



MARINA ROMANO NOGUEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DA SENESCÊNCIA E USO DE FILME DE AMIDO NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BASTÃO-DO-IMPERADOR**

LAVRAS – MG

2021

MARINA ROMANO NOGUEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DA SENESCÊNCIA E USO DE FILME DE AMIDO NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BASTÃO-DO-IMPERADOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do Título de Doutor.

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva
Orientadora

Dra. Michele Valquíria dos Reis
Coorientadora

LAVRAS - MINAS GERAIS

2021

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Nogueira, Marina Romano.

Caracterização da senescência e uso de filme de amido na
conservação pós-colheita de bastão-do-imperador / Marina Romano
Nogueira. - 2021.

97 p. : il.

Orientador(a): Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Coorientador(a): Michele Valquíria Dos Reis.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Etlíngera elatior. 2. morfologia. 3. durabilidade. I. Paiva,
Patrícia Duarte de Oliveira. II. Dos Reis, Michele Valquíria. III.
Título.

MARINA ROMANO NOGUEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DA SENESCÊNCIA E USO DE FILME DE AMIDO NA
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BASTÃO-DO-IMPERADOR**

**CHARACTERIZATION OF SENESCENCE AND USE OF STARCH FILMS IN POST
HARVEST PRESERVATION OF TORCH GINGER**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do Título de Doutor.

APROVADA em 27 de agosto de 2021.

Dra. Vivian Loges	UFRPE
Dr. Norberto Maciel	UCLA
Dra. Simone Novaes Reis	EPAMIG
Dra. Ângela Maria Pereira do Nascimento	EPAMIG

Profa. Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva
Orientadora

Profa. Dra. Michele Valquíria dos Reis
Coorientadora

LAVRAS - MG

2021

Aos meus pais Edmar e Orvani,
pelo apoio, paciência, por acreditarem em
mim e pelo amor incondicional.

À Prof^a. Dr^a. Patricia, pela confiança
na realização deste trabalho.

Aos meus amigos, em especial ao Victor,
que sempre estiveram ao meu lado.

DEDICO e OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar os caminhos percorridos e guiar aqueles que estão por vir, dando força e coragem para continuar.

Aos meus pais Edmar A. Nogueira e Orvani M. Romano Nogueira, pelo apoio, carinho, confiança, amor e paciência, sem eles eu não seria e nem chegaria aonde cheguei.

Ao meu irmão Rodrigo Romano Nogueira, pelo companheirismo e carinho, mesmo que longe, sempre fizeram a diferença.

Ao meu querido Victor Do Valle Vercezi, pelo apoio, aprendizado, paciência e por todo amor a mim dedicado. Poder contar com seu apoio e amor fizeram toda diferença nessa minha jornada.

A Universidade Federal de Lavras - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), pela excelente formação. À Prof^a. Dr^a. Patricia Duarte de Oliveira Paiva, que me orientou de maneira segura e eficiente na realização desse trabalho, além do apoio constante, compressão, estímulo, confiança e respeito demonstrado.

À Prof^a. Dr^a. Michele Valquíria dos Reis pela dedicação e apoio em todas as fases da pesquisa, pela amizade, estímulo, confiança e respeito.

Ao CNPq, pelo financiamento do projeto Processo: 421765/2018-6.

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

A todos os integrantes do Núcleo de Estudos em Paisagismo e Floricultura (NEPAFLOR) que com o acolhimento contribuíram com o aprendizado, apoio, alegria, compreensão, companheirismo, amizade e incentivo.

Aos colegas do Departamento de Fisiologia Vegetal por todo apoio em análises, pelo companheirismo, aprendizado e descontração.

Aos amigos de Lavras, em especial a Antonio Rodrigues da Cunha Neto, Thalita Maciel Pereira, Rafael de Brito, Ângela Maria Pereira do Nascimento, Carlos Henrique Zanateli e Avelina Castro Miranda, que foram minha família durante esses anos e foram essenciais todos os dias, sem o amor e a amizade deles, muitas das minhas batalhas teriam sido mais difíceis, minha gratidão é imensa pelo carinho e companheirismo de cada um.

A todos os amigos da cidade de Casa Branca, e aos meus familiares, pela compreensão e estímulo contínuo durante a pós-graduação e no período da realização deste trabalho.

Ao Departamento de Fitotecnia da UFLA, em especial aos funcionários, Marli dos Santos Túlio, amiga e secretaria e Antônio (Tonhão), amigo e funcionário que cuida das estufas com tanto carinho.

Aos professores responsáveis pelos Departamentos de Engenharia de Materiais, Ciências Florestais e Setores de Fisiologia Vegetal, Sementes, e Centro de Desenvolvimento de Instrumentação Aplicada à Agropecuária, pelo apoio nas análises realizadas.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus,
não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

RESUMO

Na cadeia produtiva de flores, um dos principais entraves é o adequado manejo pós-colheita e o entendimento desse processo, sobretudo os aspectos fisiológicos e bioquímicos, são essenciais para o estabelecimento de estratégias que permitam maior qualidade e durabilidade de flores cortadas. O Bastão-do-imperador possui inflorescência extravagante e vistosa com cores brilhantes sendo adequada para ser usada como flor de corte em arranjos florais, podendo ser utilizada nos diferentes pontos de abertura. Para a maioria das espécies tropicais, existem poucas informações sobre a influência do estágio de abertura das brácteas na pós-colheita. A caracterização das flores de corte é de grande importância pois cada cultura possui características próprias e diferentes sinais de senescência, os quais devem ser analisados para melhor se estabelecerem os parâmetros de qualidade pós-colheita. Visando a aumentar a durabilidade das flores cortadas, diferentes tecnologias pós-colheita são utilizadas, como o uso do amido de mandioca como base na composição de filmes de revestimento aplicados nas inflorescências pois aumenta período de armazenamento, reduzindo a atividade respiratória e retardando a senescência. Assim objetivou-se caracterizar morfologicamente as inflorescências e brácteas de bastão-do-imperador 'Red Torch' nos três diferentes pontos de colheita e apresentar uma escala de senescência das hastes. Avaliar o uso de plastificante glicerol e de adjuvante à base de óleo mineral em mistura na composição de filmes de amido de mandioca utilizados como revestimento nas inflorescências e avaliar o uso destes filmes no condicionamento pós-colheita e na durabilidade das inflorescências através de parâmetros bioquímicos relacionados à senescência. As inflorescências foram avaliadas quanto a parâmetros morfológicos. Após realizadas as avaliações das características das inflorescências, estas foram fotografadas todos os dias para a realização da escala visual de senescência. Foram testadas concentrações do amido (Controle; 2%; 4% e 6%) na solução e as concentrações de amido adicionadas de agentes plastificantes e adjuvantes na solução. As hastes foram avaliadas a cada três dias quanto a qualidade visual (nota), características fisiológicas e bioquímicas de macromoléculas e sistema antioxidante. As inflorescências de bastão-do-imperador apresentaram características de hidrofobicidade, alta movimentação de fluídos no interior das células, dominância de coloração vermelha e presença de cera nas brácteas dos diferentes pontos de colheita. Existem diferenças de características de tamanho e peso que exercem influência na durabilidade pós-colheita de hastes de bastão-do-imperador 'Red Torch', sendo as flores abertas com menor durabilidade que os dois pontos antecedentes, fechado e semiaberto. A manutenção da qualidade visual e de características fisiológicas foi maior nas hastes que receberam tratamento com 6% de amido e nos filmes sem aditivos pois a adição de ambos os compostos piorou as propriedades óticas o que comprometeu a aparência dos produtos recobertos. As inflorescências revestidas com 6% de amido mantiveram menores teores de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica e maiores conteúdos de macromoléculas do metabolismo primário até o sexto dia após a aplicação, retardando a senescência e auxiliando na manutenção da qualidade pós-colheita.

Palavras-chave: *Etilingera elatior*; pós-colheita; morfologia; filmes de amido; durabilidade.

ABSTRACT

On the chain of flower production, one of the main obstacles is the adequate postharvest management, to understand this process, in particular the physiological and biochemical aspects, that is essential for the establishment of strategies that allow greater quality and durability for cut's flowers. The ginger torch has an extravagant and showy inflorescence with bright colors and is suitable for use as a cut flower in floral arrangements, and can be used at different opening points. For most tropical species, there is little information about the influence of the opening stage of the bracts in the post-harvest period. The characterization of the cut's flowers is of great importance because each crop has its own characteristics and different signs of senescence, which must be analyzed to better establish the post-harvest quality parameters. Aiming to increase the durability of the cut's flowers, different post-harvest technologies are used, such as the use of cassava starch as a basis for the composition of coating films applied to the inflorescences, as it increases the storage period, reducing respiratory activity and delaying senescence. Thus, the objective was to characterize morphologically the inflorescences and bracts of the 'Red Torch' ginger in the three different harvest points and to present a scale of senescence of the stems. Evaluate the use of glycerol plasticizer and adjuvant mixed in the composition of cassava starch films used as coating in the inflorescences and evaluate these films in post-harvest conditioning and durability of inflorescence through biochemical parameters related to senescence. The inflorescences were evaluated for morphological parameters. After carrying out the evaluations of the characteristics of the inflorescences, they were photographed every day for the realization of the visual scale of senescence. Starch concentrations (Control; 2%; 4% and 6%) in the solution and starch concentrations added with plasticizers and adjuvants in the solution were tested. Stems were evaluated every three days for visual quality (grade), physiological and biochemical characteristics of macromolecules and antioxidant system. The ginger torch inflorescences showed hydrophobicity characteristics, high fluid movement inside the cells, red color dominance and presence of wax in the bracts of the different harvest points, closed and semi-open. There are differences in characteristics of size and weight that influence the postharvest durability of 'Red Torch' ginger, of which the open flowers showed less durability than the two preceding points, closed and semi-open. The maintenance of visual quality was higher in the stems with 6% of starch and in the films without additives because the addition of both compounds worsened the optical properties, which compromised the appearance of the coated products. The inflorescences coated with 6% starch maintained lower levels of hydrogen peroxide and lipid peroxidation and higher contents of the macromolecules of primary metabolism until the sixth day after application, delaying senescence and helping to maintain postharvest quality.

Keywords: *Etilingera elatior*; post-harvest; morphology; starch films; durability.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE.....	13
1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Comercialização de flores.....	14
2.2.	Floricultura Tropical.....	16
2.3.	Bastão-do-imperador.....	16
2.4.	Caracterização de inflorescências.....	17
2.5.	Pós-colheita de flores.....	18
2.6.	Filmes à base de amido de mandioca.....	20
2.7.	Uso de aditivos nos biofilmes.....	21
2.7.1	Plastificantes.....	21
2.7.2.	Adjuvantes.....	22
2.8.	Análises bioquímicas e metabolismo antioxidante envolvidos na pós-colheita... 23	
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS.....	32
	ARTIGO 1 - Caracterização morfológica e senescência de inflorescências de bastão-do-imperador ‘Red Torch’.....	32
1.	INTRODUÇÃO.....	34
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1.	Material vegetal.....	35
2.2.	Avaliação de características morfológicas.....	36
2.3.	Escala de senescência.....	37
2.4.	Caracterização da cera natural.....	37
2.5.	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	37
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.1.	Avaliação de características morfológicas.....	38
3.2.	Quantificação de cera.....	46
3.3.	Escala de senescência das inflorescências nos diferentes pontos de colheita.....	48
4.	CONCLUSÕES.....	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
	ARTIGO 2 - Uso de filmes à base de amido de mandioca na conservação pós-colheita de bastão-do-imperador ‘Red Torch’.....	55
1.	INTRODUÇÃO.....	57
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.1.	Material vegetal.....	58
2.3.	Qualidade visual das hastes.....	59
2.4.	Taxa de absorção.....	60
2.5.	Colorimetria.....	60
2.6.	Massa fresca.....	60
2.7.	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	61
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
3.1.	Qualidade visual das hastes.....	61
3.2.	Taxa de absorção.....	66
3.3.	Colorimetria.....	68
3.4.	Massa Fresca.....	71

4.	CONCLUSÕES.....	74
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
	ARTIGO 3 - Análises bioquímicas e metabolismo antioxidante em inflorescências de bastão-do-imperador revestidas com filme de amido.....	79
1.	INTRODUÇÃO.....	81
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	82
2.1.	Material Vegetal.....	82
2.2.	Preparo e aplicação dos filmes.....	82
2.3.	Atividade enzimática.....	83
2.4.	Peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica.....	83
2.5.	Análises de macromoléculas (Proteínas, açúcares redutores e totais).....	84
2.6.	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	84
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
3.1.	Atividade enzimática.....	85
3.2.	Peroxido de hidrogênio e peroxidação lipídica.....	86
3.3.	Conteúdo de proteínas totais.....	88
3.4.	Açúcares redutores e totais.....	90
4.	CONCLUSÕES.....	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO GERAL

Flores e plantas ornamentais são segmentos promissores do agronegócio brasileiro, sendo também uma atividade de grande destaque na economia de vários países (REIS et al., 2020; PAIVA et al., 2020). O cultivo de flores tropicais possibilita oportunidade de diversificação de renda, garantindo benefícios ecológicos, no controle de pragas e doenças, de proteção ambiental com redução do desgaste do solo e econômicos através da redução do risco do negócio alocando ativos produtivos nas diferentes fontes de renda (OLIVEIRA FILHO et al., 2014; SANTOS et al., 2017).

Entretanto, na cadeia produtiva de flores, um dos principais entraves é o adequado manejo pós-colheita e o entendimento desse processo, sobretudo os aspectos fisiológicos e bioquímicos. Considerando as espécies de origem tropical, esse conhecimento é ainda mais limitado, sendo necessários mais estudos em função da sua importância recente no mercado de flores (CHOON; DING, 2017).

Durante o processo de senescência diferentes alterações estruturais e metabólicas ocorrerem nas inflorescências, como por exemplo, o aumento nos níveis de espécies reativas de oxigênio, aumento nas taxas transpiratórias, diminuição das reservas, degradação de pigmentos (MANSOURI, 2012; REID; JIANG, 2012; RANI; SINGH, 2014). A intensidade e a velocidade de ocorrência desses processos são influenciadas por fatores intrínsecos de cada genótipo, fatores ambientais bióticos e abióticos, entre outros (EBRAHIMZADEH et al., 2008; REID; JIANG, 2012; SHABANIAN et al., 2018). Dessa forma, o entendimento de como essas alterações ocorrem em cada espécie e quais são os fatores envolvidos é fundamental para nortear os procedimentos pós-colheita a serem utilizados como forma de ampliar a durabilidade das flores cortadas.

Dentre as espécies de origem tropical, o bastão-do-imperador apresenta um período de durabilidade pós-colheita reduzido, apenas 5-10 dias (CARNEIRO et al., 2014) se comparado com outras espécies como *Anthurium sp.* - 21 dias (NAMOURA et al., 2014), *Heliconia psittacorum* - 16 dias (BANUELO-HERNANDEZ et al., 2016), *Oncidium variegosin* - 22 dias (MATTIUZ et al., 2015) e *Strelitzia reginae*, 16 dias (BAYOGAN et al., 2008).

Visando a aumentar a durabilidade das flores cortadas, diferentes tecnologias pós-colheita são utilizadas, como o uso de soluções de preservação que controlam a síntese de etileno, o desenvolvimento de patógenos, o equilíbrio da respiração, e contribuem para conservar a cor, com isso, retardam a senescência e estendem a vida pós-colheita de flores (HALEVY; MAYAK, 1981). Outras tecnologias utilizadas são, a aplicação de filmes biodegradáveis na superfície do produto modificando a atmosfera em volta desse, havendo assim, redução da intensidade de respiração, transpiração, biossíntese de etileno e crescimento de microrganismos, resultando em manutenção da qualidade e prolongamento da vida útil (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O uso do amido de mandioca como base na composição do filme surge como um acesso alternativo e fácil para aumentar a vida útil das flores, pois melhora o aspecto visual do produto, dá mais brilho e manutenção de cor e aumenta período de armazenamento, reduzindo a atividade respiratória e retardando a senescência (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

Alguns estudos vêm sendo realizados visando a avaliar os benefícios do uso de filmes à base de amido de mandioca na conservação pós-colheita de raízes (HENRIQUE; PRATI, 2011), frutas (BISCHOFF et al., 2013; DOTTO, 2015), flores temperadas (FERRAZ; CEREDA, 2009), e flores tropicais, como o gengibre ornamental (SANCHES et al., 2016). Diante do exposto, este estudo visa a observar os efeitos do uso de biofilmes e entender os processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos na pós-colheita de inflorescências de bastão-do-imperador, contribuindo assim para gerar tecnologias de conservação além de aperfeiçoar técnicas já existentes que auxiliam na conservação pós-colheita desta espécie tropical.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Comercialização de flores

A floricultura comercial, entendida como a atividade de produção, venda e distribuição de flores e plantas cultivadas para fins ornamentais, representa um dos mais promissores segmentos do agronegócio brasileiro contemporâneo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2016; REIS et al., 2020). No entanto, a atividade floricultura nacional não é homogênea, pois existem imensas desigualdades em sistemas tecnológicos de cultivo e comercialização, variando de acordo com

a macrorregião, áreas e vocações, segmentos (corte, vaso, paisagismo e jardinagem), condições climáticas e ecológicas (tropical, subtropical, temperado), cultura empresarial e socioeconômica, nível de produtores, dinâmica e potencial do mercado consumidor (JUNQUEIRA; PEETZ, 2005).

