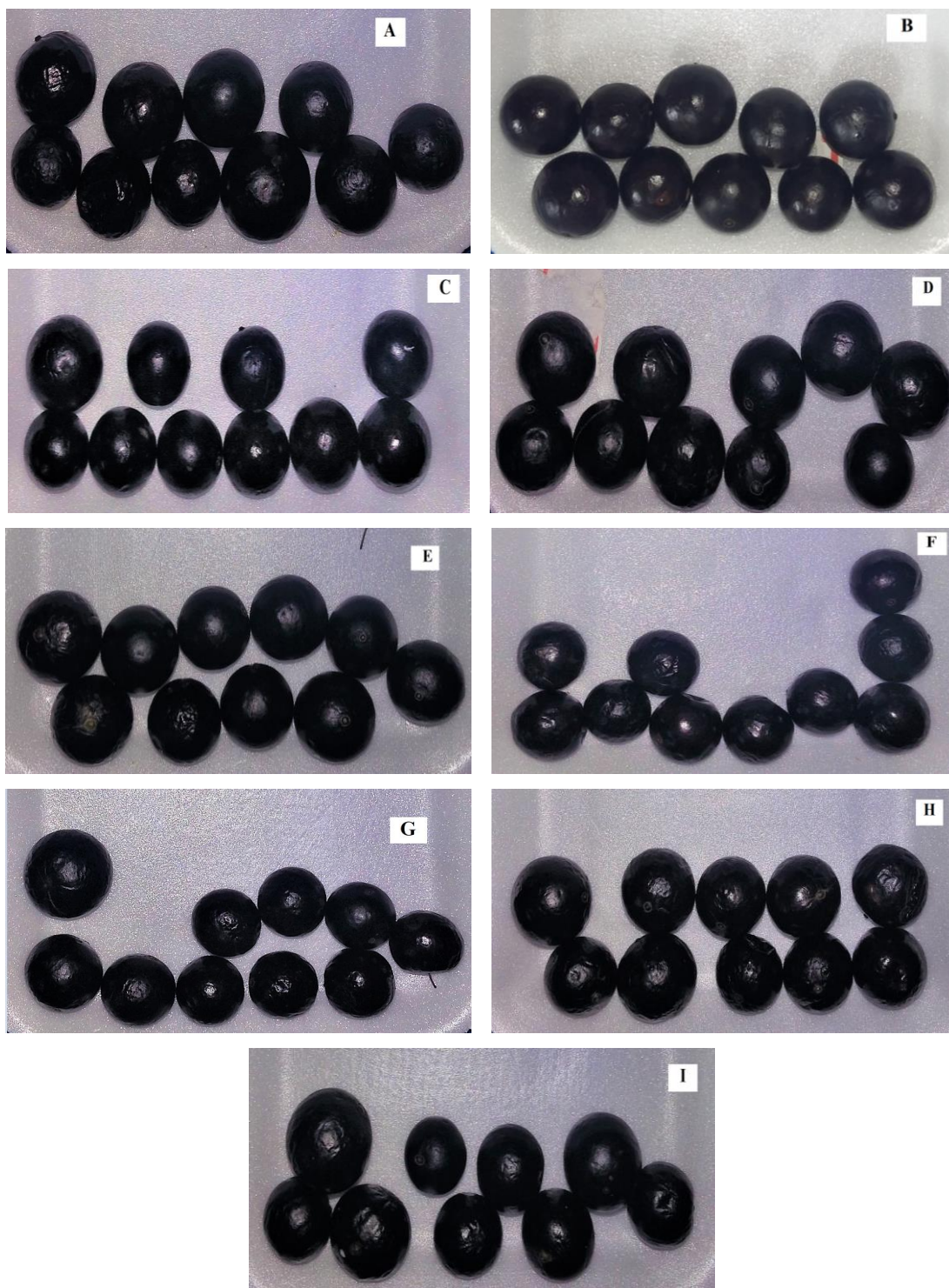


Figura 5 - Aparência dos frutos de jaboticaba ‘Sabará’ avaliadas no oitavo dia após a colheita e pulverizados na pré-colheita com cloreto de cálcio e boro nas seguintes concentrações: controle (A); 5 g L⁻¹ de Ca (B); 5 g L⁻¹ de Ca + 0,3 g L⁻¹ de B (C); 5 g L⁻¹ de Ca + 0,5 g L⁻¹ de B (D); 10 g L⁻¹ de Ca (E); 10 g L⁻¹ de Ca + 0,3 g L⁻¹ de B (F); 10 g L⁻¹ de Ca + 0,5 g L⁻¹ de B (G); 0,3 g L⁻¹ de B (H); 0,5 g L⁻¹ de B (I) (Viçosa, MG, 2018).

CONCLUSÕES

As aplicações de cloreto de cálcio e boro, sozinhos ou em combinação, na pré-colheita, não ocasionou efeito significativo no rendimento quantitativo da jabuticabeira ‘Sabará’.

As concentrações de 5 g L⁻¹ de CaCl₂, 5 g L⁻¹ de CaCl₂ + 0,3 g L⁻¹ de B e 10 g L⁻¹ de CaCl₂ mantiveram melhor qualidade visual dos frutos ao longo do tempo de armazenamento.

REFERÊNCIAS

AGHDAM, M.S.; HASSANPOURAGHDAM, M.B.; PALIYATH, G.; FARMANI, B. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. **Scientia Horticulturae**, v.144, p. 102-115, 2012.

AL-OBEED, R.S.; AHMED, M.A.; KASSEM, H.A.; AL-SAIF, A. Improvement of “Kinnow” mandarin fruit productivity and quality by urea, boron and zinc foliar spray. **Journal of Plant Nutrition**, v.45, n.5, p.609-618, 2018.

AMIRI, E.M.; FALLAHI, E.; SAFARI, G. Effect of preharvest calcium sprays on yield, quality and mineral nutrient concentration of ‘Asgari’ table grape. **International Journal of Fruit Science**, v.9, p. 294-304, 2009.

ANDRIOLO, J.L.; JÄNISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; PICIO, M.D.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p. 267-272, 2010.

BAKEER, S.M. Effect of ammonium nitrate fertilizer and calcium chloride foliar spray on fruit cracking and sunburn of Manfalouty pomegranate trees. **Scientia Horticulturae**, v.209, p.300–308, 2016.

BOARETTO, R.M.; QUAGGIO, J.A.; MATTOS JR., D.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E. Boron uptake and distribution in field grown citrus trees. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, p. 839-849, 2011.

BORGES, L. L.; CONCEIÇÃO, E. C.; SILVEIRA, D. Active compounds and medicinal properties of *Myrciaria* genus. **Food Chemistry**, v.153, p.224–233, 2014.

BRACKMANN, A.; SCHORR, M.R.W.; PINTO, J.A.V.; VENTURINI, T.L. Aplicações pré-colheita de cálcio na qualidade pós-colheita de maçãs ‘Fuji’. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1435-1438, 2010.

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

FERNANDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. **Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo**. São Paulo: Abisolo. 150p., 2015.

FERREIRA, L.V.; COCCO, C.; GONÇALVES, M.A.; CARVALHO, S.F.; PICOLOTTO, L.; MONTE, F.; ANTUNES, L.E.C.; CANTILLANO, R.F.F. Efeito da aplicação de cálcio e boro em pré-colheita na qualidade pós-colheita de amoreira-preta ‘Tupy’. **Revista Iberoamericano Tecnología Postcosecha**, v. 14, n.1, p. 53-58, 2013.

FIGUEROA, C.R.; OPAZO, M.C.; VERA, P.; ARRIAGADA, O.; DÍAZ, M.; MOYA-LEÓN, M.A. Effect of postharvest treatment of calcium and auxin on cell wall composition and expression of cell wall modifying genes in the Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*) fruit. **Food Chemistry**, v.132, p. 2014-2022, 2012.

HAMINIUK, C. W. I.; PLATA-OVIEDO, M. S. V.; GUEDES, A. R.; STAFUSSA, A. P.; BONA, E.; CARPES, S. T. Chemical, antioxidant and antibacterial study of Brazilian fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, p.1529–1537, 2011.

ISLAM, M.Z.; MELE, M.A.; BAEK, J.P.; KANG, H.M. Cherry tomato qualities affected by foliar spraying with boron and calcium. **Horticulture Environment Biotechnology**, v.57, p.46-52, 2016.

KORKMAZ, N., AKIN, M.A. Effects of calcium and boron foliar application on pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit quality, yield, and seasonal changes of leaf mineral nutrition. **Acta Horticulture**, v.1089, n. 5, p.413–422, 2015.

LEMISKA, A.; PAULETTI, V., CUQUEL, F.L.; ZAWADNEAK, M. A.C. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. **Ciência Rural**, v. 44, p. 622-628, 2014.

LIEBISCH, F.; MAX, J.F.J.; HEINE G.; HORST, W.J. Blossom-end rot and fruit cracking of tomato grown in net-covered greenhouse in Central Thailand can partly be corrected by calcium and boron sprays. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.172 p.140 –150, 2009.

MANTOVANI, J.P.M.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.2, p.270-278, 2013.

MARSCHNER, P. (Ed). **Mineral nutrition of higher plants**. 3. Ed. London: Academic Press, 2012, 651p.

MELO, R.O. **Uso da fertilização foliar com Ca e B na produção e pós-colheita de tomate Sweet Grape em cultivo hidropônico**. 2017. 78f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017

- MERWAD, M.A.; EISA, R.A.; SALEH, M.M.S. The beneficial effect of NAA, Zn, Ca and B on fruiting, yield and fruit quality of alphonso mango trees. **International Journal of ChemTech Research**, v.9, n.3, p.147-157, 2016.
- NAVA, G.A.; DALMAGO, G.A.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G.A.B. Fenologia e produção de pessegueiros ‘Granada’ com aplicação de cianamida hidrogenada e boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.297-304, 2009.
- NERI-NUMA, I.A.; SANCHO, R.A.S.; PEREIRA, A.P.A.; PASTORE, G.M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v.103, p. 345-360, 2017.
- O’NEILL, I.; ALBERSHEIM, P.; DARVILL, A.G. Rhamnogalacturonan II structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide. **Annual Review of Plant Biology**, v.55, p.109-139, 2004.
- PINHEIRO, S.C.F.; ALMEIDA, D.P.F. Modulation of tomato pericarp firmness through pH and calcium: Implications for the texture of fresh-cut fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.4, p.119-125, 2008.
- RAJPUT, V., SEHRAWAT. S. K., BHATIA, S.K. Growth regulators and nutrient application reduces fruit drop and improves fruit quality in *Prunus salicina* Lindl. cv. Kala Amritsari. **International Journal of Pure e Applied Bioscience**, v.5, n.1, p.735-743, 2017.
- SÁ, A.A.; ERNANI, P.R.; NAVA, G.; AMARANTE, C.V.T.; PEREIRA, A.J. Influência de formas de aplicação de boro na qualidade e no rendimento de maçãs (*Malus domestica*). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 487- 494, 2014.
- SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; AQUINO, C.F.; LINS, L.C.R. Jaboticaba- *Myrciaria* spp. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E.O.; BRITO, E.S. **Exotic Fruits: Reference Guide**. London: Elsevier, 2018. p.237-242.
- SANCHES, A.G.; DA SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; CORDEIRO, C.A.M. Qualidade e resistência pós-colheita de jaboticabas tratadas com ácido salicílico. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.4, p. 28-40, 2015.
- SHAH, A.; WU, X.; ULLAH, A.; FAHAD, S.; MUHAMMAD, R.; YAN, L.; JIANG, C. Deficiency and toxicity of boron: Alterations in growth, oxidative damage and uptake by citrange orange plants. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.145, p.575-582, 2017.
- SILVA, M.W.; JADOSKI, C.J.; ONO, E.O.; GOTO, R. Cálcio, boro e reguladores vegetais na fixação de frutos em tomateiro. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.2, n.3, p.103-112, 2009.
- SILVA, B.M.P.; BINOTI, R.M.; CIA, P.; VALENTINI, S.R.T.; BRON, I.U. Efeito do metil jasmonato no amadurecimento e no controle da antracnose em goiaba ‘Kumagai’. **Bragantia**, Campinas, v. 76, p. 167-176, 2017.

SINGH, R.; SHARMA, R.R.; TYAGI, S.K. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v.112, p.215-220, 2007.

SUGANIYA, S.; KUMUTHINL, H. D. Effect of boron on flower and fruit set and yield of ratoon brinjal crop. **International Journal of Scientific Research and Innovative Technology**, v. 2, p.135-141, 2015.

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

TEIXEIRA, L.N.; STRINGHETA, P.C.; OLIVEIRA, F.A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Ceres**, v.55, n.4, p.297-304, 2008.

TREVISAN, R. **Avaliação da qualidade de pêssegos Cv. Maciel, em função do manejo fitotécnico**. 2003. 122p. Tese (Doutorado em Ciências) - Fruticultura de Clima Temperado, FAEM, Universidade Federal de Pelotas, 2003.

WERNER, E.T.; JUNIOR-OLIVEIRA, L.F.G.D.; BONA, A.P.D.; CAVATI, B.; GOMES, T.D.U.H. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba 'Cortibel'. **Bragantia**, v.68, p.511- 518, 2009.

WÓJCIK, P.; BOROWIK, M. Influence of preharvest sprays of a mixture of calcium formate, calcium acetate, calcium choride and calcium nitrate on quality and 'jonagold' apple storability. **Journal of Plant Nutrition**, v.36, p. 2023-2034, 2013.

ZAMBAN, D.T; PROCHNOW, D.; CARON, B.O; TURCHETTO, M.; FONTANA, D.C.; SCHMIDT, D. Applications of calcium and boron increase yields of Italian tomato hybrids (*Solanum lycopersicum*) in two growing seasons. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 12, n. 1, p. 82-93, 2018.

CAPÍTULO 3

USO DE METIL JASMONATO E CLORETO DE CÁLCIO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE JABUTICABA ‘SABARÁ’

RESUMO

Cloreto de cálcio (CaCl_2) e metil jasmonato (MJ), usados em associação com a atmosfera modificada, podem melhorar a eficiência na manutenção da qualidade pós-colheita em frutos de jabuticabeira. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de CaCl_2 e MJ, em pós-colheita, em frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ armazenados sob atmosfera modificada e mantidos em temperatura ambiente. Os frutos, colhidos no ponto de maturação comercial, foram imersos em água (tratamento controle) ou em soluções aquosas de cloreto de cálcio (20 e 40 g L⁻¹ de CaCl_2) ou metil jasmonato (0,112 e 0,224 g L⁻¹ de MJ), totalizando cinco tratamentos. Em seguida, foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, envoltos com filme de cloreto polivinila (PVC) e armazenados à temperatura de 25±2 °C. O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado. As avaliações foram realizadas nos dias 0, 2, 3, 4 e 5 após o tratamento dos frutos. Os frutos foram avaliados visualmente quanto à qualidade e à incidência de podridões e quanto a parâmetros de cor da casca, perda de massa fresca, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH. O metil jasmonato a 0,112 g L⁻¹ e 0,224 g L⁻¹ foi eficiente na manutenção da qualidade visual geral dos frutos, na redução de incidência de podridões e na redução da perda de massa fresca em comparação ao tratamento controle, mantendo-os aptos para o consumo até o quinto dia de armazenamento. O metil jasmonato foi mais eficaz, em geral, que o cloreto de cálcio na conservação da jabuticaba.

