

Alterações nas características físicas e bioquímicas de frutos de *Cordia superba* durante a maturação

Changes in physical and biochemical characteristics of *Cordia superba* fruits during maturation

Cambios en las características físicas y bioquímicas de las frutas *Cordia superba* durante la maduración

Recebido: 08/08/2021 | Revisado: 14/08/2021 | Aceito: 15/08/2021 | Publicado: 17/08/2021

Cassia Duarte Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2748-2930>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: cassiaduartemg2@hotmail.com

Bianca Almada Ferreira Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7537-7115>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: bianca.gomes3@estudante.ufla.br

Maria Luiza Bianchetti Furtado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6204-9801>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: maria.furtado1@gmail.com

Daiane Pereira Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9237-5015>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: daiane.pb.barbosa@gmail.com

Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0252-695X>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: evbvboas@ufla.br

Resumo

A babosa branca (*Cordia superba*) é um fruto encontrado no Brasil e possui formato arredondado, e quando o fruto se encontra maduro, apresenta coloração branca, sabor adocicado e aspecto gelatinoso. Este trabalho teve como o objetivo avaliar as alterações de coloração, firmeza e taxa respiratória da babosa branca cultivada em Lavras, Minas Gerais, Brasil, durante a maturação dos frutos verde, intermediário e maduros, a fim de conhecer melhor a mudança destes parâmetros no processo de amadurecimento. Os frutos foram colhidos e separados em três estágios diferentes, de acordo com a cor da superfície. Posteriormente os frutos foram submetidos às análises de cor, firmeza e avaliação da taxa respiratória. Com o avanço dos estágios de maturação, foi possível observar a degradação da clorofila à antoxantina. Também foram observadas a redução da firmeza e a redução da taxa respiratória com o passar do tempo. Assim, observou-se que devido a essas mudanças, os frutos da babosa branca são considerados frutos não-climáticos.

Palavras-chave: Amadurecimento; Babosa branca; Não climatérico.

Abstract

The white aloe (*Cordia superba*) is a fruit found in Brazil and has a rounded shape, and when the fruit is ripe, it has a white color, sweet flavor and gelatinous appearance. This study aimed to evaluate changes in color, firmness and respiratory rate of white aloe cultivated in Lavras, Minas Gerais, Brazil, during ripening of green, intermediate and ripe fruits, in order to better understand the change in these parameters in the process of ripening. The fruits were harvested and separated into three different stages, according to the surface color. Afterwards, the fruits were submitted to analysis of color, firmness and respiratory rate evaluation. With the advancement of the maturation stages, it was possible to observe the degradation of chlorophyll to antoxanthin. A reduction in firmness and a reduction in the respiratory rate over time were also observed. Thus, it was observed that due to these changes, the fruits of white aloe are considered non-climacteric fruits.

Keywords: Ripening; White aloe; Non-climatic.

Resumen

El aloe blanco (*Cordia superba*) es una fruta que se encuentra en Brasil y tiene una forma redondeada, y cuando la fruta está madura, tiene un color blanco, sabor dulce y apariencia gelatinosa. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los

cambios de color, firmeza y frecuencia respiratoria del aloe blanco cultivado en Lavras, Minas Gerais, Brasil, durante la maduración de frutos verdes, intermedios y maduros, con el fin de comprender mejor el cambio de estos parámetros en el proceso de madurez. Los frutos se recolectaron y separaron en tres etapas diferentes, según el color de la superficie. Posteriormente, los frutos fueron sometidos a análisis de color, firmeza y evaluación de la frecuencia respiratoria. Con el avance de las etapas de maduración, fue posible observar la degradación de la clorofila a antoxantina. También se observó una reducción de la firmeza y una reducción de la frecuencia respiratoria con el tiempo. Así, se observó que debido a estos cambios, los frutos de aloe blanco se consideran frutos no climatéricos.

Palabras clave: Maduración; Aloe blanco; No climatérico.

1. Introdução

A família *Boraginaceae* compreende em torno de 2740 espécies e 148 gêneros distribuídos em locais de climas temperados e tropicais em regiões da Europa, Ásia, África, Austrália e América. Já *Cordia* é composta por mais de 200 espécies, sendo um dos maiores gêneros desta família. Estudos indicaram a presença de 46 espécies da família *Boraginaceae* em regiões semiáridas do Brasil, sendo 26 espécies pertencendo ao gênero *Cordia* (Langstrom & Chase, 2002; Gottschling et al., 2005). As espécies desse gênero são largamente utilizadas na medicina tradicional ao redor do mundo. No nordeste brasileiro, por exemplo, essas plantas são utilizadas no tratamento de sintomas de reumatismo, dores menstruais e dispepsia (DA SILVAA et al., 2004).