A cadeia produtiva é ampla, envolvendo diversos setores como: o de insumos, embalagens, mudas, substratos, além do mercado de varejo e atacado (TERRA; ZUGE, 2013). A atividade tornou-se mais uma alternativa para pequenos e médios agricultores (DUVAL, 2014), proporcionando uma distribuição de renda e geração de emprego para diversas famílias (ALMEIDA, 2012).

Este segmento do agronegócio é composto pelos setores de Produção, Atacado, Distribuição, Varejo e Consumo. A produção é composta por pequenos, médios e grandes produtores, com a função de atender todas as demandas do mercado, alavancando toda a cadeia produtiva (SILVA et al., 2015; PAIVA et al., 2020).

As flores de corte apresentam características intrínsecas de alta perecibilidade, além de uma grande diversidade de atributos desejáveis, como textura, estrutura, coloração e brilho, sendo necessária a utilização de ferramentas de gestão e novas tecnologias pós-colheita a fim de atender aos padrões de qualidade exigidos no mercado e elevar o período de durabilidade das inflorescências (BLISKA; JÚNIOR, 2012).

O mercado de plantas ornamentais de corte necessita de uma diversidade de flores que atendam às demandas do consumidor, visando a minimização de perdas e manutenção da qualidade do produto (COSTA et al., 2011), principalmente em datas comemorativas, já que estas representam a maior parte de vendas do setor (PAIVA et al., 2020). Neste sentido, os floricultores precisam diversificar mais e oferecer diferentes opções para fidelizar um maior número de clientes. Já para o varejo, uma grande diversidade de produtos às vezes representa um problema, pois podem não ser vendidos e representam perdas de dinheiro (PAIVA et al., 2020).

Nos últimos anos, a floricultura empresarial brasileira vem apresentando notável desenvolvimento, sendo caracterizada no campo do agronegócio nacional, como um dos mais promissores segmentos da horticultura intensiva. Destaca-se dentro deste segmento hortícola, o setor produtivo de flores tropicais (MACHADO NETO et al., 2013)

2.2. Floricultura Tropical

O cultivo de flores tropicais é uma atividade agrícola crescente e com sinalização para inserção mais acentuada no mercado mundial de flores não tradicionais (LOGES et al., 2014), que possibilita oportunidade de diversificação de renda e cultivos, garantindo benefícios ecológicos, no controle de pragas e doenças, de proteção ambiental com redução do desgaste do solo e econômicos através da redução do risco do negócio alocando ativos produtivos nas diferentes fontes de renda (OLIVEIRA FILHO et al., 2014; SANTOS et al., 2017).

As flores tropicais têm características diferentes das temperadas, como por exemplo, a sua altura, cores, e principalmente a sua durabilidade e exotismo (LOGES et al., 2005). São plantas com origens de florestas úmidas e de regiões tropicais, sendo as mais indicadas para a produção destas flores (COSTA, 2007). Os países desenvolvidos, apesar de apresentarem elevado consumo per capita, possuem limitações para o cultivo de flores tropicais devido às condições climáticas desfavoráveis ou limitação territorial. Tais fatores estimulam a produção destas flores no Brasil, especialmente nas regiões Norte e Nordeste (LOGES; TEIXEIRA; CASTRO, 2005).

O setor produtivo de flores tropicais de corte destaca características importantes, como beleza, exotismo, diversidade de cores e formas, resistência ao transporte, durabilidade pós-colheita e boa aceitação no mercado externo, favorecendo a comercialização dessas espécies (MACHADO NETO et al., 2013). As principais espécies de flores tropicais cultivadas e comercializadas no Brasil são: Alpínia, Helicônia, Bastão-do-imperador e outras como o Antúrio, Gengibre ornamental (sorvetão), Musa e Costus (SANTOS et al., 2017).

2.3. Bastão-do-imperador

Originária do sudeste asiático, principalmente Malásia e Indonésia, *Etilingera elatior*, popularmente conhecido como bastão-do-imperador é uma espécie tropical da família Zingiberaceae (UNEMOTO et al., 2012). A família inclui várias espécies com aplicações na horticultura, principalmente para uso na culinária, medicina, ornamentação e paisagismo (SILVA et al., 2017).

Nos últimos anos, além dos usos da culinária e da medicina, o bastão-do-imperador está se tornando popular para ser utilizado em projetos paisagísticos de jardins e áreas urbanas. A inflorescência extravagante e vistosa com cores brilhantes é adequada para ser usada como flor de corte em arranjos florais, podendo ser utilizada desde botão até o estágio totalmente aberto. A grande variedade de usos do bastão-do-imperador tem gerado um aumento na comercialização da inflorescência (CHOON; DING, 2016).

Esta espécie é bastante apreciada em países de clima temperado e tropical. Os principais produtores são Estados Unidos (Havaí), Costa Rica, Equador, Filipinas, Tailândia e Jamaica, e os principais importadores, Estados Unidos, Canadá, Holanda, Alemanha, Dinamarca, Bélgica, França e Japão (BEZERRA; LOGES, 2005).

No Brasil as variedades mais cultivadas são ‘Porcelana’, ‘Pink Torch’, ‘Red Torch’ e ‘Tulip Torch Ginger’. O florescimento inicia entre 12 e 18 meses, após o plantio, e ocorre durante o ano todo, mas, com pico de produção nos meses mais quentes, de outubro a janeiro (RIBEIRO et al., 2012).

A inflorescência do bastão-do-imperador conserva sua qualidade comercial por aproximadamente cinco a dez dias após serem colhidas, dependendo do ponto de colheita (CARNEIRO et al., 2014; MATTOS et al., 2018). Essa durabilidade é reduzida se comparado com outras espécies tropicais como *Anthurium* - 21 dias (NAMOURA et al., 2014), *Heliconia psittacorum* - 16 dias (BANUELO-HERNANDEZ et al., 2016), orquídea *Oncidium variegosin* - 22 dias (MATTIUZ et al., 2015) e *Strelitzia* - 16 dias (BAYOGAN et al., 2008).

Após a colheita se inicia o processo de senescência da haste bastão-do-imperador, que é caracterizado pela perda de turgescência de suas brácteas, seguido pela perda de brilho e progressiva secagem das brácteas, a partir dos bordos para dentro (UNEMOTO et al., 2011).

2.4. Caracterização de inflorescências

A caracterização de flores de corte é de extrema importância, pois, segundo Tagliacozzo (2003), cada cultura possui características próprias e diferentes sinais de senescência, os quais devem ser analisados para melhor se estabelecerem os parâmetros de qualidade. Portanto, quando se visa à conservação pós-colheita de flores, deve-se fazer primeiramente uma caracterização física do material em estudo (TAGLIACOZZO, 2003).

O bastão-do-imperador, possui inflorescências grandes compostas por pétalas diferenciadas, brácteas involucrais e florais, além de flores verdadeiras que são encontradas entre as brácteas florais (CHOON; DING, 2016), em tons de rosa (cultivares ‘Pink Torch’ e ‘Porcelana’), vermelha (cultivar ‘Red Torch’) e branco (UNEMOTO et al., 2012). Tais características são subjetivas se apenas analisadas visualmente, assim, a caracterização morfológica das inflorescências, utilizando parâmetros quantitativos, permite um melhor entendimento da espécie favorecendo a aplicação de novas tecnologias pós-colheita.

O ponto de colheita de uma flor equivale a um estágio de abertura, que varia muito em função da região, época do ano, condições de cultivo (campo ou estufa), variedade e distância do mercado. Portanto, a colheita deve seguir recomendações regionais (LAMAS, 2002), atendendo a padrões de qualidade definidos especificamente para cada material vegetal. Para bastão-do-imperador o ponto de colheita varia de botão até brácteas totalmente expandidas, sendo 60 cm o tamanho mínimo das hastes florais para comercialização (LIMA; FERRAZ, 2008).

Os parâmetros avaliados para caracterização de hastes florais são o comprimento do pedúnculo floral, mensurado da base da planta até a inflorescência e o diâmetro do pedúnculo, mensurado 20 cm abaixo da inflorescência. Os parâmetros avaliados em relação às inflorescências são o comprimento da inflorescência e o maior diâmetro da mesma (LOGES et al., 2008).

Além disso, a análise computadorizada de imagens permite extrair informações sobre tamanho, forma, textura e coloração, e se destaca por ser rápida, objetiva e, muitas vezes, não destrutiva (KRAUSE et al., 2017). Dentre os sistemas computacionais, o GroundEye[®] se destaca por ser um equipamento que analisa e extrai mais de 300 características morfológicas de sementes e mudas (ANDRADE et al., 2016). Os descritores de textura estão relacionados com propriedades da superfície como a rugosidade e contrastes criados pela variação tonal ou pela repetição de padrões visuais sobre uma região (TORRES et al., 2018).

2.5. Pós-colheita de flores

As flores após a colheita permanecem com todos seus processos biológicos ativos, como também, continuam ou até aceleram o processo de senescência, afetando, assim, a vida útil

(CUQUEL; FINGER; LOGES, 2009). Entre os produtos hortícolas, flores e plantas ornamentais apresentam um alto valor agregado e alta perecibilidade devido à elevada taxa respiratória e rápida deterioração, exigindo cuidados especiais durante o manuseio nas etapas de pós-colheita (REID, 2002), iniciando pela adoção de técnicas de limpeza, padronização e classificação, (MACHADO NETO et al., 2013).

Além disso, os produtores necessitam transportar as flores até o consumidor final, seja no comércio local ou para exportação, com o menor índice de perdas e maior manutenção da qualidade (DAVARYNEJAD et al., 2008). Dentre as características desejáveis para flores de corte destinadas à produção nacional e mercados consumidores internacionais estão, a resistência das inflorescências à deterioração durante o transporte, a facilidade de manuseio, firmeza e durabilidade das hastes (SILVA et al., 2019). Portanto, é essencial a compreensão dos fatores que determinam a deterioração de flores cortadas para que haja desenvolvimento e uso de métodos que garantam a qualidade e maior longevidade das flores após a colheita (REID, 2009).

O estudo da fisiologia pós-colheita de flores envolve os processos metabólicos e suas alterações nas diferentes partes das plantas, desde o momento em que são colhidas até a senescência completa (CURTI et al., 2012). Os processos de deterioração ocorrem em consequência de mudanças fisiológicas complexas, como o esgotamento de reservas pelo processo de respiração, pelo murchamento devido à perda excessiva de água por transpiração, e pela oclusão da haste após o corte que obstrui os vasos condutores, causando embolia pelo ar e deposição de substâncias químicas (CURTI et al., 2012).

Poucas são as referências na literatura para a pós-colheita de bastão-do-imperador. O uso de sacarose em soluções preservativas foi testado, mas com resultados pouco promissores (CHOON; DING, 2016). Unemoto et al. (2011) testou soluções preservativas comerciais com 1-MCP (1-metilciclopropeno) no qual os melhores resultados foram obtidos com 1,5 g m⁻³ de 1-MCP, que, associado a solução de conservação Florissant® proporcionou maior longevidade e qualidade na conservação pós-colheita. A aplicação de cera de carnaúba como alternativa de proteção à desidratação das hastes, também foi testada, mas sem influenciar a pós-colheita de bastão-do-imperador (MATTOS et al., 2018).

Assim, estudos mais aprofundados em práticas e técnicas pós-colheita de bastão-do-imperador, como o uso de filmes biodegradáveis, são necessários para garantir uma maior durabilidade e assegurar a entrega de hastes de qualidade ao mercado consumidor.

2.6. Filmes à base de amido de mandioca

Uma das tecnologias pós-colheita relacionada à manutenção da qualidade é o uso de filmes na superfície do produto. A técnica funciona modificando a atmosfera em volta do produto, ou seja, modifica a concentração de gases no espaço livre ao redor do produto, reduzindo a concentração de O₂ e elevando a de CO₂, havendo dessa forma, redução da intensidade de respiração, transpiração, biossíntese de etileno e crescimento de microrganismos, resultando em manutenção da qualidade e prolongamento da vida útil (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A maior vantagem das composições de revestimentos à base de polissacarídeos é a redução das trocas gasosas (PAVLATH; ORTS, 2009), sendo essas pouco eficientes na diminuição da perda de umidade devido à sua natureza hidrofílica (KESTER; FENNEMA, 1988).

Os biofilmes ou filmes biodegradáveis são assim nomeados por serem produzidos a partir de materiais biodegradáveis, ou seja, materiais que sofrem degradação por atividade biológica natural. O termo biopolímeros é utilizado para se referir à polímeros sintetizados a partir de matérias primas renováveis, obtidas naturalmente, tais como, amido, celulose e proteínas (WIHODO; MORARU, 2013).

O uso do amido de mandioca como biofilme é um processo alternativo e fácil para aumentar a vida útil das flores, pois melhora o aspecto visual do produto, dá mais brilho e manutenção de cor e aumenta período de armazenamento, reduzindo a atividade respiratória e retardando a senescência (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

A obtenção de películas de amido (polissacarídeo) baseia-se no princípio da gomificação do mesmo através da exposição à alta temperatura, com excesso de água, e com posterior retrogradação, onde as pontes de hidrogênio são estabelecidas e o material disperso volta a se organizar em macromoléculas, originando uma película protetora em volta do produto (CEREDA et al., 1992). Películas desenvolvidas a partir de amidos são isotrópicas, inodoras, insípidas, incolores, não-tóxicas e biodegradáveis (GARCIA et al., 2012). Embora seja produzido em larga escala, o amido de mandioca é pouco utilizado na indústria de alimentos, tonando-se um produto de menor custo quando comparado com amidos obtido de outras fontes (GARCIA et al., 2012). Neste sentido o uso de revestimentos à base de amido de mandioca podem ser uma opção economicamente viável pelo baixo custo da matéria prima, além de servir

como alternativa para redução do impacto negativo causado pelas embalagens de polímeros sintéticos.

Alguns estudos vêm sendo realizados visando a avaliar os benefícios do uso de filmes à base de amido de mandioca na conservação pós-colheita de raízes (HENRIQUE; PRATI, 2011), frutas (BISCHOFF et al., 2013; DOTTO, 2015), flores temperadas (FERRAZ; CEREDA, 2009), e flores tropicais, como o gengibre ornamental (SANCHES et al., 2016), com manutenção de qualidade comercial e aumento na durabilidade de até 6 dias.

2.7. Uso de aditivos nos biofilmes

2.7.1 Plastificantes

Durante a gelatinização do amido, as moléculas de amilose e amilopectina são liberadas na solução que interagem mediante pontes de hidrogênio. Assim, essas moléculas sozinhas formam um filme com estrutura bifásica, uma rica em amilose e outra rica em amilopectina (AND; HAN, 2005). Os filmes elaborados somente com amido tendem a ser quebradiços e pouco flexíveis, portanto o uso de agentes plastificantes reduz as pontes de hidrogênio entre as cadeias dos polímeros, provocando mudanças físicas, químicas e mecânicas nos filmes, devido ao alto ponto de fusão e baixa volatilidade dos plastificantes (MCHUGH; KROCHTA, 1994). Os plastificantes mais utilizados em filmes são monossacarídeos e oligossacarídeos (glicose, frutose e sacarose), polióis (glicerol e sorbitol), e lipídeos (ácidos graxos e tensoativos). Estes podem ser facilmente incorporados nas cadeias poliméricas, provocando mudanças na temperatura de transição vítrea, assim, melhorando as propriedades físico-químicas e mecânicas dos filmes (MCHUGH; KROCHTA, 1994).

O glicerol e o sorbitol são substâncias hidrofílicas devido a presença de grupos hidroxila na cadeia, possibilitando uma boa interação com as matérias primas do filme. Apesar de melhorar a flexibilidade e facilitar o manuseio, a sua utilização pode diminuir as propriedades de barreira e aumentar a permeabilidade aos vapores de água e a solubilidade dos filmes (LIN; CHEN; RUN-CHU, 2000; SOUZA; SILVA; DRUZIAN, 2012). Para filmes de amido, o glicerol é um agente plastificante bastante efetivo, pois tem pouca interação com as moléculas poliméricas (SHIMAZU; MALI; GROSSMANN, 2007). Em estudo sobre o uso de filmes de amido de mandioca, adicionado ou não de glicerol, para a conservação de mandioca

minimamente processadas não houve alterações físicas e químicas, porém a adição do plastificante glicerol resultou em maior índice de contaminação microbiológica (HENRIQUE; PRATI, 2011).