USE OF METHYL JASMONATE AND CALCIUM CHLORIDE IN THE POSTHARVEST CONSERVATION OF 'SABARÁ' JABUTICABA FRUIT

ABSTRACT

Calcium chloride (CaCl_2) and methyl jasmonate (MJ), used in association with the modified atmosphere, may improve the efficiency in maintaining postharvest quality in jabuticaba tree fruits. The objective of this study was to evaluate the effect of postharvest CaCl_2 and MJ application on 'Sabará' jabuticaba tree fruits stored under modified atmosphere and kept at room temperature. The fruits, harvested at the commercial ripening point, were immersed in water (control treatment) or in aqueous solutions of calcium chloride (20 and 40 g L^{-1} CaCl_2) or methyl jasmonate (0.112 and 0.224 g L^{-1} MJ), totaling five treatments. They were then placed in expanded polystyrene trays, wrapped with polyvinyl chloride (PVC) film and stored at 25 ± 2 °C. The experiment was conducted in a split plot scheme in a completely randomized design. Evaluations were performed on days 0, 2, 3, 4 and 5 after fruit treatment. The fruits were visually evaluated for the quality and rot incidence and for peel color parameters, fresh mass loss, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio and pH. There was no effect ($p > 0.05$) of treatments on jabuticaba fruits for the variables acidity, pH, soluble solids content and SS/TA ratio. Methyl jasmonate at 0.122 g L^{-1} and 0.224 g L^{-1} was efficient in maintaining the overall visual quality of the fruits, reducing the rot incidence and reducing fresh mass loss compared to the control treatment, keeping them good for consumption up to the fifth day of storage. Methyl jasmonate was generally more effective than calcium chloride in preserving jabuticaba fruit.

INTRODUÇÃO

A jabuticabeira 'Sabará' pertence à família Myrtaceae e é classificada botanicamente como *Myrciaria jaboticaba* (Vell) O. Berg (SALOMÃO et al., 2018). Apesar da ampla

distribuição no Brasil, por ser uma espécie nativa, ainda é uma cultura inexplorada, principalmente devido à perecibilidade dos seus frutos após a colheita. Porém, possui grande potencial de mercado, pois é uma fruta consumida fresca e processada, na forma de geleias, suco e licores (NERI-NUMA et al., 2017).

A presença de propriedades funcionais no fruto, como elevado teor de antocianinas (TEIXEIRA et al., 2008), pode ser uma oportunidade de acesso a mercados diversos, como na indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia (DANNER et al., 2011). Além disso, de acordo com Suguino et al. (2012), é utilizada no paisagismo em geral, devido às suas características ornamentais.

Uma forma de minimizar perdas e garantir o sucesso da comercialização da jabuticaba ‘Sabará’ é a extensão da vida após a colheita. Nesse sentido, o uso de técnicas para preservar a firmeza e a qualidade dos frutos é essencial, uma vez que um fruto mais firme pode ter sua vida de prateleira estendida, sem afetar características desejáveis pelo consumidor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Portanto, técnicas como o uso de cálcio e de metil jasmonato associado com a atmosfera modificada podem melhorar a eficiência na manutenção da qualidade pós-colheita. A atmosfera modificada consiste em utilizar uma atmosfera diferente da do ar atmosférico, por meio do acondicionamento das frutas em filmes plásticos, revestimentos comestíveis ou em outros tipos de embalagens.

Já a aplicação de Ca em pós-colheita está relacionada à manutenção da firmeza dos frutos. Diversos autores aplicaram o cloreto de cálcio em pós-colheita, como no estudo relatado por Mota et al. (2002), que notou efeito benéfico do Ca na manutenção da firmeza e na redução da taxa de respiração em jabuticabas. Silva et al. (2012), associando atmosfera modificada com imersão em solução de cloreto de cálcio 10 g L⁻¹ e 20 g L⁻¹ em uva ‘Isabel’, notaram preservação da aparência do engaço, redução da perda de massa fresca e das podridões.

O metil jasmonato (MJ) atua como agente indutor de resistência a ataque de patógenos na pós-colheita, mas também participa nos processos do crescimento, desenvolvimento e respostas a estresses ambientais (MEIR et al., 1996). Vários estudos relatam a eficiência do uso de MJ no aumento da conservação de frutos, por atuar na ativação de mecanismos de defesa vegetal, como os observados pela aplicação do mesmo em pós-colheita de açaí (DELPHIM, 2014) e goiaba (SILVA et al., 2017).

A manutenção da qualidade dos frutos pelo MJ também foi reportada em estudos com pêssegos armazenados a 5 °C e sob temperatura ambiente (MENG et al., 2009; JIN et al., 2006), além de nêspas (CAO et al., 2008) e tomates (TZORTZAKIS e ECONOMAKIS, 2007). Fan et al. (2016) aplicaram o MJ em beringelas ‘Brigitte’ e armazenaram a 20 ° C, encontrando menor perda de peso, aumento da firmeza e produção de etileno reduzida em relação aos frutos não tratados.

Encontram-se na literatura diversas pesquisas com o uso de Ca em pós-colheita de jabuticaba ‘Sabará’, porém, estudos com o uso de MJ não foram encontrados para jabuticaba.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de CaCl₂ e MJ em pós-colheita de frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ armazenados sob atmosfera modificada e mantidos em temperatura ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Cultivar e condições de cultivo

Os frutos foram colhidos em pomar de jabuticabeiras ‘Sabará’, com aproximadamente 50 anos de idade, localizado no Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, nas coordenadas 20° 45’ 26’’ latitude Sul e 42° 52’ 08’’ longitude Oeste e altitude de 648 m, em Viçosa, Minas Gerais. O município possui clima subtropical úmido, com inverno frio e seco e verão quente e úmido, classificado como C_{wa} tropical.

Os frutos foram colhidos aleatoriamente no ponto de maturação comercial e, logo após a colheita, foram transportados para o Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura da UFV, onde foram imersos em solução de hipoclorito de sódio 100 µL/L por 5 minutos, para desinfestação superficial.

Na sequência, os frutos foram imersos por 15 minutos, em água destilada (tratamento controle) ou em soluções aquosas de cloreto de cálcio (20 e 40 g L⁻¹ de CaCl₂) ou metil jasmonato (0,112 e 0,224 g L⁻¹ de MJ), totalizando cinco tratamentos. Os produtos comerciais utilizados foram o cloreto de cálcio PA (Vetec) e o 3-oxo-2-(2-pentenyl) cyclopentaneacetic

acid, methyl ester, methyl 3-oxo-2-(2-pentenyl) cyclopentaneacetate (metil jasmonato, MJ, Sigma®). Em todas as soluções, incluindo a do tratamento controle, foi adicionado Tween-20 na concentração de 0,1 %, com o objetivo de aumentar a absorção dos produtos pelos frutos.

Após o tratamento, as jabuticabas foram agrupadas em conjuntos de 15 frutos, que constituíram cada unidade experimental. Os frutos de cada unidade amostral foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, envoltos com filme de cloreto polivinila (PVC) comercial da marca Boreda ® e armazenados à temperatura de 25 ± 2 °C.

O experimento foi realizado no esquema de parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado, sendo alocadas nas parcelas o tratamento controle e as concentrações de Ca e MJ e, nas subparcelas, os dias de avaliação após a aplicação dos tratamentos, com quatro repetições e 15 frutos por unidade experimental. As avaliações foram realizadas no dia da colheita e nos dias 2, 3, 4 e 5, para verificar os efeitos dos tratamentos na extensão da vida pós-colheita dos frutos.

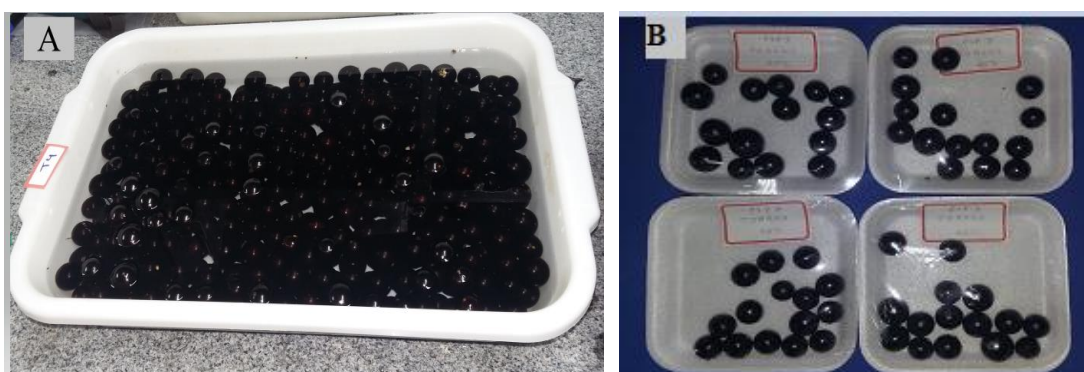


Figura 1.- Frutos da jabuticabeira ‘Sabará’ imersos em solução de metil jasmonato (MJ) ou cloreto de cálcio (CaCl_2) (A) e frutos em bandejas de poliestireno envolvidas em filme de PVC (B) no Laboratório de Análise de Frutas da UFV (Viçosa, MG, 2018).

Caracterização dos frutos

a) Análise visual:

Qualidade geral dos frutos

Para descrever a qualidade geral dos frutos foi utilizado um critério visual, atribuindo-se notas de 1 a 5, com base na aparência (SANCHES et al., 2015), em que:

- 5- Excelente, frutos livres de defeitos
- 4- Boa, frutos com pequenos defeitos
- 3- Frutos com defeitos médios, não limitados para consumo
- 2- Frutos podres, com defeitos excessivos, limitados para consumo
- 1- Frutos extremamente podres, não utilizáveis.

Incidência de podridões

Realizada por análise visual, atribuindo-se notas de 1 a 5 (SANCHES et al., 2015), de acordo com a escala a seguir:

- 5- 0% de podridões
- 4- até 25% dos frutos da unidade amostral com podridões
- 3- de 25% a 50% dos frutos da unidade amostral com podridões
- 2- de 50% a 75% dos frutos da unidade amostral com podridões
- 1- mais de 75% dos frutos da unidade amostral com podridões.

b) Avaliações físicas:

Perda de massa, parâmetros de cor da casca

A perda de massa fresca e os parâmetros de cor da casca foram avaliados conforme descrição contida no capítulo 2.

c) Avaliações químicas:

Sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável (Ratio) e pH

As avaliações foram realizadas conforme descrição contida no capítulo 2.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados por meio das análises de variância e regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”, de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico. O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análise Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade geral dos frutos e incidência de podridão

A aparência é um quesito fundamental para os frutos, pois influencia diretamente a escolha do consumidor. As análises de qualidade e incidência de podridões em jabuticabas evidenciaram efeito significativo ($p < 0,05$) tanto da aplicação de CaCl_2 e MJ quanto do tempo de avaliação e da interação entre os dias de avaliação e os tratamentos (Tabela 1).

Em todos os casos, houve uma redução na qualidade visual geral dos frutos ao longo do período de armazenamento (Figura 2A). De acordo com Sanches et al. (2015) frutos de jabuticabeira com nota 3 possuem defeitos médios que não limitam o consumo e a nota 1 corresponde a frutos não utilizáveis. Portanto, as jabuticabas não-tratadas apresentaram aparência recomendável para o consumo somente por dois dias (nota 3,2) e no quarto dia o seu consumo estava completamente inviável (nota 1,5) (Figura 2A).

O tratamento com 20 g L^{-1} de CaCl_2 manteve a qualidade visual dos frutos por três dias (nota 3,1). Já nos frutos tratados com $0,112$ e $0,224 \text{ g L}^{-1}$ de MJ e com 40 g L^{-1} de CaCl_2 a perda de qualidade foi retardada e estes se mantiveram aptos para o consumo até o quinto dia de armazenamento a temperatura ambiente, com notas de 2,4, 2,5 e 2,5, respectivamente (Figura 2A).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis qualidade geral dos frutos (QLD), índice de podridões (ID), acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, parâmetros de cor da casca cromina (C), ângulo hue (h) e luminosidade (L*), e perda de massa fresca (PMF), em jabuticaba ‘Sabará’ tratada com diferentes concentrações de CaCl₂ e MJ (Viçosa, MG, 2018)

FV	GL	Quadrados Médios									
		QLD	ID	AT	pH	SS	SS/AT	C	h	L	PMF
TRAT	4	6,665**	1,515**	0,021 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,109 ^{ns}	8,207 ^{ns}	0,907**	108,152 ^{ns}	0,451**	4,071**
RES (a)	15	0,087	0,110	0,013	0,013	0,131	4,879	0,195	89,556	0,099	0,307
DIAS	4	34,115**	31,540**	0,144**	0,027 ^{ns}	1,825**	64,480**	3,194**	2285,648**	11,936**	409,541**
DIAS*TRAT	16	0,640**	0,577**	0,012 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,165 ^{ns}	3,349 ^{ns}	1,168**	161,072**	0,437**	0,921 ^{ns}
RES (b)	60	0,128	0,143	0,025	0,018	0,137	8,389	0,180	60,841	0,061	0,548
CV (%) Parcela		10,47	8,86	19,77	3,81	3,12	19,05	14,21	11,63	1,00	11,82
CV (%) Subparcela		8,62	7,76	14,08	3,23	3,05	14,53	14,77	14,11	1,28	8,84

^{ns} Não-significativo; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Aparentemente, o uso da atmosfera modificada pelo filme de PVC não contribuiu para a conservação dos frutos, pois os frutos do tratamento controle só se mantiveram viáveis para consumo por dois dias. Brunini et al. (2004), constataram que jaboticabas acondicionadas e recobertas com filmes plásticos apresentaram aspecto aceitável para o consumo até o terceiro dia de armazenamento em condições de temperatura ambiente, considerando a nota 3,0 associada à aparência regular e aceitável para o consumo, o que evidencia mais uma vez a eficiência do cloreto de cálcio e do MJ na conservação da jaboticaba (5 dias) no presente estudo.