A *Cordia superba* é uma espécie arbórea esciófila e seletiva higrófila pouco frequente ou quase rara pertencente à família *Boraginaceae*. Habita as florestas úmidas e se desenvolve em ambientes sombreados e de luz difusa, ocorrendo também em áreas abertas como espécie pioneira e secundária. Sua altura varia de 7 a 10 m, com tronco de 20 a 30 cm de diâmetro e sua propagação acontece por sementes. Apresenta folhas simples, ásperas ao tato na face inferior, com 18 a 24 cm de comprimento. As árvores de *Cordia superba* florescem e frutificam muitas vezes ao ano, e seus frutos são muito apreciados pela fauna silvestre (Lorenzi, 2002)

Segundo Melo et al. (2014) a “babosa branca” é uma espécie endêmica do Brasil sendo distribuída do Maranhão ao Paraná na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. É conhecida popularmente como babosa-branca, grão-de-galo ou baba-de-boi. Seus frutos apresentam forma arredondada com tamanho que varia 1,5mm a 2,5mm e quando maduros apresentam coloração branca. Sua polpa apresenta um sabor doce e aspecto gelatinoso. Apesar de ser apreciada pela fauna silvestre este fruto pode ser consumido na alimentação humana, entretanto, devido à baixa exploração a planta é normalmente apreciada por seu potencial ornamental, principalmente por suas flores brancas, sendo utilizada em arborização urbana e reflorestamento protetivos.

De acordo com as modificações na taxa respiratória os frutos podem ser classificados como climatéricos e não climatéricos. O aumento na taxa respiratória, no caso dos frutos climatéricos, se relaciona a modificações em suas características físicas, químicas e nutricionais dos frutos. Mudanças na coloração, como degradação de clorofilas e síntese de pigmentos e degradação do amido e de compostos de parede celular levam a modificações na coloração e na textura dos frutos (Chitarra & Chitarra, 2005, Yahia, 2018).

Os frutos não climatéricos atingem seus melhores atributos de qualidade organoléptica e comercial quando amadurece nas plantas, a maturidade correta para a colheita dos frutos impacta na pós-colheita e no seu armazenamento (Kader, 1999). Portanto, para garantir que os frutos sejam colhidos no estágio correto de maturação, com pelo menos a qualidade mínima aceitável, índices ótimos de maturação foram desenvolvidos e estabelecidos para diferentes frutos (REID, 2002). Vários índices de maturidade, como cor, firmeza e atividade respiratória, são usados para monitorar o desenvolvimento dos frutos e são identificados como índices de maturidade (Ferrer et al., 2005) No entanto, não é fácil determinar a época ideal para a colheita, devido à falta de informações sobre o amadurecimento de alguns frutos.

Nota-se uma escassez nas informações sobre as características da babosa branca ao longo do amadurecimento, não sendo encontrados na literatura trabalhos que avaliam essas características. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as

alterações de coloração, firmeza e taxa respiratória da babosa branca (*Cordia superba*) durante a maturação nos frutos verde, intermediário e maduros, a fim de conhecer melhor a mudança destes parâmetros no processo de amadurecimento do fruto.

2. Metodologia (fonte TNR 12 – alinhado esquerda)

2.1 Material vegetal

Os frutos de *Cordia superba* foram colhidos na Universidade Federal de Lavras, na cidade de Lavras – MG. A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã e os frutos foram encaminhados para o Laboratório Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras.

Os frutos foram selecionados de acordo com o tamanho e ausência de defeitos e sanitizados com hipoclorito de sódio a 100 mg L⁻¹ por 10 minutos. Após sanitização os frutos foram organizados de acordo com seu estágio de maturação por meio de delineamento inteiramente casualizado. Dessa forma, os frutos foram selecionados quanto ao seu estágio de maturação sendo: verde-maturo, intermediário e maduro, conforme a coloração da superfície (verde, verde amarelado e branco, respectivamente). Em cada análise foram utilizados 20 frutos de cada estágio de maturação.