Durante as modificações da estrutura na rede de amido, os plastificantes provocam alterações na força intermolecular das cadeias poliméricas, resultando em uma matriz filmogênica menos densa, possibilitando o alongamento e a diminuição na resistência a tração, ou seja, deformação e ruptura do filme. (SOUZA et al., 2012).

2.7.2. Adjuvantes

Adjuvantes são caracterizados como o produto utilizado em mistura com produtos formulados para melhorar a sua aplicação. Correspondem a produtos químicos que promovem alterações na calda, atenuando os efeitos adversos ambientais (temperatura e umidade dos locais de condicionamento) e elevando a eficácia da aderência na aplicação (JUNIOR et al., 2015).

Os adjuvantes podem ser classificados pela sua função ou composição química, essas substâncias podem exercer diversas funções na aplicação de produtos agrícolas, tais como, quelatizantes e acidificantes, redutores de pH da calda, surfactantes, ativadores nitrogenados, espalhantes adesivos, antiespumantes, espessantes, entre outras (MOTA, 2011). Os adjuvantes ativadores são aqueles capazes de influenciar na eficácia dos agroquímicos, justamente, por provocar um aumento na taxa de absorção pelos alvos. Estes estão inseridos no grupo de adjuvantes com propriedades molhantes, espalhantes, adesivos e umectantes (VILELA, 2012), que são os surfactantes, óleos vegetais, óleos comparados a metilados, óleos minerais, oriundos de silicone e fertilizantes nitrogenados (TU; RANDALL, 2001).

Estas substâncias apresentam sítios polares e apolares, funcionando como pontes entre a água, que é polar, e as superfícies apolares, configurando assim maior habilidade de molhar alvos com características hidrofóbicas (KISSMANN, 1998). Durigan e Correia (2008) afirmam que são substâncias que aumentam a área de cobertura do volume de um líquido sobre um sólido ou até um outro líquido, por romper a tensão superficial da água nas gotas. Vilela et al. (2012) concluem que adjuvantes com características espalhantes são agentes molhantes que fazem a calda se espalhar sobre o alvo além de seu tamanho original de contato. Há também os adjuvantes com propriedades adesivas, que são empregados para auxiliar na deposição do produto aplicado (HAZEN, 2000). Estes são adjuvantes não evaporantes, com alta resistência ao escoamento, permitindo a adesão e a efetividade do produto por um período prolongado

sobre o alvo. Durigan; Correia (2008) e Vilela (2012), definem que essas substâncias se misturam bem a água e tem forte adesão às substâncias cerosas de revestimento natural.

A aplicação dos filmes à base de amido de mandioca incorporados de óleo de buriti como agente surfactante, preservou as jaboticabas acondicionadas e minimizou a perda de firmeza (COSTA, 2018). A aplicação de recobrimentos biodegradável a base de fécula de mandioca 3%, com 1% de óleo da amêndoa de macaúba e 0,5% de glicerol, foi eficiente, aumentando em 7 dias a durabilidade de frutos de goiabas ‘Paluma’ mantidos a 10 °C (MELO, 2016).

Com o uso dos adjuvantes consegue-se aumentar a eficácia da aplicação em atingir o alvo biológico, facilitando a adsorção do produto (MARTINS et al., 2009; CAIXETA et al., 2020), o qual pode promover alterações de caráter fisiológico influenciando assim na durabilidade das hastes florais de bastão-do-imperador.

2.8. Análises bioquímicas e metabolismo antioxidante envolvidos na pós-colheita

O processo de senescência em células vegetais é provocado por uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas, e os níveis de carboidratos podem influenciar na longevidade pós-colheita das flores de corte (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Após a colheita, as folhas e partes verdes, funcionam como fonte, o amido é hidrolisado para liberar os monossacarídeos (glicose e frutose), que são translocados para as flores (LASCHI, 2000). Esse processo também é importante na promoção do crescimento das pétalas sugerindo que a abertura floral pode ser devido à combinação da absorção de açúcar e degradação de vários polissacarídeos (VAN DOORN; VAN MEETEREN, 2003).

Considerando que a reserva de carbono contida na haste é utilizada para estender a longevidade potencial das flores (KAYS, 1991), flores de corte com maior concentração de carboidratos apresentam maior durabilidade pós-colheita (NOWAK; RUDNICKI, 1990; MARISSSEN, 2001). Van Der Meulen-Muisers et al. (2000) observaram que o teor de açúcares solúveis é crescente nas flores, desde a fase de botão até próximo à antese, observando também aumento no teor de amido durante o mesmo período. Análises bioquímicas podem, portanto, prover marcadores da deterioração, contribuindo para garantir a conservação ao longo do armazenamento. As principais enzimas envolvidas no sistema de proteção contra a deterioração são as catalases, peroxidases, superóxido dismutases, dentre outras enzimas antioxidativas, as quais atuam como removedoras de “espécies reativas de oxigênio” (ABREU et al., 2019).

As análises bioquímicas, como das enzimas chave do metabolismo antioxidante, dos teores de peroxidação lipídica e peróxido de hidrogênio em amostras durante a pós-colheita, são importantes para a elucidação de eventos comumente observáveis durante a senescência. As espécies reativas de oxigênio, que são radicais livres causam alterações funcionais em membranas, promovendo a peroxidação de lipídios, inativação de enzimas e a degradação de ácidos nucleicos (ABREU et al., 2019).

Enzimas como superóxido desmutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidases (POX), são importantes no processo de eliminação das espécies reativas de oxigênio (metabolismo antioxidante) (VASCONCELOS et al., 2007; PRUDENTE et al., 2017; SANTOS et al., 2021). E observadas em situações de danos celulares, como o corte da haste floral.

A SOD é a principal enzima do sistema antioxidante dismutando os íons superóxido (O_2^-) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e está presente em todos os compartimentos celulares. A CAT, encontrada predominantemente nos peroxissomos, cataliza a desmutação do H_2O_2 em H_2O e oxigênio (VASCONCELOS et al., 2007; PRUDENTE et al., 2017; SANTOS et al., 2021).

As peroxidases (POX) podem apresentar formas moleculares diferentes em uma mesma espécie, tecido ou célula. Essas formas são denominadas de isoenzimas as quais realizam a mesma catálise, porém possuem propriedades cinéticas, composição e sequência de aminoácidos diferentes (SHIGETO; TSUTSUMI, 2016; SANTOS et al., 2021). Nas plantas, realizam uma ampla gama de reações, como defesa contra patógenos, alongamento de células, geração e eliminação de espécies reativas de oxigênio, enrijecimento da parede celular, síntese de lignina e de componentes da parede celular, oxidação de fenóis (SHIGETO; TSUTSUMI, 2015; MUENCHEN, 2017). Por outro lado, as peroxidases estão envolvidas na regulação de hormônios vegetais, deterioração do ácido indolacético no decorrer da maturação e senescência (KOKSAL et al., 2012).

Assim, estudos mais específicos sobre a caracterização morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, de flores de corte de bastão-do-imperador são de extrema importância para auxiliar na tomada de decisão de estratégias pós-colheita e aumentam as chances de sucesso na durabilidade das plantas. Bem como o uso de tecnologias e técnicas, como aplicação de biofilmes para o melhor condicionamento pós-colheita, podem determinar o aumento da vida útil, e assim, o tempo de durabilidade da espécie, promovendo melhoria na qualidade do produto entregue ao consumidor final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, G. F. D., ROSA, S. D. V. F. D., MALTA, M. R., PEREIRA, C. C., BORÉM, F. M., COELHO, S. V. B., SOUSA, P. H. A. Atividade de enzimas antioxidativas na preservação da qualidade do café em ambiente refrigerado, 2019. **Anais [...] SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 10, Vitória 2019.

AND, Z. L.; HAN, J. H. Film-forming characteristics of starches. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 1, p. E31–E36, 2005.

ANDRADE, DB; OLIVEIRA, AS; PINTO, CAG; PIRES, RMO; OLIVEIRA, AS; SILVA, MA; CARVALHO, MLM Detecção de sementes verdes em lotes de soja pelo sistema de análise de sementes (SAS). **International Journal of Current Research**, v. 8, n. 2, p. 26462, 2016.

BAÑUELOS-HERNÁNDEZ, K. P., GARCÍA-NAVA, J. R., LEYVA-OVALLE, O. R., PEÑA-VALDIVIA, C. B., YBARRA-MONCADA, M. C. Flowering stem storage of *Heliconia psittacorum* L. f. cv. Tropical. **Postharvest Biology and Technology**, v.112, p. 159-169, 2016.

BAYOGAN, E. R. V.; JAROENKIT, T.; PAULL, R. E. Postharvest life of bird-of-paradise inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 2, p. 259-263, 2008.

BISCHOFF, T. Z.; PINTRO, T. C.; PALOSCHI, C. L.; COELHO, S. R. M.; GRZEGOZEWSKI, D. M. Conservação pós-colheita da amora-preta refrigerada com biofilme e embalagem plástica. **Energia na agricultura**, v. 28, n. 2, p. 109-114, 2013.

BEZERRA, F. C.; LOGES, V.; Zingiberaceae. IN: TERAPO, D.; CARVALHO, A. C.P.P.de.; BARROSO, T.C. S. F.(eds.) **Flores tropicais**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 225p., 2005

BLISKA J. A.; FERRAZ, A. C. de O. Método de identificação do grau de gestão nas atividades de produção de flores de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 531-538, 2012.

CAIXETA, J. P. L.; JÚNIOR, K. S. F.; BRIGANTE, G. P.; DE SOUZA DIAS, M. Efeito de adjuvante associado a herbicidas no controle de *digitaria insularis* L. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 4, p. 672-1, 2020.

CARNEIRO, D.; PAIVA, P.; CARNEIRO, L.; RODRIGUES, R.; LIMA, L.; DIAS, G.; PEDROSO, R. Estádios de abertura floral e condicionamento em inflorescências de bastão do-imperador. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 2, p. 163–170, 2014

CEREDA, M. P.; BERTOLINI, A. C.; EVENGELISTA, R. M. Uso de amido em substituição às ceras na elaboração de “películas” na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7., 1992, Recife. **Anais [...] Recife: Sociedade brasileira de mandioca**, 1992, p. 107.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005.

CHOON, S. Y.; DING, P. Growth stages of torch ginger (*Etilingera elatior*) plant. **Sains Malaysiana**, v. 45, n. 4, p. 507-515, 2016.

CHOON, S. Y.; DING, P. Physiological changes of torch ginger (*Etilingera elatior*) inflorescence during development. **HortScience**, v. 52, n. 3, p. 479-482, 2017.

COSTA, C. R. Fungos associados às plantas ornamentais tropicais no Distrito Federal. 2007, 114f.

COSTA, D. S. D. Desenvolvimento de filmes de fécula de mandioca incorporados com diferentes concentrações de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*). 2018, 114f.

CUQUEL, F. L.; FINGER, F. L.; LOGES, V. Harvesting and postharvest management of cut flowers. **Informe Agropecuário**, v. 30, n. 249, p. 56-63, 2009.

CURTI, GL; MARTIN, TN; FERRONATO, ML; BENIN, G. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. **Revista Ciências Agrárias**, v. 35, p. 240-250, 2012.

DA SILVA, A. R.; DE MELO, N. F.; YANO-MELO, A. M. Acclimatization of micropropagated plants of *Etilingera elatior* (Jack) RM Sm. inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. **South African Journal of Botany**, v. 113, p. 164-169, 2017.

DAVARYNEJAD, E.; TEHRANIFAR, A.; GHAYOOR, Z.; DAVARYNEJAD, GH. Effect of different pre-harvest conditions on the post-harvest keeping quality of cut gerbera. **Acta Horticulturae**, v. 804, p. 205-208, 2008.

LUVIELMO, M. de M.; VIEIRA LAMAS, S. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, 2012.

TAGLIACOZZO, G. M. D.; ZULLO, M. A.; DE CASTRO, C. E. F. Caracterização física e conservação pós-colheita de alpínia. **Ornamental Horticulture**, v. 9, n. 1, 2003.

DOTTO, M.; PIROLA, K.; JÚNIOR, A. W.; RADAELLI, J. C.; DANNER, M. A. Biofilmes e embalagens na conservação pós-colheita de lima ácida Tahiti. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 365-369, 2015.

DURIGAN, J. C.; CORREIA, N.B. Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia de herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 133-171.

DUVAL, C. M. A produção de flores e a agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 241-241, 2014.

EBRAHIMZADEH, M.A.; POURMORAD, F.; BEKHRADNIA, A.R. Iron chelating activity screening, phenol and flavonoid content of some medicinal plants from Iran. **African Journal of Biotechnology**, v. 32, p. 43-49, 2008.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P. Influência de diferentes tratamentos pós-colheita com películas de amido nas características químicas de rosas (*Rosa hybrida* var. grand galla). **Agrarian**, v. 2, n. 4, p. 63-72, 2009.

GARCIA, L. C.; PEREIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Effect of antimicrobial starch edible coating on shelf-life of fresh strawberries. **Packaging Technology and Science**, v. 25, p. 413-425, 2012.

HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**, v. 3, p. 59-143, 1981.

HAZEN, J. L. Adjuvants: terminology, classification, and chemistry. **Weed Technology**, v. 14, p. 773-784, 2000.

HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. Uso de biofilmes de amido em raízes de mandioca minimamente processadas. **Revista Ibero-americana de Tecnologia Postcosecha**, v. 12, n. 2, p. 227-236, 2011.

JUNIOR, J. D. D. G.; DE SOUSA JÚNIOR, J. M.; GONTIJO, G. A.; RUAS, R. A. A. Pontas hidráulicas, adjuvante e horários de aplicação de fomesafen no controle de picão-preto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 4, p. 326-332, 2015.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 14, n. 1, p. 37-52, 2008.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Tecnologia no cultivo de flores no Brasil, **Anuário da Agricultura Brasileira - Agrianual 2016**, São Paulo, Informa Economics FNP, p.282-284, 2016.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Canada: Na Avi Book. 1991. 532p.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: A review. **Food Technology**, v. 42, p. 47-59, 1988.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária, Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 3951.

KOKSAL, E.; BURSAL, E.; AGGUL, A. G.; GULCIN, I. Purification and characterization of peroxidase from sweet gourd (*Cucurbita Moschata* Lam. Poiret). **International journal of food properties**, v. 15, n. 5, p. 1110-1119, 2012.

KRAUSE, W.; VIANA, A. P.; CAVALCANTE, N. R.; AMBRÓSIO, M.; SANTOS, E. A.; VIEIRA, H. D. Digital phenotyping for quantification of genetic diversity in inbred guava (*Psidium guajava*) families. **Genetic and Molecular Research**, v. 16, n. 1, 2017.

LAMAS, A. M. Floricultura tropical: técnicas de cultivo. Recife: SEBRAE-PE, 2002, 87 p. **Floricultura Tropical: Tecnologia de Produção**. Tabatinga/AM, 2004, 65 p.

LASCHI, D. Fisiologia de hastes cortadas de rosa (*Rosa* sp.) cv. Grand Gala. 2000, 120f.

LIN, S. Y.; CHEN, K. S.; RUN-CHU, L. Organic esters of plasticizers affecting the water absorption, adhesive property, glass transition temperature and plasticizer permanence of Eudragit acrylic films. **Journal of Controlled Release**, v. 68, n. 3, p. 343-350, 2000.

LIMA, J. D.; FERRAZ, M. V. Cuidados na colheita e na pós-colheita das flores tropicais. **Ornamental Horticulture**, v. 14, n. 1, 2008.

LOGES, V.; TEIXEIRA, M. do C. F.; CASTRO, A. C. R. de; COSTA, A. S. da. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura brasileira**, v. 23, n. 3, p. 699-702, 2005.

MACHADO NETO, A. D. S.; JASMIM, J. M.; PONCIANO, N. J. Indicadores econômicos da produção de flores tropicais no estado do Rio de Janeiro. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 173-184, 2013.

MANSOURI, H. Salicylic acid and sodium nitroprusside improve postharvest life of chrysanthemums. **Scientia Horticulturae**, v. 145, p. 29-33, 2012.

MARISSSEN, N. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, n. 543, p. 331-343, 2001.

MARTINS, D.; CARBONARI, C. A.; TERRA, M. A.; MARCHI, S. R. Ação de adjuvantes na absorção e translocação de glyphosate em plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*). **Planta daninha**, v. 27, n. 1, p. 155-163, 2009.