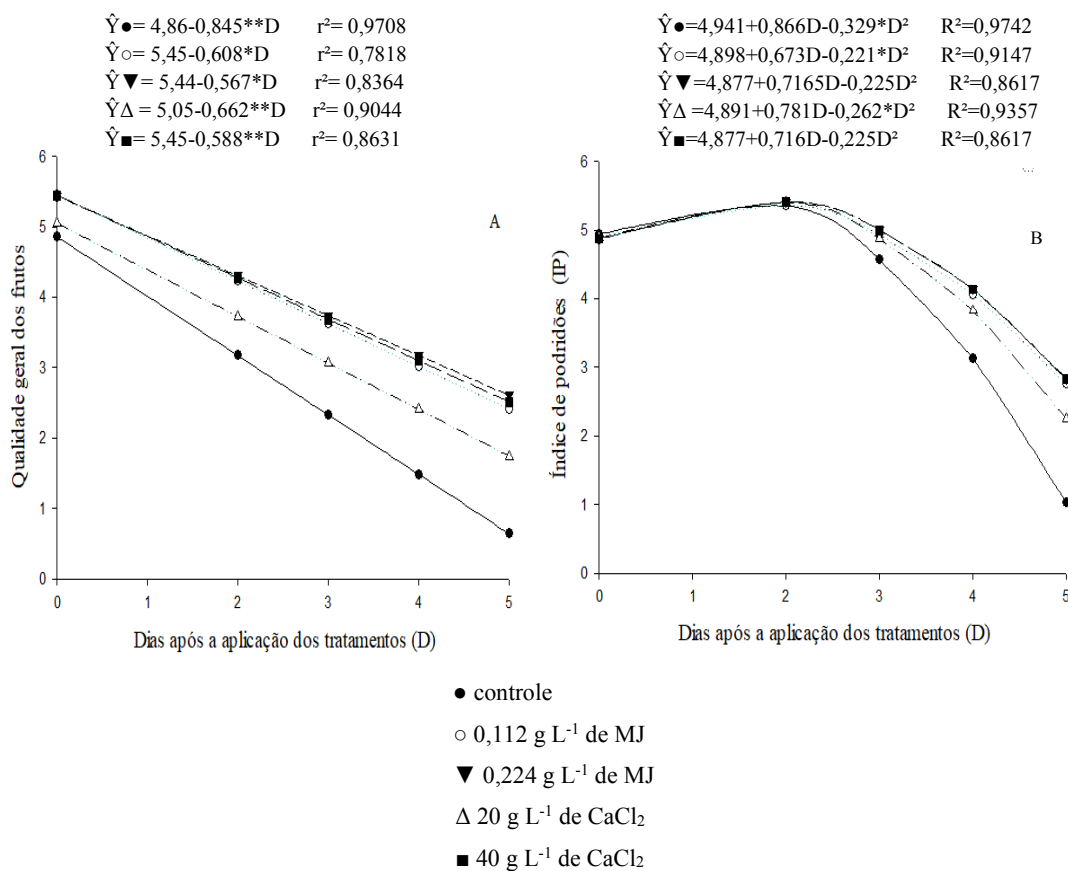


Figura 2 - Qualidade geral (A) e índice de podridões (B) em frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de metil jasmonato e cloreto de cálcio, acondicionados em bandejas e envoltos por filme de PVC, em função do tempo de armazenamento à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ (Viçosa, MG, 2018).

A aplicação de CaCl₂ e MJ em pós-colheita de jaboticaba pode ter grande potencial na extensão da vida útil dos frutos, pois o uso do Ca tem como objetivo principal minimizar a degradação da parede celular, o que está relacionado à manutenção da firmeza do fruto e, em consequência, manter a sua qualidade por maior tempo. Já o MJ é um agente indutor de

resistência a patógenos, além de estar relacionado à manutenção da capacidade antioxidante do fruto, prolongando a sua conservação após a colheita.

Em relação à incidência de podridões, houve efeito quadrático para todos os tratamentos (Figura 2B). Observou-se o início de podridões no terceiro dia de avaliação, sendo que as jabuticabas tratadas com CaCl_2 e MJ apresentaram desenvolvimento de podridões mais lento, comparado com as jabuticabas não-tratadas. Assim como para a qualidade geral, as concentrações de 0,112 e 0,224 g L⁻¹ de MJ e 40 g L⁻¹ de CaCl_2 foram mais eficientes na conservação dos frutos de jabuticaba ‘Sabará’ retardando o desenvolvimento de podridões durante todo tempo de armazenamento (Figura 2B).

Santos et al. (2006) avaliaram a incidência de fungos em pitangas e verificaram, em condições ambientes sob atmosfera modificada, maior incidência de fungos, sendo o aumento da umidade dentro da embalagem fator determinante no desenvolvimento de microrganismos. No presente estudo, a incidência de podridões nos frutos acondicionados em atmosfera modificada, foi amenizada principalmente por meio da aplicação de MJ, agente indutor de resistência ao ataque de patógenos, e Ca, relacionado com a estruturação da parede celular e resistência às doenças (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na figura 3, observa-se que, no último dia de avaliação, os frutos não-tratados (Figura 3A) e tratados com 20 g L⁻¹ de CaCl_2 (Figura 3D) possuíam pior qualidade visual, exibindo murchamento extremo e perda de brilho, e estavam sem condições de consumo. Já os frutos dos demais tratamentos poderiam ser utilizados tanto no consumo *in natura* como na indústria e, conseqüentemente, os produtos aplicados prolongaram a vida após a colheita da jabuticaba.

Esses resultados são similares aos encontrados por Sanches et al. (2015), pois a perda de qualidade dos frutos de jabuticabeira tratados com diferentes concentrações de ácido salicílico, fitoregulador relacionado ao mecanismo de defesa assim como o MJ, e armazenados a temperatura ambiente (25 °C), foi atribuída ao murchamento, seguido do aparecimento de doenças com o tempo de armazenamento. Esses mesmos autores verificaram que os frutos tratados com 1 mM, 2 mM, 3 mM e 4 mM de ácido salicílico apresentaram-se bons para o consumo até o oitavo dia de análise, quando a menor média apresentada para o índice de qualidade geral dos frutos foi de 3,94, enquanto os não-tratados permaneceram bons por apenas quatro dias.

O período de comercialização pós-colheita da jabuticaba é curto devido à rápida mudança no aspecto dos frutos, resultante da intensa perda de umidade, deterioração da polpa e fermentação, que podem ser observados dentro de dois a três dias após a colheita em

condições ambientais (SALOMÃO et al., 2018). Portanto, é importante salientar que os tratamentos com MJ e 40 g L⁻¹ de CaCl₂ foram eficientes na melhora da conservação de jabuticabas armazenadas por cinco dias à temperatura ambiente, superior aos tempos de comercialização citados em diversos trabalhos.

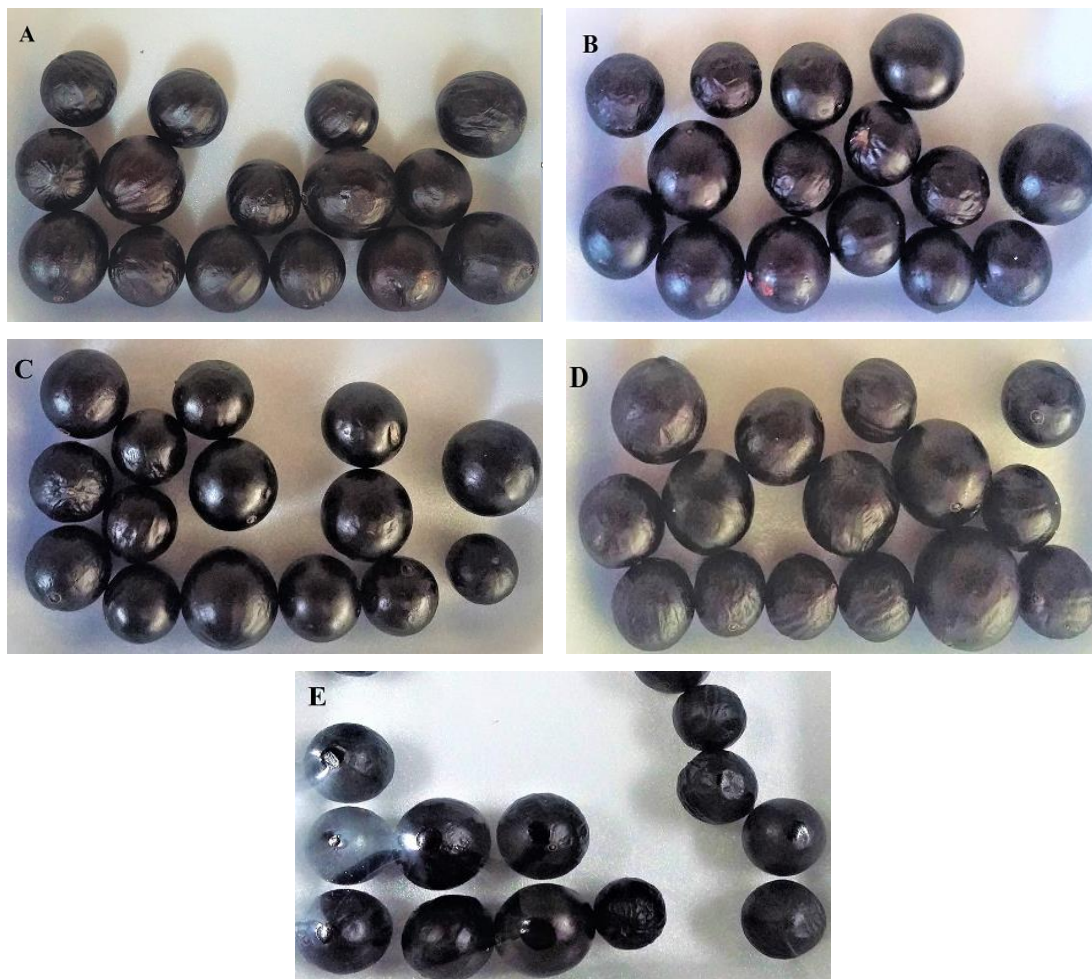


Figura 3 - Aparência dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ avaliados no quinto dia após os tratamentos com 0 (A); 0,112 g L⁻¹ de MJ (B); 0,224 g L⁻¹ de MJ (C); 20 g L⁻¹ de CaCl₂ (D) e 40 g L⁻¹ de CaCl₂ (E) (Viçosa, MG, 2018).

Perda de massa fresca (%)

Verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) da aplicação de CaCl₂ e MJ e dos diferentes tempos de avaliação na perda de massa fresca dos frutos. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) da interação entre tratamentos e dias de avaliações.

A perda de massa fresca dos frutos tratados com MJ e CaCl_2 (Figura 4) aumentou linearmente durante o armazenamento. Os frutos tratados com o MJ apresentaram menor porcentagem de perda de massa fresca durante todo período de avaliação, com perdas de 10,4% e 10,7% no quinto dia de avaliação, para as concentrações de 0,112 g L⁻¹ e 0,224 g L⁻¹, respectivamente (Figura 4).

Esses resultados corroboram os de Fan et al. (2016) que, ao avaliarem o efeito da aplicação de MJ em beringelas ‘Brigitte’ armazenadas a 20 °C, constatararam uma menor perda de massa fresca. REHMAN et al. (2018) também encontraram perda de massa fresca reduzida em laranjas tratadas com MJ (6% de perda de MF), armazenados a 4 °C por 90 dias seguidos por 10 dias em simulação comercial, em comparação com o controle (8,8% de perda de MF).

O retardamento do processo de senescência da jabuticaba ‘Sabará’ pelo metil jasmonato pode estar relacionado ao aumento da atividade antioxidante, resultando em menor perda de massa fresca e melhor conservação dos frutos. Alguns produtos, mesmo com perda de umidade de 10 % ainda são comercializáveis, embora perdas para produtos hortícolas da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Valores limites de perda de massa fresca para jabuticaba não foram encontrados na literatura científica, porém, como discutido anteriormente, frutos tratados com MJ nas concentrações de 0,112 e 0,224 g L⁻¹ permaneceram em condições de consumo até o quinto dia de armazenamento, quando já haviam perdido mais massa fresca.

Os tratamentos com o cloreto de cálcio apresentaram em média 11,91% de perda de massa fresca no quinto dia de armazenamento, valor similar aos dos frutos não tratados (11,68 %) (Figura 4). Evangelista (2015) também relataram perda de massa fresca crescente em jabuticabas tratadas ou não com Ca, porém, os frutos tratados tiveram menores porcentagens de perda de massa fresca, similar ao estudo de Bagheri et al. (2015) em caqui.

O uso de Ca em pós-colheita aumenta a vida útil dos frutos, por ser capaz de reduzir a taxa respiratória, além de, em níveis adequados, retardar ou reduzir o rompimento das membranas celulares, assim como a senescência dos tecidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os efeitos positivos do filme de PVC em retardar a perda de massa de jabuticabas durante o tempo de armazenamento a 25 ± 2 °C ficam evidentes quando se comparam os resultados deste trabalho com os obtidos por Brunini et al. (2004). Esses autores observaram perda de massa fresca de 11,25 % em jabuticabas acondicionados em bandejas de polietileno tereftalato, porém, sem revestimento, em apenas dois dias sob temperaturas de 23 a 28 °C. A

atmosfera modificada passiva altera o metabolismo dos frutos por atuar como uma barreira física e manter a umidade relativa elevada, com isso, reduz a perda de massa fresca dos frutos.

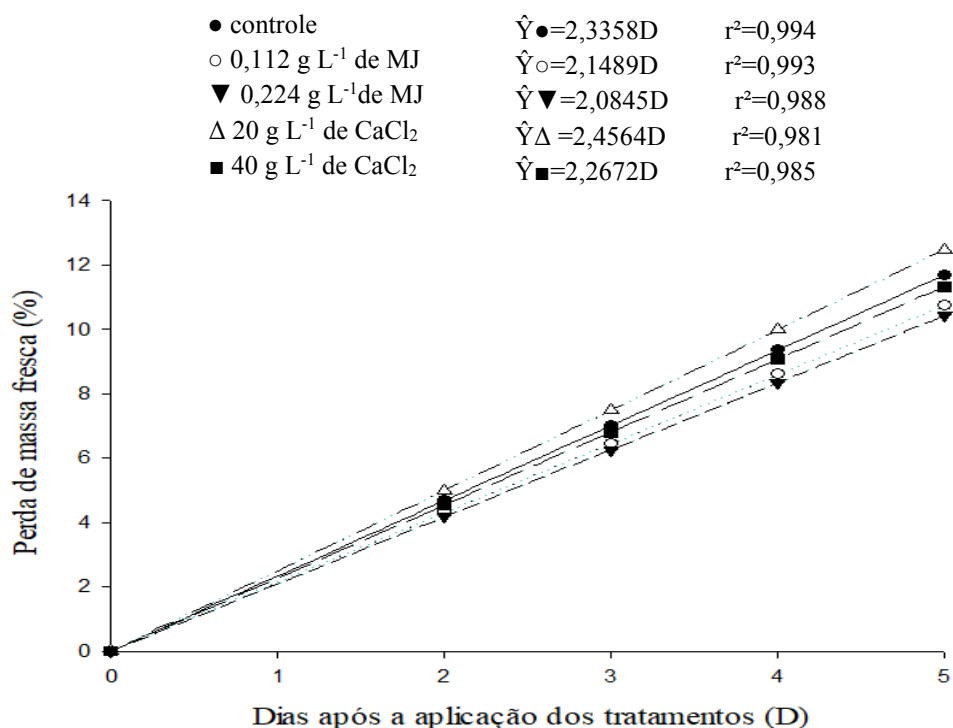


Figura 4 - Perda de massa fresca em frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de metil jasmonato e cloreto de cálcio, acondicionados em bandejas e envoltos por filme de PVC, em função do tempo de armazenamento à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ (Viçosa, MG, 2018).

