

**LUAN SALGADO LEOPOLDINO**

**USO DE FITORREGULADORES NA PÓS-COLHEITA DE MANGAS 'CARABAO'**

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

Orientador: Mateus Pereira Gonzatto

Coorientador: Carlos Eduardo M. dos Santos

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

L587u  
2021 Leopodino, Luan Salgado, 1995-  
Uso de fitorreguladores na pós-colheita de mangas  
'Carabao' [recurso eletrônico] / Luan Salgado Leopodino. –  
Viçosa, MG, 2021.  
1 dissertação eletrônica (53 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Mateus Pereira Gonzatto.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 49-53.  
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.019>  
Modo de acesso: World Wide Web.

1. *Mangifera indica*. 2. Etefon. 3. Ácido giberélico.  
4. Ácido salicílico. 5. Plantas - Reguladores. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Agronomia. Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 634.44

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto Pires CRB6 2523

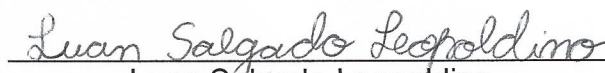
**LUAN SALGADO LEOPOLDINO**

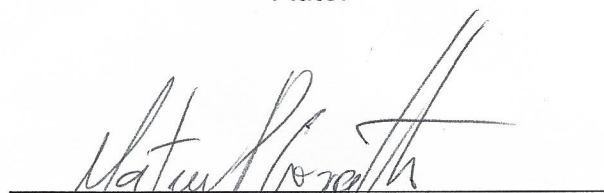
**USO DE FITORREGULADORES NA PÓS-COLHEITA DE MANGAS 'CARABAO'**

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

APROVADA: 02 de agosto de 2021.

Assentimento:

  
\_\_\_\_\_  
Luan Salgado Leopoldino  
Autor

  
\_\_\_\_\_  
Mateus Pereira Gonzatto  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a energia criadora, pela força proporcionada em toda a jornada.

Ao meu pai Flavio Santos Leopoldino, pelo exemplo de retidão moral e de trabalho árduo, e a minha mãe Edilaine Santana Salgado por todo amor de sempre.

Aos meus familiares, em especial ao meu avó João Salgado Filho, por todo o amor proporcionado, não podendo presenciar esse momento, porém vivendo eternamente na minha memória e no meu coração. Aos meus tios José Itamar Boneti e José Fábio Leopoldino por toda ajuda e apoio de sempre

Ao meu Orientador e professor Mateus Pereira Gonzatto, pela paciência, pelo apoio, e por toda a transmissão de conhecimento que foi extremamente necessária na minha jornada.

A minha grande amiga Beatriz Fernandez de Seia Gonçalves pela ótima convivência, pela ajuda e apoio, e claro pela amizade em todos os momentos, tornando a jornada mais proveitosa.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, por me proporcionar a aquisição de conhecimentos importantíssimos para minha carreira profissional.

A todos os funcionários do Setor de Fruticultura da UFV, em especial ao Robson, pela ajuda na realização e condução das análises do nosso experimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## **BIOGRAFIA**

Luan Salgado Leopoldino, filho de Flávio Santos Leopoldino e Edilaine Santana Salgado, nasceu em Viçosa, Minas gerais, em 13 de junho de 1995. Em 2012, concluiu o ensino médio no Colégio Nossa Senhora da Vitoria e posteriormente, em 2013, ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais.

Durante a graduação estagiou no museu de entomologia do departamento de entomologia da Universidade Federal de Viçosa, e também na SANJO (cooperativa agrícola de São Joaquim-SC)

Em janeiro de 2019, graduou-se em Agronomia, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais.

Em julho de 2019, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFV, em nível de Mestrado, realizando a sua defesa de mestrado em julho de 2021.

## RESUMO

LEOPOLDINO, Luan Salgado Leopoldino, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2021. **Uso de fitoreguladores na pós-colheita de mangas 'Carabao'**. Orientador: Mateus Pereira Gonzatto. Coorientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.

A manga é a principal fruta exportada pelo Brasil, em volume e em valor, sendo responsável por mais de um quarto das exportações nacionais. Mesmo assim, o país exporta menos de 20 % de sua produção, sendo o mercado interno o principal destino da manga produzida. Atualmente, há uma maior diversificação de cultivares comercializadas, demandando o desenvolvimento de tecnologias de produção e de pós-colheita para esses genótipos. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação pós-colheita de fitoreguladores na antecipação do amadurecimento, na conservação dos frutos e na redução de podridões em mangas 'Carabao' (*Mangifera indica* L.). Dessa forma, no experimento 1 as mangas 'Carabao' foram submetidas a quatro concentrações de ethephon: 0; 0,5; 1,0; e 2,0 g L<sup>-1</sup>, e dois tempos de imersão (0,5 e 3 minutos). Além disso, os frutos foram avaliados ao longo do período de armazenamento em câmara fria com temperatura do ar de 21,3 ± 0,2°C e umidade relativa do ar acima de 95 %. No experimento 2, as mangas foram submetidas a concentrações de 0 e 100 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico e de 0 e 690,6 mg L<sup>-1</sup> de ácido salicílico e com condições de armazenamento em temperatura de 12° C do dia 06/12/2019 até o dia 16/12/2019 e de 22°C do dia 16/12/2019 até o dia 19/12/2019 e a umidade relativa foi de 90%. O experimento 1 foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, com os tratamentos arranjado em fatorial 2 x 4<sup>2</sup>. O experimento 2 também foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos arranjados em fatorial 2<sup>2</sup>, com cinco repetições. A aplicação de ethephon incrementou a atividade respiratória dos frutos e reduziu a firmeza da polpa. Já, a perda de massa, o teor de acidez, o teor de sólidos solúveis e a cor da polpa não foram afetados pelas diferentes concentrações de ethephon. A mudança de cor da casca, ao longo do armazenamento, foi modificada pelo uso de ethephon, sendo também afetada pelo tempo de imersão dos frutos. A degradação do ácido ascórbico foi afetada pelo tempo de exposição ao ethephon, ao longo do armazenamento, sendo que ethephon reduziu os teores quando utilizado em

imersões de 0,5 minutos. O teor de carotenoides na casca foi incrementado pelo uso de ethephon ( $> 1 \text{ g L}^{-1}$ ). Já concentrações de ethephon entre 0,5 e  $1,0 \text{ g L}^{-1}$ , quando expostas por 0,5 minutos, incrementaram o teor de carotenoides da polpa. A exposição de mangas 'Carabao' a concentrações de ethephon entre 1 e  $2 \text{ g L}^{-1}$  por 0,5 minutos antecipa a sua maturação. O uso de ácido giberélico ou de ácido salicílico reduz a degradação de ácido ascórbico. Além disso, a aplicação de ácido giberélico diminuiu a atividade respiratória e a síntese de carotenoides da polpa de mangas 'Carabao' em pós-colheita. Os diferentes fitorreguladores empregados não afetaram a incidência e severidade de podridões na pós-colheita de mangas 'Carabao'.

**Palavras-chave:** *Mangifera indica* L. Ethephon. Ácido giberélico. Ácido salicílico.

## ABSTRACT

LEOPOLDINO, Luan Salgado Leopoldino, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August 2021. **Plant growth regulators use in 'Carabao' mango postharvest.** Advisor: Mateus Pereira Gonzatto. Co-advisor: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.

Mango is the main fruit exported by Brazil, accounting for more than a quarter of national exports. Even so, the country exports less than 20% of its production, with the domestic market being the main destination of the mango produced. Currently, there is a greater diversification of marketed varieties, requiring the development of production and postharvest technologies for these genotypes. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of postharvest application of plant growth regulators in the anticipation of ripening, fruit preservation and reduction of rots in 'Carabao' mangoes (*Mangifera indica* L.). Thus, in experiment 1 the 'Carabao' mangoes were submitted to four concentrations of ethephon: 0; 0.5; 1.0; and 2.0 g L<sup>-1</sup>, and two immersion times (0.5 and 3 minutes). In addition, the fruits were evaluated throughout the storage period in a cold chamber with air temperature of 21.3 ± 0.2°C and relative humidity above 95 %. In experiment 2, mangoes were subjected to concentrations of 0 and 100 mg L<sup>-1</sup> of gibberellic acid and 0 and 690,6 mg L<sup>-1</sup> of salicylic acid and with storage conditions at temperature of 12° C from day 12/06/2019 until day 12/16/2019 and 22° C from day 12/16/2019 until day 12/19/2019 and relative humidity was 90%. Experiment 1 was conducted in an entirely randomized design with three repetitions, in experiment 1, the treatments were arranged in a 2 x 4<sup>2</sup> factorial design with three repetitions, and in experiment 2, the treatments were arranged in a 2<sup>2</sup> factorial design with five repetitions. The application of ethephon increased the respiratory activity of the fruits and reduced the firmness of the pulp. The loss of mass, acidity, soluble solids content and color of the pulp were not affected by the different concentrations of ethephon. The peel color, throughout storage, was accelerated by the use of ethephon, and was also affected by the immersion time of the fruits. The degradation of ascorbic acid content was affected by the time of exposure to ethephon, throughout storage, and ethephon reduced the levels when used in immersions of 0.5 minutes. The carotenoids content in the peel was increased by the use of ethephon (> 1 g L<sup>-1</sup>). Concentrations of ethephon between 0.5 and 1.0 g L<sup>-1</sup>, when exposed for 30

seconds, increased the carotenoid content of the pulp. Exposure of 'Carabao' mangoes to concentrations of ethephon between 1 and 2 g L<sup>-1</sup> for 0.5 minutes anticipates their maturation. The use of gibberellic acid or salicylic acid reduces the degradation of ascorbic acid. Moreover, the application of gibberellic acid decreased the respiratory activity and the synthesis of carotenoids in the pulp of 'Carabao' mangoes in postharvest. The different plant growth regulators employed did not affect the incidence and severity of rots in postharvest 'Carabao' mangoes.

**Keywords:** *Mangifera indica* L. Ethephon. Gibberellic acid. Salicylic acid.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Aspectos gerais da Mangicultura .....	13
2.2 Uso de fitorreguladores em pós-colheita.....	15
2.3 Uso do ethephon na pós-colheita de manga.....	16
2.4 Uso do ácido giberélico na pós-colheita de manga.....	17
2.5 Uso do ácido salicílico na pós-colheita de manga.....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1 Local em que o experimento foi conduzido e procedimentos iniciais que foram realizados.....	19
3.2 Delineamento experimental e forma de condução dos experimentos.....	19
3.3 Variáveis avaliadas: .....	20
3.3.1 Sólidos solúveis .....	21
3.3.2 Acidez titulável.....	21
3.3.3 Firmeza da polpa .....	21
3.3.4 Razão SS/AT .....	22
3.3.5 Ácido ascórbico .....	22
3.3.6 Carotenoides totais e clorofilas .....	22
3.3.7 Cor dos frutos .....	23
3.3.8 Perda de massa.....	23
3.3.9 Atividade respiratória .....	23
3.3.10 Ocorrência de podridões nos frutos .....	24
3.4 Análises estatísticas.....	24
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
4.1 EXPERIMENTO 1: Uso de ethephon na padronização e antecipação do amadurecimento de mangas ‘Carabao’ .....	25
4.1.1 Sólidos solúveis .....	25
4.1.2 Acidez titulável.....	26
4.1.3 Razão SS/AT .....	27
4.1.4 Firmeza.....	28
4.1.5 Ácido ascórbico .....	29
4.1.6 Atividade respiratória .....	30

4.1.7 Perda de massa dos frutos .....	31
4.1.8 Carotenoides da casca .....	32
4.1.9 Carotenoides da polpa.....	33
4.1.10 Clorofila da casca .....	34
4.1.11 Ângulo de cor da casca (h°).....	37
4.1.12 Incidência e severidade de podridões.....	38
4.2 EXPERIMENTO 2: Uso de ácido giberélico e ácido salicílico na conservação dos frutos e na redução de podridões em mangas ‘Carabao’ .....	39
4.2.1 Características da polpa e atividade respiratória .....	39
4.2.2 Cor e teores de carotenoides da polpa .....	40
4.2.3 Clorofila e Carotenoides da casca .....	42
4.2.4 Ocorrência de podridões.....	43
4.2.5 Perda de massa dos frutos .....	43
4.2.6 Cor da casca.....	44
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Mundialmente, o Brasil é um importante produtor e exportador de manga. Apesar disso, o país exportou apenas 17,2% dos mais de 1,41 milhão de toneladas produzidas em 2019 (ABRAFRUTAS, 2021; IBGE, 2021).

Tradicionalmente, houve sempre um predomínio da cultivar Tommy Atkins no cenário nacional. No entanto, nos últimos anos, vêm ocorrendo mudanças na demanda do mercado, com aumento da preferência de mangas sem presença de fibras na polpa. Nesse contexto, a manga 'Palmer' ganhou maior importância, ultrapassando a 'Tommy Atkins' em volume de comercialização e preço no maior entreposto de frutas do Brasil, a CEAGESP. Essa mudança no padrão de variedades demandadas pelo mercado interno e externo, modificou a frequência de cultivo de diferentes cultivares. Nos últimos anos, no Vale do São Francisco, principal região produtora de manga no Brasil, estima-se que 50% da área colhida seja de manga 'Palmer', 30% de 'Tommy Atkins' e os 20% restantes sejam divididos entre 'Keitt', 'Kent', 'Haden', 'Rosa' e outras (ALMEIDA; LIMA, 2019).

Nesse sentido, pode-se perceber que o mercado sofre constantes alterações. A mangueira 'Carabao' apresenta ótimas características organolépticas como um sabor único e agradável, colheita precoce, além de ser considerada sem presença de fibras na polpa, similarmente à 'Palmer'. Devido a não ser difundida e estudada no Brasil em comparação as principais cultivares, representa uma possível alternativa para atender nichos específicos de mercado.

Cultivares que são pouco cultivadas necessitam de tecnologias específicas de produção, sendo a pós-colheita um dos pontos-chave para determinar a adequada comercialização e acesso a mercados por cultivares de manga. Nesse contexto, o uso de fitorreguladores é uma alternativa potencialmente viável e eficaz para melhorar a qualidade dos frutos, atuando no aumento do período de conservação, padronização e antecipação da maturação, diminuição de problemas ocasionados por fitopatógenos, como por exemplo, a antracnose, e na manutenção da qualidade organoléptica do produto que irá ser fornecido ao mercado consumidor.

Assim, o presente trabalho visa avaliar o efeito da aplicação pós-colheita de fitorreguladores na antecipação do amadurecimento, no retardamento do amadurecimento e na redução da ocorrência de podridões em mangas 'Carabao'. Para tanto, estudou-se o efeito de diferentes concentrações ethephon em diferentes

tempos de imersão ao longo da pós-colheita de frutos de mangueira 'Carabao' em relação ao processo de amadurecimento. Além disso, avaliou-se o uso em pós-colheita do ácido giberélico e do ácido salicílico na ocorrência de podridões e na manutenção da qualidade dos frutos da mangueira 'Carabao'.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos gerais da Mangicultura

A mangueira (*Mangifera indica* L.) tem como centro de origem a região Sul da Ásia, as regiões da Índia e do território indochinês, e vem sendo cultivada e produzida há aproximadamente quatro mil anos. A disseminação da cultura da manga ao redor do mundo ocorreu pela implementação de um canal comercial entre a região da Ásia e da Europa. Os portugueses foram os precursores a estabelecerem os contatos comerciais iniciais relacionados à cultura (GENÚ; PINTO, 2002).