MATTIUZ, B. H.; RODRIGUES, T. D. J. D.; MARQUES, K. M.; MARTINS, R. N. Effectiveness of postharvest solutions for the conservation of cut *Oncidium varicosum* (ORCHIDACEAE) inflorescences. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39 n.4, p.315-322, 2015

MATTOS, D. G.; PAIVA, P. D. de O.; NERY, F. C.; VALE, R. P.; SARTO, M. T.; LUZ, I. C. A. Water relations in post-harvested torch ginger affected by harvest point and carnauba wax. **Postharvest Biology and Technology**, v. 127, p. 35-43, 2018.

MCHUGH, T. H.; KROCHTA, J. M. Sorbitol-vs glycerol-plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 4, p. 841-845, 1994.

MELO, R. D. S. Recobrimentos biodegradáveis a base de fécula de mandioca e óleo de macaíba na conservação pós-colheita de goiaba 'Paluma'. 2016, 82f.

MUENCHEN, D. K. Desenvolvimento de biossensor nanoestruturado de cantilever utilizando peroxidase de fonte vegetal para detecção de glifosato em água. 2017, 87f.

MOTA, A. A. B. Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicação com adjuvantes. 2011, 63 f.

NOMURA, E.S.; FUZITAN, E.J.; JUNIOR, E.F.D. Soluções de condicionamento em pós-colheita de inflorescências de antúrio. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 219-225, 2014.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. Storage. In: NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland: Timber, 1990. 210 p.

OLIVEIRA FILHO, S. F. S.; MELO, A. D. S.; XAVIER, L. F.; SOBEL, T. F.; COSTA, E. D. F. Adoção de estratégias para redução de riscos: identificação dos determinantes da diversificação produtiva no Polo Petrolina-Juazeiro. **Revista Economia e Sociologia Rural**. v. 52, n. 1, p. 117-138, 2014.

PAIVA, P. D. O.; REIS, M. V. ; SANTANA, G. S. ; BONIFÁCIO, FRANCILENE DE LOURDES ; GUIMARAES, P. H. S. Flower and ornamental plant consumers profile and behavior. **Ornamental Horticulture**, v. 26, p. 333-345, 2020.

PAVLATH, A. E.; ORTS. Edible films and coatings: why, what and how? In: EMBUSCADO, M. E., HUBER, K. C. (Eds.), **Edible Films and Coatings for Food Applications**. New York: Springer Science/Business Media, p. 1–23, 2009.

PRUDENTE, D. O.; PAIVA, R.; NERY, F. C.; PAIVA, P. D. O.; ALVES, J. D.; MAXIMO, W. P. F.; SILVA, L. C. Compatible solutes improve regrowth, ameliorate enzymatic antioxidant systems, and reduce lipid peroxidation of cryopreserved *Hancornia speciosa* Gomes lateral buds. **In Vitro Cellular e Developmental Biology - Plant** v. 53, p. 352–362 2017.

RANI, P.; SINGH, N. Senescence and postharvest studies of cut flowers: a critical review. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v. 37, n. 2, p. 159-201, 2014.

REID, M.S. Advances in shipping and handling of ornamentals. **Acta Horticulturae**, v. 543, p. 277-284, 2002.

REID, M. S. Factores que afectan la calidad em la poscosecha. In: POSCOSECHA de las flores cortadas: manejo y recomendaciones. Bogotá: **Hortitecnia**, 2009. p. 13-20

REID, M. S.; JIANG, C. Z. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. **Horticultural reviews**, v. 40, p. 1-54, 2012

REIS, M. V.; SANTANA, G. S.; PAIVA, P. D. O.; BONIFÁCIO, FRANCILENE DE LOURDES; GUIMARAES, P. H. S. Profile of producer and retailer of flower and ornamental plant. **Ornamental Horticulture**, v. 26, p. 367-390, 2020.

RIBEIRO, T.; ALMEIDA, E.; FRAZÃO, J.; CARVALHO, J. Bastão-do-imperador. In: PAIVA, P.; ALMEIDA, E. (Ed.). **Produção de flores de corte**. Lavras: Editora UFLA, 2012. p. 90–103.

SANCHES, A. G.; DA SILVA, M. B.; MOREIRA, E. G. S.; COSTA, J. M.; CORDEIRO, C. A. M. Stem cutting size and biofilm in longevity of ornamental ginger. **Nativa**, v. 4, n. 5, p. 337-341, 2016.

SANTOS, S. L. F.; PÉREZ-ARIAS, G. A.; ALIA-TEJACAL, I.; ZALDÍVAR, C. P.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; JUÁREZ-LÓPEZ, P.; SÁNCHEZ-GUILLÉN, D. Pulsing on the postharvest physiology of two cultivars of *Polianthes tuberosa* L. **Ornamental Horticulture**, v. 27, p. 60-67, 2021.

SANTOS, J. S. C.; GRZEBIELUCKAS, C.; SOCOLOSKI, A.; FRANÇA, R. C. Produção de flores tropicais: uma análise econômica na agricultura familiar em Mato Grosso. In: **Anais [...]**, 2017, Rio Grande do Sul: Associação Brasileira de Custos, 2017.

SHABANIAN, S.; ESFAHANI, M. N.; KARAMIAN, R.; TRAN, L. S. P. Physiological and biochemical modifications by postharvest treatment with sodium nitroprusside extend vase life of cut flowers of two gerbera cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v.137, p.1-8, 2018

SHIMAZU, A. A.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 79–88, 2007.

SHIGETO, J.; TSUTSUMI, Y. Diverse functions and reactions of class III peroxidases. **New Phytologist**, v. 209, n. 4, p. 1395-1402, 2016.

SILVA, C. G.; HIEGA, K.; DALBOSCO, E.; SILVA, C.; ARAÚJO, D. **Fitossanidade em plantas tropicais no estado de mato grosso**, enciclopédia biosfera. Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 1290, 2015.

SILVA, C. G.; KRAUSE, W.; BOTINI, A. F.; FRANÇA, R. P. A.; SILVA, C. A. Postharvest durability of Heliconiaceae evaluated in a controlled environment in Mato Grosso state, Brazil. **Ornamental Horticulture**. v. 25, p. 80-86, 2019.

SOUZA, A. C.; BENZE, R. F. E. S.; FERRÃO, E. S.; DITCHFIELD, C.; COELHO, A. C. V.; TADINI, C. C. Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 110–117, 2012.

SOUZA, C. O. DE; SILVA, L. T.; DRUZIAN, J. I. Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpas de manga e de acerola. **Química Nova**, v. 35, p. 262–267, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MAFFEI, M. **Elementi di fisiologia vegetale**. Piccin, 2013.

TERRA, S. B.; ZÜGE, D. P. P. D. O. Floricultura: a produção de flores como uma nova alternativa de emprego e renda para a comunidade de Bagé- RS. **Revista Conexão UEPG**, v. 9, n. 2, p. 1-5, 2013.

TORRES, G.X. Diversidade genética em população segregante de passiflora via características de sementes. 2018, 82p.

TU, M.; CALLIE, H.; RANDALL J.M. Weed Control Methods Handbook: Tools and Techniques for Use in Natural Areas. **The Nature Conservancy**, 2001, p. 7-10.

UNEMOTO L. K.; FARIA, R. T. F.; TAKAHASHI, L. S. A.; ASSIS, A. M.; ALESSANDRO B. L. Longevity of torch ginger inflorescences with 1-methylcyclopropene and preservative solutions. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 4, p. 649-653, 2011

UNEMOTO, K.L.; FARIA, R.T.; ASSIS, A.M.; LONE, A.B.; YAMAMOTO, L.Y. Cultivo de bastão-do-imperador sob diferentes espaçamentos em clima tropical. **Ciência Rural**, v.42, n. 12, p. 2153-2158, 2012.

VAN DER MEULEN-MUISERS, J. J. M. Genetic and physiological aspects of postharvest flower longevity in Asiatic hybrid lilies (*Lilium L.*). 2000, 121f.

VAN DOORN, W. G.; VAN MEETEREN, U. Flower opening and closure: a review. **Journal of experimental botany**, v. 54, n. 389, p. 1801-1812, 2003

VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. B. D. F.; MANFREDINI, V.; BENFATO, M. D. S.; KUBOTA, L. T. Reactive oxygen and nitrogen species, antioxidants and markers of oxidative damage in human blood: main analytical methods for their determination. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1323-1338, 2007.

VILELA, C.M. Evaporação de gotas de caldas contendo fungicidas e adjuvantes depositadas em superfície. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, 2012. 73p.

WIHODO, M.; MORARU, C. I. Physical and chemical methods used to enhance the structure and mechanical properties of protein films: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 114, n. 3, p. 292–302, 2013.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1 - Caracterização morfológica e senescência de inflorescências de bastão-do-imperador ‘Red Torch’.

RESUMO A caracterização morfológica das flores de corte é de grande importância, pois cada cultura possui características próprias e diferentes sinais de senescência, os quais devem ser analisados para melhor se estabelecerem os parâmetros de qualidade e auxiliar nos procedimentos e novas tecnologias pós-colheita. O objetivo foi caracterizar morfológicamente as inflorescências e brácteas de bastão-do-imperador nos três diferentes pontos de colheita e apresentar uma escala de senescência das hastes. Foram coletadas sete inflorescências em cada um dos três pontos de colheita, fechado semiaberto e aberto, totalizando 21 hastes florais. As inflorescências foram avaliadas quanto a largura, comprimento e massa fresca; os pedúnculos das inflorescências foram padronizados em 60 cm e medidos o diâmetro e a massa fresca. Após realizadas as avaliações das inflorescências, estas foram mantidas em água e fotografadas todos os dias para a realização da escala visual de senescência. Em seguida as inflorescências e os respectivos pedúnculos foram secos em estufa a 60 °C até atingirem peso constante, obtendo-se a massa seca. As brácteas involucrais e florais das inflorescências foram avaliadas quanto: a molhabilidade ou ângulo de contato, o comportamento dos fluidos nas brácteas utilizando biospeckel, características de dominância de cor, brilho e textura, realizadas por análise de imagem utilizando GroundEye®, e quantificação da cera natural das mesmas. Existem diferenças de características morfológicas de tamanho e peso que exercem influência na durabilidade pós-colheita de hastes de bastão-do-imperador ‘Red Torch’, sendo as flores abertas com menor durabilidade que os dois pontos antecedentes, fechado e semiaberto. Descrever as características específicas como hidrofobicidade, alta movimentação de fluídos no interior das células e altos teores de cera natural em flores tropicais cortadas é de grande importância para a tomada de decisão na aplicação de novas tecnologias e revestimentos pós-colheita.

Palavras-chave: *Etiligera elatior*; Pós-colheita; Morfologia; Flores tropicais; Biospeckle; GroundEye®.

ABSTRACT The morphological characterization of cut's flowers have a great importance, because each crop has its own characteristics and different signs of senescence, which must be analyzed to better establish quality parameters and assist in procedures and new post-harvest technologies. The objective was to morphologically characterize the inflorescences and bracts of the ginger torch at the three different harvest points and to present a scale of senescence of the stems. Seven inflorescences were collected at each of the three harvest points, closed, semi-open and open, totaling 21 flower stalks. The inflorescences were evaluated for width, length and fresh mass; the floral stems were standardized at 60cm and the diameter and fresh mass were measured. After performing the evaluations of the inflorescence's characteristics, they were kept in water and photographed every day for the realization of the visual scale of senescence. Afterwards, the inflorescences and the respective floral stems were dried in an oven at 60°C until reaching constant weight, obtaining the dry mass. The involucral and floral bracts of the inflorescences were evaluated for: wettability or contact angle, fluid behavior in the bracts using biospeckel, color, gloss and texture dominance characteristics, performed by image analysis using the GroundEye®, and quantification of their natural wax. There are differences in morphological characteristics of size and weight that influence the postharvest durability of 'Red Torch' ginger, of which the open flowers showed less durability than the two previous points, closed and semi-open. Describing specific characteristics such as hydrophobicity, high fluid movement inside the cells and amount of natural wax in cut tropical flowers possess a great importance for decision making in the application of new technologies and post-harvest coatings.

Keywords: *Etiligera elatior*; Post-harvest; Morphology; Tropical flowers; Biospeckle; GroundEye®.

1. INTRODUÇÃO

Originária do sudeste asiático, Malásia e Indonésia, *Etilingera elatior*, popularmente conhecido como bastão-do-imperador é uma espécie tropical da família Zingiberaceae (UNEMOTO et al., 2012). A família inclui várias espécies com aplicações na horticultura, principalmente para uso na culinária, medicina, ornamentação e paisagismo (SILVA et al., 2017).

O bastão-do-imperador possui inflorescências grandes compostas por pétalas diferenciadas, brácteas involucrais e florais, além de flores verdadeiras que são encontradas entre as brácteas florais (CHOON; DING, 2016), em tons de rosa (cultivares ‘Pink Torch’ e ‘Porcelana’), vermelha (cultivar ‘Red Torch’) e branco (UNEMOTO et al., 2012). Tais características são subjetivas se apenas analisadas visualmente, assim, a caracterização morfológica das inflorescências, utilizando parâmetros quantitativos, permite um melhor entendimento da espécie favorecendo a aplicação de novas tecnologias pós-colheita.

A inflorescência extravagante e vistosa com cores brilhantes é adequada para ser usada como flor de corte em arranjos florais, podendo ser utilizada nos diferentes pontos de abertura. A grande variedade de usos do bastão-do-imperador tem gerado um aumento na comercialização da inflorescência (CHOON; DING, 2016).

O ponto de colheita de uma flor equivale a um estágio de abertura, que varia muito em função da região, época do ano, condições de cultivo (campo ou estufa), variedade e distância do mercado. Portanto, a colheita deve seguir recomendações regionais (LAMAS, 2002), atendendo padrões de qualidade definidos especificamente para cada material vegetal. As hastes de bastão-do-imperador são comercializadas desde a fase de botão floral em formação, com as brácteas fechadas, até com brácteas totalmente abertas, e pedúnculo floral com tamanho mínimo de 60 cm e diâmetro maior que 1,0 cm (RIBEIRO et al., 2012; CARNEIRO et al., 2014).

Para a maioria das espécies tropicais, existem poucas informações sobre a influência do estágio de abertura das brácteas na pós-colheita (CARNEIRO et al., 2014). Além disso, a inexistência de padronização de comercialização para a maioria das flores de corte aliada à falta de tecnologia apropriada para conservação pós-colheita de flores tropicais faz com que seja necessária a caracterização física dos produtos existentes no mercado a fim de se conhecer a durabilidade das flores cortadas em cada fase de desenvolvimento floral (TAGLIACOZZO et al., 2005). A caracterização das flores de corte é de grande importância pois cada cultura possui características próprias e diferentes sinais de senescência, os quais devem ser analisados para

melhor se estabelecerem os parâmetros de qualidade pós-colheita (TAGLIACOZZO et al., 2005).

O bastão-do-imperador apresenta baixa durabilidade quando comparado a outras espécies tropicais. Em estudo realizado visando a melhorar a qualidade e a durabilidade das hastes dessa espécie, foram aplicadas diferentes concentrações de cera de carnaúba nas inflorescências e os resultados mostraram que a cera foi depositada em forma de placas sobre a superfície das brácteas, não sendo eficiente na barreira a trocas de água e gases, o que não afetou a qualidade fisiológica ou visual das hastes florais (MATTOS et al., 2018). Nesse sentido a caracterização torna-se uma ferramenta importante para o entendimento das características específicas inerentes a esta espécie e com isso possibilita a indicação de metodologias efetivas para aumentar a vida pós-colheita.

Considerando-se que, no Brasil, os estudos sobre as características específicas de flores tropicais são escassos, o objetivo deste trabalho foi caracterizar morfológicamente as inflorescências e brácteas de bastão-do-imperador nos três diferentes pontos de colheita e apresentar uma escala de senescência das hastes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material vegetal

Inflorescências de bastão-do-imperador (*Etilingera elatior*) ‘RedTorch’ foram colhidas nos diferentes estádios de abertura floral, fechada, semiaberta e totalmente aberta (CARNEIRO et al., 2014; MATTOS et al., 2018) (Figura 1), limpas através da imersão em tanques com água e detergente neutro e após a limpeza as hastes foram mantidas em água, na posição vertical.

Foram avaliadas inflorescências e pedúnculos florais, brácteas involucrais, aquelas que estão para fora das flores verdadeiras, e brácteas florais, dispostas entre as flores verdadeira. Além da caracterização das faces superiores e inferiores das mesmas (Figura 1).