2.2 Determinação da Cor

Os frutos foram submetidos à análise de cor da casca em região equatorial em dois pontos distintos, utilizando o aparelho Minolta CR-400. Os parâmetros analisados foram o valor L, a*, b*, Chroma e °Hue.

2.3 Determinação da Firmeza

Para análise de firmeza foi utilizado o Penetrômetro PTR-300 instrumentar utilizando sonda 6 mm. As medidas foram realizadas no centro da superfície dos frutos em triplicata. Os resultados da firmeza foram expressos em Newtons (N).

2.4 Determinação da Taxa Respiratória

A taxa respiratória dos frutos foi avaliada seguindo a metodologia de Do Lago et al. (2020). Assim, recipientes de vidro contendo frutos de babosa branca foram fechados por 6000 minutos. Durante esse tempo, as alíquotas da amostra interna foram retiradas, com auxílio do analisador de gases PBI Dansensor. Os resultados expressos em % de CO₂ foram convertidos para mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹, levando em consideração o volume do recipiente, a massa e o volume da fruta em cada recipiente e o tempo em que permaneceu fechado.

2.5 Análise estatística

As análises estatísticas dos dados foram realizadas por meio de Análise de Variância e Teste de Tukey (p < 0.05), utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

Durante a transição dos frutos de *Cordia superba* do estágio verde-maturo, para o estágio intermediário e maduro foram observadas alterações na coloração da casca, textura da polpa e no padrão respiratório dos frutos. Os resultados da análise de cor são demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de cor durante a maturação da babosa branca.

Maturação	Parâmetros de cor				
	L	a*	b*	Chroma	°Hue
Verde	57,44±8,80 ^b	-13,81±2,41 ^a	30,07±2,84 ^a	34,78±4,44 ^a	114,92±3,35 ^a
Intermediário	72,19±1,94 ^a	-8,58±3,45 ^a	25,32±1,27 ^b	27,77±1,49 ^b	108,99±4,70 ^a
Maduro	71,68±0,25 ^a	-0,56±0,32 ^b	11,97±0,09 ^c	12,29±0,39 ^c	90,23±3,87 ^b

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não se diferenciam estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.
Fonte: Autores (2021).

Foi observada diferença significativa para os parâmetros de cor avaliados nos três estádios de maturação indicando a mudança da coloração da casca dos frutos de verde, no estágio verde-maduro para o branco, no estágio maduro, passando pela coloração amarelada no estágio intermediário de maturação (Figura 1). Comparando os frutos no estágio verde com os frutos nos estádios intermediário e maduro foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) nos valores do parâmetro L. Esse parâmetro varia de 0 a 100 e indica a luminosidade das amostras que aumentou do fruto verde para os frutos intermediário e maduro (Tabela 1).

Além disso, foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) para os valores de a*, b* e Chroma. Os valores de a* indicam a variação de coloração entre o verde (valores negativos) e o vermelho (valores positivos). Foi observado aumento nos valores desse parâmetro durante o amadurecimento sendo que os frutos verdes apresentaram valores mais negativos (-13,81) do que os frutos maduros (-0,56). Esses resultados estão de acordo com as características observadas na casca dos frutos já que houve redução da coloração verde e os frutos apresentaram coloração esbranquiçada quando maduros (Figura 1).

Em relação ao °Hue a amostra verde e o fruto com maturação intermediária, não se diferenciam significativamente entre si, mas ambas se diferenciam do fruto maduro ($p > 0,05$). Esse parâmetro indica que para os frutos maduros, a coloração da amostra se aproximou da coloração amarelo e os frutos no estágio de maturação intermediário e verde apresentaram coloração verde amarelo e amarelo esverdeado (Figura 1).

Figura 1. Representação dos frutos nos diferentes estágios de maturação.



Fonte: Autores (2021).

A coloração verde observada nos frutos imaturos se deve a presença da clorofila. Esse pigmento é o único com coloração verde encontrada em diversas plantas, algas e cianobactérias (INANÇ, 2011). Sua estrutura é composta por átomos de carbono e hidrogênio organizados em uma estrutura tetrapirrólica contendo um íon magnésio na posição central e uma calda fitol. A clorofila *a* e *b* são os principais tipos de pigmentos encontrados nas frutas e hortaliças sendo que a clorofila *a* predomina sobre a *b* em uma proporção aproximada de 3:1 (Yahia et al, 2018).

Durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos a síntese e degradação das clorofilas se equivalem. Entretanto, durante o amadurecimento e senescência de frutos ocorre degradação desse pigmento (HENDRY; HOUGHTON; BROWN, 1987). A degradação envolve dois processos principais sendo ele a remoção da calda fitol pelas enzimas clorofilases e a remoção do íon magnésio catalizado pela enzima magnésio quelatase (Amir-Shapira; Goldschmidt & Altman, 1987). Além disso, a abertura da estrutura tetrapirrólica, característica das clorofilas, devido a um processo de oxidação é uma etapa chave na degradação desse composto produzindo diferentes estruturas incolores (Matile & Krautler, 1995). A principal enzima envolvida nesse processo é chamada de feoforbideo oxidase (Curty; Engel & Gossauer, 1995). Sendo assim, após degradação das clorofilas observa-se redução na coloração verde de frutos, como o observado para a babosa-branca.

Usualmente, a degradação das clorofilas reduz a coloração verde revelando pigmentos até então mascarados pela sua presença, como os carotenoides e as antocianinas. Além disso, durante o amadurecimento esses pigmentos podem ser sintetizados (Chitarra & Chitarra, 2005). Nos frutos maduros de babosa branca a coloração esbranquiçada observada sugere o aparecimento e/ou síntese de antoxantinas em sua casca, o que necessita ser comprovado.

Esse processo pode alterar a coloração dos frutos reduzindo sua qualidade e sua aceitação por parte dos consumidores podendo ser um dos fatores relacionados à modificação observada. O escurecimento enzimático ocorre como consequência da oxidação dos compostos fenólicos devido à ação de enzimas como as polifenoloxidasas produzindo o-quinonas, compostos intermediários, que se convertem de forma irreversível a melaninas (Able et al., 2003).

Alguns fatores podem acelerar as modificações na coloração de frutos durante o armazenamento como a presença de etileno, que acelera a degradação da clorofila devido ao aumento na biossíntese de clorofilase (ABLE et al., 2003) e a degradação da membrana dos cloroplastos devido a fatores como a temperatura e a luz, permitindo o contato entre enzimas e seus substratos culminando na degradação precoce das clorofilas (Matile; Schellenberg & Vicentini, 1997). Usualmente, baixas temperaturas tendem a reduzir o metabolismo de frutas e hortaliças preservando a qualidade dos produtos por um maior tempo. Entretanto, no caso da babosa branca são necessários mais estudos que investiguem o efeito do armazenamento refrigerado a fim de determinar as condições ótimas de armazenamento do fruto.

Os resultados da análise de firmeza do fruto nos diferentes estádios de maturação são apresentados na Tabelas 2.

Tabela 2. Parâmetros de firmeza (N) durante a maturação da babosa branca.

Maturação	Firmeza (N)
Verde	1,79±0,36 ^a
Intermediário	1,38±0,32 ^a
Maduro	0,62±0,10 ^b

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não se diferenciam estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.
Fonte: Autores (2021).

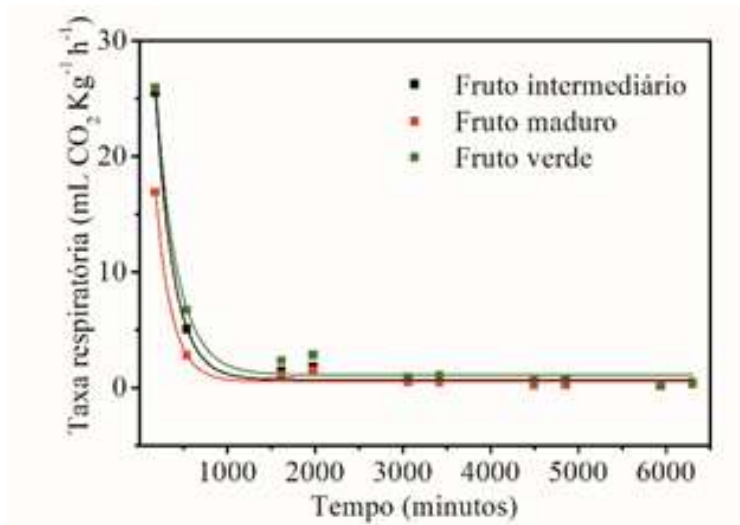
Ao avaliar os resultados da análise de firmeza observa-se que os frutos: verde e no estágio de maturação intermediário apresentaram firmeza de $1,79 \pm 0,36$ N e $1,38 \pm 0,32$ N respectivamente e não diferenciam entre si, mas ambos se diferenciam significativamente do fruto maduro. O fruto apresentou firmeza menor quando maduro.