Existem duas raças que derivam de diferentes centros de origem e diferem entre si, uma delas originária da Índia, e a outra da região das Filipinas e sudoeste da Ásia. A raça proveniente da Índia possui baixa tolerância à umidade, coloração vermelha intensa e um aroma forte. São também monoembriônicos e suscetíveis ao ataque de fungos. Já cultivares provenientes das Filipinas possuem uma cor verde-pálido ou vermelho-vivo, são poliembrionicos e possuem maior resistência ao ataque de fungos (KUSUMO *et al.*, 1984).

A produção de frutas tropicais está em crescente expansão, desenvolvimento e produtividade no mundo. A manga é uma cultura que tem posição de destaque no Brasil, com uma produção aproximada de 1,41 milhão de toneladas, sendo produzidas em 67,3 mil hectares, com um rendimento médio de frutos de 21 toneladas por hectare. A produção é concentrada nas regiões Nordeste e Sudeste, responsáveis por 77,3% e 21,8%, respectivamente. Os principais estados produtores são Pernambuco, Bahia, São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2021).

A cultura da mangueira possui também grande importância na geração e manutenção de empregos de forma direta e indireta, setor que vem ascendendo nos últimos tempos. De acordo com a pesquisa realizada pela CIM (2014), os empregos gerados de forma direta no setor do cultivo da mangueira em todo o Brasil foram incrementados de 5.950 para 7.003 entre os anos de 2012 e 2014, o que representa um aumento de 17,7% no período em questão. A maioria dos empregos gerados é de forma fixa e, de acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego, nesse setor ocorre uma estabilidade na taxa de empregabilidade, ou seja, a cultura exige mão de obra durante o ano todo (MTE, 2017).

Das frutas produzidas, processadas e comercializadas no Brasil, a manga é a

fruta mais exportada em termos de valor e volume (ABRAFRUTAS, 2021), por apresentar características organolépticas excelentes para o consumo in natura. Apesar da exportação de manga processada não ultrapassar 0,02% da produção total mundial, empresas do ramo de processamento de frutas no Brasil e no mundo estão cada vez apresentando maior interesse no processamento dessa fruta (PINTO; NETO; GUIMARÃES, 2011). Em suma, a manga cultivada e produzida no Brasil apresenta cada vez mais um grande potencial competitivo no mercado internacional tanto em termos de preço e custos de produção, como em termos de qualidade nutricional (LUCAFÓ; BOTEON, 2001).

De acordo com Pinto, Neto e Guimarães (2011), uma cultivar de mangueira, para apresentar qualidade adequada, deve desenvolver as seguintes características: altos rendimentos de frutos, produção regular, facilidade no manejo, adaptação a condições climáticas adversas na região onde foi cultivado, apresentar resistência às principais pragas e doenças, e características fisiológicas e morfológicas como: frutos ovalados, cor da polpa laranja intenso, possuir pouca fibrosidade e um alto teor de sólidos solúveis (acima de 18%), não apresentar desordens fisiológicas, possuir resistência ao transporte, manuseio e uma vida pós-colheita adequada.

A mangueira é uma árvore que apresenta estrutura frondosa, que varia de porte médio a grande, com a copa arredondada, simétrica e de folhas normalmente sempre verdes, variando de baixa e densa a ereta e aberta. A forma da copa pode variar de arredondada baixa a piramidal alta. Os frutos em geral apresentam grande variação em relação à coloração, ao formato, ao tamanho e ao sabor. A cor apresenta uma escala de variação do verde ao vermelho, correlacionado ao estágio de desenvolvimento e ao cultivar. O formato pode ser oval ou oblongo, e o peso pode variar apresentando desde gramas até quilogramas (HULME, 1971).

Os pomares comerciais de mangueira no Brasil baseiam-se em algumas cultivares principais, sendo elas: 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Palmer', 'Keitt', 'Kent', 'Espada', 'Rosa', 'Carabao' e 'Ubá' sendo algumas destinadas ao consumo *in natura* e outras para processamento e uso industrial (OLIVEIRA ARAÚJO; MORAES; CARVALHO, 2017).

A mangueira 'Carabao' é proveniente de raças oriundas das Filipinas. É vigorosa, formando uma copa larga, grande e densa. O fruto apresenta coloração variando entre verde e amarelo brilhante, corado com pequenas manchas verdes. É um fruto pequeno, com peso de aproximadamente 300g e apresenta sabor e aroma

agradáveis. Apresenta maturação precoce, sabor adocicado e baixa acidez, além de pouca fibra na polpa. É uma cultivar com sementes poliembriônicas, com resistência à mancha angular (*Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*). (LITZ, 2009).

## 2.2 Uso de fitorreguladores em pós-colheita

Fitorreguladores, também denominados reguladores de crescimento, são compostos que agem modulando o metabolismo do vegetal, sendo substâncias de origem sintética que, quando aplicadas em tecidos vegetais agem similarmente a hormônios, alterando, promovendo, inibindo ou modificando diversos processos fisiológicos .

O mecanismo de atuação dos fitorreguladores depende não apenas de suas composições e características bioquímicas, mas também de como ocorre o contato entre o fitorregulador e o determinado tecido-alvo, sendo assim, um mesmo fitorregulador pode produzir diferentes efeitos e consequências, dependendo da localidade no qual estiver sendo aplicado (diferentes tecidos e órgãos), dos níveis de concentração utilizados e do estágio fenológico de um mesmo tecido (PETRI *et al.*, 2016).

Fitorreguladores são utilizados buscando diferentes objetivos, podendo ser usados em processos de formação de mudas, micropropagação, controle do crescimento e desenvolvimento das plantas, indução de floração e raleio de estruturas reprodutivas para aumentar o tamanho e qualidade dos frutos. Além disso, são cada vez mais usados na pós-colheita de frutas, servindo para melhorar as características morfológicas, organolépticas, controlar o processo de maturação e prover melhoria na qualidade dos tecidos (PETRI *et al.*, 2016)

O uso de fitorreguladores em pré-colheita vem sendo utilizado há bastante tempo. Tem-se tornado cada vez mais frequente seu uso também em pós-colheita de frutas, visando objetivos como: melhorar a forma das frutas, controlar a maturação, melhorar a qualidade das frutas e auxiliar na conservação das frutas. A sua aplicação se explica devido, principalmente, a ação sinergista, antagonista ou inibidora em relação ao efeito do etileno, conseqüentemente regulando o amadurecimento e senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### 2.3 Uso do ethephon na pós-colheita de manga

O ethephon, ou ácido 2-cloroetilfosfônico, é uma alternativa para uso na pós-colheita de frutos, quando se visa resultados como: aceleração e uniformização da maturação de frutos, desverdecimento de cítricos, formação da cor vermelha em maçã, aceleração da perda de adstringência de caquis, aumento da concentração de antocianina e do conteúdo açúcares em frutos. (VIEIRA, 2019)

A síntese de etileno em frutos ocorre a partir do aminoácido metionina, com a formação de dois intermediários principais: a S-adenosil-metionina (SAM) e o ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O etileno é um composto gasoso que apresenta estrutura química simples, sendo considerado um hidrocarboneto insaturado. Foi identificado inicialmente como um regulador de crescimento vegetal, em 1901. Posteriormente, foi observado e analisado que sua síntese ocorria de forma natural nos tecidos vegetais, regulando grande gama de respostas fisiológicas em plantas, dentre elas a germinação de sementes, expansão e diferenciação celular, senescência e abscisão, além de respostas aos estresses bióticos e abióticos e o amadurecimento (KIEBER, 2004).

O etileno apresenta um processo difusivo acelerado, desse modo, é difícil realizar a aplicação de etileno na forma gasosa no campo, sendo assim, utiliza-se o ethephon, um composto que tem a capacidade de liberar etileno. Após a absorção do ethephon pela planta, em  $\text{pH} > 3,5$ , o etileno é liberado próximo ao seu sítio de ação, devido a isso, levando a um aumento da sua resposta fisiológica (BRACKMANN *et al.*, 2007).

O ethephon apresenta eficiência na antecipação e padronização da mudança de coloração da casca de vários frutos não-climatéricos e no amadurecimento de frutos climatéricos, quando utilizado na pós-colheita, como, por exemplo, de banana (SALOMÃO & MAIA, 2004). A aplicação de etileno em pré e pós-colheita em frutos climatéricos causa a antecipação e aumento da respiração climatérica e conseqüentemente o amadurecimento, sem, no entanto, alterar a forma da curva da respiração climatérica (FINGER; VIEIRA, 2002).

Em mangas 'Uba' que foram tratadas com concentrações de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  de ethephon após a colheita, houve antecipação de mudanças da cor da casca e polpa, em relação aos frutos não tratados (MORAES, 1988). Braz *et al.* (2008) em trabalho com mangas 'Tommy Atkins' e 'Ubá' com uso de concentração de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  de

ethephon, por 3 minutos, em pós-colheita, verificou a aceleração dos processos fisiológicos associados ao amadurecimento, obtendo frutos com características desejáveis em um menor período de armazenamento, sob condição ambiente. Lacap *et al.* (2019) em trabalho com manga 'Carabao' e aplicação de 500, 1000 e 1500  $\mu\text{L L}^{-1}$  de ethephon em pós-colheita, observou a aceleração do processo de maturação dos frutos.

#### **2.4 Uso do ácido giberélico na pós-colheita de manga**

As giberelinas têm importante função na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas (MONTEIRO, 1985). Esses fitorreguladores estão presentes em diferentes quantidades por toda estrutura vegetal das plantas, causando efeitos consideráveis no alongamento de caules e folhas, e estimulando tanto a divisão quanto o alongamento celular (RAVEN *et al.*, 2000). O ácido giberélico ( $\text{GA}_3$ ) é um dos reguladores de crescimento que apresenta em seu mecanismo de ação propriedades que retardam a senescência, apresentando também função antagonista ao etileno, atrasando os processos de amadurecimento e transformação da cor de frutas climatéricas (Wahdan *et al.*, 2011).

Segundo Taiz e Zeiger (2013) a giberelina pode ser usada para retardar o processo de amadurecimento dos frutos, afetando principalmente as mudanças de cor e o amadurecimento da casca. Além disso, a aplicação de ácido giberélico apresenta importante função na redução do amolecimento da casca, da perda de clorofila e do acúmulo de carotenoides (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em mangas 'Tainong' tratadas com ácido giberélico na pós-colheita usando-se concentrações de 200  $\text{mg L}^{-1}$  e 300  $\text{mg L}^{-1}$ , verificou-se redução do processo de amadurecimento e de mudanças na cor dos frutos, além da diminuição do incremento dos teores de sólidos solúveis, de ácido ascórbico, e redução na perda de peso durante o armazenamento, prolongando assim o período de vida útil (Feng *et al.*, 2016).

De acordo com Khader *et al.* (1988), mangas 'Mallika' tratadas com ácido giberélico em concentração de 200  $\text{mg L}^{-1}$  na pós-colheita tiveram sua vida útil estendida em 2 a 3 dias, em condições ambientais de armazenamento. Khader *et al.* (1992), novamente em trabalho com mangas 'Mallika' com uso de concentração de 200  $\text{mg L}^{-1}$  de ácido giberélico em pós-colheita, verificou um significativo atraso no

amadurecimento, conforme evidenciado pela cor, aroma e seus constituintes bioquímicos durante o armazenamento.

## 2.5 Uso do ácido salicílico na pós-colheita de manga

O ácido salicílico é um composto fenólico natural que tem papel importante no crescimento e desenvolvimento das plantas, incluindo na interferência da síntese de etileno em plantas, pois age retardando os efeitos desse hormônio, atuando na redução da atividade da ACC oxidase, enzima precursora para sua síntese, e consequentemente auxiliando na conservação dos frutos (RASKIN, 1992). O tratamento químico com ácido salicílico na pós-colheita tem sido um dos métodos mais utilizados para o controle do agente da antracnose em manga, doença que causa prejuízos enormes à cultura (CAMILLI *et al.*, 2007).

Este fitorregulador atua de forma endógena como uma molécula sinalizadora, e regula diversos estresses bióticos e abióticos nas plantas, sendo uma função essencial do AS a ativação de defesa nas plantas e prevenção contra fitopatógenos. Aplicações exógenas de ácido salicílico induzem efetivamente a expressão gênica de proteínas envolvidas na indução da resistência sistêmica adquirida (MALAMY; KLESSIG, 1992)

Jianliang *et al.* (2003), em experimento com manga, e utilizando concentrações de 0, 50, 100, 150, 200 e 250 mg L<sup>-1</sup> de ácido salicílico observou que a aplicação induziu resistência contra a antracnose. Comportamento também observado por He *et al.* (2016) verificando que aplicações de ácido salicílico em concentrações de 0, 0,5, 1, 2 e 5 mM reduziram o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* inoculados em frutos de mangas 'Tainong'. Shehzad *et al.* (2016), trabalhando com manga 'Kingston', e utilizando concentrações de 0, 8, 12 e 16 mM verificou a influencia do ácido salicílico na conservação dos frutos, mantendo a qualidade durante o período de armazenamento.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local em que o experimento foi conduzido e procedimentos iniciais que foram realizados**

Os frutos de manga 'Carabao' foram colhidos de número de plantas, apresentando idade de, sendo que os porta-enxertos utilizados foram. A colheita ocorreu no pomar experimental da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão Sementeira (UEPE) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) localizada no município de Visconde do Rio Branco - MG. A colheita das amostras ocorreu no início do mês de dezembro, quando os frutos estavam em estágio mínimo necessário para evoluírem em pós-colheita ( $SS \geq 7,0 \%$ ). Posteriormente, os frutos foram transportados para o Setor de Fruticultura do Departamento de Agronomia (DAA/UFV), onde foram selecionados e realizou-se limpeza com água e detergente. Após esse processo, os frutos foram sanitizados em solução de hipoclorito de sódio ( $200 \text{ mg L}^{-1} \text{ Cl ativo}$ ), por imersão por 3 minutos.

Após a recepção e seleção e sanitização dos frutos, foi retirada amostra inicial para caracterização, antes da implantação dos experimentos ( $n = 4, 6$  frutos por amostra). Essas amostras foram caracterizadas da mesma forma que as unidades experimentais dos dois experimentos descritos na sequência.

#### **3.2 Delineamento experimental e forma de condução dos experimentos**

Foram implantados dois experimentos, ambos em delineamento inteiramente casualizado. No experimento 1 foram utilizados seis frutos por unidade experimental, já no experimento 2 foram utilizados oito frutos por unidade experimental.

No experimento 1 os tratamentos foram arrançados em fatorial  $2 \times 4^2$ , com três repetições, totalizando 96 unidades experimentais. Os frutos foram submetidos a quatro concentrações de ethephon (Ethrel®,  $240 \text{ g L}^{-1}$  ethephon) (0; 0,5; 1,0; e  $2,0 \text{ g L}^{-1}$ ) em dois tempos de imersão (0,5 e 3,0 min), e avaliados ao longo de quatro períodos de armazenamento (3, 5, 7 e 10 dias). Os frutos foram armazenados em câmara fria com temperatura do ar de  $21,3 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$  e umidade relativa do ar superior a 95%.