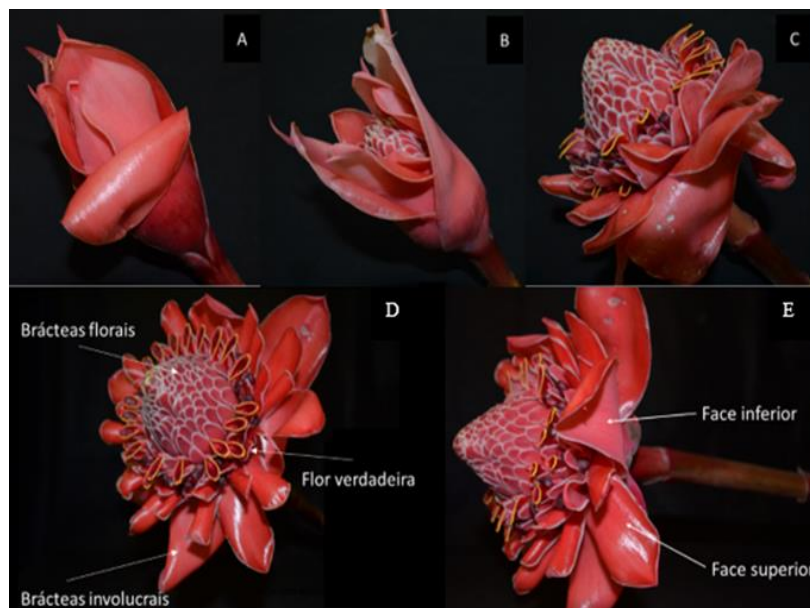


Figura 1: Pontos de colheita de inflorescências de bastão-do-imperador (A) Fechado, (B) Semiaberto, (C) totalmente aberto, (D) distribuição das brácteas involucrais, florais e flor verdadeira (E) Face superior e inferior das brácteas.

2.2. Avaliação de características morfológicas

Foram coletadas 7 inflorescências de cada ponto de colheita, fechado, semiaberto e aberto, totalizando 21 hastes florais e avaliadas, logo após a colheita, quanto a largura da inflorescência; comprimento da inflorescência (base da inflorescência ao seu ápice); diâmetro do pedúnculo floral (medido 20 cm abaixo da inflorescência) utilizando paquímetro digital (Digimess); a massa fresca da inflorescência e do pedúnculo floral padronizado em 60 cm e pesados separadamente, em balança de precisão. As inflorescências e os respectivos pedúnculos florais foram secos em estufa a 60°C até atingirem peso constante, obtendo-se a massa seca. Os teores de água (%) foram calculados através da fórmula $\{[massa\ fresca\ (g) - massa\ seca\ (g)] / massa\ fresca\ (g)\} \times 100\%$.

Após a colheita das hastes, as brácteas involucrais e florais das inflorescências foram avaliadas quanto à molhabilidade ou ângulo de contato: foi realizada uma análise qualitativa através do ângulo formado pelo líquido (água) depositado na superfície da bráctea indicando se a mesma tem característica hidrofílica ou hidrofóbica, utilizando o Testador de absorção OCA Data Physics, equipado com uma câmera CCD da marca Kruss. Foi analisado o comportamento dos fluidos nas brácteas utilizando Biospeckel, no qual estas são iluminadas indiretamente com Laser diodo vermelho (632 nm) de 10 mW de potência. Utilizando-se uma câmera (Samsung

Digital Cam CM OS 6.4 Mega Pixel Full HD) foram capturadas as imagens caracterizando a movimentação dos fluidos e, em seguida, utilizaram-se duas rotinas do ImageJ para se obter o valor do parâmetro denominado padrão STS (Spatial Temporal Speckle). As características de dominância de cor, brilho e textura, foram realizadas por análise de imagem utilizando o sistema GroundEye®, na versão S800.

2.3. Escala de senescência

Após realizadas as avaliações dos parâmetros morfológicos das inflorescências, estas foram mantidas em água e fotografadas todos os dias para a realização da escala de senescência. As inflorescências foram analisadas por três avaliadores e anotadas as alterações visuais relacionadas a senescência, com parâmetros de turgescência, brilho e presença de manchas.

2.4. Caracterização da cera natural

Para a caracterização do padrão de cera natural presente nas brácteas, realizou-se quantificação através do método descrito por Viana et al (2010), no qual 1,0 cm² de amostras das brácteas foram retiradas logo após a colheita das inflorescências e introduzidas em tubos de falcon contendo 100 mL de clorofórmio por 20 segundos, agitando-se levemente. Após, realizou-se filtragem em papel-filtro e transferiu-se para um tubo de ensaio de 25 mL, de peso conhecido, onde foram evaporados em banho maria, para obtenção do resíduo sólido (cera). A quantificação da cera foi expressa pela quantidade de cera por unidade de área (mg.cm⁻²).

2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com os 3 pontos de abertura caracterizando os tratamentos, com 7 repetições compostas de uma inflorescência cada. Os experimentos foram repetidos duas vezes para cada parâmetro avaliado. Os dados foram analisados por análise de variância utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA,

2014). A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliação de características morfológicas

O comprimento das inflorescências apresentou pequena variação entre os estádios de desenvolvimento fechado (média de 110,78 mm) e semiaberto (média de 108,44 mm), entretanto, diferenciaram do estágio aberto o qual o comprimento foi de 102,98 mm (Figura 2A).

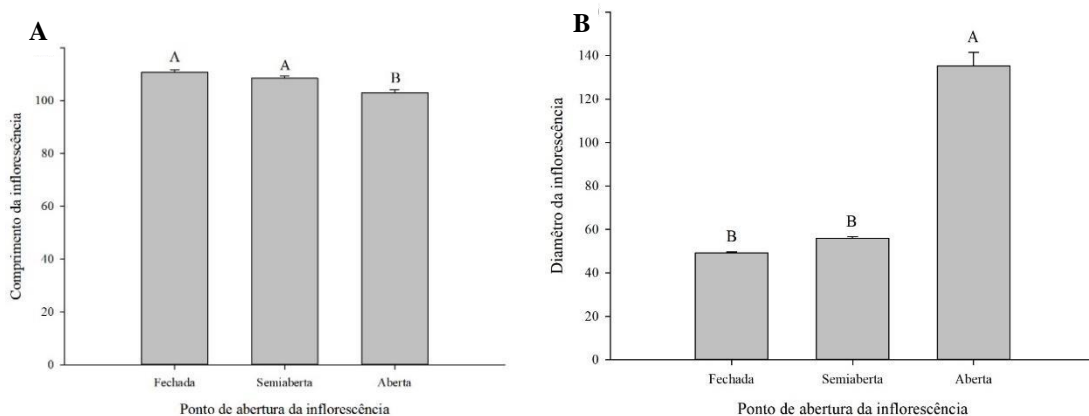


Figura 2. Comprimento (A) e diâmetro (B) das inflorescências (mm) nos três diferentes pontos de abertura de bastão-do-imperador ‘Red Torch’. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Diferentemente do diâmetro do pedúnculo, para o qual não houve diferença entre os pontos de colheita (média de 22 mm), o diâmetro da inflorescência apresentou aumento significativo com o avanço do estágio de desenvolvimento semiaberto para aberto, com diferença média de 80 mm de um ponto para outro (Figura 2B).

As massas frescas e secas das inflorescências têm comportamento semelhante, aumentando à medida que avança o ponto de abertura (Figuras 3A e 3B). Diferentemente das massas do pedúnculo, que não diferiram de acordo com o ponto de colheita, sendo a massa fresca em média 213,18 g e massa seca, 20,18 g. De forma semelhante, Choon; Ding (2017)

avaliaram as alterações fisiológicas decorrentes da senescência de hastes florais de bastão-do-imperador cv. 'Porcelana' e observaram um aumento de 50% na massa fresca de inflorescências totalmente fechadas para as totalmente abertas, além disso, concluíram que o influxo de água para a expansão celular é fundamental para o desenvolvimento da inflorescência de bastão-do-imperador, pelo fato de este ser o principal constituinte da inflorescência.

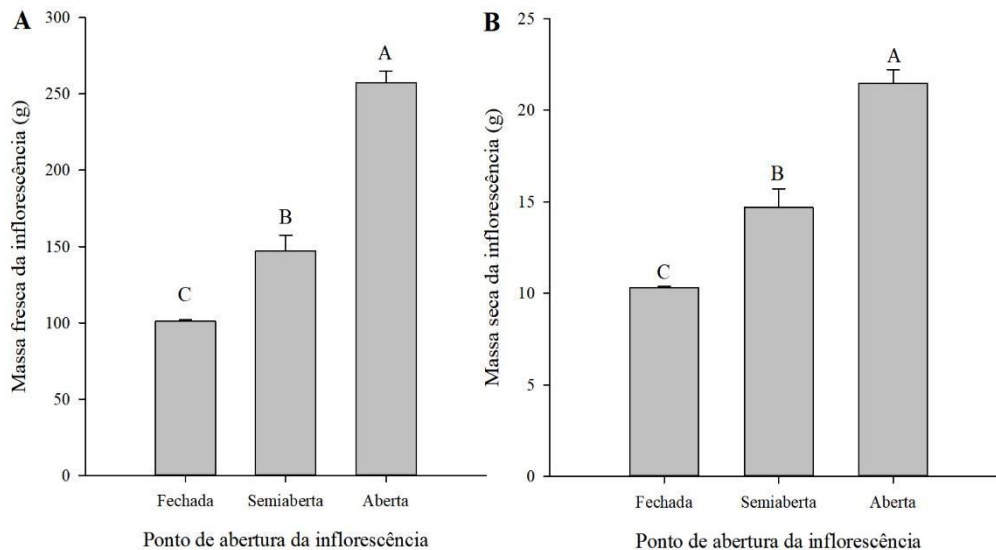


Figura 3. Massa fresca (A) e seca (B) das inflorescências de diferentes pontos de abertura de bastão-do-imperador 'Red Torch'. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Em relação ao teor de água, este parâmetro mostra-se diferente quando mensurado na inflorescência e no pedúnculo. Sobre a inflorescência, o teor de água é menor nos pontos de colheita fechado e semiaberto e aumenta quando está totalmente aberta. Já o pedúnculo, tem maior quantidade quando a haste é coletada no ponto fechado e semiaberto e depois reduz quanto aberta (Figura 4A e 4B). A água é o principal constituinte das células vivas, pois tem uma série de propriedades que a tornam o meio fundamental para a manifestação de todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos essenciais ao desenvolvimento das plantas (DURIGAN, 2009). Independente do ponto de abertura, as altas porcentagens de teor de água presentes nas hastes do bastão-do-imperador são indicativos de alta perecibilidade devido à presença destes fluidos, pois, há maior quantidade de água para o desenvolvimento dos microrganismos. (SEVERINO, 2007).

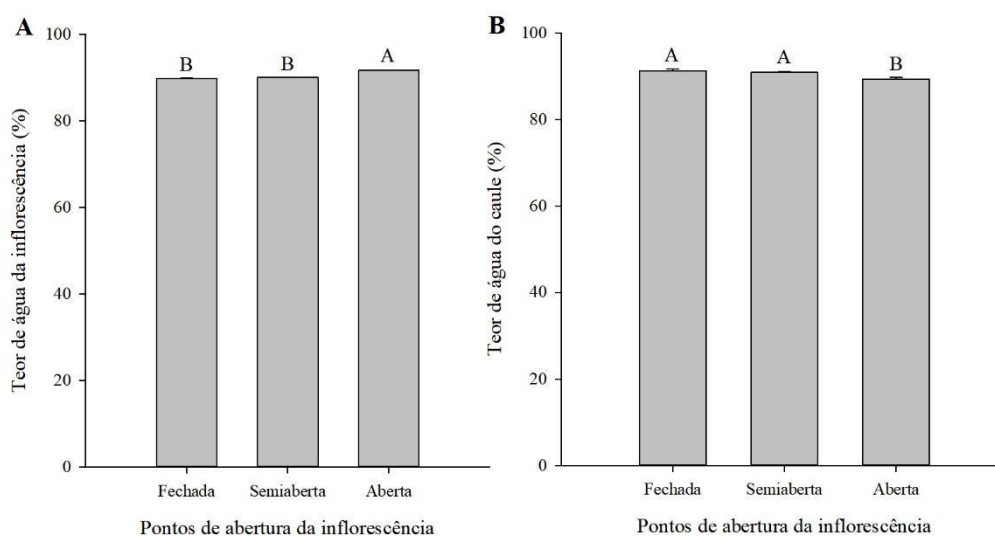


Figura 4. Teor de água nos diferentes pontos de abertura das inflorescências (A) e pedúnculos florais (B) de bastão-do-imperador ‘Red Torch’. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

De acordo com as características de molhabilidade, ou seja, a propriedade pela qual se estima a capacidade de um líquido para aderir-se à superfície (MAYSER, 2013), avaliada pelo ângulo de contato (Figura 5) através da deposição de água sobre as brácteas involucrais e florais das inflorescências fechadas, semiabertas e abertas, pode-se observar que as mesmas, independente do ponto de abertura, são caracterizadas como hidrofóbicas ($\theta > 90^\circ$).

A caracterização dos parâmetros de molhabilidade e teores de cera natural presente nas brácteas apresentam intuito de entender e explicar fatores relacionados a aderência de filmes de revestimentos biodegradáveis utilizados na pós-colheita das inflorescências. Os filmes biodegradáveis são compostos por biopolímeros em excesso de água, que em elevadas temperaturas atingem a gelatinização, sendo assim, a característica hidrofóbica das brácteas é de extrema importância para a tomada de decisão de quais filmes ou quais aditivos utilizar para alcançar resultados satisfatórios relacionados a aderências dos filmes aos produtos recobertos, mantendo a qualidade e aumentando a durabilidade das inflorescências.

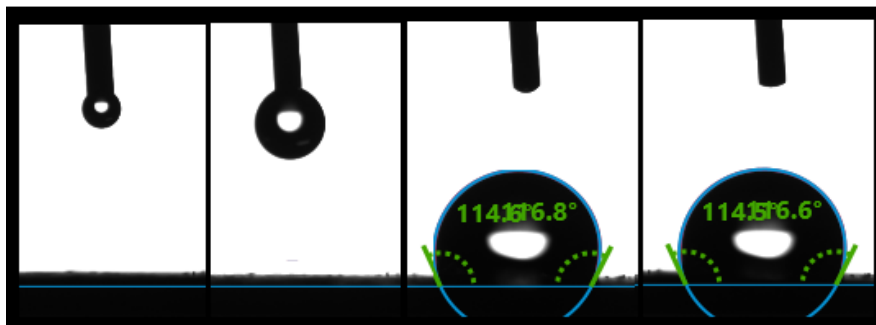


Figura 5. Imagem da gota de água sendo depositada em uma amostra de bráctea involucrel de bastão-do-imperador no ponto de colheita aberto e seu comportamento ao longo do tempo (60 segundos) sequencialmente da esquerda para a direita.

Quanto maior o ângulo de contato entre o líquido e a superfície, menor é a capacidade do líquido para molhá-la (MAYSER, 2013). Muitas plantas apresentam rugosidade em múltiplas escalas, nesse sentido os autores indicam que, aumentar a escala de rugosidade de uma superfície aumenta a resistência de uma gota de água em penetrar nos sulcos dessa superfície, aumentando assim a hidrofobia (BITTOUN; MARMUR, 2012).

De acordo com a análise de atividade biológica obtida por meio de Biospeckle, as brácteas involucreis e florais das inflorescências não apresentaram diferença estatística significativa quando comparadas entre os diferentes pontos de abertura. Foi possível observar diferença estatística quando comparadas as brácteas involucreis e florais de um mesmo ponto de abertura, ou seja, as brácteas involucreis apresentam maior atividade biológica quando comparadas às brácteas florais nos pontos de abertura fechado e aberto (Figura 6A). Essa diferença pode ser explicada em função do tamanho da amostra, uma vez que as brácteas involucreis são maiores que as florais.