A perda de firmeza com a maturação se deve ao amolecimento da fruta, causado principalmente por mudanças nos polissacarídeos da parede celular, levando a uma redução líquida em certas estruturas e composições da parede celular (Sethu et al., 1996; Brummell & Harpster, 2001). Os mecanismos responsáveis pela mudança na firmeza do fruto não são totalmente compreendidos. As informações disponíveis sobre as mudanças nas frações da pectina, hemicelulose e celulose variam de acordo com cada fruto (Fischer & Bennett, 1991). Durante o amolecimento da fruta, a perda de firmeza está, na maioria das vezes, associada à diminuição do teor de pectina total e à desmontagem da parede celular primária e das estruturas da lamela média (Giongo et al., 2013).

Durante o amadurecimento dos frutos ocorre um amolecimento do fruto devido à degradação das paredes celulares (Nikolic & Mojovic, 2007) e à conversão do amido em açúcares (Miller & Fry, 2001). A firmeza é um indicador crucial da maturação da fruta (Mijin et al., 2021). A firmeza da fruta é especialmente essencial para frutas carnudas e deve ser extensivamente investigada porque influencia tanto a colheita quanto a vida útil pós-colheita (Horvitz et al., 2017).

Além das modificações na coloração a textura, a taxa respiratória dos frutos foi avaliada nos três estágios de maturação. Os resultados obtidos indicam a redução da frequência respiratória da babosa branca com o passar do tempo (Figura 2).

Figura 2. Frequência de respiração da babosa branca colhida em diferentes estágios de maturidade.



Fonte: Autores (2021).

O fruto verde apresentou taxa respiratória variando de 25,92 a 0,44 mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹, fruto intermediário de 25,53 a 0,41 mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ e o fruto maduro de 16,89 a 0,28 mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹. Para todos os estágios, observou-se um rápido declínio na respiração, seguido de um declínio gradual até se tornar constante.

Nos frutos climatéricos ocorre um pico na respiração e aumento na produção autocatalítica de etileno, enquanto nos frutos não climatéricos não se observa essas alterações (Farcuh et al., 2019). Não foi observado o pico na respiração, característico dos frutos climatéricos. Dessa forma, os padrões de respiração desse fruto são semelhantes aos dos frutos não climatéricos.

Não foram encontrados estudos sobre a avaliação dos frutos da babosa branca em diferentes estágios de maturação que avaliassem a taxa respiratória. Do Lago et al. (2020) avaliaram a taxa respiratória de amora preta, e observaram o mesmo comportamento com relação à taxa de respiração dos frutos analisados, que também são não climatéricos. De acordo com esses

autores, a respiração dos frutos não climatéricos diminui durante a maturação, de forma que transformações bioquímicas, aquelas que estão relacionadas com o processo de amadurecimento dos frutos, ocorrem mais lentamente. Assim, o amadurecimento só ocorrerá se o fruto ainda estiver ligado à planta mãe, diferente dos frutos climatéricos, que possuem a capacidade de amadurecer após a colheita, não necessitando estarem ligados à planta mãe.

4. Considerações Finais

Ao longo da maturação da Babosa Branca (*Cordia superba*) foi observada mudanças na coloração e na textura dos frutos. Os frutos maduros apresentaram firmeza de 0,62 N enquanto os frutos: verde e em estágio de maturação intermediário apresentaram firmeza de 1,79 e 1,38 N, respectivamente, indicando o amaciamento dos tecidos ao longo do tempo. Também houve mudanças nos parâmetros de cor, que se evidenciam à medida que o fruto amadurece, uma vez que a coloração do fruto passa de verde para branco. Foi possível observar a redução da taxa respiratória nos três estágios de maturação, sendo esses frutos classificados como não climatéricos. Sugere-se que trabalhos futuros analisem outros parâmetros durante o processo de maturação não estudados aqui, por exemplo, pH, acidez titulável e sólidos solúveis.