No experimento 2, os tratamentos foram arrançados em fatorial  $2^2$ , com cinco

repetições, totalizando 20 unidades experimentais. O experimento constou de concentrações de 0 e 100 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico (Pro Gibb 400®, 400 g kg<sup>-1</sup>) e de 0 e 690,6 mg L<sup>-1</sup> (equivalente a 5 mmol L<sup>-1</sup>) de ácido salicílico (ácido salicílico Synth®, 99 % de pureza). As condições de armazenamento em temperatura foram de 12 ± 0,2 °C nos 10 primeiros dias (06/12/2019 até o dia 16/12/2019) e de 22 ± 0,4° C nos 3 últimos dias (16/12/2019 até o dia 19/12/2019), sendo os frutos avaliados 10 e 13 dias após a implantação do experimento. A umidade relativa de armazenamento foi de 90 %.

**Tabela 1** - Caracterização inicial das mangas ‘Carabao’ utilizadas nos experimentos, colhidas em 06/12/2019, Viçosa, MG, 2021.

<b>Variável</b>	<b>Média (± desvio padrão)</b>
Massa (g fruto <sup>-1</sup> )	240,5 ± 16,7
Diâmetro maior (mm)	64,1 ± 0,67
Diâmetro menor (mm)	58,1 ± 0,60
Sólidos solúveis (SS, %)	7,9 ± 0,2
Acidez titulável (AT, %)	2,05 ± 0,06
Firmeza (N)	18,42 ± 0,88
Ácido Ascórbico (mg 100 g <sup>-1</sup> )	38,57 ± 0,98
Atividade Respiratória (mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	66,98 ± 6,91
Ângulo de cor da Casca (h°)	106,09 ± 0,38
Clorofila <i>a</i> da casca (mg 100 g <sup>-1</sup> )	0,74 ± 0,04
Clorofila <i>b</i> da casca (mg 100 g <sup>-1</sup> )	8,98 ± 1,60
Clorofila total da casca (mg 100 g <sup>-1</sup> )	9,72 ± 1,58
Carotenoides da casca (mg 100 g <sup>-1</sup> )	0,01 ± 0,01
Carotenoides da polpa (mg 100 g <sup>-1</sup> )	0,16 ± 0,05

### 3.3 Variáveis avaliadas:

A resposta às aplicações de fitoreguladores em pós-colheita na manga ‘Carabao’ foi estimada através das seguintes variáveis:

### **3.3.1 Sólidos solúveis**

A análise dos sólidos solúveis foi determinada realizando-se três leituras em refratômetro digital Atago pocket pal<sup>-1</sup>, com leitura na faixa de 0 a 32° Brix (percentual de sólidos solúveis), após homogeneização de alíquotas da polpa de seis frutos (experimento 1) e oito frutos (experimento 2). Os dados foram expressos em percentual (LUTZ, 2008).

### **3.3.2 Acidez titulável**

A acidez titulável foi analisada retirando-se amostras compostas da polpa dos frutos, com massa aproximada de 2,0 g. As amostras foram trituradas em homogeneizador de tecidos, juntamente com 50 mL de água destilada. Posteriormente, foram transferidas para *erlenmeyers*, completando-se o volume para 100 mL, com água destilada. Foram adicionadas a este extrato, 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. A equação de cálculo que foi utilizada é:  $AT = \frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times n}$ , onde: V é o volume da solução de hidróxido de sódio utilizado na titulação, em mL; M é a concentração da solução de hidróxido de sódio, em mol L<sup>-1</sup>; P é a massa da amostra em g; PM é a massa molar de ácido cítrico em g; n é o número de hidrogênios ionizáveis por molécula do ácido ; e f é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100 g de polpa (LUTZ, 2008).

### **3.3.3 Firmeza da polpa**

A análise para determinar a firmeza da polpa foi realizada retirando-se uma porção da casca na região mediana dos frutos sem a compressão ou esmagamento da polpa. A seguir, a polpa do fruto foi submetida a uma força até que o tecido não apresentasse mais resistência. A força foi aplicada por meio da ponta chata de aço inoxidável 8 mm de diâmetro do penetrômetro modelo DD-200 e marca Force Gauge. A firmeza foi expressa em Newtons (N) (AOAC, 1997).

### 3.3.4 Razão SS/AT

A razão SS/AT foi obtida através do quociente entre sólidos solúveis e acidez titulável. Esta variável é adimensional (LUTZ, 2008).

### 3.3.5 Ácido ascórbico

As análises referentes aos teores de ácido ascórbico foram determinadas por titulação com reagente de Tillman [2,6 diclorofenolindofenol (sal sódico) a 0,1%] em amostras compostas da polpa de seis e oito frutos, do experimento 1 e 2, respectivamente. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup> de massa fresca da polpa (AOAC, 1997). A equação utilizada para obtenção dos teores de vitamina c foi:

$$\text{ácido ascórbico (mg/100g)} = \frac{VxFx100}{A}$$

Onde: V é o volume da solução de Tillmans utilizado na titulação em mL; f é o fator da solução de Tillmans; e A é o volume da amostra em mL.

### 3.3.6 Carotenoides totais e clorofilas

As análises dos teores de carotenoides totais e clorofilas foram determinadas pela metodologia descrita por Lichtenthaler para determinação de carotenoides e clorofila de casca e polpa de manga, e posteriormente lidas em espectrofotômetro Femto 600. As equações utilizadas foram:

$$\text{Clorofila a (Ca)} = 12,25A_{663,2} - 2,79A_{646,8}$$

$$\text{Clorofila b (Cb)} = 21,50A_{646,8} - 5,10A_{663,2}$$

$$\text{Carotenoides (Cc)} = [1000A_{470} - (1,82Ca + 85,02Cb)] / 198$$

Onde  $A_{663,2}$  é a absorvância no comprimento de onda 663,2 nm;  $A_{646,8}$  é a absorvância no comprimento de onda 646,8 nm e  $A_{470}$  é a absorvância no comprimento de onda 470 nm. Os resultados foram multiplicados por 25, valor referente ao volume da proveta, e divididos pela massa de polpa e casca da amostra pesada, sendo expressos em mg 100 g<sup>-1</sup> de polpa e mg 100 g<sup>-1</sup> de casca

(LICHTENTHALER, 1987).

### **3.3.7 Cor dos frutos**

A cor da casca foi medida na região central em lados opostos do fruto e a cor da polpa foi avaliada na região central em ambos os lados do fruto. Para estas análises, utilizou-se o colorímetro Minolta color reader CR-10, que forneceu os valores de L, a, b, sendo calculados posteriormente C e  $h^\circ$ . O coeficiente L (luminosidade) varia de 0 (preto) a 100 (branco); o a varia do verde (-60) ao vermelho (+60); o b vai do azul (-60) ao amarelo (+60). A cromaticidade (C) é a pureza, saturação ou intensidade da cor, sendo 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  $h^\circ$  (ângulo de cor) é o ângulo entre a hipotenusa e  $0^\circ$  no eixo a e é calculado por:  $h^\circ = \arctang(b/a)$  e, para interpretação apropriada, o  $h^\circ$  varia de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , sendo  $0^\circ$  – vermelho  $90^\circ$  – amarelo,  $180^\circ$  – verde e  $270^\circ$  - azul (MCGUIRE, 1992).

### **3.3.8 Perda de massa**

Os frutos foram pesados em balança eletrônica de precisão de 0,1 g. Inicialmente foram pesados na caracterização inicial e depois levados novamente para a câmara fria. Posteriormente foram pesados em três dias com períodos de armazenamento diferentes, e a perda de massa (PM) foi calculada de acordo com a equação:  $PM = \frac{Massa\ inicial - Massa\ final}{massa\ inicial} \times 100$ , sendo os resultados expressos em percentual (AOAC, 1997).

### **3.3.9 Atividade respiratória**

A análise da produção de  $CO_2$  pelos frutos foi determinada por cromatografia gasosa, dessa forma, os frutos foram acondicionados em frascos de vidro herméticos, e posteriormente feitos os procedimentos de leitura adequados no cromatógrafo Gow Mac série 550 *thermal conductivity detector*. A equação utilizada para o cálculo da atividade respiratória foi:

$$\text{Atividade Respiratória} = \frac{(mCO_2P) \times \left(\frac{APA}{APP}\right) \times \left(\frac{VG}{VI}\right)}{(TA) \times (MT)}$$

Onde:  $MCO_2P$  é a massa de  $CO_2$  padrão em g;  $APA$  é a área do pico da amostra;  $APP$  é a área do pico do padrão;  $VG$  é o volume da fase gasosa do frasco de vidro em mL;  $VI$  é o volume injetado da amostra em mL;  $TA$  é o tempo de acúmulo no frasco em h;  $MT$  é a massa total dos frutos em kg. Os resultados foram expressos em g de  $CO_2$   $kg^{-1} h^{-1}$ . (AOAC, 1997).

### **3.3.10 Ocorrência de podridões nos frutos**

Foi utilizada a escala para verificação e quantificação do nível de incidência e severidade de podridões na casca da manga, por meio de escala descritiva variando de 0 a 5, da seguinte forma: 0: sem ocorrência de podridões; 1: até 1% da área do fruto com sintomas; 2: 1 a 5% da área do fruto com sintomas; 3: 6 a 9% da área do fruto com sintoma; 4: 10 a 49% da área do fruto com sintoma; 5: mais de 50% da área do fruto com sintoma (CORKIDI *et al.*, 2006).

A frequência percentual de frutos com sintomas (1 a 5 na escala descritiva) determinou a incidência de frutos com podridões (IA). O índice de doença de McKinney (ID), conforme descrito em Bovolini *et al* (2018), também foi calculado para estimar a severidade de podridões nos frutos.

### **3.4 Análises estatísticas**

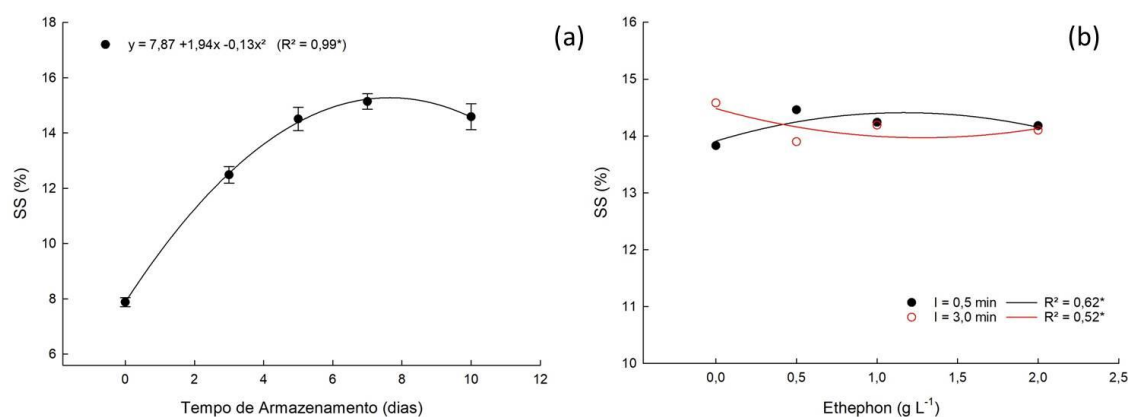
Todos os dados obtidos foram submetidos a análises de variâncias, após a verificação dos pressupostos. Quando pertinente, as médias foram comparadas por teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) ou por análise de regressão polinomial ou não-linear. Para tanto, foram utilizados os programas estatísticos SAS 9.4® e Sigma Plot 14.0®.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 EXPERIMENTO 1: Uso de ethephon na padronização e antecipação do amadurecimento de mangas ‘Carabao’

#### 4.1.1 Sólidos solúveis

Em relação ao teor de sólidos solúveis das mangas ‘Carabao’, observou-se um crescimento com ajuste quadrático em relação ao período de armazenamento, obtendo-se um valor máximo de 15,3% no sétimo dia de armazenamento, independentemente das concentrações de ethephon e dos tempos de imersão utilizados (Figura 1a). Na Figura 1b, pode-se observar uma interação entre as concentrações de ethephon e os tempos de imersão dos frutos. Em tempos de imersão de 0,5 minutos, as concentrações de 1,17 g L<sup>-1</sup> ethephon propiciaram os maiores valores médios de sólidos solúveis (14,4%). Já em tempos de exposição de 3 minutos, observa-se uma redução no teor de sólidos solúveis até a concentração de 1,28 g L<sup>-1</sup>. Contudo, o efeito das diferentes doses de ethephon foi bastante pequeno sobre o teor de sólidos solúveis da manga ‘Carabao’, fazendo-o variar menos de 1%.



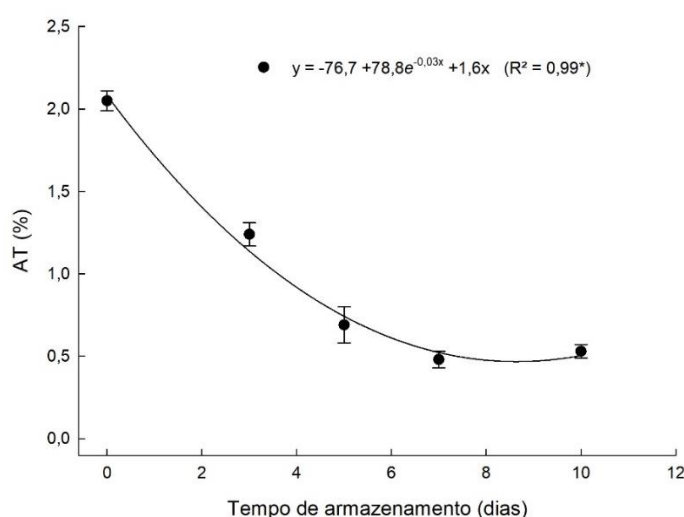
**Figura 1:** Teor de sólidos solúveis (SS) da polpa de mangas ‘Carabao’ submetidas a diferentes tempos de imersão e concentrações de ethephon ao longo do armazenamento. (a) Teor de SS no decorrer do período de armazenamento. (b) Efeito da interação entre tempos de imersão e concentrações de ethephon sobre o teor de SS. Viçosa, MG, 2021

De acordo com Natividad Ferrer (1987) o teor de SS nos frutos de manga

apresenta variação de 6,65 a 21,9%, dependendo do cultivar e do estágio de maturação do fruto. O aumento de sólidos solúveis no decorrer do período de maturação deve-se ao processo de hidrólise dos carboidratos de reserva que foram acumulados durante o crescimento e desenvolvimento do fruto na planta e, como produto dessa hidrólise, ocorre o aumento de açúcares solúveis totais (SIGRIST, 1992). Braz *et al.* (2008), em trabalho similar com mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Ubá’ com aplicação de ethephon em pós-colheita, verificou a aceleração do processo de amadurecimento e o aumento do teor de sólidos solúveis no decorrer do período de armazenamento, devido à hidrólise dos carboidratos de reserva.