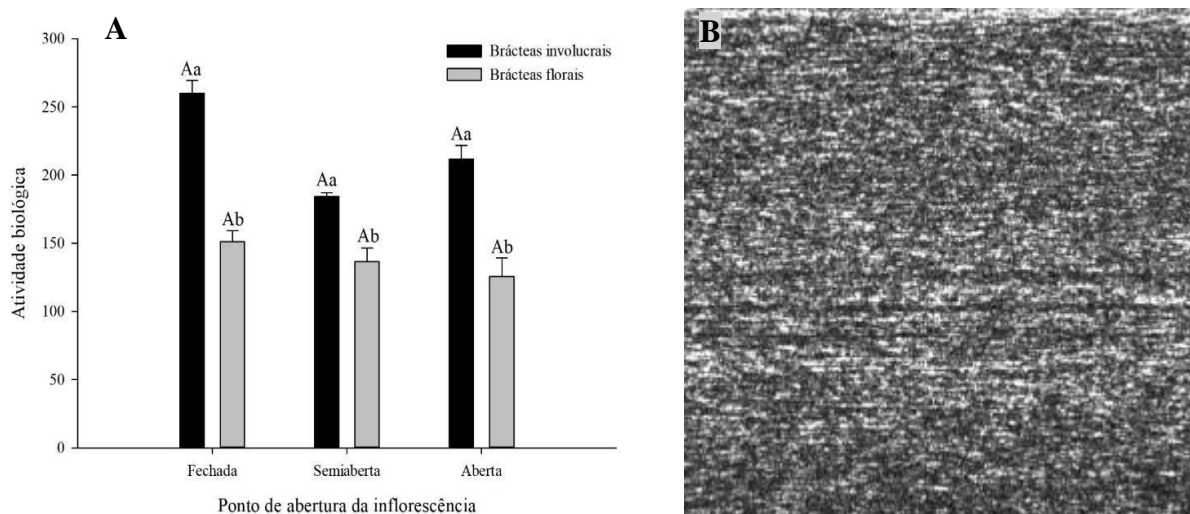


Figura 6. Valores numéricos da atividade biológica das brácteas involucrais e florais de diferentes pontos de abertura de bastão-do-imperador ‘Red Torch’ (A) obtidas através de análise das imagens STS obtidas por meio de Biospekle (B). Letras iguais maiúsculas quando comparadas tipos de brácteas entre os diferentes pontos de abertura e letras iguais minúsculas quando comparadas tipos de brácteas no mesmo ponto de abertura não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

De acordo com Rabelo (2000), o Biospeckle é sensível a rugosidades da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda da fonte de luz, sendo, portanto, útil no monitoramento de atividades a nível microscópico, é importante descrever as estruturas celulares iluminadas e a velocidade de movimentação de líquidos em seu interior. A unidade elementar dos tecidos biológicos são as células, que são constituídas em sua maioria por água e compostos orgânicos, portanto, é influenciado pelas dimensões das organelas, pelos índices de refração, pelas propriedades de absorção dos tecidos biológicos e também pelas velocidades dos movimentos das partículas em seu interior (RABELO, 2000).

Segundo Rodrigues et al., (2007), o padrão STS (Spatial Temporal Speckle) é uma forma de se avaliar o nível de atividade do espécime, pois se o resultado apresentar uma figura completamente distorcida, como a observada na figura 6 B, é sinal de que o movimento está intenso. Ainda segundo os autores, os movimentos internos de um material biológico são devidos a trocas gasosas, metabolismo e movimentação de nutrientes nas células. Esses movimentos apresentam maior intensidade na direção das fibras.

As características de coloração são expressas através da dominância das cores presentes nas brácteas. Foi possível observar uma dominância da cor vermelha nos diferentes pontos de abertura analisados os quais não diferiram, entretanto, houve interação entre a posição das brácteas (involucrais e florais) e a face das mesmas (superior e inferior) e diferença de

dominância do vermelho. As brácteas involucrais têm dominância vermelha maior que as florais, tanto na superfície superior quanto na inferior. No caso das brácteas florais foi observada uma diferença significativa onde a face superior tem menor dominância vermelha quando comparada a face inferior (Figura 7A).

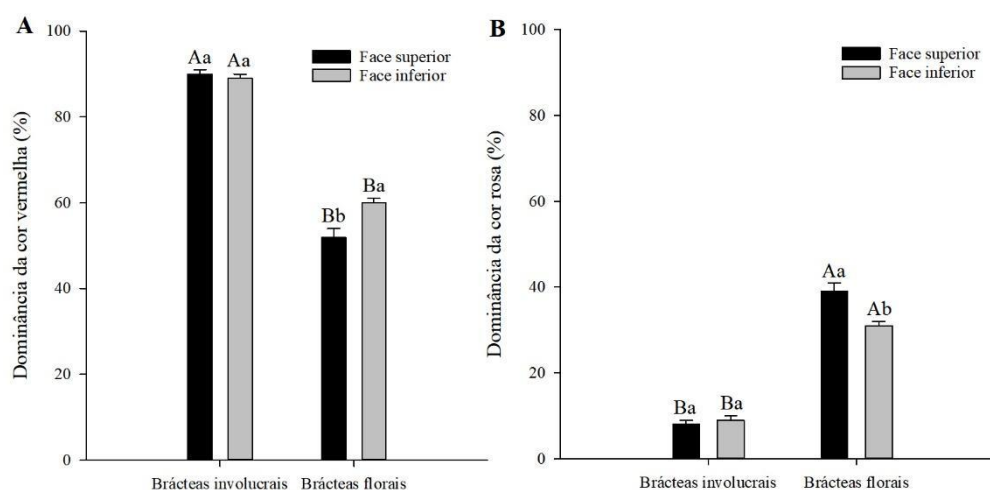


Figura 7. Dominância de coloração das brácteas involucrais e florais de bastão-do-imperador 'Red Torch' no ponto de colheita aberto, obtidas através de análise de imagens com o GroundEye® S800. (A) vermelha e (B) rosa. Letras iguais maiúsculas quando comparadas a face das brácteas entre os diferentes tipos de brácteas e letras iguais minúsculas quando comparadas tipos de brácteas na mesma face não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os carotenoides e as antocianinas são os principais pigmentos de pétalas e brácteas. Os carotenoides são, geralmente, os responsáveis pela coloração das pétalas, do amarelo ao laranja. A grande gama de diferentes cores de pétalas varia principalmente com as combinações destes pigmentos (KISHIMOTO et al., 2007). Além disso, possuem ação antioxidante, de fotoproteção, de mecanismos de defesa e de envolvimento nos processos sexuais de plantas e animais (DURIGAN et al., 2013).

Outra coloração observada foi a de dominância rosa (Figura 7B), onde as brácteas florais têm maior valor, ou seja, se mostrou inversamente proporcional a dominância vermelha. Também observado de forma inversamente proporcional foram as brácteas florais de face superior as quais têm maior dominância rosa quando comparada a face inferior (Tabela 1).



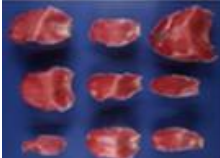


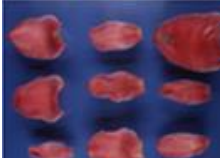

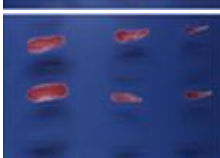

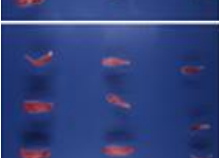
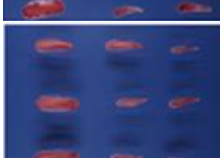
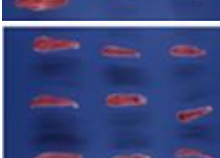
Inflorescência Fechada		Inflorescência Semiaberta		Inflorescência Aberta	
Posição	Imagem	Posição	Imagem	Posição	Imagem
Involucral Superior		Involucral Superior		Involucral Superior	
Involucral Inferior		Involucral Inferior		Involucral Inferior	
Floral Superior		Floral Superior		Floral Superior	
Floral Inferior		Floral Inferior		Floral Inferior	

Tabela 1. Imagens das brácteas capturadas pelo aparelho GroundEye[®] S800.

As dominâncias de cores vermelha e rosa foram observadas com maior predominância e intensidade para as brácteas dos três pontos de colheita avaliados, coincidindo com o que visualmente é observado nas inflorescências de bastão-do-imperador. Em contrapartida, Xavier et al. (2019), utilizando o GroundEye[®] em sementes de *Amaranthus hybridus*, que visualmente apresentam tom avermelhado ou púrpuro, não identificaram essa coloração nas sementes, e sim coloração variando entre bege e preto.

Foi possível observar que houve uma interação entre os diferentes pontos de abertura e a posição das brácteas em relação ao parâmetro brilho. Para os pontos de abertura fechado e semiaberto não houve diferença relacionada ao brilho para as brácteas involucrais e florais, e para o ponto totalmente aberto as brácteas florais apresentaram mais brilho quando comparadas as brácteas involucrais. As brácteas dispostas na posição externa não apresentaram diferença nos diferentes pontos de abertura, já as brácteas florais apresentaram maior média na inflorescência totalmente aberta. Foi observado que existe interação entre a posição das brácteas na inflorescência e a face das mesmas, onde a face superior apresentou as maiores médias para ambas as posições, sendo assim a face superior das brácteas apresenta maior brilho que a face

inferior. A face superior apresenta maior brilho nas brácteas involucrais que as florais, já a face inferior apresenta maior brilho nas brácteas florais (Figura 8).

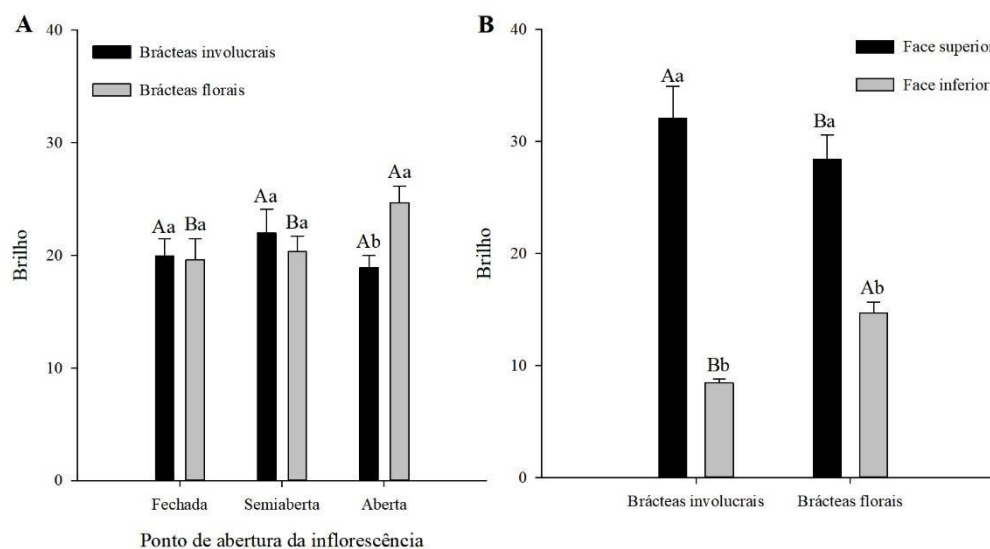


Figura 8. Brilho das brácteas involucrais e florais dos diferentes pontos de abertura de inflorescências de bastão-do-imperador ‘Red Torch’ (A); das faces superior e inferior das brácteas (B) obtidas através de análise de imagens com o GroundEye[®] S800. (A) Letras iguais maiúsculas quando comparadas tipos de brácteas entre os diferentes pontos de abertura e letras iguais minúsculas quando comparadas tipos de brácteas no mesmo ponto de abertura (B) Letras iguais maiúsculas quando comparadas a face entre os diferentes tipos de brácteas e letras iguais minúsculas quando comparadas tipos de brácteas na mesma face não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Foi possível observar que a característica das brácteas involucrais de inflorescências abertas possuem menos brilho que as florais, isso ocorre pelo fato de um maior período de exposição das mesmas ao ambiente, enquanto que as brácteas florais ainda têm uma proteção a essa perda de brilho. O fato pode ser explicado pela produção de carotenoides em maiores quantidades nas involucrais como forma de proteção à incidência de luz, influenciando na produção de espécies reativas de oxigênio, causando assim uma peroxidação lipídica nessas brácteas e perda de brilho das mesmas (UENOJO et al., 2007).

Os dados obtidos indicam interação entre os pontos de abertura e a posição das brácteas, onde as brácteas involucrais apresentam menor rugosidade que as brácteas florais. As brácteas involucrais das inflorescências fechadas e semiabertas apresentam maior rugosidade que as das flores totalmente abertas. O inverso é observado para as brácteas florais, onde a rugosidade é maior nas brácteas das inflorescências totalmente abertas. A interação foi observada também

entre os pontos de abertura e a face das brácteas. A face inferior se apresenta mais lisa que a superior em todos os diferentes pontos de abertura, o que pode ser explicado pelo fato de estarem mais expostas a condições do ambiente (Figura 9).

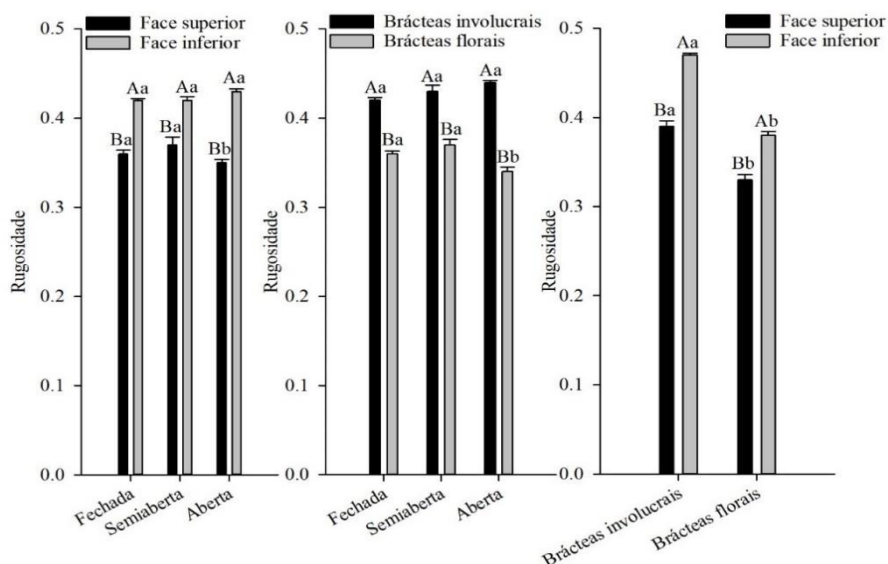


Figura 9. Rugosidade das brácteas involucrais e florais de bastão-do-imperador ‘Red Torch’ obtidas por meio de análise de imagens com o GroundEye® S800. (A) Letras iguais maiúsculas quando comparadas a mesma face entre os diferentes pontos de abertura e letras iguais minúsculas quando comparadas o tipo de face no mesmo ponto de abertura (B) Letras iguais maiúsculas quando comparadas tipos de brácteas entre os diferentes pontos de abertura e letras iguais minúsculas quando comparadas tipos de brácteas no mesmo ponto de abertura (C) Letras iguais maiúsculas quando comparadas tipos de face entre os diferentes tipos de brácteas e letras iguais minúsculas quando comparadas tipos de brácteas na mesma face, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

O GroundEye® se destaca por ser um equipamento que analisa e permite extrair informações sobre tamanho, forma, textura e coloração, e se destaca por ser rápida, objetiva e, muitas vezes, não destrutiva (ANDRADE et al., 2016; KRAUSE et al., 2017). Em um estudo realizado por Torres (2018), caracterizando genótipos e cruzamentos entre populações de *Passiflora*, através da fenotipagem digital, observou que, as características de maior contribuição foram as variáveis de textura.

3.2. Quantificação de cera

Através dos dados obtidos na quantificação de cera presente nas brácteas de bastão-do-imperador, foram observadas diferenças entre os pontos de colheita, nos quais as brácteas involucrais apresentaram maior quantidade de cera no ponto aberto ($1,41 \text{ mg.cm}^{-2}$) com relação aos demais ($1,14 \text{ mg.cm}^{-2}$). As brácteas involucrais e florais das inflorescências não apresentaram diferença nos pontos fechado e semiaberto, enquanto que nas inflorescências abertas as brácteas involucrais apresentam maior quantidade de cera, média de $1,41 \text{ mg.cm}^{-2}$ que as florais, média de $0,83 \text{ mg.cm}^{-2}$. Teores de cera superiores a $0,6 \text{ mg.cm}^{-2}$ são considerados muito altos (BAKER, 1982). Essa maior quantidade de cera pode ser explicada pelo fato de as brácteas involucrais de inflorescências colhidas no ponto aberto estarem mais expostas ao ambiente, necessitando assim de uma maior barreira de proteção contra perda de água, patógenos e dissipação de calor. (Figura 10).