Agradecimentos

Universidade Federal de Lavras (UFLA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Referências

- Able, A. J., Wong, L. S., Prasad, A. & O'Hare, T. J. (2003). The effects of 1-methylcyclopropane on the shelf life of minimally processed leafy Asian vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 27(2), 157-161.
- Amir-Shapira, D., Goldschmidt, E. E. & Altman, A. (1987). Chlorophyll catabolism in senescing plant tissues: in vivo breakdown intermediates suggest different degradative pathways for citrus fruit and parsley leaves. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 84(7), 1901-1905.
- Brummell, D. A. & Harpster, M. H. (2001). Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. *Plant cell walls*, 311-340.
- Chitarra, M. I. F. & Chitarra, A. B. (2005). Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio (2nd ed.). UFLA.
- Curry, C., Engel, N. & Gossauer, A. (1995). Evidence for a monooxygenase-catalyzed primary process in the catabolism of chlorophyll. *FEBS letters*, 364(1), 41-44.
- Da Silva, S. A. S., Souto, A. L., de Fátima Agra, M., da-Cunha, E. V. L., Barbosa-Filho, J. M., da Silva, M. S. & Braz-Filho, R. (2004). A new aryl-naphthalene type lignan from *Cordia rufescens* A. DC. (Boraginaceae). *Arkivoc*, 6, 54-58.
- Farcuh, M., Toubiana, D., Sade, N., Rivero, R. M., Doron-Faigenboim, A., Nambara, E., Sadka, A. & Blumwald, E. (2019). Hormone balance in a climacteric plum fruit and its non-climacteric bud mutant during ripening. *Plant Science*, 280, 51-65.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35, 1039-1042.
- Fischer, R. L. & Bennett, A. B. (1991). Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Annual review of plant biology*, 42(1), 675-703.
- Giongo, L., Poncetta, P., Loretto, P. & Costa, F. (2013). Texture profiling of blueberries (*Vaccinium* spp.) during fruit development, ripening and storage. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 34-39.
- Gottschling, M., Miller, J. S., Weigend, M. & Hilger, H. H. (2005). Congruence of a phylogeny of Cordiaceae (Boraginales) inferred from ITS1 sequence data with morphology, ecology, and biogeography. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 425-437.
- Hendry, G. A., Houghton, J. D. & Brown, S. B. (1987). Tansley review no. 11. The degradation of chlorophyll-a biological enigma. *New phytologist*, 255-302.
- İnanç, A. L. (2011). Chlorophyll: Structural Properties, Health Benefits and Its Occurrence in Virgin Olive Oils. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*.
- Do Lago, R. C., Silva, J. S., Pinto, K. M., Rodrigues, L. F. & Boas, E. V. D. B. V. (2020). Effect of maturation stage on the physical, chemical and biochemical composition of black mulberry. *Research, Society and Development*, 9(4), e49942824-e49942824.

Långström, E. & Chase, M. W. (2002). Tribes of Boraginoideae (Boraginaceae) and placement of Antiphytum, Echiochilon, Ogastemma and Sericostoma: A phylogenetic analysis based on atp B plastid DNA sequence data. *Plant Systematics and Evolution*, 234(1), 137-153.

Lorenzi, H. (2002). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. (2nd ed.). Nova Odessa: Instituto Plantarum.

Matile, P., Hörtensteiner, S. & Thomas, H. (1999). Chlorophyll degradation. *Annual Review of Plant Biology*, 50(1), 67-95.

Matile, P., Schellenberg, M. & Vicentini, F. (1997). Localization of chlorophyllase in the chloroplast envelope. *Planta*, 201(1), 96-99.

Melo, J. I. M., Silva, L. C., Stapf, M. N. S. & Ranga, N. T. (2020). Boraginaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16530>>. Acesso em 01 de abril de 2020.

Mijjin, S., Ding, P., Saari, N. & Ramlee, S. I. (2021). Effects of pollination techniques and harvesting stage on the physico-chemical characteristics of jackfruit. *Scientia Horticulturae*, 285, 110199.

Miller, J. G. & Fry, S. C. (2001). Characteristics of xyloglucan after attack by hydroxyl radicals. *Carbohydrate Research*, 332(4), 389-403.

Nikolić, M. V. & Mojovic, L. (2007). Hydrolysis of apple pectin by the coordinated activity of pectic enzymes. *Food Chemistry*, 101(1), 1-9.

Sethu, K. P., Prabha, T. N. & Tharanathan, R. N. (1996). Post-harvest biochemical changes associated with the softening phenomenon in *Capsicum annuum* fruits. *Phytochemistry*, 42(4), 961-966.

Yahia, E. M. & Carrillo-Lopez, A. (Eds.). (2018). *Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables*. Woodhead publishing.