#### 4.1.2 Acidez titulável

A acidez titulável apresentou comportamento de decaimento exponencial ao longo do tempo de armazenamento, independentemente das concentrações de ethephon empregadas e dos diferentes tempos de imersão. Os valores da acidez titulável reduziram no decorrer do período de armazenamento (Figura 2), apresentando o menor valor (0,47%) no oitavo dia de armazenamento.



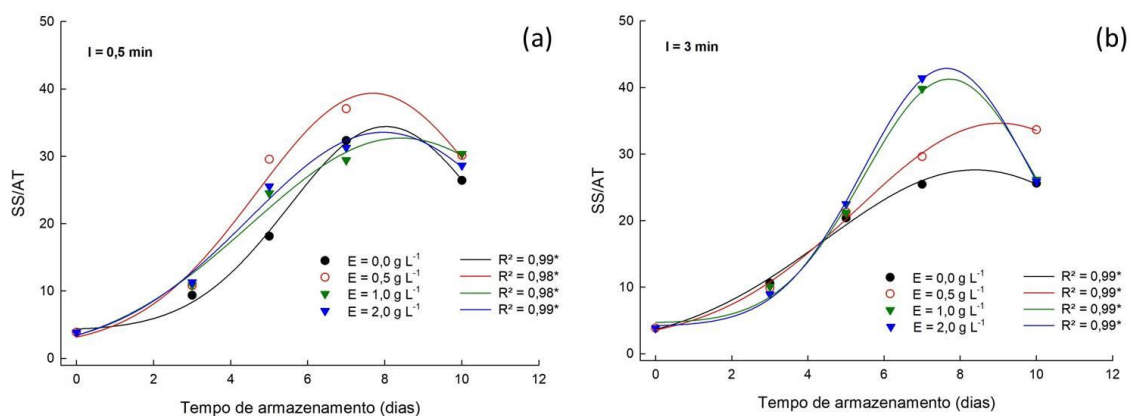
**Figura 2:** Acidez titulável (AT) da polpa de mangas ‘Carabao’ submetidas a diferentes tempos de imersão e concentrações de ethephon ao longo do armazenamento. Viçosa, MG, 2021

De acordo com Manica (2001), na manga ocorre um maior teor dos ácidos cítrico e málico em comparação aos demais ácidos orgânicos. A acidez titulável da

manga, normalmente, apresenta uma variação de 0,17 a 3,66%, em estágio inicial de maturação, e de 0,11 a 0,56 % quando maduras, variando também de acordo com o cultivar. A redução da acidez titulável decorre devido ao consumo de ácidos orgânicos no ciclo dos ácidos tricarboxílicos (ciclo de Krebs) no interior das mitocôndrias, utilizados como substrato da respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Silva *et al.* (2012), em trabalho com aplicação de etileno na pós-colheita em manga 'Ubá', observaram a redução da acidez, apresentando valores similares, devido à sua utilização como substrato da respiração, ratificando o seu consumo no processo respiratório durante a maturação.

#### 4.1.3 Razão SS/AT

A relação SS/AT apresentou interação significativa entre a concentração de ethephon, o tempo de imersão e o período de armazenamento. Ao longo do tempo de armazenamento, SS/AT foram ajustados pelo modelo gaussiano. Os valores de SS/AT cresceram com o tempo, devido ao aumento do teor de SS e do decréscimo da acidez titulável. No tempo de imersão de 0,5 minutos, os maiores valores foram observados na concentração de 0,5 g L<sup>-1</sup> de ethephon, em que as mangas 'Carabao' atingiram valores de SS/AT de 39,4 no sétimo dia de armazenamento (Figura 3a). Já no tempo de imersão de 3 minutos, os incrementos mais significativos foram observados nas concentrações de 1,0 e 2,0 g L<sup>-1</sup>, atingindo aos sete dias de armazenamento valores de 42,9 e 41,3, respectivamente (Figura 3b).

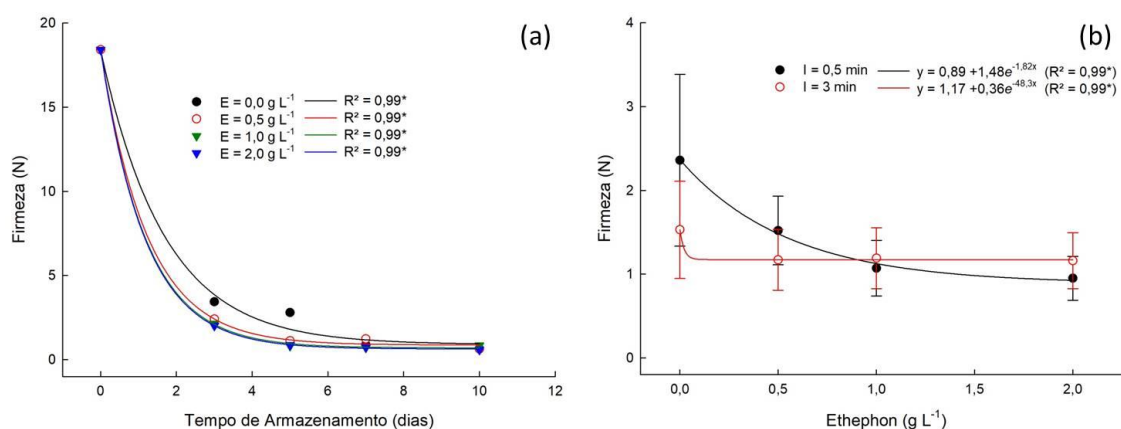


**Figura 3:** Razão SS/AT da polpa de mangas ‘Carabao’ submetidas a diferentes concentrações de ethephon ao longo do armazenamento, em tempos de imersão de 0,5 (a) e 3,0 (b) minutos. Viçosa, MG, 2021

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a razão SS/AT é um ótimo indicador do estágio de maturidade fisiológica, além de ser mais representativa que a medição isolada de SS e AT, sendo usado em frutos de várias espécies, inclusive em manga (CHITARRA; CHITARRA, 2005) De acordo com Medlicott e Reynolds (1988), para a obtenção de um sabor aceitável, a relação SS/AT deve apresentar valor mínimo entre 10 e 12,3, sendo que os resultados obtidos apresentam valores maiores, corroborando o processo de maturação e o ponto de consumo aceitável. Silva *et al.* (2012) em trabalho com aplicação de etileno na pós-colheita em manga ‘Ubá’ observaram resultados semelhantes, verificando o incremento da relação SS/AT, devido à aceleração da maturação.

#### 4.1.4 Firmeza

A firmeza da polpa apresentou interação significativa entre as concentrações de ethephon e o período de armazenamento, e entre as concentrações de ethephon e os tempos de exposição. Ao longo do período de armazenamento e em função das concentrações de ethephon, a firmeza observada nas mangas ‘Carabao’ apresentou um comportamento de decaimento exponencial (Figura 4).



**Figura 4:** Firmeza da polpa de mangas ‘Carabao’ submetidas a diferentes concentrações de ethephon (E) ao longo do armazenamento (a) e o efeito de diferentes concentrações de ethephon e tempos de imersão (I) (b). Viçosa, MG, 2021

Na interação entre o tempo de armazenamento e as concentrações de ethephon, a maior redução de firmeza observado no decorrer do período de armazenamento foi da concentração de 2 g L<sup>-1</sup> de ethephon com valor de 0,63 N. Até os 5 dias de armazenamento, as mangas 'Carabao' não submetidas ao ethephon mantiveram valores superiores de firmeza (Figura 4a).

Já na interação entre as concentrações de ethephon e os tempos de exposição, a maior redução na firmeza dos frutos foi observada das concentrações de ethephon no tempo de exposição de 0,5 minutos. Já em exposições de 3 minutos, a redução causada pelo uso de ethephon foi pequena (Figura 4b).

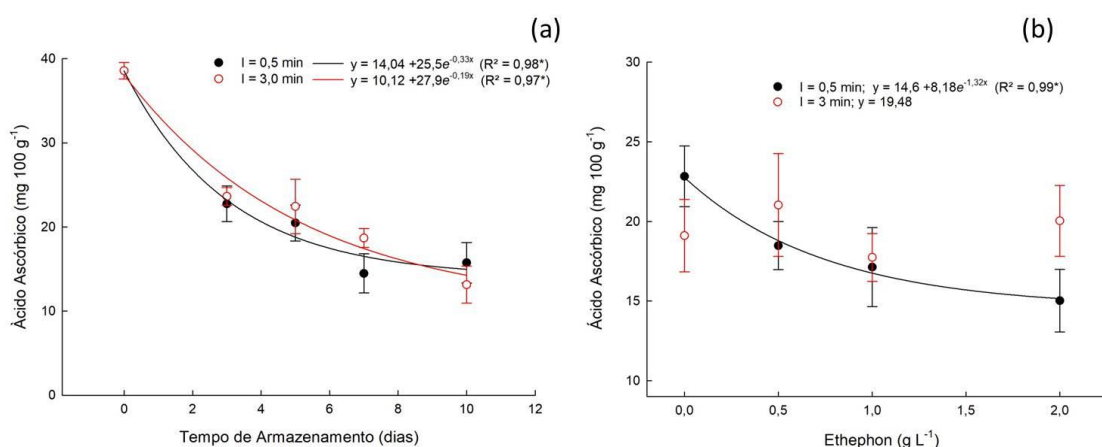
A firmeza da manga diminui com o processo de amadurecimento durante o manuseio na colheita e na pós-colheita, e quando armazenada. Apesar de ser um índice do estágio de amadurecimento, não deve ser usada como fator isolado (BRECHT *et al.*, 2011). De acordo com Ketsa *et al.* (1998) a perda da consistência da manga ocorre devido à presença em maior parte das substâncias pécticas que são hidrolisadas por enzimas como a poligalacturonase e  $\beta$ -galactosidase. Segundo Lacap *et al.* (2019), em experimento com a manga 'Carabao', em diferentes aplicações de ethephon em pós-colheita (500, 1000 ou 1500  $\mu$ L L<sup>-1</sup>) observou o decréscimo da firmeza ratificando a influência do ethephon no processo de aceleração da maturação.

#### **4.1.5 Ácido ascórbico**

O ácido ascórbico apresentou interações significativas entre o tempo de imersão e o período de armazenamento, e entre o tempo de imersão e as concentrações de ethephon. Ao longo do armazenamento, o teor de ácido ascórbico dos frutos reduziu exponencialmente o que evidencia o processo de maturação. Tempos de imersão de 0,5 minutos propiciaram maiores taxas iniciais de degradação de ácido ascórbico, contudo imersões de 3,0 minutos geraram menores valores assintóticos (10,12 mg 100g<sup>-1</sup>) que os obtidos em imersões de 0,5 minutos (14,04 mg 100g<sup>-1</sup>) (Figura 5a). Houve redução exponencial nos teores de ácido ascórbico na polpa de mangas 'Carabao' em função das concentrações de ethephon, quando esse foi exposto aos frutos durante 3 minutos, atingindo valores mínimos de 14,6 mg 100 g<sup>-1</sup>. Já em mangas expostas a diferentes concentrações de ethephon por 3 minutos não houve efeito sobre os teores de ácido ascórbico (19,48 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Figura 5b).

Segundo Thomas e Oke (1980) o declínio no teor de ácido ascórbico deve-se

ao aumento da atividade da ácido ascórbico oxidase (AAO). O comportamento observado nesse experimento para os teores de vitamina C, é bastante similar ao relatado por Lakshminarayana *et al.* (1970), em estudo avaliando aspectos do desenvolvimento fisiológico em mangas ‘Alphonso’, em que os teores de ácido ascórbico apresentaram resultados similares, decrescendo durante o período de armazenamento. Resultados semelhante também foi observado por Lemos(2014) em que frutos tratados com etileno gasoso na concentração de 200 mL m<sup>3</sup> de câmara apresentaram redução nos teores de vitamina C e os frutos do tratamento controle apresentaram maior teor no final do armazenamento (81,59 mg.100 g<sup>-1</sup> de polpa).



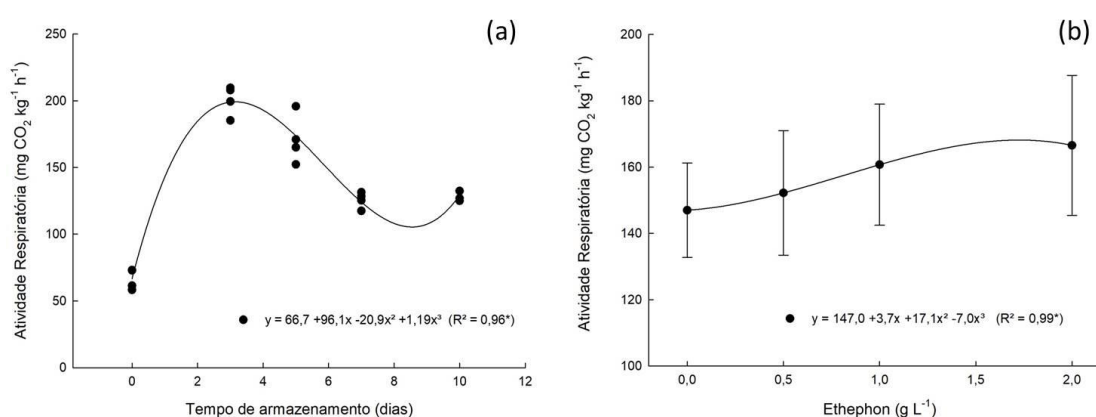
**Figura 5:** Teores de ácido ascórbico da polpa de mangas ‘Carabao’ submetidas a diferentes tempos de armazenamento em função dos diferentes tempos de imersão (a) e a diferentes concentrações de ethephon(b). Viçosa, MG, 2021

#### 4.1.6 Atividade respiratória

A atividade respiratória cresceu durante o período de armazenamento, observando-se o maior valor, 199,2 mg de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, no 3º dia de armazenamento (Figura 6a), evidenciando-se o pico climatérico do fruto. A atividade respiratória de frutos de manga ‘Carabao’ aumentou pelo uso de ethephon, sendo que o máximo valor (168,2 CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) foi obtido quanto maior a concentração de ethephon(1,72g L<sup>-1</sup>)(Figura 6b).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) os frutos que apresentam padrão climatérico, em determinada etapa do seu ciclo vital, respondem com um rápido aumento na atividade respiratória, devido ao aumento da produção de etileno, culminando com o amadurecimento imediato. Mitcham e McDonald (1992), avaliando

critérios de amadurecimento selecionados em seis estádios de maturação, verificaram valores máximos de taxa respiratória maiores para manga ‘Tommy Atkins’ (em torno de  $157,14 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) em relação à ‘Keitt’ (em torno de  $137,5 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ), ambas armazenadas a  $20^\circ \text{C}$ . Silva (2009) verificou que com doses de  $400 \text{ mL m}^{-3}$  de etileno incrementou a máxima atividade respiratória ( $243,08 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) de mangas ‘Ubá’ armazenadas a  $18,1 \pm 0,71^\circ \text{C}$ . Tais resultados evidenciam a influência do etileno no aumento da atividade respiratória e na aceleração do processo de amadurecimento.