Cor da casca

A aparência é um dos parâmetros que definem a qualidade do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005), pois é utilizada pelo consumidor para julgar o grau de maturação e a qualidade dos frutos. Além disso, o impacto visual causado pela cor é um dos fatores que definem a preferência do consumidor (OLIVEIRA et al., 2003).

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos e os dias de avaliação para todas as variáveis de cor da casca de jabuticaba. Os frutos não-tratados e os tratados com 20 g L⁻¹ de CaCl₂ mantiveram os valores de croma (C) invariáveis ao longo do armazenamento, com médias de 3,3 e 3,0, respectivamente. Contudo, as jabuticabas não-tratadas apresentaram valor de croma superior aos frutos tratados com MJ e CaCl₂ durante todo o período de

armazenamento (Figura 5A). Isso pode indicar maior saturação de cor e maior quantidade de pigmentos nos frutos controle. No entanto, como os valores de *h* encontrados neste estudo indicam uma cor mais próxima entre laranja e amarelo, os baixos valores de croma observados indicam que a quantidade de pigmentos laranja é mínima. Por sua vez, a luminosidade variou de 23 a 25, valor mais próximo de 0, que é o preto. Isso explica o fato de o fruto de jabuticaba ter a coloração roxa, quase negra.

Os valores de croma constatados neste estudo corroboram os encontrados por Sousa et al. (2017), que verificaram uma oscilação de 2,34 no primeiro dia de avaliação e 2,53 no décimo dia de análise em frutos de jabuticaba armazenados em diferentes embalagens.

A saturação de cor (*C*) foi superior à observada no presente trabalho em jabuticabas cujas árvores foram submetidas a diferentes frequências de irrigação pré-colheita, com variação de 5,45 a 9,14 (ALTMANN, 2017), e em jabuticabas revestidas com quitosana (Croma = 40,36) e sem revestimento (Croma = 13,71) após 15 dias de armazenamento refrigerado (SILVA et al., 2017). Estas diferenças nos valores de croma podem ser atribuídas à ponto de colheita diferente, variação genética, entre espécies, e a fatores ambientais.

A coordenada *h* expressa a tonalidade de cor do fruto, portanto, verifica-se aumento dos valores do ângulo hue da casca do fruto a partir do terceiro dia de armazenamento para todos os tratamentos (Figura 5B). Maiores valores de *h* foram observados nos frutos tratados com 20 g L⁻¹ de CaCl₂ em comparação com os demais tratamentos (Figura 5B). Os valores de *h* são uma medida apropriada para expressar a variação da coloração em produtos vegetais, e é um parâmetro que pode ser utilizado para identificar ponto de colheita (BRUNINI et al., 2004).

Na coordenada *L** (luminosidade) houve variação durante todo o período de armazenamento para os frutos tratados, seja com MJ ou CaCl₂, com valores superiores aos encontrados nos frutos controle (Figura 5C). Em geral, para estes tratamentos observa-se que, ao longo dos dias de armazenamento, houve aumento nas médias de *L** até o terceiro ou quarto dia de análise (Figura 5C).

Outros autores, como Muengkaew et al. (2016), trabalhando com manga, constataram que a aplicação pós-colheita de diferentes concentrações de MJ também aumentaram os valores de luminosidade (*L**), porém, provocaram redução dos valores do ângulo hue quando comparados ao tratamento controle.

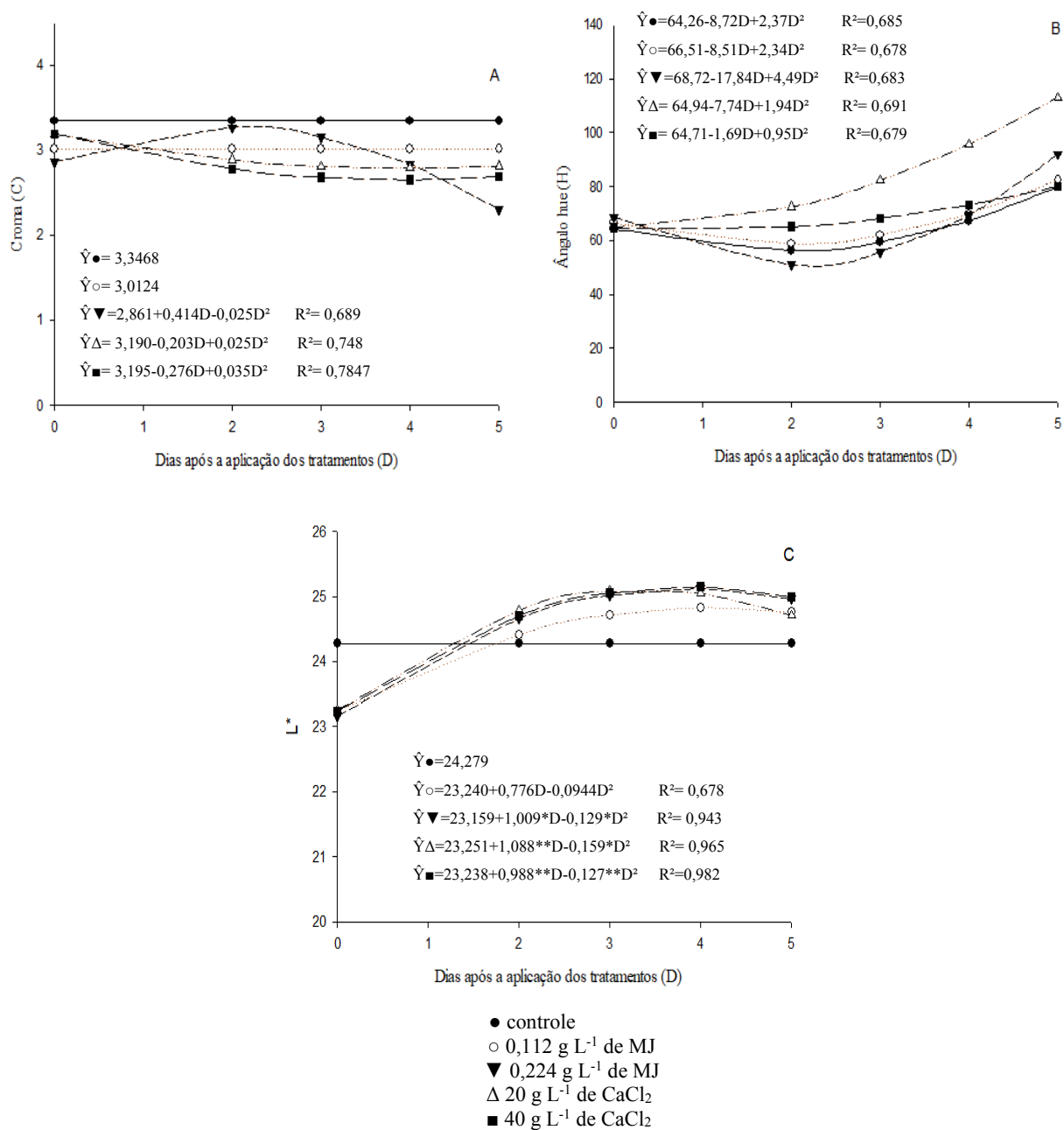


FIGURA 5 - Variação dos parâmetros de cor da casca Croma (A), ângulo hue (B) e Luminosidade (C) em frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de metil jasmonato e cloreto de cálcio, acondicionados em bandejas e envoltos por PVC, em função do tempo de armazenamento à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ (Viçosa, MG, 2018).

Brunini et al. (2004) relatam que a variação no valor da luminosidade (L^*) pode ser atribuída à perda de umidade pelos frutos através do processo de transpiração, à perda da coloração preta-roxa brilhante, tornando os frutos opacos, principalmente, aqueles sem revestimento plástico.

Acidez titulável, pH, teor de sólidos solúveis e relação SS/AT

Para a acidez titulável não houve efeito significativo ($p>0,05$) dos tratamentos com CaCl_2 e MJ em frutos de jabuticaba, sendo esta afetada apenas pelo tempo de armazenamento dos frutos. A acidez titulável dos frutos nos diferentes tratamentos variou de 0,737 a 0,894 g de ácido cítrico por 100 g de polpa (Figura 6A). Após um decréscimo nos teores de acidez entre os dias 2 e 3 representado por um valor mínimo de 0,733 g de ácido cítrico por 100 g de polpa, ocorreu um acréscimo na acidez das jabuticabas até o final do tempo de armazenamento (Figura 6A). Garcia (2017) também trabalhando com jabuticabas constatou aumento da acidez no decorrer do armazenamento.

Esse comportamento pode estar relacionado à maior perda de massa fresca pelos frutos, concentrando maior quantidade de ácidos orgânicos no suco celular, e à aceleração das reações relacionadas aos processos de amadurecimento e senescência, que levam à liberação de ácidos orgânicos (TRIGO et al., 2012).

Assim como neste estudo, Bagheri et al. (2015) não reportaram efeito significativo do tratamento com cálcio na acidez titulável em caqui, nem Delphim (2014) trabalhando com açaí tratado com MJ, independentemente da concentração de MJ empregada e do número de dias após o tratamento.

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) para o pH em função da aplicação de CaCl_2 e MJ, nem do tempo de avaliação e das suas combinações. Observou-se uma média geral do pH de 3,53, valor dentro da faixa de 2,91 a 3,72 obtido por Oliveira et al. (2003), analisando jabuticabas ‘Sabará’, em diferentes regiões do Estado de São Paulo (SP). Garcia (2017), trabalhando com jabuticabas, observou redução no pH ao longo do armazenamento, em oposição ao aumento da acidez titulável.

Valores de pH semelhantes aos obtidos neste trabalho também foram obtidos por outros autores. Na espécie *M. cauliflora* foi determinado pH igual a 3,14 em amostras de polpa que, para fins industriais, poderia representar um bom fator, retardando possíveis alterações microbianas e prolongando a vida útil de produtos derivados (NUNES et al. 2014).

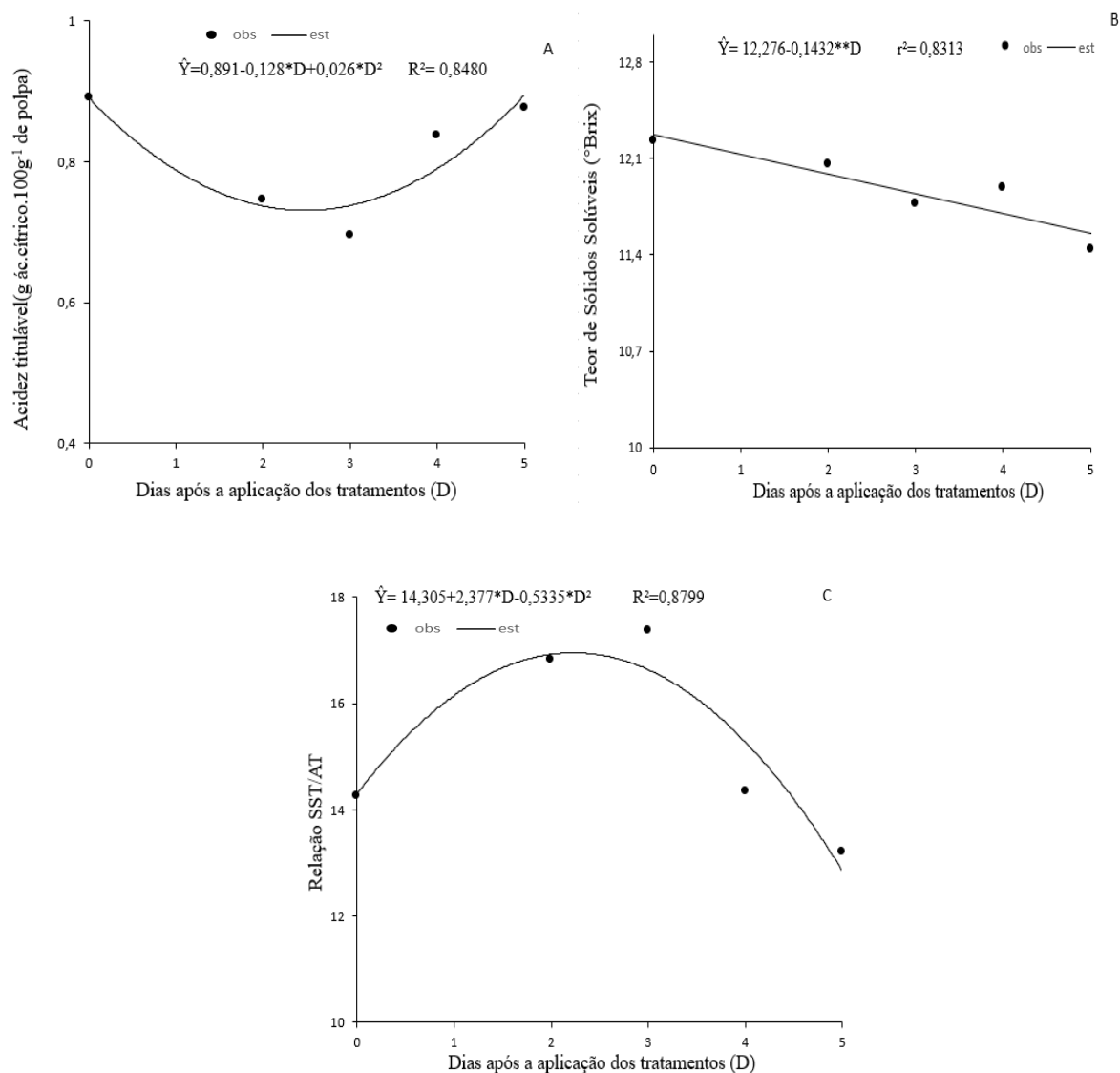


FIGURA 6 - Variação da acidez titulável (g ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa) (A), do teor de sólidos solúveis (°Brix) (B) e da relação SS/AT (C) em frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de metil jasmonato e cloreto de cálcio, acondicionados em bandejas e envoltos por filme de PVC, em função do tempo de armazenamento à temperatura de 25 ± 2°C (Viçosa, MG, 2018).