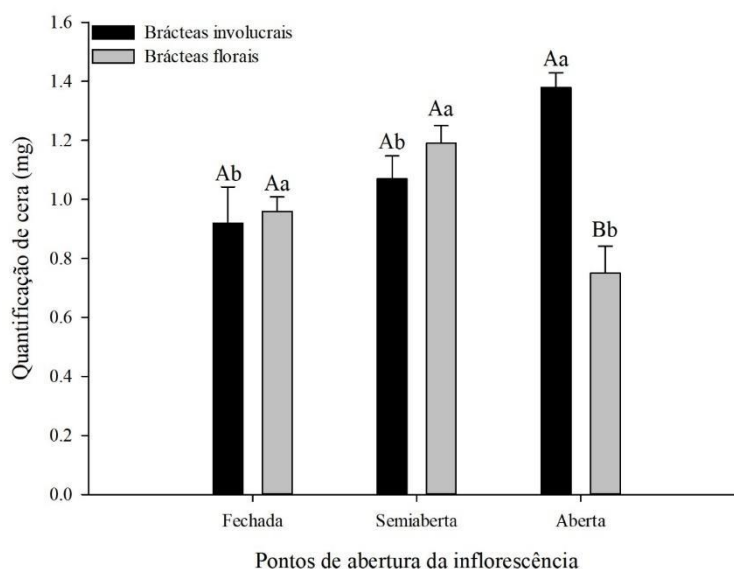


Figura 10. Quantificação da cera presente nas brácteas involucrais e florais dos três pontos de abertura de inflorescência de bastão-do-imperador ‘Red Torch’, realizada logo após a colheita. Letras iguais maiúsculas quando comparadas tipos de brácteas entre os diferentes pontos de abertura e letras iguais minúsculas quando comparadas tipos de brácteas no mesmo ponto de abertura não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Mattos et al. (2018) observaram, através de microscopia eletrônica de varredura, que as inflorescências de bastão-do-imperador possuem cera epicuticular depositada em forma de placas nas superfícies inferiores e superiores de suas brácteas. Portanto, trata-se da cera existente naturalmente na epiderme do bastão-do-imperador ‘Red Torch’. As ceras epicuticulares presentes nas plantas, constituem a primeira superfície de contato entre a planta e o ambiente (LICHSTON; GODOY, 2006), exercendo função de proteção contra perda de

água, atuando como barreira contra os patógenos, e também dissipando o excesso de calor ou radiação por formar uma camada brilhante e refletora (ALQUINI et al., 2006). Embora os autores tenham observado a presença da cera natural nas brácteas, não foram determinadas as quantidades de cera nas brácteas involucrais e florais nem se há diferença nessa quantidade com relação ao ponto de abertura em que foram colhidas.

Conhecer as características específicas do bastão-do-imperador, como hidrofobicidade, alta movimentação de fluidos no interior das células e altos teores de cera natural, auxiliam na tomada de decisão em relação ao uso de revestimentos pós-colheita visando a aumentar a durabilidade. Bem como entender as características finais dos biofilmes sintetizados, que por sua vez, vão depender das características tanto da matéria prima ou base polimérica (polissacarídeos e/ou proteínas), quanto da base lipídica, pois a associação dos compostos e seus aditivos estão intimamente ligados às propriedades acerca dos biopolímeros (OLIVEIRA et al., 2017).

3.3. Escala de senescência das inflorescências nos diferentes pontos de colheita

Dois dias após a colheita, as plantas apresentaram certa abertura das brácteas, no caso das inflorescências fechada e semiaberta, as totalmente abertas apresentaram aparecimento de novas flores verdadeiras, como pode ser observado na Figura 11. Nos três primeiros dias após a colheita todas as inflorescências, independente do ponto de abertura, apresentavam brilho e turgidez, ou seja, ainda não apresentavam ressecamento nas extremidades das brácteas ou mancha nas mesmas. A partir do quarto dia as inflorescências fechadas e semiabertas apresentaram uma queda no brilho e leve ressecamento das extremidades ou brácteas manchadas. As inflorescências totalmente abertas já apresentavam ressecamento acentuado nos bordos e manchas na face inferior das brácteas involucrais, além de fileiras de flores verdadeiras levemente apodrecidas.

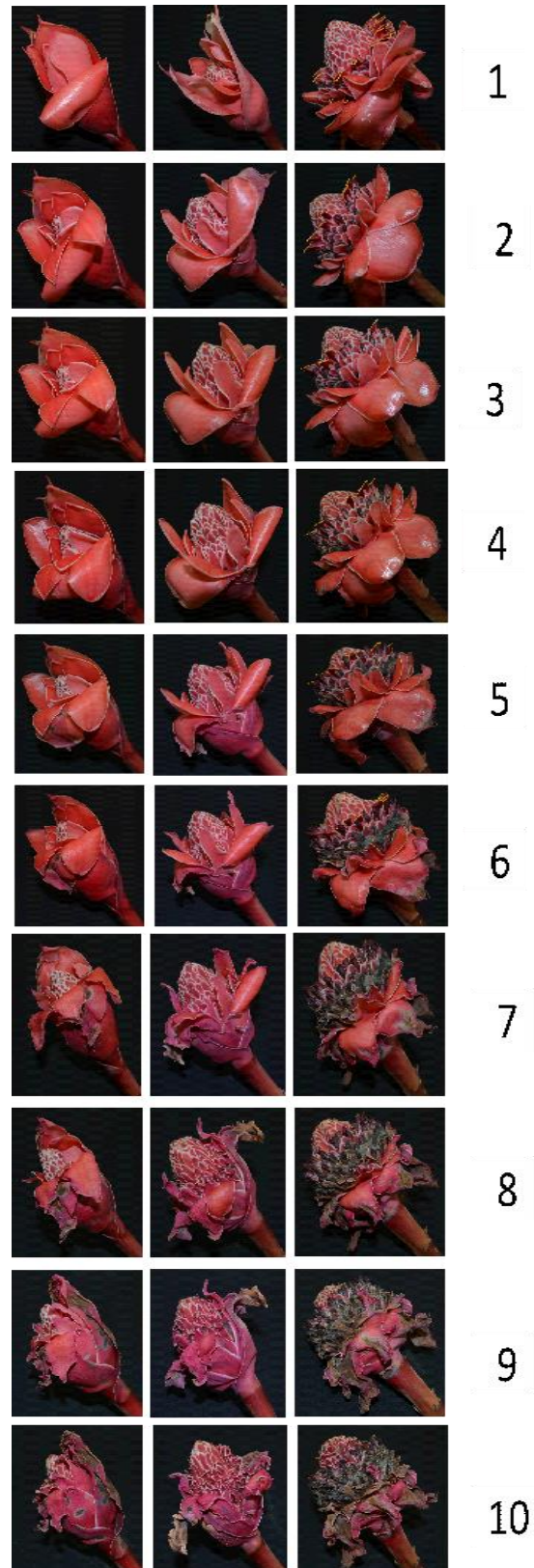


Figura 11: Escala de senescência de inflorescências de bastão-do-imperador, fechada, semiaberta e aberta, ao longo do período de 10 dias após a colheita.

Segundo Choon; Ding (2017), quando as flores verdadeiras das inflorescências de bastão-do-imperador começam a se abrir sequencialmente, as brácteas involucrais e a parte superior do pedúnculo começam a escurecer e secar, devido à redução dos açúcares solúveis e à degradação dos grãos de amido acumulados pela planta e utilizados durante a formação das flores.

No quinto dia as inflorescências não apresentavam brilho e as brácteas apresentavam um aumento no ressecamento ou manchas mais acentuadas principalmente na face inferior das brácteas involucrais. A partir do sexto dia as inflorescências estavam sem turgidez e brilho, com ressecamento e escurecimento das brácteas e manchas muito acentuadas. Essas características mais acentuadas foram observadas nas flores fechadas a partir do sétimo dia.

De acordo com alguns autores, a durabilidade pós-colheita de inflorescências de bastão-do-imperador varia amplamente. Houlst; Marcsik (2000) na Austrália observaram durabilidade pós-colheita de 3 a 10 dias para quatro cultivares. Em estudo realizado para avaliar o potencial como flor de corte de bastão-do-imperador Choon; Ding (2013) observaram uma durabilidade pós-colheita de 6 dias e indicaram uma alta densidade de estômatos nas brácteas causando severa perda de água por transpiração. Carneiro et al. (2014) avaliando a adição de açúcar na conservação de bastão-do-imperador concluíram que a durabilidade pós-colheita foi correlacionada ao ponto de colheita: apenas 4 dias para hastes florais com inflorescências abertas e 10 dias para hastes florais com inflorescências semiabertas. Essa variação na durabilidade das inflorescências pode ser explicada pelas condições climáticas nas quais as plantas se desenvolveram e pelas diferentes condições de conservação em que foram expostas.

Nas condições de desenvolvimento, florescimento das plantas e de conservação pós-colheita das hastes bastão-do-imperador foi possível concluir que a durabilidade pós-colheita variou em função do ponto de abertura nas quais foram colhidas. As inflorescências colhidas fechadas apresentaram durabilidade de até seis dias, as semiabertas e abertas de quatro dias.

A utilização de escalas de senescência pode reduzir a subjetividade das estimativas na pós-colheita, possibilitando que as hastes possam ser comercializadas com melhor qualidade aumentando a vida útil das flores, ou seja, permite quantificar o tempo necessário para que as flores cheguem ao consumidor com qualidade, permitindo seu uso mais prolongado em ornamentações em geral (CURTI, 2012).

Assim, para garantir a qualidade e durabilidade das hastes florais, as inflorescências de bastão-do-imperador devem ser colhidas antes da abertura completa das brácteas e aparecimento das flores verdadeiras, nos pontos de colheita fechado ou semiaberto.

4. CONCLUSÕES

Existem diferenças de características morfológicas de tamanho e peso que exercem influência na durabilidade pós-colheita de hastes de bastão-do-imperador 'Red Torch', sendo as flores abertas com menor durabilidade que os dois pontos antecedentes.

As inflorescências de bastão-do-imperador 'Red Torch' apresentaram características de hidrofobicidade, alta movimentação de fluídos no interior das células, dominância de coloração vermelha e presença de altos teores de cera nas brácteas dos diferentes pontos de colheita.

Recomenda-se descrever as características específicas em flores tropicais cortadas para melhor compreensão da espécie e para a aplicação assertiva de novas tecnologias e revestimentos pós-colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOERGER, M. R. T.; COSTA, C. G.; BARROS, C. F. Epiderme. In: APPEZZATODA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG: UFV, p. 87-108, 2006.

ANDRADE, DB; OLIVEIRA, AS; PINTO, CAG; PIRES, RMO; OLIVEIRA, AS; SILVA, MA; CARVALHO, MLM Detecção de sementes verdes em lotes de soja pelo sistema de análise de sementes (SAS). **International Journal of Current Research**, v. 8, n. 2, p. 26462, 2016.

BAKER, E. A. Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. In: Linnean Society symposium series, 1982.

BITTOUN, E.; MARMUR, A. The role of multiscale roughness in the lotus effect: is it essential for super-hydrophobicity. **Langmuir**, v.28, n.39, p.13933-13942, 2012.

CARNEIRO, DNM; PAIVA, PDO; CARNEIRO, LF; SOUZA, RR; LIMA, LCO; DIAS, GMG; PEDROSO, RGAV Estádios de abertura floral e condicionamento em inflorescências de bastão-do-imperador. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.20, n.2, p.163-170, 2014.

CHOON, S. Y.; DING, P. Cellular structure of cut *Etilingera Elatior* inflorescence. In: **II Simpósio do Sudeste Asiático sobre Gestão da Qualidade em Sistemas Pós-colheita**. p. 303-306, 2013.

CHOON, S. Y.; DING, P. Growth stages of torch ginger (*Etilingera elatior*) plant. **Sains Malaysiana**, v. 45, n. 4, p. 507-515, 2016.

CHOON, S. Y.; DING, P. Physiological changes of torch ginger (*Etilingera elatior*) inflorescence during development. **HortScience**, v. 52, n. 3, p. 479-482, 2017.

CURTI, G. L.; MARTIN, T. N.; DE LURDES FERRONATO, M.; BENIN, G. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 240-250, 2012.

SILVA, A. R.; DE MELO, N. F.; YANO-MELO, A. M. Acclimatization of micropropagated plants of *Etilingera elatior* (Jack) RM Sm. inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. **South African Journal of Botany**, v. 113, p. 164-169, 2017.

TAGLIACOZZO, G. M. D.; ZULLO, M. A.; CASTRO, C. E. F. Caracterização física e conservação pós-colheita de alpínia (*Alpínia purpurata*. Vieill Schum.) **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 9, n. 1, 27- 31, 2003.

DURIGAN, M. F. B. Fisiologia e conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera. 2009, 147f.

- DURIGAN, M. F. B., MATTIUZ, B. H., RODRIGUES, T. D. J. D., MATTIUZ, C. F. M. Uso de soluções de manutenção contendo ácido cítrico, cloro ou 8-HQC na conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera 'Suzanne'. **Ornamental Horticulture**, v. 19, n. 2, p. 107-116, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- HOULT, M. D.; MARCSIK, D. From rainforest to city florists: a breeding strategy for cut-flower gingers. **Bulletin Heliconia Society International**, v.10, n.1/ 2, p.8-11, 2000.
- KRAUSE, W.; VIANA, A. P.; CAVALCANTE, N. R.; AMBRÓSIO, M.; SANTOS, E. A.; VIEIRA, H. D. Digital phenotyping for quantification of genetic diversity in inbred guava (*Psidium guajava*) families. **Genetic and Molecular Research**, v. 16, n. 1, 2017.
- KISHIMOTO, S; SUMITOMO, K; YAGI, M; NAKAYAMA, M; OHMIYA, A. Three routes to orange petal color via carotenoid components in 9 Compositae species. **Journal of Japan Society of Horticultural Science**, v.76, p.250-257, 2007.
- LAMAS, A.M. **Floricultura tropical: Técnicas de cultivo**. Recife: SEBRAE-PE. 2002. 87p. (Série Empreendedor), 2002.
- LICHSTON, J. E.; GODOY, S. A. P. Morfologia e teor de cera de folhas de café após aplicação de fungicida. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 6, p. 919-926, 2006.
- MATTOS, D. G., PAIVA, P. D. D. O., ELIAS, H. H. D. S., BOAS, E. V. D. B. V., RODRIGUES, L. F., LAGO, R. C. D. Starch and total soluble sugar content in torch ginger postharvest. **Ornamental Horticulture**, v. 24 n. 4, p. 435-442, 2018.
- MAYSER, M.J. Air layers under water on the fern *Salvinia* – Stability and biomimetic applications. 2013. 72 f.
- Oliveira, V. R. L. D. Avaliação da incorporação de cera de abelha na hidrofobização de filmes biopoliméricos e seu efeito como cobertura na conservação pós-colheita da goiaba, 2017, 109f.
- RABELO, G. F. Avaliação da Aplicação do speckle Dinâmico no Monitoramento da Qualidade da Laranja. 2000. 149 p.
- RIBEIRO, T.; ALMEIDA, E.; FRAZÃO, J.; CARVALHO, J. Bastão-do-imperador. In: PAIVA, P.; ALMEIDA, E. (Ed.). **Produção de flores de corte**. Lavras: Editora UFLA, 2012. p. 90–103.
- RODRIGUES, S.; JÚNIOR, R. A. B.; RABELO, G. F.; DAL FABBRO, I. M.; ENES, A. M. Aplicação do speckle dinâmico na análise de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 2, p. 119-124, 2007.
- SEVERINO, C. A. M. **Colheita e pós-colheita de plantas e flores tropicais**. 2007, 21 p.

TORRES, G.X. Diversidade genética em população segregante de passiflora via características de sementes. 2018, 82p.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

UNEMOTO, L. K.; FARIA, R. T. D.; ASSIS, A. M. D.; LONE, A. B.; YAMAMOTO, L. Y. Cultivo de bastão-do-imperador sob diferentes espaçamentos em clima tropical. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2153-2158, 2012.

VIANA, R. G.; TUFFI SANTOS, L. D.; DEMUNER, A. J.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, E. A.; MACHADO, A.F.L; SANTOS, M. V. Quantificação e composição química de cera epicuticular de folhas de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 753-758, 2010.

XAVIER, J. B.; ANDRADE, D. B. D.; SOUZA, D. C. D.; GUIMARÃES, G. C.; RESENDE, L. V.; GUIMARÃES, R. M. Caracterização morfológica, química e fisiológica de sementes de *Amaranthus spp.* **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 478-487, 2019.

ARTIGO 2 - Uso de filmes à base de amido de mandioca na conservação pós-colheita de bastão-do-imperador 'Red Torch'

RESUMO Para aumentar a durabilidade das flores cortadas, são utilizadas tecnologias pós-colheita como o uso de filmes biodegradáveis na superfície do produto modificando a atmosfera em volta desse. O objetivo foi avaliar a efetividade de filmes de amido de mandioca no processo pós-colheita de hastes de bastão-do-imperador. Foram realizados dois experimentos separadamente, testando concentrações do amido na solução 0%; 2%; 4% e 6%, e as concentrações de amido adicionadas de agentes plastificantes e adjuvantes na solução. As hastes foram avaliadas a cada três dias quanto a qualidade visual (nota), a taxa de absorção de água, a coloração das brácteas relacionadas aos parâmetros (L^* ; a^* ; Hue e Chroma) e massa fresca. A manutenção da qualidade visual foi maior nas hastes com 6% de amido e nos filmes sem aditivos, porém a adição de ambos os compostos piorou as propriedades óticas o que comprometeu a aparência dos produtos revestidos. A aplicação do filme biodegradável em hastes de bastão-do-imperador funcionou como barreira aos gases, observado pela taxa de absorção e manutenção da massa fresca, auxiliando na manutenção da qualidade pós-colheita, até o sexto dia após a aplicação. A adição de plastificante glicerol às diferentes concentrações de filme proporcionou melhora nas características de resistência ao filme, pois o mesmo não se tornou quebradiço. O uso do adjuvante alterou as características deixando o filme menos transparente e mais viscoso, o que prejudicou a secagem proporcionando excesso de filme nas inflorescências submetidas ao revestimento com as maiores concentrações.