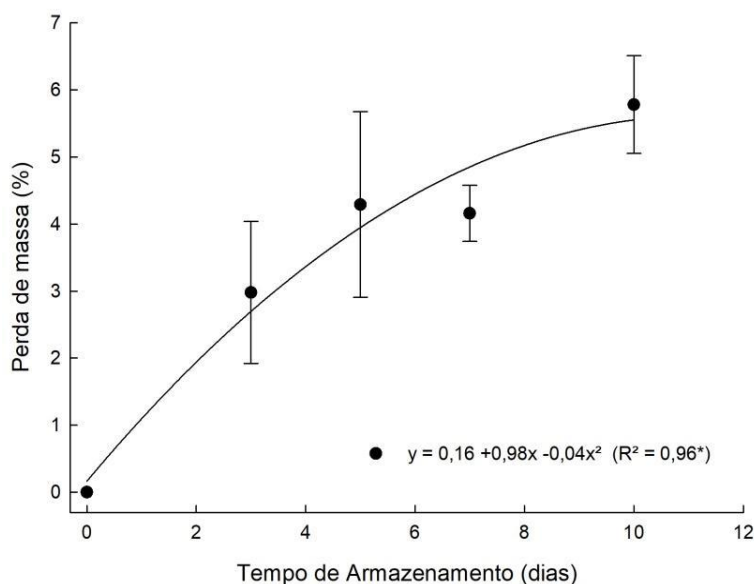
**Figura 6:** Atividade respiratória da manga ‘Carabao’ ao longo do armazenamento (a) e em função da concentração de ethephon aplicada (b). Viçosa, MG, 2021.

#### 4.1.7 Perda de massa dos frutos

A perda de massa não foi afetada pelas diferentes concentrações de ethephon, nem pelos tempos de imersão utilizados. Contudo, foi incrementada ao longo do tempo de armazenamento de forma quadrática. (Figura 7). O maior valor de perda de massa observado foi de 5,6% no decimo dia de armazenamento.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a massa dos frutos é considerada uma característica varietal, e apresenta variação de acordo com a cultivar. A perda de massa dos frutos durante o armazenamento é causada por diversos fatores, dentre eles: umidade relativa, tipo, tamanho, estrutura e composição do fruto. Dois processos contribuem para a perda de massa, a transpiração e a respiração. Segundo Lacap *et al.* (2019), em experimento com a manga ‘Carabao’, com diferentes aplicações de ethephon em pós-colheita (500, 1000 ou  $1500 \mu\text{L L}^{-1}$ ), obteve-se efeito de ethephon em relação a perda de massa, sendo que a perda de massa aumentou com o tempo

de armazenamento, apresentando valor de 4,3% e efeito similar, corroborando o aumento da perda de massa devido a aplicação do ethephon e a aceleração do processo de maturação.



**Figura 7:** Perda de massa da manga ‘Carabao’ durante o período de armazenamento. Viçosa, MG, 2021.

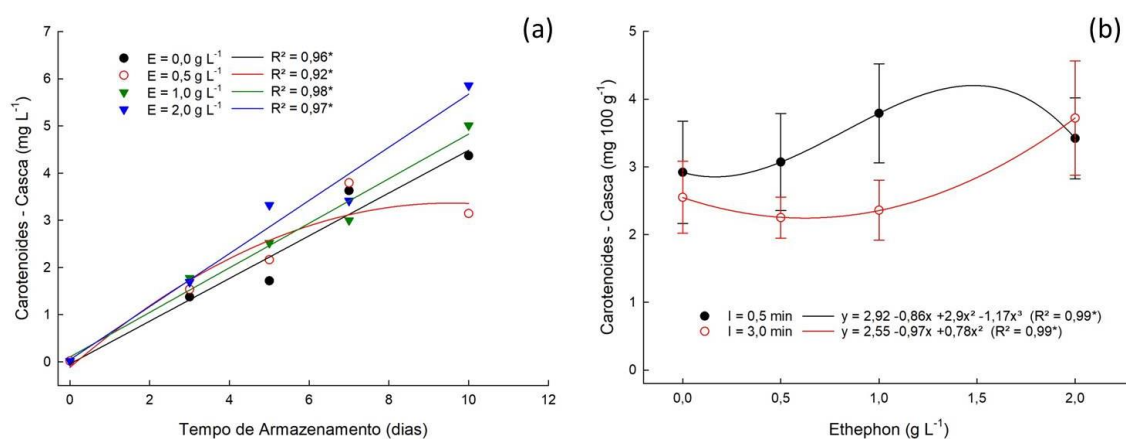
#### 4.1.8 Carotenoides da casca

O teor de carotenoides na casca apresentou interação significativa entre o tempo de armazenamento e as concentrações de ethephon e entre as concentrações de ethephon e os tempos de imersão. Ao longo do período de armazenamento, observou-se um incremento de carotenoides na casca, inicialmente insignificantes ( $0,01 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) (Tabela 1). Esse incremento ocorreu de forma linear para mangas ‘Carabao’ submetidas a concentrações de 0, 1 e  $2 \text{ g L}^{-1}$  de ethephon, sendo que os maiores valores foram observados foram de  $5,67 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  na concentração de  $2 \text{ g L}^{-1}$ . Já a concentração de ethephon de  $0,5 \text{ g L}^{-1}$  resultou em um crescimento com ajuste quadrático, atingindo um máximo de  $3,37 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  no nono dia de armazenamento (Figura 8a).

Em relação aos diferentes tempos de imersão, o teor de carotenoides na casca foi afetado de forma diferente em função da concentração de ethephon. Em 0,5 minutos de imersão, o incremento máximo dos teores de carotenoides obtido foi de  $4,20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  na concentração de  $1,48 \text{ g L}^{-1}$  de ethephon. Já, com exposição de 3,0

minutos, a concentração de 2,0 g L<sup>-1</sup> de ethephon gerou teores de carotenoides de 3,72 mg 100 g<sup>-1</sup> (Figura 8b).

Os níveis de carotenoides da casca são influenciados pela estação do ano, localização geográfica, condições de colheita, além de outros fatores (MANGELS *et al.* 1993). O aumento dos carotenoides ocorre devido à síntese desse pigmento no processo de amadurecimento, no decorrer do período de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Resultados semelhantes foram observados por com Lacap *et al.* (2019), em experimento com a manga ‘Carabao’, em diferentes aplicações de ethephon em pós colheita (500, 1000 ou 1500 µL L<sup>-1</sup>), em que o ethephon induziu um amadurecimento mais rápido da fruta, modificando a coloração da casca para o amarelo, evidenciando a síntese de carotenoides.



**Figura 8:** Teores de carotenoides da casca de mangas ‘Carabao’ submetidas a diferentes tempos de armazenamento em função de diferentes concentrações (a) e a diferentes concentrações em função de diferentes tempos de imersão de ethephon (b). Viçosa, MG, 2021

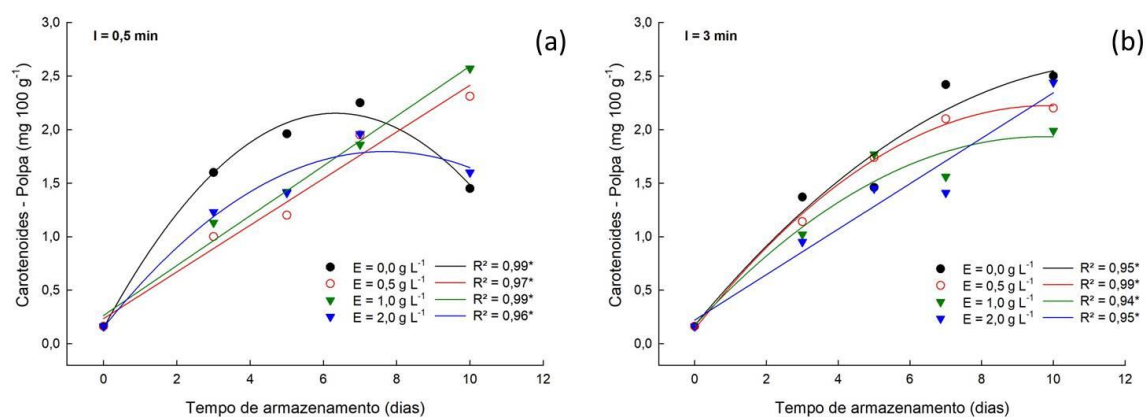
#### 4.1.9 Carotenoides da polpa

O teor de carotenoides da polpa de mangas ‘Carabao’ apresentou interação significativa entre a concentração de ethephon, o tempo de imersão e o período de armazenamento. Na colheita, as concentrações de carotenoides eram pequenas, similarmente aos carotenoides na casca (Tabela 1). No tempo de exposição de 0,5 minutos, verificou-se um crescimento linear nas concentrações de 0,5 e 1,0 g L<sup>-1</sup> ao longo do período de armazenamento, atingindo concentrações de 2,4 e 2,6 mg 100 g<sup>-1</sup>. Já nas concentrações de 0 e 2,0 g L<sup>-1</sup> de ethephon houve um ajuste quadrático, gerando concentrações máximas de carotenoides na polpa de 2,15 mg 100 g<sup>-1</sup> no

sexto dia de armazenamento e  $1,80 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  no sétimo dia de armazenamento, respectivamente (Figura 9a).

No tempo de exposição de 3 minutos, houve um comportamento mais similar entre os tratamentos, em que para as concentrações de 0, 0,5 e  $1,0 \text{ g L}^{-1}$  de ethephon houve um ajuste quadrático, enquanto para a concentração de  $2,0 \text{ g L}^{-1}$  o crescimento foi linear. Os valores máximos obtidos variaram de  $1,93$  ( $1,0 \text{ g L}^{-1}$  ethephon) e  $2,55 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  (sem ethephon) aos 10 dias de armazenamento (Figura 9b).

Segundo Salunke e Desai (1984) os teores de carotenoides da polpa apresentam variação considerável entre cultivares, como por exemplo, valores de  $0,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  para mangas 'Kent',  $8,3 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  para 'Keitt' e  $9,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  para 'Irwin'. O aumento dos carotenoides na polpa apresentou comportamento similar ao da casca, apresentando incremento na sua síntese, e evidenciando o processo de maturação, no decorrer do período de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Silva *et al.* (2012) em trabalho com pulverizações de ethephon na pré-colheita em manga 'Ubá', em diferentes concentrações (0, 250, 500, 750 e  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ ), verificou que houve uma maior intensificação da coloração final da polpa, ratificando o processo de síntese de carotenoides da polpa, devido a aceleração do processo de amadurecimento.

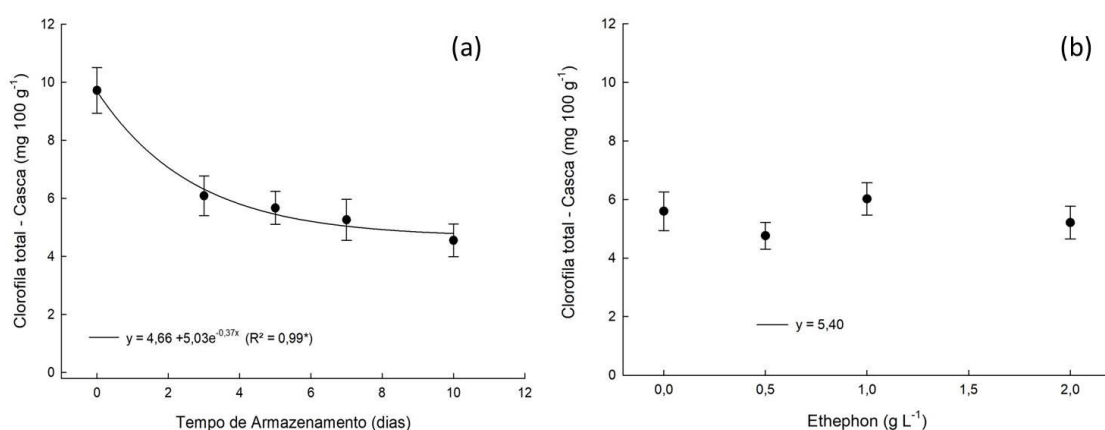


**Figura 9:** Teores de carotenoides da polpa de mangas 'Carabao' submetidas a diferentes concentrações de ethephon ao longo do armazenamento, em tempos de imersão de 0,5 (a) e 3,0 (b) minutos. Viçosa, MG, 2021

#### 4.1.10 Clorofila da casca

O teor total de clorofila da casca reduziu ao longo do tempo de

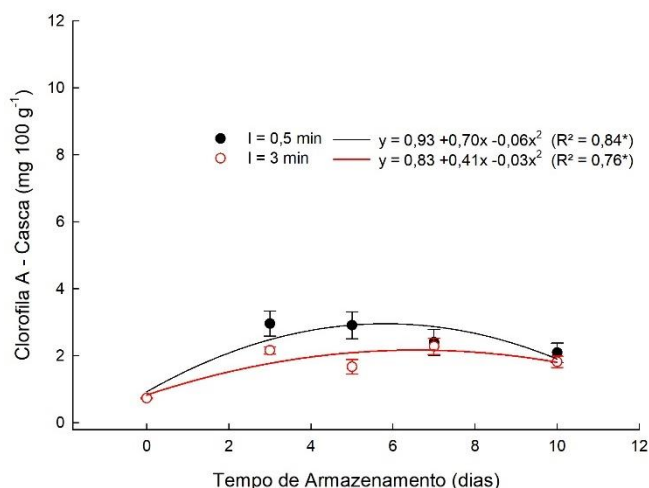
armazenamento de forma exponencial atingindo o valor assintótico de 4,66 mg 100 g<sup>-1</sup> (Figura 10a), no décimo dia de armazenamento. Em relação ao ethephon, apesar de apresentar efeito significativo em relação ao teor de clorofila, não foi possível ajustar uma curva, sendo que os valores médios ficaram em torno de 5,40 mg 100 g<sup>-1</sup> (Figura 10b). Mena *et al.* (1996) em trabalho com manga cv. Manilla, observou uma redução nos níveis de clorofila total com o decorrer do processo de amadurecimento, corroborando a degradação da clorofila durante o processo.



**Figura 10:** clorofila total da casca da manga ‘Carabao’ ao longo do armazenamento (a) e em função da concentração de ethephon aplicada (b). Viçosa, MG, 2021.

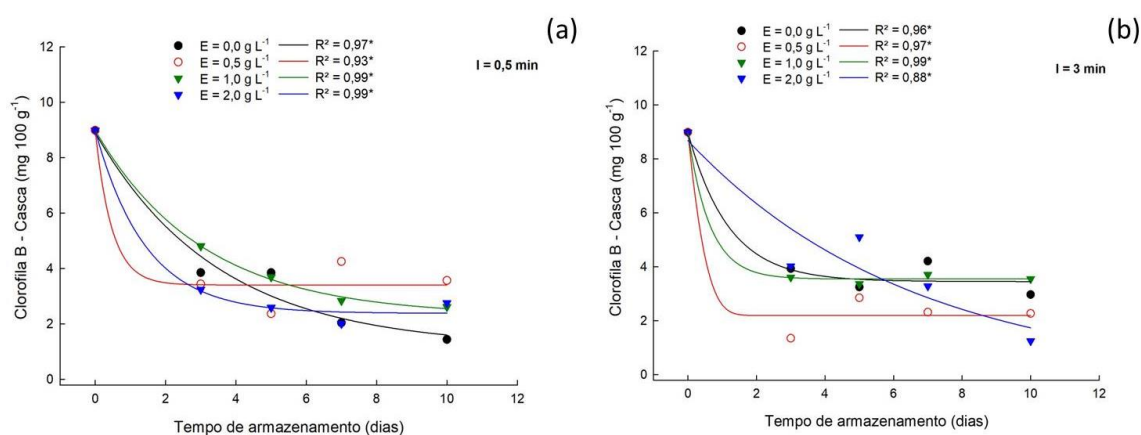
A clorofila *a* da casca de mangas apresentou interação entre o tempo de armazenamento e o tempo de imersão. Ao longo do tempo de armazenamento a clorofila *a* apresentou um ajuste quadrático, atingindo valores máximos de 2,96 e 2,17 mg 100 g<sup>-1</sup>, para imersões de 0,5 e 3 minutos, aos 5 e 6 dias de armazenamento, respectivamente. Após isso houve uma tendência de queda (Figura 11).