Neste estudo, não se observou efeito significativo dos tratamentos com MJ e CaCl₂ no teor de sólidos solúveis de jaboticabas ‘Sabará’. Houve efeito significativo (p<0,05) no teor de sólido solúvel somente para os dias de avaliação após a colheita. Em frutos de açaí tratados com MJ também não houve variação significativa para o teor de sólidos solúveis quando comparado ao grupo controle, independentemente da concentração de MJ empregada e do número de dias após o tratamento (DELPHIM, 2014).

Na figura 6B, observa-se que houve decréscimo nos teores de sólidos solúveis durante todo o tempo de armazenamento, assim como relatado por Daiuto et al. (2010), Agostini et al. (2009) e Vieites et al. (2011), trabalhando com jabuticabas. Essa redução dos sólidos solúveis se deve, principalmente, ao consumo de açúcares como substrato no processo respiratório (SIQUEIRA, 2012), para manter a sobrevivência do fruto, já que o fruto não tem reserva de amido como em outros frutos, como banana e manga.

A relação sólidos solúveis total e acidez titulável (SS/AT) é um fator importante para a qualidade, pois é indicativa do nível de amadurecimento do fruto. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos tratamentos com MJ e com CaCl_2 , comparados ao controle, na relação SS/AT dos frutos. Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) na relação SS/AT apenas em função dos tempos de avaliação dos frutos.

Na figura 6C, verifica-se um valor máximo na SS/AT referente ao segundo dia de conservação (SS/AT = 16,95) e após ocorre decréscimo até o último dia de armazenamento (SS/AT = 12,85). Esse aumento deve-se, em maior parte, à diminuição da acidez titulável no segundo dia de armazenamento (Figura 6A), pois o teor de ácidos orgânicos diminui pela sua conversão em açúcares e como resultado do seu uso como substrato no processo respiratório (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Silva et al. (2012), avaliando o efeito do CaCl_2 em uva ‘Isabel’ notaram redução da SS/AT ao longo do armazenamento, semelhante ao observado no presente estudo. A variação da relação SS/AT constatada durante todos os dias de análises, está dentro da faixa obtida por Evangelista (2015) que, ao avaliar jabuticabas tratadas com irradiação ultravioleta, observaram médias variando de 8,37 a 16,33.

CONCLUSÕES

O metil jasmonato nas concentrações de $0,112 \text{ g L}^{-1}$ e $0,224 \text{ g L}^{-1}$ foi eficiente na manutenção da qualidade geral dos frutos, na redução de incidência de podridões e na redução da perda de massa fresca da jabuticaba ‘Sabará’, em comparação ao tratamento controle. Esses tratamentos aumentaram o tempo de conservação dos frutos para cinco dias, sem alterar suas características organolépticas.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, J. S.; CÂNDIDO, A. C. S.; TEODÓSIO, T. K. C.; RODRIGUES, J. N.; GARCETE, G. J.; SCALON, S. P. Q. Atmosfera modificada e condições de armazenamento nas características físico-químicas de jaboticabas da cultivar 'Paulista'. **Ciência Rural**, v. 39, n.9, p.2601- 2608, 2009.

ALTMANN, T. **Influência de regimes hídricos sobre a fenologia e produção de frutos em jaboticabeiras (*Plinia peruviana* (Poir.) Govaerts)**. 2017, 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2017.

BAGHERI, M.; ESNA-ASHARI, M.; ERSHADI, A. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj'. **International Journal of Horticultural Science and Technology**, Theran, v. 2, n. 1, p. 15-26, 2015.

BRUNINI, M.A.; de OLIVEIRA, AL.; SALANDINI, C.A.R.; BAZZO, F.R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (vell) berg) cv 'Sabará'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.3, p. 378-383, 2004.

CAO, S., ZHENG, Y., YANG, Z., TANG, S., JIN, P., WANG, K. E WANG, X. Effect of methyl jasmonate on the inhibition of *Colletotrichum acutatum* infection in loquat fruit and the possible mechanisms. **Postharvest Biology and Technology**, v.49, p.301-307, 2008.

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

DAIUTO, E.; VIEITES, R.; MORAES, M.; EVANGELISTA, R. Qualidade pós-colheita dos frutos de jaboticaba tratada por hidrotermia. **Agronomía Tropical**, v.60, n.3, p. 231-240, 2010.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; SASSO, S.A.Z.; AMBROSIO, R.; WAGNER, A. J. Armazenamento a vácuo prolonga a viabilidade de sementes de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 1, p. 246-252, 2011.

DELPHIM, A.C. **Efeito de tratamentos com cloreto de cálcio, metil jasmonato e aminoetoxivinilglicina na conservação pós-colheita de frutos de açaí (*Euterpe oleraceae*)**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

EVANGELISTA, R.Z. **Radiação UV-C e cloreto de cálcio na qualidade pós-colheita da jaboticaba 'Sabará'**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2015.

FAN, L. SHI, J. ZUO, J. GAO, L. LV, J., WANG, Q. Methyl jasmonate delays postharvest ripening and senescence in the non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.120, p.76 -83, 2016.

GARCIA, L.G.C. **Desenvolvimento fisiológico e conservação pós-colheita de jaboticaba**. 2017. 97p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás. Goiás, Goiânia, 2017.

JIN, P.; ZHENG, Y.H.; CHENG, C.M.; GAO, H.Y.; CHEN, W.X.; CHEN, H.J. Effect of methyl jasmonate treatment on fruit decay and quality in peaches during storage at ambient temperature. **Acta Horticulturae**, v.712, p. 711 –716, 2006.

MEIR, S.; PHILISON-HADAS, S.; LURIE, S.; DROBY, S.; AKERMAN, M.; ZAUBERMAN, G. Reduction of chilling injury in stored avocado, grape fruit and bell pepper by methyl jasmonate. **Canadian Journal of Botany**, v. 74, p. 870–874. 1996.

MENG, X.; HAN, J.; WANG, Q.; TIAN, S. Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. **Food Chemistry**, v. 114, p.1028–1035. 2009.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, M. C. T.; CECON, P. R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 49-52, 2002.

MUENKAEW, R.; CHAIPRASART, P.; WARRINGTON, I. Changing of physiochemical properties and color development of mango fruit sprayed methyl Jasmonate. **Scientia Horticulturae**, v.198, p.70-77, 2016.

NERI-NUMA, I.A.; SANCHO, R.A.S.; PEREIRA, A.P.A.; PASTORE, G.M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v.103, p.345-360, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.053>

NUNES JS, CASTRO DS, SOUSA FC, SILVA LMM, GOUVEIA JPG. Obtenção e caracterização físico-química de polpa de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) congelada. **Revista Verde**, v. 9, n.1, p.234-237, 2014.

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

REHMAN, M.; SINGH, Z.; KHURSHID, T. Methyl jasmonate alleviates chilling injury and regulates fruit quality in ‘Midknight’ Valencia orange. **Postharvest Biology and Technology**, v.141, p.58–62, 2018.

SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; AQUINO, C.F.; LINS, L.C.R. Jaboticaba - *Myrciaria* spp. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E.O.; BRITO, E.S. **Exotic Fruits: reference guide**. London: Elsevier, 2018. p.237-242.

SANCHES, A.G.; DA SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; CORDEIRO, C.A.M. Qualidade e resistência pós-colheita de jaboticabas tratadas com ácido salicílico. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.4, p. 28-40, 2015.

SANTOS, A.F.; SILVA, S.M.; MENDONÇA, R.M.N.; FILGUEIRAS, H.A.C. Armazenamento de pitangas sob atmosfera modificada e refrigeração: II – qualidade e conservação pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.42-45, 2006.

SILVA, R.S.; SILVA, S.M.; DANTAS, A.L.; MENDONÇA, R.M.N.; GUIMARÃES, G.H.C. Qualidade de uva ‘Isabel’ tratada com cloreto de cálcio em pós-colheita e armazenada sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 50-56, 2012.

SILVA, B.M.P.; BINOTI, R.M.; CIA, P.; VALENTINI, S.R.T.; BRON, I.U. Efeito do metil jasmonato no amadurecimento e no controle da antracnose em goiaba ‘Kumagai’. **Bragantia**, Campinas, v. 76, p. 167-176, 2017.

SILVA, E.E.A.N.; SOARES, D.S.B.; OLIVEIRA, T.M.; PINTO, E.G.; NASCIMENTO, W.V.; SOUZA, A.R.M. Aplicação de cobertura de quitosana em jaboticabas. **Revista Agrarian**, v.10, n.38, p. 363-369, Dourados, 2017.

SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo**. 2012, 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2012.

SOUSA, K.D.; FONSECA, K.R.; CINTRA, L.M.; DIAS, S.A.A.; CRUZ, G.H.T.; CAMPOS, A.J. Atmosfera modificada na qualidade pós-colheita de jaboticaba. In: IV CONGRESSO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 2017, Goiás. **Anais eletrônicos...** Goiás: UEG, 2017. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/10349>. Acesso em: 09 dez. 2018.

SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; TURCO, P. H. N.; CIVIDANES, T. M. S.; FARIA, A. M. A cultura da jaboticabeira. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2012.

TEIXEIRA, L.N.; STRINGHETA, P.C.; OLIVEIRA, F.A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v.55, n.4, p.297-304, 2008.

TRIGO, J.M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M.H.F.; SARMENTO, S.B.S.; REYES, A.E.L.; SARRIÉS, G.A. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.2, Apr./June 2012.

TZORTZAKIS, N.G.; ECONOMAKIS, C.D. Maintaining postharvest quality of the tomato fruit by employing methyl jasmonate and ethanol vapor treatment. **Journal of Food Quality**, v. 30, n.5, p.567–580, October 2007.

VIEITES RL, DAIUTO ER, MORAES MR, NEVES LC, CARVALHO LR. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.2, p. 362- 375. 2011.

CAPÍTULO 4

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO E USO DE METIL JASMONATO E CLORETO DE CÁLCIO NA PÓS-COLHEITA DE JABUTICABA ‘SABARÁ’

RESUMO

Os frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ deterioram-se muito rapidamente após a colheita, o que limita sua comercialização. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação de cloreto de cálcio (CaCl_2) e metil jasmonato (MJ), em pós-colheita, associado com atmosfera modificada e refrigeração, sobre as características de qualidade e a extensão do período de armazenamento dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’. Os frutos, colhidos no ponto de maturação comercial, foram imersos em água (tratamento controle) ou em soluções aquosas de cloreto de cálcio (20 e 40 g L^{-1} de CaCl_2) ou metil jasmonato (0,112 e 0,224 g L^{-1} de MJ), totalizando cinco tratamentos. Os frutos de cada unidade amostral foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, envoltos com filme de cloreto polivinila (PVC) e armazenados à temperatura de 10 ± 2 °C. As avaliações foram realizadas nos dias 0, 3, 6, 9 e 12 após os tratamentos. O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado. Os frutos foram avaliados visivelmente quanto à qualidade e à incidência de podridões e quanto a parâmetros de cor da casca, perda de massa fresca, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH. Os frutos de todos os tratamentos mantiveram-se em condições de consumo até o décimo segundo dia de armazenamento refrigerado, com notas acima de 3 para a qualidade visual. Os frutos com 0,112 g L^{-1} e 0,224 g L^{-1} de MJ e 20 g L^{-1} e 40 g L^{-1} de CaCl_2 preservaram a qualidade geral e tiveram a incidência de podridão reduzida por maior tempo, comparados aos frutos não-tratados. MJ e CaCl_2 não alteraram as características físicas e químicas dos frutos, as quais variaram com o tempo de armazenamento.

REFRIGERATED STORAGE AND USE OF METIL JASMONATE AND CALCIUM CHLORIDE IN THE POSTHARVEST OF 'SABARÁ' JABUTICABA FRUIT

ABSTRACT

'Sabará' jaboticaba tree fruits deteriorate very rapidly after harvest, which limits its marketing. The aim of this study was to evaluate the effect of postharvest calcium chloride (CaCl_2) and methyl jasmonate (MJ) application, associated with modified atmosphere and refrigeration, on the quality characteristics and the extension of the storage period of 'Sabará' jaboticaba tree fruits. The fruits, harvested at the commercial ripening point, were immersed in water (control treatment) or in aqueous solutions of calcium chloride (20 and 40 g L^{-1} CaCl_2) or methyl jasmonate (0.112 and 0.224 g L^{-1}), totaling five treatments. The fruits of each sample unit were placed in expanded polystyrene trays, wrapped with polyvinyl chloride (PVC) film and stored at a temperature of 10 ± 2 °C. The evaluations were performed on days 0, 3, 6, 9 and 12 after fruit treatments. The experiment was conducted in a split plot scheme in a completely randomized design. The fruits were visually evaluated for quality and rot incidence and for peel color parameters, fresh mass loss, soluble solids content (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio and pH. The fruits of all treatments were kept in conditions of consumption until the twelfth day of refrigerated storage, with grade higher than 3 for visual quality. Fruits treated with 0.112 g L^{-1} and 0.224 g L^{-1} of MJ and 20 g L^{-1} and 40 g L^{-1} of CaCl_2 preserved the overall visual quality and reduced rot incidence for longer time compared to control fruits. MJ and CaCl_2 did not change the physical and chemical characteristics of fruits, which varied with storage time.

INTRODUÇÃO

A jaboticabeira 'Sabará' (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg), pertencente à família Myrtaceae, é encontrada em florestas e sub-florestas, em terras baixas nas margens dos rios, mas raramente se desenvolve em florestas densas (SUGUINO et al., 2012). Pode ser

encontrada em grande parte do país, desde o Estado do Pará até o Rio Grande do Sul, mas é nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo que ocorrem as maiores produções (BRUNINI et al., 2004).

Na parte comestível dos frutos encontram-se quantidades consideráveis de nutrientes e fitoquímicos, como ácidos orgânicos, açúcares, vitaminas, polissacarídeos, polifenóis e minerais (DE LA ROSA et al., 2010; DONADO-PESTANA et al., 2015). Desse modo, a fruta é bastante apreciada e o mercado futuro é muito promissor, pois os consumidores cada vez mais desejam consumir alimentos com algum potencial antioxidante para a prevenção de doenças.

Entretanto, os frutos de jabuticabeira ‘Sabará’, após a colheita, deterioram-se muito rapidamente, o que limita sua comercialização a um período em torno de dois dias (CITADIN et al., 2005). A deterioração é resultado do desenvolvimento de microrganismos, da atividade enzimática e de reações químicas que interferem na qualidade final do fruto e elevam as perdas pós-colheita (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Portanto, é necessário a adoção de tecnologias em pós-colheita visando ao prolongamento da conservação e da qualidade dos frutos da jabuticabeira ‘Sabará’. De acordo com Rocha (2014), a refrigeração retarda processos metabólicos envolvidos na ação das enzimas degradativas e oxidativas, reduz a taxa respiratória, a biossíntese do etileno e o crescimento de microrganismos, por isso, é essencial para o sucesso da comercialização de jabuticabas.

A refrigeração é o principal meio de conservação dos vegetais, podendo ser associada a outros tratamentos, como a atmosfera modificada, para melhorar a eficiência na manutenção da qualidade pós-colheita (MARTINS et al., 2007). A atmosfera modificada consiste em utilizar uma atmosfera diferente do ar atmosférico, pelo acondicionamento das frutas em filmes plásticos, revestimentos comestíveis ou em outros tipos de embalagens.

Vários estudos relatam a eficiência do uso da refrigeração e da atmosfera modificada na conservação de jabuticabas, como no trabalho desenvolvido por Henrique et al. (2015), no qual os frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ armazenados a 5° C mantiveram a qualidade até os 12 dias após a colheita. Já no trabalho desenvolvido por Brunini et al. (2004), utilizando bandejas plásticas revestidas com filme plástico de PVC, no armazenamento refrigerado de jabuticabas ‘Sabará’, a 11°C e 98% UR, houve redução da perda de massa e manutenção da aparência por até 6 dias.

Além do controle da temperatura e uso da atmosfera modificada, a aplicação do cloreto de cálcio e metil jasmonato pós-colheita tem sido estudada por alguns autores, visando prolongar a conservação de frutas e hortaliças.

O uso do Ca em pós-colheita está relacionado à manutenção da firmeza dos frutos. Diversos autores aplicaram o cloreto de cálcio em pós-colheita, como o estudo relatado por Mota et al. (2002) que notou efeito benéfico do Ca na manutenção da firmeza e na redução da taxa de respiração em jabuticabas. Silva et al. (2012), associando atmosfera modificada com a aplicação de cloreto de cálcio 10 g L⁻¹ e 20 g L⁻¹ em uva ‘Isabel’, notaram preservação na aparência do engajo, redução na perda de massa fresca e nas podridões. Bagheri (2015), trabalhando com caquis ‘Karaj’, notou que a imersão em 20 g L⁻¹ de cloreto de cálcio foi eficiente na conservação de características físico-químicas dos frutos e ainda reduziu a incidência de *chilling*.

Já o metil jasmonato (MJ) atua como agente indutor de resistência ao ataque de patógenos pós-colheita, mas também participa nos processos do crescimento, desenvolvimento e respostas a estresses ambientais (MEIR et al., 1996). Vários estudos relatam a eficiência do uso de MJ no aumento da conservação de frutos, por atuar na ativação de mecanismos de defesa vegetal, como os observados pela aplicação do mesmo em pós-colheita de açaí (DELPHIM, 2014), berinjela (FAN et al., 2016) e goiaba (SILVA et al., 2017).

Até o momento, não se tem, nas condições climáticas brasileiras, estudos com o uso de MJ em pós-colheita de jabuticaba ‘Sabará’. Na literatura científica foram encontrados diversos estudos com aplicação de Ca, atmosfera modificada e refrigeração após a colheita da jabuticaba, porém, não foram encontrados trabalhos com MJ, ou comparando-se o efeito daqueles tratamentos com o uso do MJ sobre as características de qualidade e a conservação dos frutos.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi o de avaliar o efeito da aplicação de CaCl₂ e MJ em pós-colheita, associado com atmosfera modificada e refrigeração, sobre as características de qualidade e a extensão do período de armazenamento dos frutos de jabuticabeira ‘Sabará’.

MATERIAL E MÉTODOS

Cultivar e condições de cultivo

Os frutos foram obtidos em pomar de jabuticabeiras ‘Sabará’, com aproximadamente 50 anos de idade, localizado no Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, nas coordenadas 20° 45’ 26’’ latitude Sul e 42° 52’ 08’’ longitude Oeste e altitude de 648 m, em Viçosa, Minas Gerais. O município possui clima subtropical úmido, com inverno frio e seco e verão quente e úmido, classificado como C_{wa} tropical.

Os frutos foram colhidos aleatoriamente no ponto de maturação comercial e, logo após a colheita, foram transportados para o Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura da UFV, onde foram imersos em solução de hipoclorito de sódio 100 µL/L por 5 minutos, para desinfestação superficial.

Na sequência, os frutos foram imersos por 15 minutos, em água destilada (tratamento controle) ou em soluções aquosas de cloreto de cálcio (20 e 40 g L⁻¹ de CaCl₂) ou metil-jasmonato (0,112 g L⁻¹ e 0,224 g L⁻¹ de MJ), totalizando cinco tratamentos. Os produtos comerciais utilizados foram o cloreto de cálcio PA (Vetec) e o 3-oxo-2-(2-pentenyl) cyclopentaneacetic acid, methyl ester, methyl 3-oxo-2-(2-pentenyl) cyclopentaneacetate (metil jasmonato, MJ, Sigma®). Em todas as soluções, incluindo a do tratamento controle, foi adicionado Tween-20 na concentração de 0,1 %, com o objetivo de aumentar a absorção dos produtos pelos frutos.

Após o tratamento, as jabuticabas foram agrupadas em conjuntos de 15 frutos, que constituíram cada unidade experimental. Os frutos de cada unidade amostral foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, envoltos com filme de cloreto polivinila (PVC) comercial da marca Boreda ® (Figura 1) e armazenados à temperatura de 10±2 °C.

O experimento foi realizado no esquema de parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado, sendo alocadas nas parcelas o tratamento controle e as concentrações de CaCl₂ e MJ e, nas subparcelas, os dias de avaliação após a aplicação dos tratamentos, com quatro repetições e 15 frutos por unidade experimental. As avaliações foram realizadas no dia da colheita e nos dias 3, 6, 9 e 12, para verificar os efeitos dos tratamentos na extensão da vida pós-colheita dos frutos.



Figura 1 - Frutos de jaboticaba ‘Sabará’ tratados com metil jasmonato e cloreto de cálcio e acondicionados em bandejas de poliestireno com revestimento de filme de PVC (B) (Viçosa, MG, 2018).

Caracterização dos frutos

a) Avaliações físicas:

Perda de massa, parâmetros de cor da casca

A perda de massa dos frutos e os parâmetros de cor da casca foram avaliados conforme descrição contida capítulo 2.

b) Avaliações químicas:

Sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável e pH

As avaliações foram realizadas conforme descrição contida no capítulo 2.

c) Análise visual:

Qualidade geral dos frutos

Para descrever a qualidade geral dos frutos foi utilizado um critério visual, atribuindo-se notas de 1 a 5, com base na aparência dos frutos (SANCHES et al., 2015), em que:

- 5- Excelente, frutos livres de defeitos
- 4- Boa, frutos com pequenos defeitos
- 3- Frutos com defeitos médios, não limitados para consumo
- 2- Frutos podres, com defeitos excessivos, limitados para consumo

1- Frutos extremamente podres, não utilizáveis.

Incidência de podridões

Realizada por análise visual, atribuindo-se notas de 1 a 5 (SANCHES et al., 2015), de acordo com a escala a seguir:

5- 0% de podridões

4- até 25% dos frutos da unidade amostral com podridões

3- de 25% a 50% dos frutos da unidade amostral com podridões

2- de 50% a 75% dos frutos da unidade amostral com podridões

1- mais de 75% dos frutos da unidade amostral com podridões.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados por meio das análises de variância e regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”, de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico. O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análise Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade geral dos frutos e incidência de podridões

Houve efeito ($p < 0,05$) da interação, dos tratamentos com CaCl_2 e MJ e dos dias de avaliação na qualidade geral e incidência de podridões em jabuticabas ‘Sabará’ (Tabela 1). Os frutos de todos os tratamentos mantiveram-se em condições de consumo até o décimo segundo dia de armazenamento refrigerado, com aspecto visual aceitável comercialmente e com notas acima de 3 (Figura 2A). Esses resultados foram superiores aos relatados no capítulo 3, em que os frutos, submetidos aos mesmos tratamentos, porém, armazenados à temperatura ambiente, permaneceram em condições de consumo por, no máximo, cinco dias.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis qualidade geral dos frutos (QLD), índice de podridões (ID), acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, parâmetros de cor da casca croma (C), ângulo hue (h) e luminosidade (L*) e perda de massa fresca (PMF), em jabuticaba ‘Sabará’ tratada com diferentes concentrações de CaCl₂ e MJ (Viçosa, MG, 2018)

FV	GL	Quadrados						Médios			
		QLD	ID	AT	pH	SS	SS/AT	C	h	L*	PMF
TRAT	4	0,965**	0,865**	0,005 ^{ns}	0,008*	0,106 ^{ns}	1,685 ^{ns}	0,064 ^{ns}	129,616*	22,272 ^{ns}	0,128 ^{ns}
RES (a)	15	0,153	0,070	0,013	0,003	0,055	5,915	0,244	53,694	24,244	0,194
DIAS	4	4,840**	4,290**	0,402**	0,086**	0,359**	188,992**	0,497**	466,230**	46,071 ^{ns}	23,750**
DIAS*TRAT	16	0,930**	0,277**	0,011 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,056 ^{ns}	3,580 ^{ns}	0,159 ^{ns}	70,574 ^{ns}	22,639 ^{ns}	0,014 ^{ns}
RES (b)	60	0,153	0,120	0,011	0,005	0,067	4,476	0,150	62,736	21,534	0,030
CV (%) Parcela		8,66	7,48	13,75	2,05	2,15	12,66	12,28	13,72	18,92	10,94
CV(%)Subparcela		8,65	5,71	15,12	1,60	1,94	14,56	15,68	12,69	20,08	27,76

^{ns} Não-significativo; ** Significativo a 1% de probabilidade e *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Esse resultado é importante, pois foi constatado aumento do tempo de comercialização dos frutos de jabuticaba em relação a outros trabalhos descritos na literatura, como Mota et al. (2002) e Evangelista (2015), onde os frutos tratados com CaCl_2 se mantiveram em condições de consumo e/ou processamento por seis dias em condições ambientes ou por oito dias a 12 °C e 80-90% UR, respectivamente.

O armazenamento refrigerado é efetivo no controle da senescência, por retardar processos fisiológicos e bioquímicos, como a respiração e, em consequência, manter os atributos de qualidade dos frutos por maior tempo.

Na figura 2B, observa-se que a incidência de podridão foi maior nos frutos imersos em água, que, no nono dia de armazenamento apresentaram média de 3,9, indicando jabuticabas com mais de 25% de deterioração. Já os frutos tratados com MJ e CaCl_2 mantiveram os níveis de deterioração baixo, com média acima de 4, durante todo o tempo de armazenamento, com frutos com pequenos defeitos, exceto no dia 12 para as jabuticabas com 40 g L⁻¹ de CaCl_2 , que apresentaram média 3,8 (Figura 2B). Esses resultados corroboram aqueles encontrados por Sanches et al. (2015), em jabuticabas tratadas com ácido salicílico, usando a mesma escala de nota para incidência de podridão.

De acordo com Venkatachalam e Meenune (2015), o tratamento com MJ em lichias aumentou a atividade de enzimas antioxidantes como a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPX), o que provavelmente reduziu reações deteriorativas dos frutos, bem como aumentou a capacidade antioxidante do fruto, prolongando o armazenamento sob baixa temperatura.

Além disso, práticas que otimizem o influxo de Ca para os frutos representam grande contribuição para manter a sua qualidade. Isso ocorre porque o Ca se liga covalentemente às pectinas, dando origem ao pectato de Ca, que restringe a ação de enzimas hidrolíticas e, conseqüentemente, prolonga a vida útil dos frutos (PINHEIRO et al., 2008).

Estes resultados podem indicar um potencial uso de metil jasmonato e cloreto de cálcio, associados com refrigeração e atmosfera modificada, na manutenção da qualidade pós-colheita e na redução da deterioração de jabuticabas.

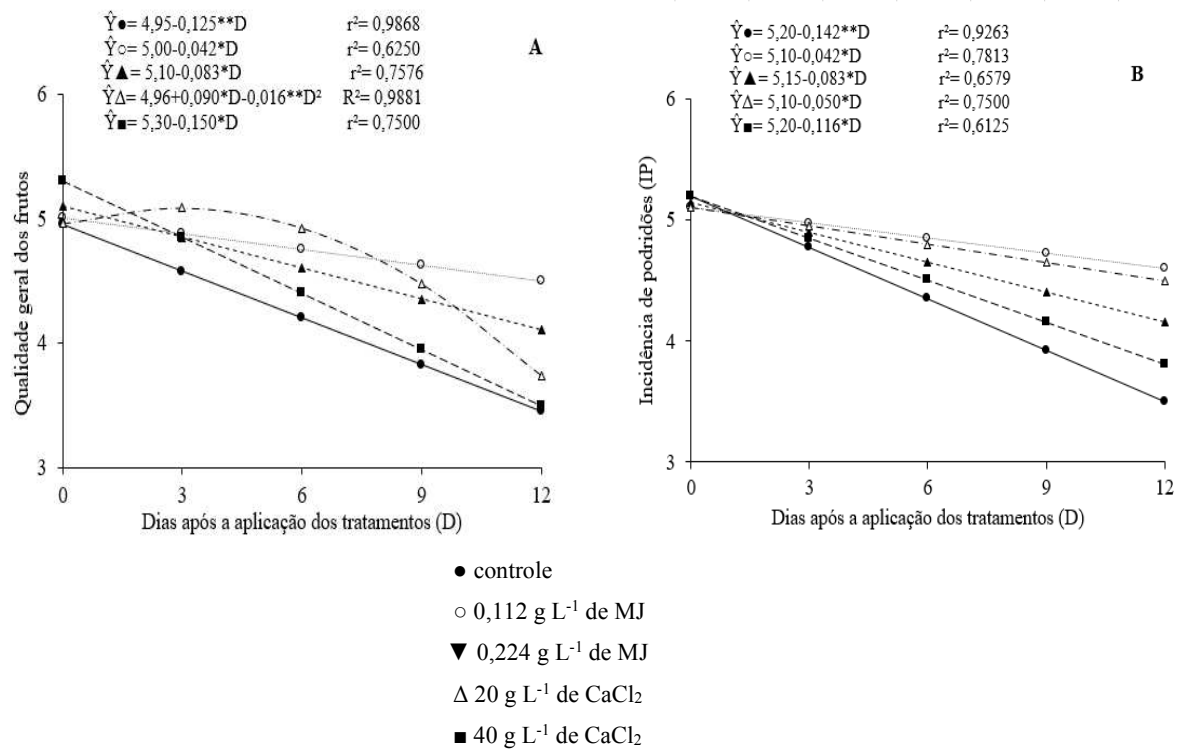


Figura 2 - Qualidade geral (A) e incidência de podridões (B) em frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de metil jasmonato e cloreto de cálcio, em função do tempo de armazenamento a 10 °C (Viçosa, MG, 2018).