A clorofila *b* apresentou interação significativa entre a concentração de ethephon, o tempo de imersão e o período de armazenamento. Ao longo do tempo a clorofila *b* decaiu exponencialmente, tendendo a uma assíntota. Nos frutos imersos por 0,5 minutos, concentrações de 0,5 e 2,0 g L<sup>-1</sup> de ethephon apresentaram maiores taxas iniciais de degradação. Contudo, aos 10 dias de armazenamento as mangas que não receberam ethephon apresentaram a maior degradação de clorofila *b* (Figura 12a). Nos frutos imersos por 3 minutos, a maior taxa de degradação inicial foi observada em frutos submetidos à concentração de 0,5 g L<sup>-1</sup> de ethephon, contudo ao fim do período avaliado, a maior degradação foi observada nos frutos submetidos à concentração de 2,0 g L<sup>-1</sup> (Figura 12b).



**Figura 11:** Teor de clorofila a da casca de mangas 'Carabao' submetidas a diferentes tempos de armazenamento em função dos diferentes tempos de imersão. Viçosa, MG, 2021.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) as clorofilas encontram-se nos cloroplastos, são pigmentos fotossintetizantes e são responsáveis pela coloração verde nos frutos. Durante a maturação da manga, ocorre a degradação da clorofila e concomitantemente a síntese de carotenoides. Na cultivar Tommy Atkins, em trabalho similar, obteve-se resultados diferentes, ocorrendo uma maior degradação da clorofila *a* em relação a clorofila *b* (MEDLICOTT *et al.*, 1986). Mena *et al.* (1996), em trabalho semelhante com manga cv. Manilla, avaliando durante 10 dias após a colheita, observaram resultados similares, sendo que o teor de clorofila *b* da casca variou de 4 a 1 mg 100 g<sup>-1</sup>.

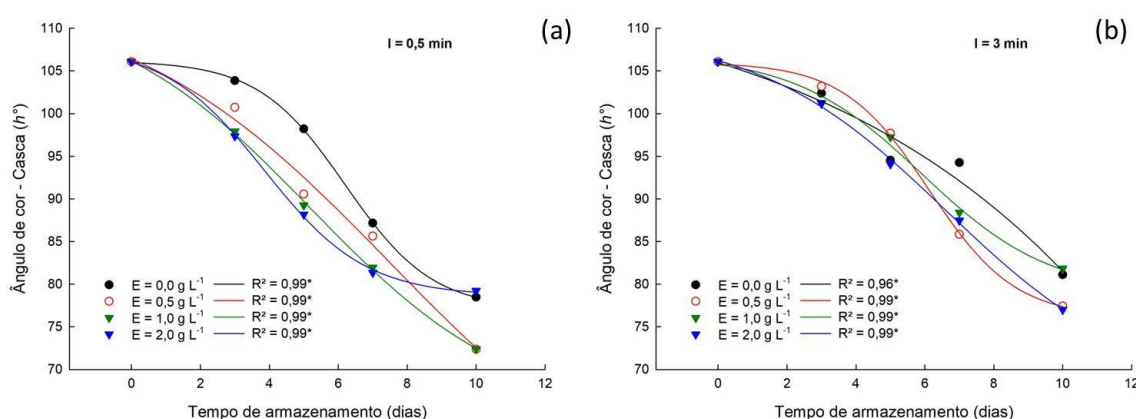


**Figura 12:** Teores de clorofila da casca de mangas 'Carabao' submetidas a diferentes concentrações de ethephon ao longo do armazenamento, em tempos de imersão de 0,5 (a) e 3,0 (b) minutos. Viçosa, MG, 2021.

#### 4.1.11 Ângulo de cor da casca ( $h^\circ$ )

O ângulo de cor da casca apresentou interação significativa entre a concentração de ethephon, o tempo de imersão e o período de armazenamento. Ao longo do tempo observou-se um ajuste sigmoide decrescente. No tempo de imersão de 0,5 minutos, as maiores reduções nos valores de  $h^\circ$  foram observadas nas mangas submetidas às concentrações de 0,5 e 1 g L<sup>-1</sup> de ethephon, no decimo dia de armazenamento (Figura 13a). Já no tempo de imersão de 3 minutos, as concentrações de 0,5 e 2 g L<sup>-1</sup> de ethephon provocaram a maior modificação na cor da casca (Figura 13b).

Até 180°, quanto maior o ângulo de cor ( $h^\circ$ ) maior a presença da cor verde no fruto. A variação de cores, seja na casca ou polpa, é proveniente da degradação da clorofila e da síntese e acúmulo de antocianinas e carotenoides (MEDLICOTT *et al.*, 1986). O decréscimo dos valores representa a mudança de cor verde para próximo à cor amarela, corroborando o processo de amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). De acordo com Lacap *et al.* (2019), em experimento com a cultivar ‘Carabao’, e diferentes aplicações de doses de ethephon em pós-colheita (500, 1000 ou 1500 µL L<sup>-1</sup>), houve aceleração no amadurecimento da manga, devido a liberação de etileno, e conseqüentemente a mudança de coloração da casca, ratificando o processo de degradação de clorofila e síntese de carotenoides.



**Figura 13:** Ângulo da cor da casca ( $h^\circ$ ) da manga ‘Carabao’ submetidas a diferentes concentrações de ethephon ao longo do armazenamento, em tempos de imersão de 0,5 (a) e 3,0 (b) minutos. Viçosa, MG, 2021.

#### 4.1.12 Incidência e severidade de podridões

Não houve efeito dos diferentes tratamentos de ethephon empregados sobre a incidência e a severidade de podridões nas mangas 'Carabao'. Os sintomas observados foram característicos de podridão de antracnose (*Colletotrichum* spp.). As médias da incidência de podridões aos 7 e 10 dias após o armazenamento foram de  $74,3 \pm 12,0$  e  $63,1 \pm 13,5$ , respectivamente. Em relação ao índice de doença, as médias 7 e 10 dias após o armazenamento foram de  $32,5 \pm 5,7\%$  e  $46,9 \pm 2,8\%$ , respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2:** Médias ( $\pm$  erro padrão) e probabilidades da análise de variância (ANOVA) para as variáveis referentes incidência (IA) e índice de doença (ID) de podridões em mangas 'Carabao' submetidas a diferentes concentrações de ethephon (E) em diferentes tempos de imersão (I) aos 7 e 10 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos. Viçosa, MG, 2021

I (min)	E (g L <sup>-1</sup> )	IA (%)		ID (%)	
		7 DAA	10 DAA	7 DAA	10 DAA
0,5	0,0	72,2 $\pm$ 5,5	38,8 $\pm$ 20,0	33,3 $\pm$ 1,9	32,2 $\pm$ 1,2
	0,5	66,6 $\pm$ 19,2	88,8 $\pm$ 11,1	30,6 $\pm$ 13,1	41,3 $\pm$ 1,3
	1,0	50,0 $\pm$ 19,2	83,3 $\pm$ 7,8	23,3 $\pm$ 8,3	59,1 $\pm$ 2,5
	2,0	77,7 $\pm$ 5,5	66,6 $\pm$ 7,8	33,3 $\pm$ 3,8	53,3 $\pm$ 6,2
3,0	0,0	83,3 $\pm$ 16,6	44,4 $\pm$ 18,1	37,7 $\pm$ 5,8	45,5 $\pm$ 0,9
	0,5	100	44,4 $\pm$ 24,2	38,8 $\pm$ 2,2	54,4 $\pm$ 1,1
	1,0	83,3 $\pm$ 7,8	55,5 $\pm$ 5,5	36,6 $\pm$ 5,4	43,3 $\pm$ 5,1
	2,0	61,9 $\pm$ 22,6	83,3 $\pm$ 13,6	26,9 $\pm$ 5,3	46,8 $\pm$ 4,6
Média		74,3 $\pm$ 12,0	63,1 $\pm$ 13,5	32,5 $\pm$ 5,7	46,9 $\pm$ 2,8
<u>Fontes de variação</u>		<u>Probabilidade (teste F)</u>			
I		0,1510	0,2913	0,3247	0,8473
E		0,6593	0,2151	0,7732	0,3861
I*E		0,3095	0,2417	0,5410	0,1837
CV (%)		33,78	44,39	36,30	28,08

## 4.2 EXPERIMENTO 2: Uso de ácido giberélico e ácido salicílico na conservação dos frutos e na redução de podridões em mangas ‘Carabao’

### 4.2.1 Características da polpa e atividade respiratória

Em relação aos SS, AT, SS/AT e Firmeza da polpa de mangas ‘Carabao’ armazenadas por 13 dias, não houve efeito significativo da aplicação de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) e ácido salicílico (AS), sendo os valores médios obtidos de 16,2 ± 0,3%, 0,72 ± 0,08%, 23,6 ± 2,3, 1,3 ± 0,1 N, respectivamente. Em experimento com frutos da mangueira cultivar ‘Tommy Atkins’ tratados em pré-colheita com ácido giberélico, Castro *et al.* (2012) observou que concentrações acima de 50 mg L<sup>-1</sup> incrementaram os teores de sólidos solúveis, devido ao estímulo da atividade da enzima amilase, resultando em efeito contrário do que se esperava da função desse fitorregulador.

O teor de ácido ascórbico de mangas ‘Carabao’ foi influenciado tanto pela aplicação de AG<sub>3</sub> quanto de AS. O uso de 100 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> ou de AS (690,6 mg L<sup>-1</sup>) propiciou redução na degradação de ácido ascórbico nos frutos. Inicialmente, as mangas ‘Carabao’ apresentavam concentrações de ácido ascórbico de 38,57 mg 100 g<sup>-1</sup> (Tabela 1), sendo que com a aplicação de AS ou AG<sub>3</sub> a degradação foi de 27,4% (28 mg 100 g<sup>-1</sup>) após 13 dias de armazenamento. Já sem a aplicação de AG<sub>3</sub> ou AS, houve uma degradação superior, em torno de 35,2% (25 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Tabela 3). Resultado similar foi observado por Khader *et al.* (1992), em trabalho com mangas ‘Mallika’, com utilização de concentração de 200 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico em pós-colheita, onde retardou significativamente a degradação de ácido ascórbico, influenciando no processo de conservação. Shehzad *et al.* (2016), trabalhando com cultivares de manga ‘Kingston’, em concentrações de 0,8, 12, 16 mM verificaram que frutos tratados em pré e pós-colheita de ácido salicílico apresentaram maiores níveis de ácido ascórbico em comparação ao controle, apresentando uma maior conservação.

A atividade respiratória foi influenciada pela aplicação de ácido giberélico. Após 10 dias de armazenamento, as mangas ‘Carabao’ tratadas com AG<sub>3</sub> apresentaram taxas respiratórias 10,2% menores (166,0 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) que as mangas que não foram expostas a este fitorregulador (184,8 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) (Tabela 3). Castro *et al.* (2012), no entanto, observou que concentrações acima de 50 mg L<sup>-1</sup>

resultaram em maior atividade respiratória, evidenciando efeito contrário do obtido no experimento, e do que era esperado para o fitorregulador.

**Tabela 3:** Médias ( $\pm$  erro padrão) e probabilidades da análise de variância (ANOVA) para as variáveis sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), razão SS/AT, firmeza da polpa (F), teor de ácido ascórbico (AA) e atividade respiratória (AR) em mangas 'Carabao' submetidas a aplicações de ácido salicílico ( $690,6 \text{ mg L}^{-1}$ ) e ácido giberélico ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) após 13 dias de armazenamento. Viçosa, MG, 2021

Tratamentos	SS (%)	AT (%)	SS/AT	F (N)	AA (mg100g <sup>-1</sup> )	AR <sup>a</sup> (mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )
Controle	16,3 $\pm$ 0,9	0,72 $\pm$ 0,1 4	23,2 $\pm$ 3, 7	1,3 $\pm$ 0,2	23,0 $\pm$ 2,3	177,4 $\pm$ 9,6
AS	16,0 $\pm$ 0,3	0,73 $\pm$ 0,1 4	23,0 $\pm$ 4, 5	1,1 $\pm$ 0,4	27,0 $\pm$ 2,2	192,2 $\pm$ 13,0
AG <sub>3</sub>	16,0 $\pm$ 0,5	0,58 $\pm$ 0,0 4	28,4 $\pm$ 1, 9	1,4 $\pm$ 1,6	27,0 $\pm$ 1,4	168,0 $\pm$ 14,0
AG <sub>3</sub> + AS	16,0 $\pm$ 0,6	0,85 $\pm$ 0,2 8	20,4 $\pm$ 6, 9	1,6 $\pm$ 0,4	29,0 $\pm$ 3,5	164,0 $\pm$ 10,0
<i>Sem AG<sub>3</sub></i>	16,1 $\pm$ 0,6	0,72 $\pm$ 0,1 4	23,1 $\pm$ 4, 1	1,2 $\pm$ 0,3	25,0 $\pm$ 2,2 <b>b</b>	184,8 $\pm$ 11,3 <b>a</b>
<i>Com AG<sub>3</sub></i>	16,0 $\pm$ 0,5	0,71 $\pm$ 0,1 6	24,4 $\pm$ 4, 4	1,5 $\pm$ 1,0	28,0 $\pm$ 2,4 <b>a</b>	166,0 $\pm$ 12,0 <b>b</b>
<i>Sem AS</i>	16,1 $\pm$ 0,7	0,65 $\pm$ 0,0 9	25,8 $\pm$ 2, 8	1,3 $\pm$ 0,9	25,0 $\pm$ 0,7 <b>b</b>	172,7 $\pm$ 11,8
<i>Com AS</i>	16,0 $\pm$ 0,5	0,79 $\pm$ 0,2 1	21,7 $\pm$ 5, 7	1,4 $\pm$ 0,4	28,0 $\pm$ 2,8 <b>a</b>	178,1 $\pm$ 11,5
Média	16,2 $\pm$ 0,3	0,72 $\pm$ 0,0 8	23,6 $\pm$ 2, 3	1,3 $\pm$ 0,1	26,4 $\pm$ 1,5	175,3 $\pm$ 6,9
<u>Fontes de Variação</u>	<u>Probabilidade (Teste F)</u>					
AG <sub>3</sub>	0,9135	0,9053	0,4622	0,063	0,0044	0,0026
AS	0,0965	0,0907	0,0521	0,944	0,0188	0,3380
AG <sub>3</sub> *AS	0,6911	0,1161	0,0941	0,158	0,2227	0,0902
CV (%)	3,76	24,21	19,51	25,82	9,31	6,74

<sup>a</sup>, avaliado 10 dias de armazenamento.