Perda de massa fresca (%)

Os tratamentos com MJ e CaCl₂ não tiveram efeito ($p > 0,05$) na perda de massa fresca dos frutos, em comparação aos frutos não-tratados. Houve efeito ($p < 0,05$) somente dos dias de avaliação na variável perda de massa fresca dos frutos (Tabela 1). A porcentagem da perda de massa fresca aumentou linearmente ao longo do tempo de armazenamento, sendo que no dia 12 observou-se uma perda de cerca de 3% na massa dos frutos (Figura 3). No capítulo anterior, os frutos de jaboticabas tratados com as mesmas concentrações de MJ e CaCl₂, com sistema de embalagem similar e mantidos à temperatura ambiente, perderam mais de 10% de massa em cinco dias, portanto, o uso da refrigeração no presente estudo foi fundamental no aumento da vida após a colheita das jaboticabas.

Na maioria dos produtos hortícolas frescos, a perda de massa tolerada para reduzir a murcha e/ou enrugamento, pode oscilar entre 5 e 10 % (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Com isso, observa-se que a perda de massa fresca dos frutos em estudo está dentro do limite aceitável para a comercialização. Brunini et al. (2004) relataram resultados semelhantes para jabuticabas armazenadas em temperaturas de 0 a 12 °C e revestidas com filmes plásticos de PEBD.

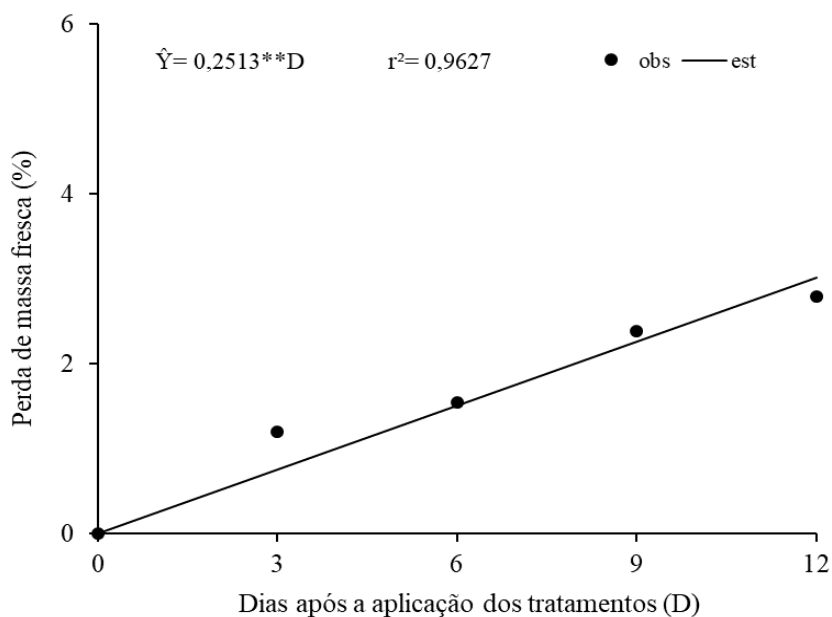


Figura 3 - Perda de massa fresca em frutos de jabuticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de metil jasmonato e cloreto de cálcio, em função do tempo de armazenamento a 10 °C (Viçosa, MG, 2018).

É importante salientar que os frutos mantiveram boa aparência até os 12 dias de avaliação, independentemente de receberem tratamento ou não com MJ e CaCl_2 , permanecendo com aspecto brilhante e turgido (Figura 4). Esse comportamento pode ser devido ao armazenamento refrigerado e à atmosfera modificada, que auxiliam na proteção contra a perda de umidade por transpiração, mantendo a umidade relativa elevada e a turgidez dos frutos. Esses resultados foram bem distintos daqueles relatados no capítulo 3, para frutos armazenados em condição ambiente, em que observou-se maior perda de massa dos frutos, provavelmente porque os processos de respiração e transpiração foram mais intensos devido à maior temperatura de armazenamento.

Garcia (2017) analisou a influencia de diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0, 20 g L^{-1} , 40 g L^{-1} e 60 g L^{-1}) associadas à diferentes temperaturas de armazenamento (6 °C, 12 °C e 25 °C) em jabuticaba ‘Pingo de mel’, e observou que o cloreto de cálcio não influenciou

a perda de massa dos frutos, no entanto, as jabuticabas armazenadas à 6°C foram as que apresentaram menor perda de massa ao longo do armazenamento por 12 dias.

Assim como no presente estudo, a aplicação pré-colheita de MJ também não interferiu na perda de massa fresca de ameixas (KUCUKER et al., 2014). Outros trabalhos encontraram resultados satisfatórios do tratamento com cloreto de cálcio na manutenção da massa fresca, como relatado em morango (CARDOSO et al., 2012), em maçã 'Eva' (VIEITES et al., 2014) e em jabuticaba (EVANGELISTA, 2015), usando ou não a refrigeração durante o tempo de armazenamento.

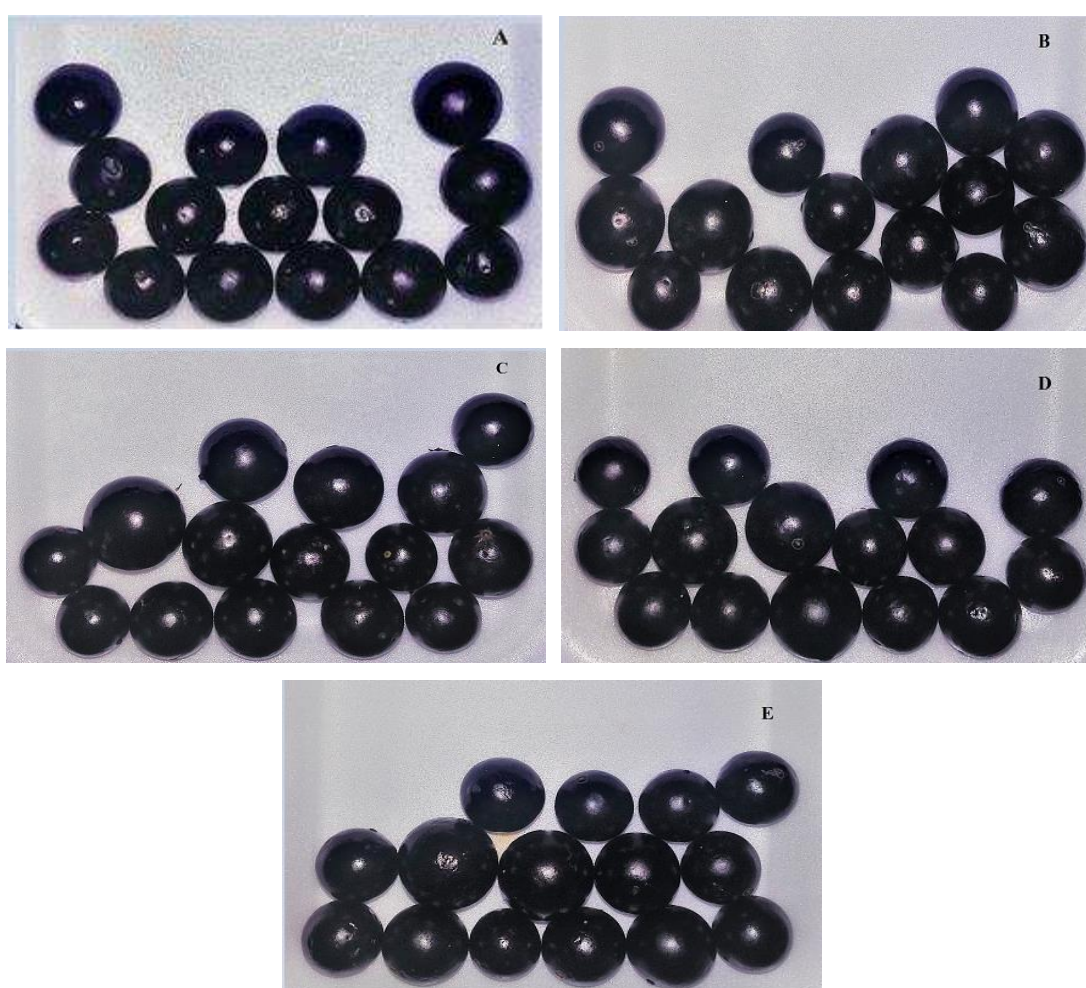


Figura 4 - Aparência dos frutos de jabuticabeira 'Sabará' avaliados no 12º dia após os tratamentos com água (controle) (A); 0,112 g L⁻¹ de MJ (B); 0,224 g L⁻¹ de MJ (C); 20 g L⁻¹ de Ca (D) e 40 g L⁻¹ de Ca (E) (Viçosa, MG, 2018).

Cor da casca

Os tratamentos não tiveram efeito ($p>0,05$) sobre os parâmetros de cor da casca dos frutos, demonstrando que o uso do MJ e do CaCl_2 não interferiram na quantidade de pigmentos e nem na opacidade das cascas das jabuticabas. Como verificado no estudo de Silva et al. (2009), que avaliaram a qualidade pós-colheita de atemóia submetida a diferentes embalagens e armazenamento refrigerado, o armazenamento da jabuticaba em atmosfera modificada passiva, associado à refrigeração, pode ter influenciado esse comportamento, pois essas técnicas limitam as trocas gasosas, retardando processos bioquímicos responsáveis pela degradação ou síntese de pigmentos.

Garcia (2017) relata que a manutenção da cor da jabuticaba pode ser atribuída, também, ao fato de os frutos terem sido colhidos totalmente maduro, no ponto do desenvolvimento fisiológico do fruto, por isso não há mais degradação da clorofila e nem síntese de antocianinas na jabuticaba, comportamento similar ao observado no presente estudo.

Na figura 5B, observa-se um decréscimo no ângulo hue durante todo tempo de conservação, já o índice croma ($C = 3,15$) (Figura 5A) e a luminosidade ($L^* = 24,52$) (Figura 5C) não se ajustaram a nenhum modelo de regressão e foram representados pelas médias gerais ao longo do tempo de avaliação. Apesar dos valores de ângulo hue indicarem a cor laranja, a combinação dos valores de C e L^* observados, muito baixos, levam à cor escura do fruto de jabuticaba, semelhante aos resultados obtidos no capítulo 3.

Os resultados deste trabalho corroboram os de González-Aguilar et al. (2007) e Delphim (2014), que trabalharam com goiaba e açaí, respectivamente, e não obtiveram diferença significativa para o parâmetro L^* na comparação entre frutos-controle e aqueles tratados com MJ. Semelhantemente, Moreira et al. (2017) e Evangelista (2015) não observaram efeito significativo do tratamento com cloreto de cálcio para o parâmetro ângulo hue da casca de jabuticabas.

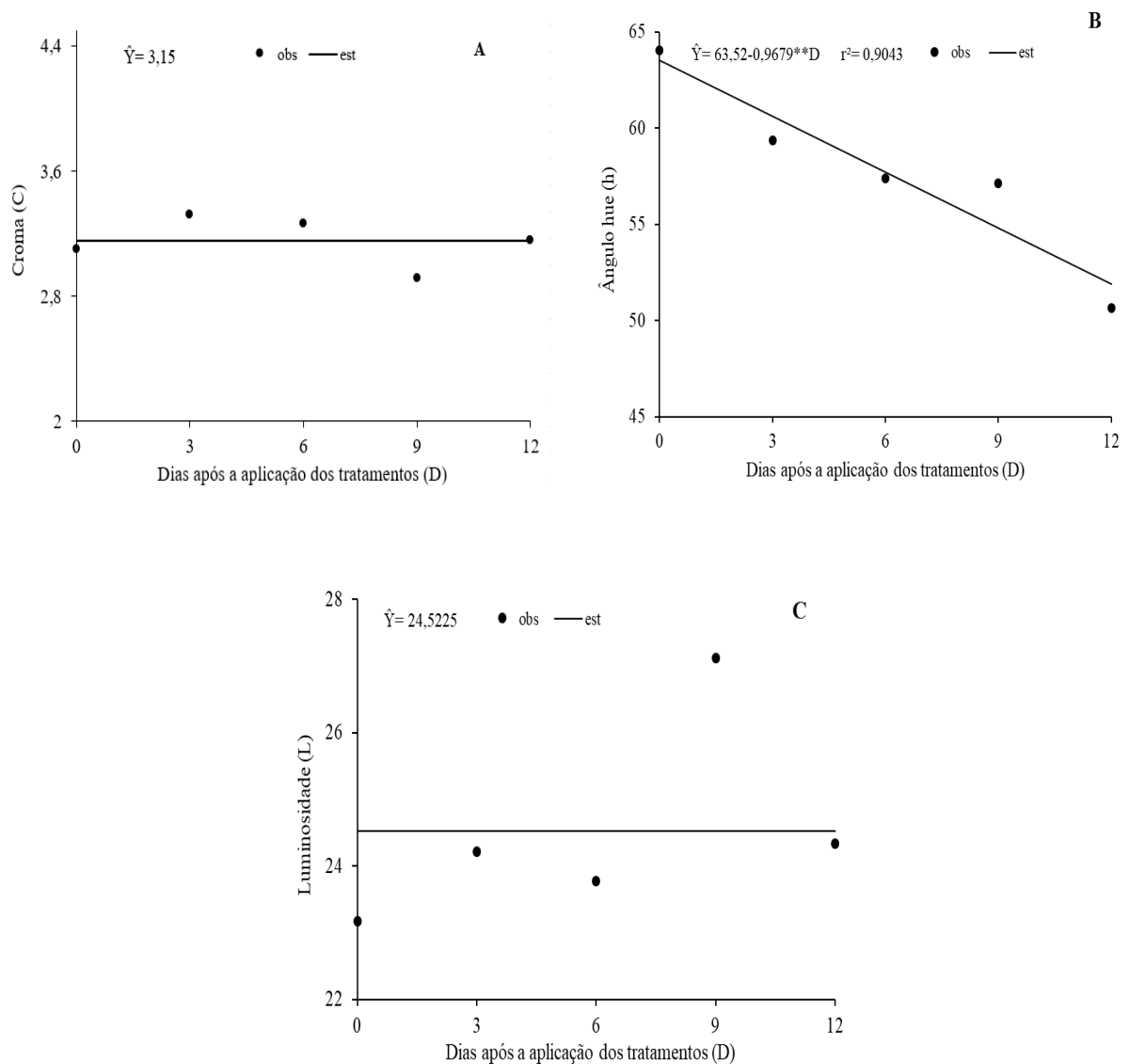


FIGURA 5 - Variação dos parâmetros de cor da casca: croma (A), ângulo hue (B) e luminosidade (C) em frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de metil jasmonato e cloreto de cálcio, em função do tempo de armazenamento a 10 °C (Viçosa, MG, 2018).