Médias seguidas por letras diferentes comparam efeito de AG<sub>3</sub> e AS, na coluna, pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.2 Cor e teores de carotenoides da polpa

Em relação a cromaticidade ( $C$ ) e ângulo de cor ( $h^\circ$ ) da polpa de mangas 'Carabao', não se observou efeito do uso de fitorreguladores, após 10 dias de armazenamento, sendo os valores médios obtidos de  $51,2 \pm 2,8$  e  $78,6 \pm 1,2^\circ$ ,

respectivamente. Já a luminosidade ( $L$ ) da polpa das mangas ‘Carabao’ foi incrementada com a exposição a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{AG}_3$  (Tabela 4).

**Tabela 4:** Médias ( $\pm$  erro padrão) e probabilidades da análise de variância (ANOVA) para as variáveis referentes a cor da polpa (luminosidade ( $L$ ), cromaticidade ( $C$ ) e ângulo de cor ( $h^\circ$ ) e teor de carotenoides da polpa em mangas ‘Carabao’ submetidas a aplicações de ácido salicílico ( $690,6 \text{ mg L}^{-1}$ ) e ácido giberélico ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) após 10 dias de armazenamento. Viçosa, MG, 2021

Tratamentos	$L$	$C$	$h^\circ$	Carotenoides <sup>a</sup> ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ )
Controle	65,6 $\pm$ 3,0	51,8 $\pm$ 8,5	78,3 $\pm$ 1,8	1,4 $\pm$ 0,3
AS	63,1 $\pm$ 1,6	45,7 $\pm$ 2,9	77,9 $\pm$ 1,7	1,0 $\pm$ 0,4
$\text{AG}_3$	67,0 $\pm$ 2,2	53,4 $\pm$ 4,6	77,3 $\pm$ 3,1	1,0 $\pm$ 0,2
$\text{AG}_3 + \text{AS}$	67,2 $\pm$ 4,7	54,1 $\pm$ 5,4	80,1 $\pm$ 3,2	0,9 $\pm$ 0,1
<i>Sem</i> $\text{AG}_3$	64,3 $\pm$ 2,3 <b>b</b>	48,7 $\pm$ 5,7	78,1 $\pm$ 1,7	1,2 $\pm$ 0,3 <b>a</b>
<i>Com</i> $\text{AG}_3$	67,1 $\pm$ 3,4 <b>a</b>	53,7 $\pm$ 5,0	78,7 $\pm$ 3,1	0,9 $\pm$ 0,1 <b>b</b>
Média	67,4 $\pm$ 3,5	51,2 $\pm$ 2,8	78,6 $\pm$ 1,2	1,1 $\pm$ 0,1
<u>Fontes de variação</u>	<u>Probabilidade (Teste F)</u>			
$\text{AG}_3$	0,089	0,0686	0,3600	0,0400
AS	0,488	0,3024	0,1680	0,1640
$\text{AG}_3 * \text{AS}$	0,316	0,1959	0,0980	0,2011
CV (%)	4,78	11,18	3,25	23,43

<sup>a</sup>, avaliado aos 13 dias após o armazenamento.

Médias seguidas por letras diferentes comparam efeito de  $\text{AG}_3$ , na coluna, pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Os carotenoides apresentaram uma síntese reduzida em 25 % ( $0,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) na polpa de mangas submetidas a exposição de  $\text{AG}_3$ , em relação as que não receberam o produto ( $1,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ), aos 13 dias de armazenamento. Segundo Khader (1991) em trabalho com mangas ‘Dashehari’, observou um atraso no amadurecimento em pós-colheita com uso de concentrações de  $\text{AG}_3$  entre 200 e 400  $\text{mg L}^{-1}$ , durante os primeiros 6 dias de armazenamento em condições de  $36 \pm 2$  e  $40 \pm 3$  °C, apresentando um menor teor de carotenoides totais. Resultado contrário do observado por Castro *et al.* (2012), em experimento com frutos da mangueira ‘Tommy Atkins’, onde os frutos tratados com  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de ácido giberélico obtiveram maiores valores em relação a tonalidade de amarelo ao final do experimento, corroborando a síntese desse pigmento, e apresentando efeito contrário do esperado para a função do fitorregulador. Isso pode ter ocorrido por apresentarem o mesmo precursor, que é o geranilgeranilpirofosfato, sendo que a aplicação exógena deste regulador vegetal pode ter suprido a necessidade do fruto em relação a concentração de ácido giberélico e desviado a maior parte deste precursor para a síntese de carotenoides,

proporcionando assim, coloração amarelada mais intensa na polpa.

#### 4.2.3 Clorofila e Carotenoides da casca

Em relação clorofila *a* da casca, clorofila *b* da casca, clorofila total da casca e carotenoides da casca, não houve alterações devido à aplicação de fitorreguladores, sendo que os valores médios foram de  $1,1 \pm 0,2$ ,  $1,8 \pm 0,3$ ,  $2,9 \pm 0,4$ ,  $2,2 \pm 0,3$  mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 5). Segundo Khader (1991) em trabalho com mangas 'Dashehari', e aplicação de diferentes doses de ácido giberélico (100, 200, 300 ou 400 mg L<sup>-1</sup>) em pós-colheita, observou-se um menor teor de carotenoides totais da casca e maiores níveis de clorofilas totais da casca, evidenciando o efeito da diminuição da síntese de carotenoides e da redução na degradação da clorofila, ratificando atraso no processo de amadurecimento. Resultado também observado por Li *et al.* (2019), em experimento com mangas 'Guifei' com aplicação pré e pós-colheita de altas concentrações de ácido giberélico (1, 2 e 3 g L<sup>-1</sup>), onde verificou-se uma redução na degradação da clorofila e na síntese de carotenoides, devido a diminuição da atividade das clorofilases o que corroborou que o ácido giberélico retarda o processo de maturação, aumentando o período de conservação dos frutos.

**Tabela 5:** Médias ( $\pm$  erro padrão) e probabilidades da análise de variância (ANOVA) para as variáveis clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides da casca de mangueiras 'Carabao' submetidas a aplicações de ácido salicílico (690,6 mg L<sup>-1</sup>) e ácido giberélico (100 mg L<sup>-1</sup>) após 13 dias de armazenamento. Viçosa, MG, 2021.

Tratamentos	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total	Carotenoides
	----- mg 100 g <sup>-1</sup> -----			
Controle	0,9 $\pm$ 0,4	1,6 $\pm$ 0,3	2,5 $\pm$ 0,7	2,0 $\pm$ 0,8
AS	1,2 $\pm$ 0,3	1,6 $\pm$ 0,4	2,8 $\pm$ 0,4	2,4 $\pm$ 0,5
AG <sub>3</sub>	1,0 $\pm$ 0,4	0,5 $\pm$ 2,0	2,7 $\pm$ 0,7	2,0 $\pm$ 0,5
AG <sub>3</sub> + AS	1,6 $\pm$ 0,9	0,9 $\pm$ 2,3	3,9 $\pm$ 1,1	2,7 $\pm$ 1,5
Média	1,1 $\pm$ 0,2	1,8 $\pm$ 0,3	2,9 $\pm$ 0,4	2,2 $\pm$ 0,3
<u>Fontes de variação</u>		<u>Probabilidade (Teste F)</u>		
AG <sub>3</sub>	0,3380	0,1610	0,0840	0,7750
AS	0,1590	0,6900	0,0580	0,2120
AG <sub>3</sub> *AS	0,5230	0,7810	0,2160	0,6700
CV (%)	50,09	43,16	26,11	39,01

#### 4.2.4 Ocorrência de podridões

Em relação a incidência e severidade de antracnose não houve efeito do uso de AG<sub>3</sub> e AS, aos 13 dias de armazenamento. A incidência média de antracnose em mangas 'Carabao' foi de 73,2 % enquanto a severidade foi de 21,2 % (Tabela 6).

**Tabela 6:** Médias ( $\pm$  erro padrão) e probabilidades da análise de variância (ANOVA) para as variáveis índice de doença (ID), e incidência de podridões (IA) em mangas 'Carabao' submetidas a aplicações de ácido salicílico (690,6 mg L<sup>-1</sup>) e ácido giberélico (100 mg L<sup>-1</sup>) após 13 dias de armazenamento. Viçosa, MG, 2021.

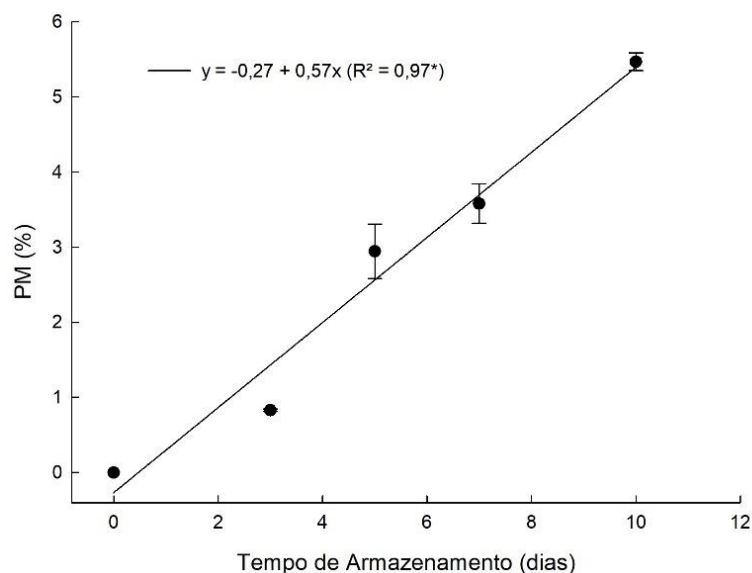
Tratamentos	IA (%)	ID (%)
Controle	55,0 $\pm$ 9,7	18,0 $\pm$ 10,8
AS	87,5 $\pm$ 7,1	28,5 $\pm$ 18,1
AG <sub>3</sub>	85,5 $\pm$ 5,3	21,6 $\pm$ 3,0
AG <sub>3</sub> + AS	65,5 $\pm$ 14,7	17,0 $\pm$ 9,4
Média	73,2 $\pm$ 11,0	21,2 $\pm$ 5,2
<u>Fontes de variação</u>	<u>Probabilidade (Teste F)</u>	
AG <sub>3</sub>	0,7202	0,4630
AS	0,5962	0,5740
AG <sub>3</sub> *AS	0,0288	0,1700
CV (%)	33,71	54,878

Segundo Castro *et al.* (2012), aplicações de 100 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico proporcionaram condições ideais para o desenvolvimento de antracnose em mangas 'Tommy Atkins', doença pós-colheita mais comum em manga. Já He *et al.* (2017) verificaram que aplicações de ácido salicílico em concentrações de 0, 0,5, 1, 2 e 5 mM reduziram o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* inoculados em frutos de mangas 'Tainong', evidenciando que o tratamento com ácido salicílico é uma medida promissora para o controle pós-colheita da antracnose. Segundo Chen *et al.* (1993) o AS inibe a catalase, o que levaria ao aumento da concentração de peróxido de hidrogênio H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e de outras espécies reativas de oxigênio, sendo que H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tem ação antimicrobiana direta no local infectado, além de expressar proteínas que induzem a resistência sistêmica.

#### 4.2.5 Perda de massa dos frutos

A exposição a AG<sub>3</sub> e AS não alterou a perda de massa de mangas 'Carabao'

ao longo do período de armazenamento. A perda de massa aumentou linearmente com o decorrer do período de armazenamento, atingindo o maior valor (5,4%) no 10º dia de armazenamento (Figura 14).



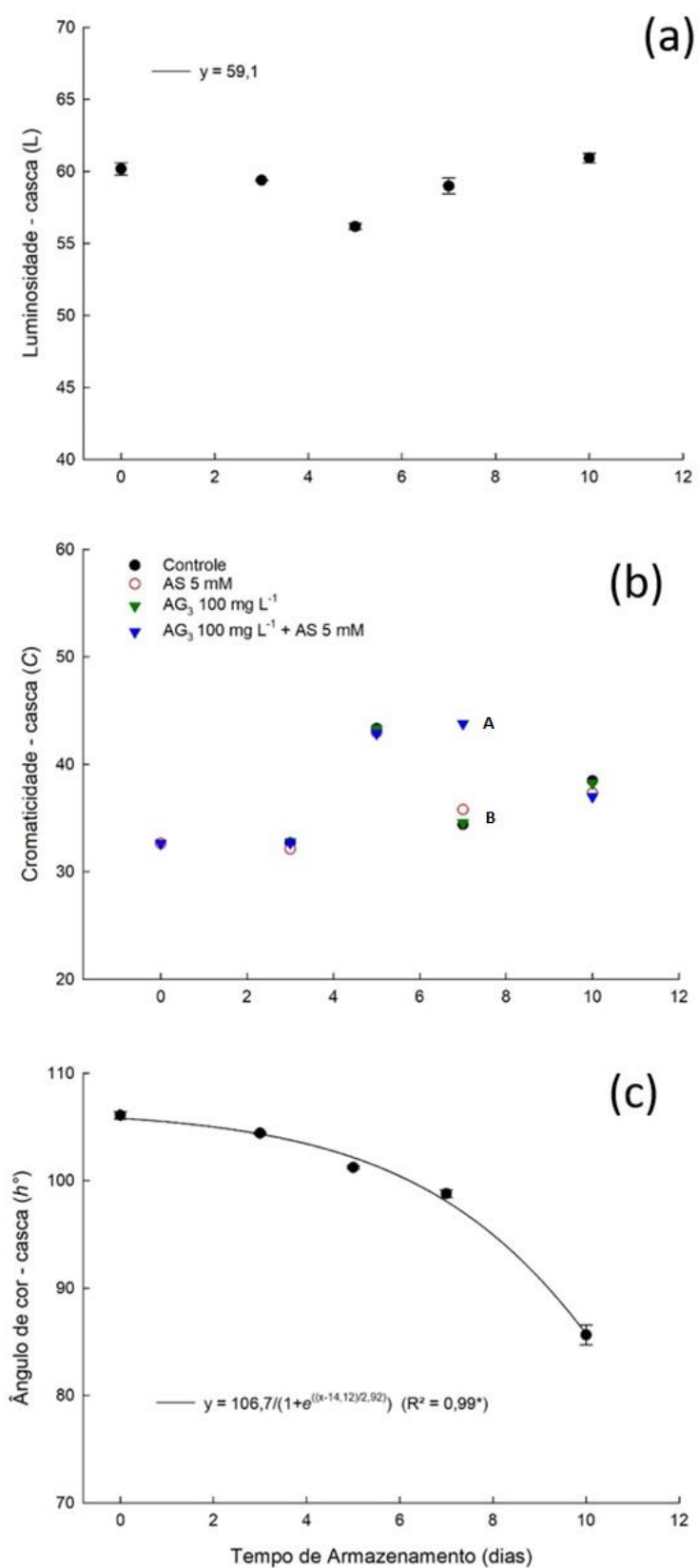
**Figura 14:** Perda de massa da manga ‘Carabao’ submetidas a aplicações de ácido salicílico ( $690,6 \text{ mg L}^{-1}$ ) e ácido giberélico ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) durante o período de armazenamento. Viçosa, MG, 2021.