Acidez titulável, pH, Sólidos solúveis totais e Relação SS/AT

A acidez total titulável reduziu ($p < 0,05$) de acordo com o tempo de avaliação (Tabela 1), registrando-se a média de 0,895 g ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa no dia zero e de 0,613 g ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa no dia 12 (Figura 6A). Para os valores de pH, houve aumento

de 3,45 para 3,59 (Figura 6B) ao longo do período de conservação dos frutos. Daiuto et al. (2010) encontraram valores de pH para jabuticabas tratadas por hidrotermia que variaram de 3,45 a 3,55, valores similares aos encontrados para esse experimento.

Chitarra e Chitarra (2005) relatam que na maioria dos frutos ocorre decréscimo na acidez titulável ao longo do armazenamento, principalmente em decorrência da evolução da maturação do fruto, porque os ácidos orgânicos são consumidos durante o metabolismo da fruta. O inverso ocorre com os valores de pH.

A acidez titulável diminuiu aproximadamente 31 % no transcorrer dos 12 dias de conservação. De acordo com Brunini et al. (2004) e Agostini et al. (2009), jabuticabas armazenadas sob refrigeração apresentam diminuição na acidez ao longo do período de armazenamento.

MJ e CaCl_2 não alteraram a acidez nos frutos de jabuticaba, como também foi observado por González-Aguilar et al. (2007), ao comparar goiabas tratadas e não-tratadas com MJ em pós-colheita e armazenadas a 5 °C.

O teor de sólidos solúveis presente no fruto influencia a sua qualidade, além de ser um critério de escolha do consumidor. Não houve efeito ($p>0,05$) dos tratamentos com CaCl_2 e MJ no teor de sólidos solúveis (Tabela 1). Neste estudo, os teores de sólidos solúveis apresentaram comportamento semelhante ao da acidez titulável, com decréscimo ao longo dos dias de armazenamento (Figura 6C).

No início do experimento os frutos apresentavam teor médio de sólidos solúveis de 12,2 °Brix e no último dia de avaliação foi verificado teor médio de 11,9 °Brix. Essa redução dos sólidos solúveis se deve, principalmente, ao consumo de açúcares como substrato no processo respiratório (SIQUEIRA, 2012), para manter a sobrevivência do fruto, já que o fruto não tem reserva de amido como em outros frutos, como banana e manga. Resultado semelhante foi observado por Vieites et al. (2011), que notaram redução no teor de sólidos solúveis da jabuticaba ‘Sabará’ armazenada sob diferentes temperaturas.

A relação SS/AT não foi influenciada ($p>0,05$) pela aplicação de CaCl_2 e MJ, após a colheita de frutos de jabuticaba. A relação SS/AT é considerada como índice de maturação do fruto e foi crescente durante o armazenamento refrigerado (Figura 6D). Isso indica um decréscimo na acidez proporcionalmente maior que o observado nos SS. A média no dia zero foi 13,83 e no dia 12 chegou a 19,57 (Figura 6D).

Esses resultados corroboram os de Brunini et al. (2004), que obtiveram aumento no índice de maturação (SS/AT) das jabuticabas correlacionado com a redução da acidez

titulável ao longo do armazenamento. Já a aplicação pós-colheita de diferentes concentrações de MJ em manga aumentou o índice de maturação dos frutos (SS/AT) quando comparados com os do controle (MUENGGAEW et al., 2016), resultado distinto do encontrado no presente trabalho.

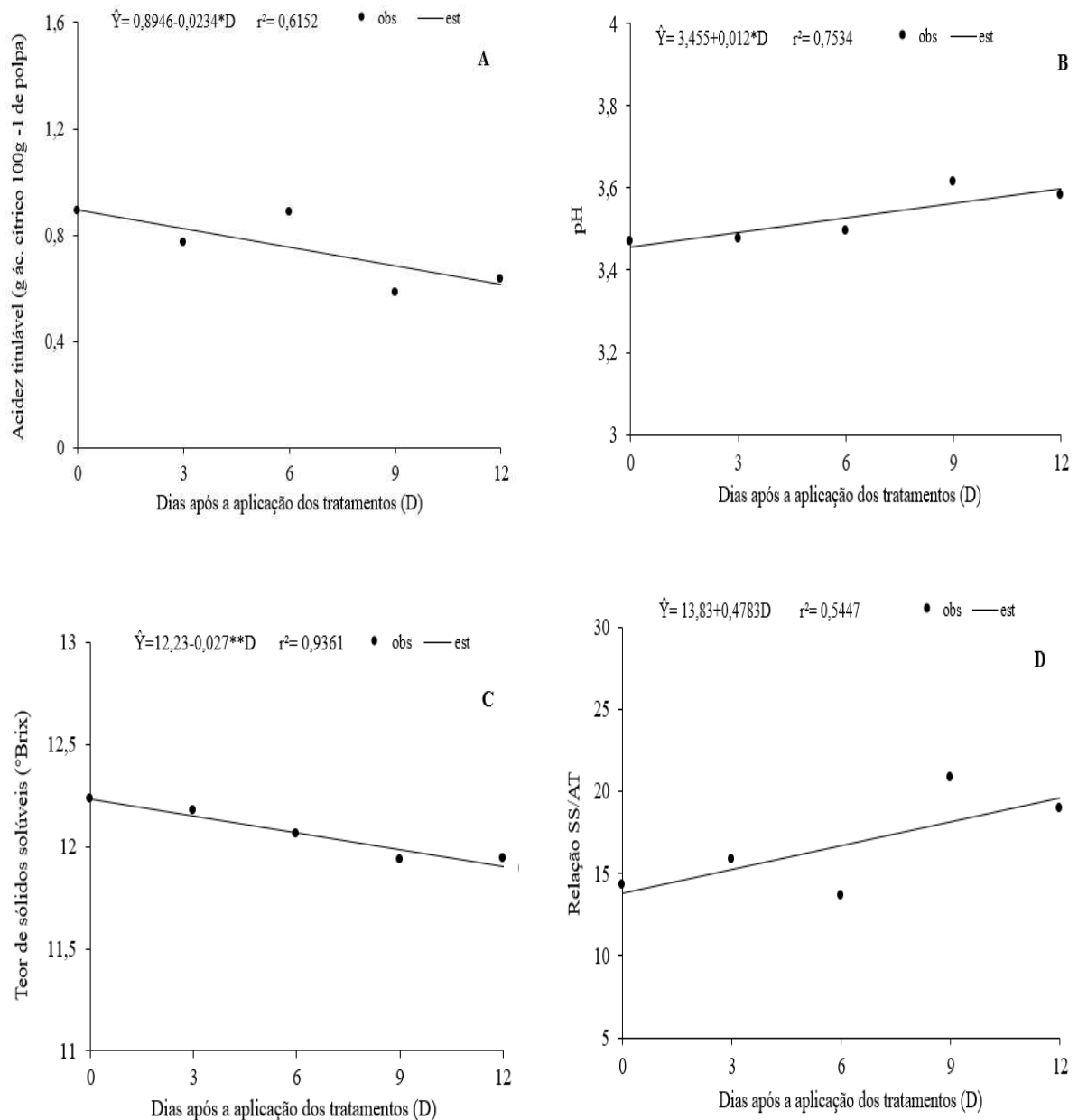


FIGURA 6 - Variação da acidez titulável (g ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa) (A), do pH (B), do teor de sólidos solúveis (°Brix) (C) e da relação SS/AT (D) em frutos de jaboticabeira ‘Sabará’ submetidos a diferentes concentrações de metil jasmonato e cloreto de cálcio em função do tempo de armazenamento a 10 °C (Viçosa, MG, 2018).

CONCLUSÕES

As concentrações de 0,112 g L⁻¹ e 0,224 g L⁻¹ de metil jasmonato e 20 g L⁻¹ e 40 g L⁻¹ de cloreto de cálcio preservaram a qualidade geral dos frutos, como também reduziram a incidência de podridão nos frutos de jabuticaba ‘Sabará’ por maior tempo, quando comparados aos frutos não-tratados, sem alterar as características físicas e químicas dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, J. S.; CÂNDIDO, A. C. S.; TEODÓSIO, T. K. C.; RODRIGUES, J. N.; GARCETE, G. J.; SCALON, S. P. Q. Atmosfera modificada e condições de armazenamento nas características físico-químicas de jabuticabas da cultivar ‘Paulista’. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n.9, p.2601- 2608, 2009.
- BAGHERI, M.; ESNA-ASHARI, M.; ERSHADI, A. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. ‘Karaj’. **International Journal of Horticultural Science and Technology**, Theran, v. 2, n. 1, p. 15-26, 2015.
- BRUNINI, M.A.; OLIVEIRA, A.L.; SALANDINI, C.A.R.; BAZZO, F.R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jabuticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv ‘Sabará’. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p. 378-383, 2004.
- CARDOSO LM, DEUS VA, SILVA EB, ANDRADE JÚNIOR VC, DESSIMONI-PINTO NAV. Qualidade pós-colheita de morangos cv. ‘Diamante’ tratados com cloreto de cálcio associado a hipoclorito de sódio. **Alimento e Nutrição**, v.23, n.4, p. 583-588, 2012.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2005, 783 p.
- CITADIN, I.; VICARI, I.J.; SILVA, T.T.da; DANNER, M.A. Qualidade de frutos de jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*) sob influência de duas condições de cultivo: sombreamento natural e pleno sol. **Revista brasileira de Agrociência**, v.11, n.3, p.373-375, 2005.

DAIUTO, E.; VIEITES, R.; MORAES, M.; EVANGELISTA, R. Qualidade pós-colheita dos frutos de jaboticaba tratada por hidrotermia. **Agronomía Tropical**, v.60, n.3, p. 231-240, 2010.

DE LA ROSA, L.; ALVAREZ-PARILLA, E.; GONZÁLEZ-AGUIAR, G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals**. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. 384 p.

DELPHIM, A.C. **Efeito de tratamentos com cloreto de cálcio, metil jasmonato e aminoetoxivinilglicina na conservação pós-colheita de frutos de açaí (*Euterpe oleracea*)**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

DONADO-PESTANA, C. M.; BELCHIOR, T.; FESTUCCIA, W. T.; GENOVESE, M. I. Phenolic compounds from cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg) fruit attenuate glucose intolerance and adipose tissue inflammation induced by a high-fat, high-sucrose diet. **Food Research International**, v.69, p.170–178, 2015.

EVANGELISTA, R.Z. **Radiação UV-C e cloreto de cálcio na qualidade pós-colheita da jaboticaba ‘Sabará’**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2015.

FAN, L. SHI, J. ZUO, J. GAO, L. LV, J., WANG, Q. Methyl jasmonate delays postharvest ripening and senescence in the non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.120, p.76 -83, 2016.

GARCIA, L.G.C. **Desenvolvimento fisiológico e conservação pós-colheita de jaboticaba**. 2017. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás. Goiás, Goiânia, 2017.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. ZA VALETA-GATICA, R.; HERNÁNDEZ, M.E.T. Efecto del metil jasmonato en las respuestas fisiológicas de guayaba (*Psidium guajava*) almacenada a bajas temperaturas. **Revista Chapingo**. Serie Horticultura, v. 13, n. 1, p. 63-69, 2007.

HENRIQUE, C.M.; PRATI, P.; PARISI, M.M.C.; TAVARES, S. Determination of shelf-life of jaboticaba's fruits cv. ‘Sabará’. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.9, n. 4, p. 320-327, 2015.

KUCUKER, E.; OZTURK, B.; CELIK, S.M.; AKSIT, H. Pre-harvest spray application of methyl jasmonate plays an important role in fruit ripening, fruit quality and bioactive compounds of Japanese plums. **Scientia Horticulturae**, v. 176, p. 162-169, 2014.

MARTINS, R. N.; DIAS, M. S. C.; VILLAS BOAS, E. V. de B.; SANTOS, L. O. Armazenamento refrigerado de banana ‘Prata-Anã’ proveniente de cachos com 16; 18 e 20 semanas. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.31, n.5, p. 1423-1429, 2007.

MEIR, S.; PHILISON-HADAS, S.; LURIE, S.; DROBY, S.; AKERMAN, M.; ZAUBERMAN, G. Reduction of chilling injury in stored avocado, grape fruit and bell pepper by methyl jasmonate. **Canadian Journal of Botany**, v. 74, p. 870–874. 1996.

MOREIRA, M.S.; RIMOLI, P.A.R.; SOUSA, K.D.; CAMPOS, A.J. Cloreto de cálcio na conservação pós-colheita de jaboticaba. In: IV CONGRESSO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 2017, Goiás. **Anais eletrônicos...** Goiás: UEG, 2017. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/10390>. Acesso em: 11 dez. 2018.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, M. C. T.; CECON, P. R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 49-52, 2002.

MUENGKAEW, R.; CHAIPRASART, P.; WARRINGTON, I. Changing of physiochemical properties and color development of mango fruit sprayed methyl Jasmonate. **Scientia Horticulturae**, v.198, p.70-77, 2016.

PINHEIRO, S.C.F.; ALMEIDA, D.P.F. Modulation of tomato pericarp firmness through pH and calcium: Implications for the texture of fresh-cut fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.4, p.119-125, 2008.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2007. 184 p.

ROCHA, A.B.O. Principais métodos físicos de controle de doenças pós-colheita em frutas e hortaliças. **Nucleus**, v.11, n.1, p. 107-114, 2014.

SANCHES, A.G.; DA SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; CORDEIRO, C.A.M. Qualidade e resistência pós-colheita de jaboticabas tratadas com ácido salicílico. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.4, p. 28-40, 2015.

SILVA, A.V.C.; ANDRADE, D.G.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M.A.G.; MUNIZ, E.N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, abr.-jun. 2009.

SILVA, R.S.; SILVA, S.M.; DANTAS, A.L.; MENDONÇA, R.M.N.; GUIMARÃES, G.H.C. Qualidade de uva 'Isabel' tratada com cloreto de cálcio em pós-colheita e armazenada sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 50-56, 2012.

SILVA, B.M.P.; BINOTI, R.M.; CIA, P.; VALENTINI, S.R.T.; BRON, I.U. Efeito do metil jasmonato no amadurecimento e no controle da antracnose em goiaba 'Kumagai'. **Bragantia**, Campinas, v. 76, p. 167-176, 2017.

SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo**. 2012, 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2012.

SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; TURCO, P. H. N.; CIVIDANES, T. M. S.; FARIA, A. M. A cultura da jaboticabeira. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2012.

VENKATACHALAM, K.; MEENUNE, M. Effect of methyl jasmonate on physiological and biochemical quality changes of long kong fruit under low temperature storage. **Fruits**, v. 70, p. 69-75, 2015.

VIEITES RL, DAIUTO ER, MORAES MR, NEVES LC, CARVALHO LR. 2011. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.2, p. 362- 375. 2011.

VIEITES, R.L; SOARES, L.P.R; DAIUTO, E.R; MENDONÇA, V.Z; FURLANETO, K.A; FUJITA, E. Maçã 'Eva' orgânica submetida a aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio. **Nativa**, Sinop, v. 2, n. 4, p. 187-193, 2014.