Khader *et al.* (1988), em experimento com mangas ‘Mallika’ utilizando a dose de  $200 \text{ mg L}^{-1}$  de ácido giberélico, verificou o retardamento na perda de massa, devido a redução da atividade de enzimas amilases e peroxidases, evidenciando o efeito de conservação proporcionado pelo fitorregulador. O ácido giberélico é um antagonista do etileno, bloqueando o seu sítio de ligação e inibindo sua ação, conseqüentemente retardando os processos relacionados ao amadurecimento (WAHDAN *et al.*, 2011).

#### 4.2.6 Cor da casca

A luminosidade ( $L$ ) da casca das mangas ‘Carabao’ não foi afetada pela aplicação dos fitorreguladores, sendo que os valores se mantiveram constantes ao longo do armazenamento ( $L = 59,1$ ) (Figura 15a). Em relação à cromaticidade da casca, apenas no sétimo dia de armazenamento detectou-se valores superiores nas mangas tratadas com  $AG_3$  e  $AS$ , sendo que em outras datas não houve efeito significativo dos tratamentos (Figura 15b). O ângulo de cor ( $h^\circ$ ) da casca de mangas ‘Carabao’ não foi afetado pelos tratamentos, reduzindo ao longo do período avaliado

(Figura 15c).



**Figura 15:** Luminosidade (L) (a), cromaticidade (C) (b) e ângulo de cor (h°) (c) da casca de mangas 'Carabao' submetidas a ácido giberélico (AG<sub>3</sub>, 100 mg L<sup>-1</sup>) e

salicílico (AS,690,6 mg L<sup>-1</sup>) ao longo do período de armazenamento. Médias seguidas por letras diferentes, no mesmo tempo de armazenamento, diferenciam-se pelo teste de Tukey (p<0,05). Viçosa, MG, 2021.

Mohamed et al. (2016) trabalhando com mangas 'Zibda' e utilizando diferentes concentrações de ácido giberélico (0, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>), armazenadas durante 5 semanas por 13 ° C, verificou o atraso na mudança da cor dos frutos, evidenciando o efeito de conservação dos frutos. Resultado similar foi encontrado por Li et al. (2019) em experimento com mangas 'Guifei' com aplicação pré e pós-colheita de ácido giberélico em altas concentrações (1, 2 e 3 g L<sup>-1</sup>), observou que em maiores concentrações de ácido giberélico as mangas não mudaram completamente de cor no final do período de armazenamento, retardando a síntese de carotenoides, conservando os frutos e demonstrando a influência do ácido giberélico sobre a qualidade e aparência das mangas.

## 5. CONCLUSÕES

1. A exposição de mangas 'Carabao' a concentrações de ethephon entre 1 e 2 g L<sup>-1</sup> por 0,5 minutos antecipa a sua maturação, incrementa a concentração de carotenoides e reduz os teores de ácido ascórbico em pós-colheita.
2. Aplicação de ácido giberélico (100 mg L<sup>-1</sup>) ou ácido salicílico (690,6 mg L<sup>-1</sup>) reduz a degradação de ácido ascórbico de mangas 'Carabao' em pós-colheita.
3. Mangas 'Carabao' submetidas a ácido giberélico (100 mg L<sup>-1</sup>) apresentam menor atividade respiratória e menor síntese de carotenoides na polpa, em pós-colheita.
4. A ocorrência de podridões em mangas 'Carabao' em pós-colheita não é afetada pela exposição a soluções de ethephon (0,5, 1,0 e 2,0 g L<sup>-1</sup>), de ácido giberélico (100 mg L<sup>-1</sup>) ou de ácido salicílico (690,6 mg L<sup>-1</sup>).

## REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS, Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. **Manga**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://abrafrutas.org/tag/manga/>. Acesso em: 24 jul. 2021.

ALMEIDA, G.V.B.; LIMA, J.R.F. **A manga comercializada na CEAGESP em São Paulo: análise de volume e preços**. XXVI Congresso Brasileiro de Fruticultura, Juazeiro e Petrolina, 2019.

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. 16.ed. Washington: **AOAC**, v. 2, p. 37-10, 42-2, 44-3, 45-16, 1997.

BOVOLINI, M.P. *et al.* Preventive and curative control of *Oidium eucalypti* IN *Eucalyptus benthamii* clonal seedlings. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 42, n. 5, 14 nov. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/CFhdgNpCSH5XkGk37yFn9wS/?lang=en>. Acesso em: 5 abr. 2021.

BRACKMANN, A. *et al.* Qualidade de pêssegos cv. Eldorado<sup>®</sup> tratados com aminoetoxivinilglicina e ethephon e armazenados em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v.37, n.1, p.79-84, 2007.

BRAZ, B.V. *et al.* Indução do amadurecimento de mangas cv. tommy atkins e cv. ubá pela aplicação de ethephon pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.1, p.225-232, 2008

BRECHT, J. K. **Manual de práticas para o melhor manejo pós-colheita da manga**. Gainesville: National Mango Board, 2011.

CAMILI, E. C. *et al.* Avaliação da quitosana, aplicada em pós colheita, na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p 215-221, 2007.

CASTRO, C.L. *et al.* Armazenamento e qualidade de frutos da mangueira (*mangifera indica* L.) tratados com ácido giberélico. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.1, n.1, p.76-83, 2012.

CHEN, Z.; SILVA, H.; KLESSIG, D. F. Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. **Science**, Washington, v. 262, p.1883-1885. 1993.

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

CIM. Centro de Inteligência em Mercados. **Relevância socioeconômica da fruticultura no Brasil**, 2014. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais/fruticultura/2017/51aro/app\\_relevancia\\_socieconomica\\_50ro\\_fruticultura.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais/fruticultura/2017/51aro/app_relevancia_socieconomica_50ro_fruticultura.pdf). Acesso em: 5 abr. 2021.

CORKIDI, G. *et al.* Assessing mango anthracnose using a new three-dimensional image-analysis technique to quantify lesions on fruit. **Plant Pathology**, [S.L.], v. 55, n. 2, p. 250-257, abr. 2006.

FENG, Z. *et al.* Effect of gibberellin (GA) on preservation quality of Tainong mango fruits. **Guangdong Agricultural Sciences**, S.L., v. 5, n. 43, p. 112-117, 2016.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 29 p. (Cadernos didáticos, 19).

GENÚ, P.J.C.; PINTO, A.C.Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: EMBRAPA, 2002. 452p.

HE, J. *et al.* Defense responses of salicylic acid in mango fruit against postharvest anthracnose, caused by *colletotrichum gloeosporioides* and its possible mechanism. **Journal of Food Safety**. May, 2016.

IBGE. **Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. 2021**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em: 6 abr. 2021.

HULME, A. C. The mango. In: HULME, A. C. The biochemistry of fruites and their products. New York: **Academic press**. v.2, p.233-253,1971.

JIANLIANG, L. *et al.* Induced resistance effect of salicylic acid on anthracnose of mango fruits (*Colletotrichum gloeosporioides*). **Journal of Tropical and Subtropical Botany**, v. 6, n. 3, p. 245-248, 2003.

KETSA, S. *et al.* Effect of heat treatment on changes in softening, pectic substances and activities of poligalacturonase, pectinesterase, and B-galactosidase of ripening mango. **Journal of Plant Physiology**, Tokyo,v. 153, p.457-461,1998.

KHADER, S. E. S. A. Effect of gibberellic acid and vapor gard on ripening, amylase and peroxidase activities and quality of mango fruits during storage. **Journal of Horticultural Science**, v. 67, n. 6, p. 855-860, 1992.

KHADER, S. E. S. A. Effect of preharvest application of GA<sub>3</sub> on postharvest behavior of mango fruits. **Scientia Horticulturae**, v.47, p.317-321, 1991.

KHADER, S. E. S. A.; SINGH, B. P.; KHAN, S. A. Effect of GA<sub>3</sub> as a post-harvest treatment of mango fruit on ripening, amylase and peroxidase activity and quality during storage. **Scientia horticulturae**, v. 36, n. 3-4, p. 261-266, 1988.

KIEBER, J. **Etileno: o fitorregulador gasoso**. In: TAIZ L; ZEIGER E. (Eds.). *Fisiologia vegetal*. 3ªed. Porto Alegre: Artmed 2004. p.541-559.  
KUSUMO, S.L. *et al.* **The Commercial mango cultivars in ASEAN mango**. In: MENDOZA, J.B.JR., WILLS, R.B.H. eds, *ASEAM foods J*, Kuala Lumpur., p.12-20,1984.

LACAP, A. T. *et al.* Responses of 'Carabao' Mango to Various Ripening Agents. **Philippine Journal Of Science**, [S. L.], v. 148, n. 3, p. 513-523, set. 2019.  
LAKSHMINARAYANA, S.; SABRHADRA, N.V.; SUBRAMANYAM, H. Some aspects of developmental physiology of mango fruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.45, p. 133-142,1970.

LE MOS, L. M. C. **Controle do amadurecimento e de antracnose na pós-colheita da manga 'ubá'**. 2014. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

LI, N. *et al.* Effects of pre-harvest and post-harvest applications of gibberellin (GA<sub>3</sub>) on appearance quality of 'Guifei' mangoes. **Acta Horticulturae**, n. 1244, p. 83-92, 2019.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 349-382, 1987.

LITZ, E.R. **The Mango, botany, production and uses**. CAB international, Florida, USA, 2nd edition, p. 42-65, 2009.

LUCAFÓ, B.H.S. BOTEON, M. **Potencial da manga Brasileira no mercado internacional**. In: iii Congresso internacional de economia e gestão de negócios (networks) Agroalimentares, Ribeirão Preto, 2001. CD-ROM.

LUTZ, A. **Normas analíticas do IAL: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 5.ed. São Paulo, 1020 p. 2008.

MALAMY, Jocelyn; KLESSIG, Daniel F. Salicylic acid and plant disease resistance. **The Plant Journal**, v. 2, n. 5, p. 643-654, 1992.

- MANGELS, A. R. *et al.* Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation analytic data. **Journal of the American Dietetic Association**, Baltimore, v. 93, n.3, p. 284-296, 1993.
- MANICA, I. Colheita, classificação, embalagem, transporte, armazenamento, amadurecimento. In: MANICA, I. (Ed.). **Manga**: tecnologia, produção, pós-colheita, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 435-541
- McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1260, 1992.
- MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S.B.; THOMPSON, A. K. Effects of temperature on the ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.37, n.5, p.469-474, 1986.
- MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.65, n.2, p.153-157, Apr.1988.
- MEDLICOTT, A.P.; BHOGOL, M.; REYNOLDS, S. B. Changes in peel pigmentation during ripening of mango fruit (*Mangifera indica* var. Tommy Atkins). **Annals of Applied Biology**, London, v. 109, n.3, p.651-656, 1986.
- MENA, N.G.; SAUCEDO, V. C.; NIETO, A. D. Evaluacion de tratamientos cuarentenarios en frutos de mango Manila en Mexico. In: SÃO JOSÉ, A.R(Coord.) *et al.* **Manga**: tecnologia de produção de mercado. Vitoria da Conquista: DFZ/UESB, 1996. p.223-240.
- MITCHAM, E. J.; McDONALD, R. E. Cell wall modification during ripening of Keitt and Tommy Atkins mango fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n.6, p. 919-924, 1992.
- MOHAMED, M. A. A.; ABD EL-KHALEK, A. F.; ABDELAZIZ, A. M. R. A. Increasing storability of mango cv. 'Zibda' fruits by 1-methylcyclopropene and gibberellic acid postharvest applications. **Egyptian Journal of Horticulture**, v. 43, n. 2, p. 277-298, 2016.
- MONTEIRO, A. M.; TURNBULL, C.; CROZIER, A. As Giberelinas e sua função no alongamento do eixo caulinar. **Revista Brasileira de Botânica**, v.8, p.241-264, 1985.
- MTE. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Base de dados**. 2017. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/acesso-online-asbases-de-dados>. Acesso em: 30 março.2020.

NATIVIDAD FERRER, R. E. **Avaliação das características da polpa da manga (*Mangifera indica* L.) para elaboração e armazenamento de néctar.** 60p. Dissertação – (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade de Viçosa, Viçosa. 1987.

OLIVEIRA ARAÚJO, D.; MORAES, J.A.A.; DE CARVALHO, J.L.M. **Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 10, n. ed. esp., p. 51-73, 2017.

PETRI, L. J. *et al.* **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado.** Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Florianópolis, 2016. 145p.

PINTO, A.C.Q.; NETO, F.P.; GUIMARAES, T.G. Estratégias do melhoramento genético da manga a visando atender a dinâmica de mercado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, p. 64-72, 2011.

RASKIN, I. Role of salicylic acid in plants. Annual review of plant physiology and plant molecular biology. **Palo Alto**, v.43, p. 439-463,1992.

RAVEN, H. P.; EVERT, F. R.; EICHHORN, E. S. **Biologia vegetal.** 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 906p.

SALOMÃO, L.C.C. ; MAIA, V.M. Amadurecimento de quatro cultivares de banana com ácido 2-cloroetilfosfônico. **Revista Brasileira de Armazenamento**, 29, p. 104-113, 2004.

SALUNKE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits.** Boca Raton: CRC Press, 1984.v.1,168p.

SHEHZAD, S. *et al.* **Pre and Postharvest Treatment of Salicylic Acid to Improve the Fruit Quality and Shelf Life of Mango (*Mangifera indica* L.).** 2<sup>nd</sup> International Conference on Horticultural Sciences, February 18-20, 2016.

SIGRIST, J. M. M. Respiração. In: BLEINROTH, E.W.(Coord) *et al.* **Tecnologia de pós -colheita de frutas tropicais.**2.ed.rev. Campinas: ITAL,1992. cap.2, p.19-26. (Manual técnico, 9).

SILVA, D. F. P. **Desenvolvimento e controle do amadurecimento da manga 'Ubá'.** 2009. 109 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós- Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

SILVA, P. *et al.* Manga 'Ubá' tratada com ethephon na pré-colheita. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p. 555-559, ago. 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226898018>. Acesso em: 05 abr. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**; [tradução: Armando Molina Divan Junior et al]; revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira. - 5. Ed. p. 394-395- Porto Alegre: Artmed, 918p, 2013.

THOMAS, P.; OKE, M.S. Technical note: vitamin C content and distribution in mangoes during ripening. **Journal of Food Science and technology**, Oxford, v. 15, p. 669-672, 1980.

VIEIRA, E. L. **Apontamentos e práticas de fisiologia pós colheita de frutos e hortaliças**. Cruz das Almas: UFRB., 2019. 131 p.

WAHDAN, M. T. *et al.* Effect of calcium chloride and gibberellic acid on storability of "Succary Abiad" mango fruits under cold storage. **The Journal of American Science**, v. 7, n. 5, p. 493-501, 2011.

MORAES, D. M. **Desenvolvimento e maturação pós-colheita de frutos de manga (Mangifera indica L.) cv. 'Ubá'**. 1988. 36f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.