Palavras-chave: filmes biodegradáveis, glicerol, surfactantes, durabilidade, flores tropicais.

ABSTRACT To increase the durability of the cut's flowers, post-harvest technologies are used, such as the use of biodegradable films on the surface of the product, modifying the atmosphere around it. The objective was to evaluate the effectiveness of cassava starch films in the postharvest process of the ginger torch. Two experiments were carried out separately, testing starch concentrations in the 0 solution (Control); two%; 4% and 6%, and starch concentrations added plasticizers and adjuvants in the solution. The stems were evaluated every three days for visual quality (grade), water absorption rate, bract coloration related to parameters (L*; a*; Hue and Chroma) and fresh mass. The maintenance of visual quality was higher in the stems with 6% of starch and in the films without additives, because the addition of both compounds worsened the optical properties, which compromised the appearance of the coated products. The application of a biodegradable film on ginger torch acted as a barrier to gases, observed by the rate of absorption and maintenance of fresh mass, helping to maintain the post-harvest quality, until the sixth day after application. The addition of glycerol plasticizer at different concentrations of film, improved the strength characteristics, as it didn't become brittle. The use of the adjuvant changed the characteristics, leaving the film less transparent and more viscous, which harmed drying, providing an excess of film in the inflorescences submitted to coating with the highest concentrations.

Keywords: Biodegradable films, glycerol, surfactants, durability, tropical flowers.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as espécies tropicais, o bastão-do-imperador apresenta um período de durabilidade pós-colheita de 5-10 dias (CARNEIRO et al., 2014) que é reduzido se comparado com outras plantas tropicais como *Anthurium* - 21 dias (NOMURA et al., 2014), *Heliconia psittacorum* - 16 dias (BANUELO-HERNANDEZ et al., 2016), *Oncidium varicosin* - 22 dias (MATTIUZ et al., 2015) e *Strelitzia reginae*, 16 dias (BAYOGAN et al., 2008).

A qualidade pós-colheita está relacionada à manutenção do funcionamento do metabolismo das plantas e ao retardo da senescência. Portanto, os aspectos fisiológicos e bioquímicos devem ser investigados (FAVERO; DIAS, 2021). Visando a aumentar a durabilidade das flores cortadas, são utilizadas tecnologias pós-colheita como o uso de filmes na superfície do produto modificando a atmosfera em volta desse. Estes revestimentos possuem propriedades que funcionam como barreiras às trocas respiratórias, reduzindo a permeabilidade ao vapor de água e gases, resultando em manutenção da qualidade e prolongamento da vida útil (NUNES et al., 2017).

Existem diversas formulações de revestimentos desenvolvidas com uso de amido, que pode ser obtido de diversas fontes vegetais, como cereais, raízes e tubérculos, e também de frutas e legumes, no entanto, a extração em nível comercial de amido se restringe aos cereais, raízes e tubérculos (FIALHO, 2019). Dentre estas, o amido de mandioca tem sido aplicado em frutas, hortaliças, flores e raízes, devido à sua capacidade em formar filmes sem a necessidade de aditivos (FERRAZ; CEREDA, 2009; HENRIQUE; PRATI, 2011; SANCHES et al., 2016).

O amido de mandioca além de ser uma matéria prima de baixo custo, apresenta características desejáveis na produção dos filmes como, boa transparência, boa resistência às trocas gasosas, resistência a danos mecânicos, manutenção e integridade da parede celular, barreira à incorporação de solutos e propriedades fungicidas (LUVIELMO; LAMAS, 2012). O uso de filmes biodegradáveis foi testado em algumas ornamentais. Filmes à base de amido de mandioca aplicados em inflorescências de gengibre ornamental, indicaram que a concentração de 4% de amido foi eficiente para manter melhor aparência das hastes (SANCHES et al., 2016).

Os revestimentos com amido de mandioca são isotrópicos, inodoros, insípidos, incolores, não-tóxicos e biodegradáveis (GARCIA et al., 2012). Em contrapartida, os filmes elaborados somente com amido são quebradiços e pouco flexíveis. Nesse sentido são adicionados agentes plastificantes, como o glicerol, que provocam alterações na força

intermolecular das cadeias poliméricas, resultando em uma matriz filmogênica menos densa, possibilitando o alongamento e a diminuição na resistência à tração (SOUZA et al., 2012).

Outro composto adicionado às soluções filmogênicas de amidos, são os lipídeos ou surfactantes que auxiliam na eficácia da aplicação em atingir o alvo biológico, facilitando a adsorção e aderência do produto (MARTINS et al., 2009; CAIXETA et al., 2020). A aplicação dos filmes à base de amido de mandioca incorporados de óleo de buriti como agente surfactante, demonstraram boas propriedades de barreira a perda de gases e água, preservando as jaboticabas acondicionadas e minimizou a perda de firmeza (COSTA, 2018).

Com isso, o objetivo neste trabalho foi avaliar o uso de plastificante glicerol e de adjuvante em mistura na composição de filmes de amido de mandioca utilizados em inflorescências de bastão-do-imperador, visando a melhorar as características dos filmes e assim auxiliar na durabilidade das inflorescências.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material vegetal

Após a colheita de hastes florais de bastão-do-imperador (*Etilingera elatior*) ‘RedTorch’ no estágio de abertura floral aberto, cuja inflorescência apresenta o primeiro anel de flores verdadeiras aberto, procedeu-se a limpeza por imersão em água. As hastes florais foram padronizadas em 60 cm e submetidas a *pulsing* em solução com 20% de sacarose durante 24h, antes de serem submetidas aos tratamentos (CARNEIRO et al., 2014).

Foram realizados dois experimentos avaliando diferentes concentrações do amido na solução, e o outro avaliando as diferentes concentrações de amido com a adição de plastificantes e adjuvantes na solução.

2.2. Preparo e aplicação dos filmes

Os biofilmes de ambos os experimentos foram preparados com a diluição do amido de mandioca, nas diferentes concentrações 0% (controle); 2%; 4% e 6%, em água potável e mantidas à temperatura de 70°C durante 20 minutos para a completa gelatinização. No segundo

experimento, após a gelatinização as soluções foram resfriadas até 40°C e então adicionados o plastificante (glicerol, 1% m/m solução filmogênica) e o adjuvante comercial Assist[®] (1% m/m solução filmogênica) em cada uma das diferentes concentrações da solução.

As inflorescências foram submergidas por aproximadamente 20 segundos nas soluções, conforme as concentrações e, em seguida, as hastes foram mantidas invertidas durante 24 horas para escoamento do excesso de biofilme. Após secagem, as bases das hastes foram colocadas em recipientes contendo 1000 mL de água potável para hidratação e manutenção.

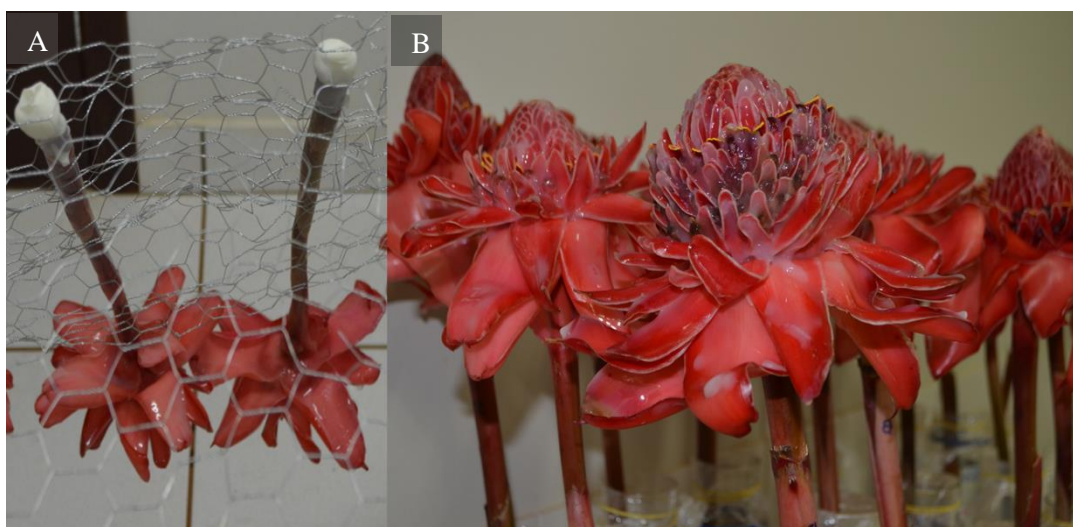


Figura 1: Escoimento e secagem dos filmes nas inflorescências após a imersão (A), condicionamento das hastes durante a condução do experimento (B).

2.3. Qualidade visual das hastes

Os recipientes foram mantidos em sala de crescimento com temperatura de armazenamento de 21°C, umidade relativa do ar de 85% \pm 5%. O tempo de armazenamento foi de 12 dias. As inflorescências de bastão-do-imperador foram avaliadas a cada três dias, por três avaliadores, com base nos critérios de Unemoto et al. (2011) adaptado por Carneiro et al. (2014) (Tabela 1).

Tabela 1: Critério de avaliação da qualidade visual pós-colheita de inflorescências de bastão-do-imperador por atribuição de notas.

NOTAS	CONCEITOS	DESCRIÇÃO
4	EXCELENTE	Haste e inflorescências túrgidas, brácteas com brilho e coloração característica.
3	BOM	Início da perda de turgescência (somente sensível ao tato); com ou sem o início do desbotamento e/ou murcha das bordas das brácteas e hastes.
2	REGULAR	Declínio das brácteas pela perda visível da turgescência e brilho da inflorescência e da haste. Bordos das brácteas com aspecto encharcado
1	RUIM	Perda da turgescência pronunciada das brácteas e/ou hastes, bordos das brácteas translúcidas, parte central da inflorescência amolecida
0	PÉSSIMO	Descarte: brácteas secas e/ou aspecto encharcado, com apodrecimento da parte central da inflorescência, e abscisão das brácteas.

Fonte: Unemoto et al. (2011) adaptado por Carneiro et al. (2014)

2.4. Taxa de absorção

O consumo de água foi determinado pelo volume de água consumido, em mL/haste/dia, visando a avaliar a capacidade de hidratação individualmente para cada haste floral constituinte das parcelas. Após determinado o volume consumido nas avaliações, era realizada a reposição de água (SALES et al., 2021).

2.5. Colorimetria

Foram mensuradas, a cada três dias, três brácteas involucrais totalmente expandidas de cada inflorescência, dispostas na segunda fileira mais externas, posicionando na porção mediana da bráctea o colorímetro Konica Minolta modelo Chroma Meter CR 300 com metodologia CIE L^*a^*b , que permitiu obter os parâmetros (L^* ; a^* ; Hue e Chroma) (LAGO et al., 2020).

2.6. Massa fresca

A massa fresca foi determinada pela pesagem das hastes diariamente e a perda relativa de massa determinada pela diferença de peso entre as avaliações.

2.7. Delineamento experimental e análises estatísticas

O primeiro experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, contendo 4 tratamentos (concentrações de filmes), com 4 tempos de avaliação (3, 6, 9 e 12 dias) e 4 repetições compostas de uma inflorescência cada. O segundo experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado contendo 7 tratamentos (concentrações dos biofilmes com adição de glicerol, adicionados ou não de adjuvante), com 4 tempos de avaliação (3, 6, 9 e 12 dias) e 4 repetições compostas de uma inflorescência cada. Os experimentos foram repetidos duas vezes. Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do pacote estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014) e utilizando análise de regressão polinomial para todos os parâmetros analisados, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Qualidade visual das hastes

A qualidade visual foi influenciada pelos dias de condicionamento nos dois experimentos. No experimento com diferentes concentrações, foi observado o efeito das diferentes concentrações de filmes de amido de mandioca utilizadas, onde as inflorescências revestidas com a maior concentração (6% de amido) apresentaram, em média, nota três até os nove dias após a colheita e as demais concentrações apresentaram perda da qualidade a partir do sexto dia de avaliação, indicando que o uso desse produto afeta a qualidade das inflorescências, a partir de características visuais (Figura 2A e Tabela 2). Após nove dias de avaliação, em todas as hastes florais, independente das concentrações de filmes aplicados, as inflorescências apresentavam qualidade visual inferior ao aceitável para comercialização.

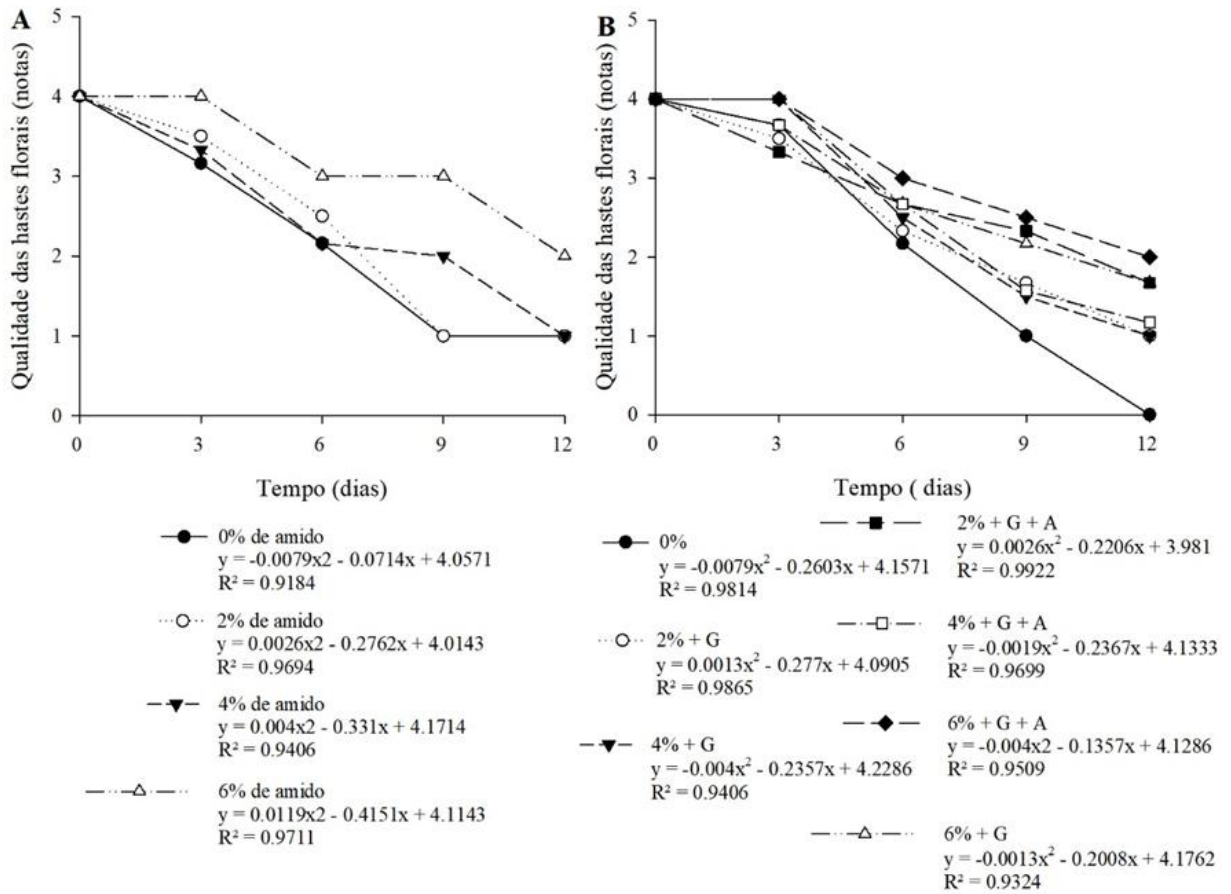


Figura 2: Qualidade visual, segundo critério de notas, de inflorescências de bastão-do-imperador 'Red Torch', com filmes de diferentes concentrações de amido de mandioca, (A) e com uso de aditivos (G=glicerol e G+A= glicerol e adjuvante) nas soluções filmogênicas (B), ao longo do tempo.

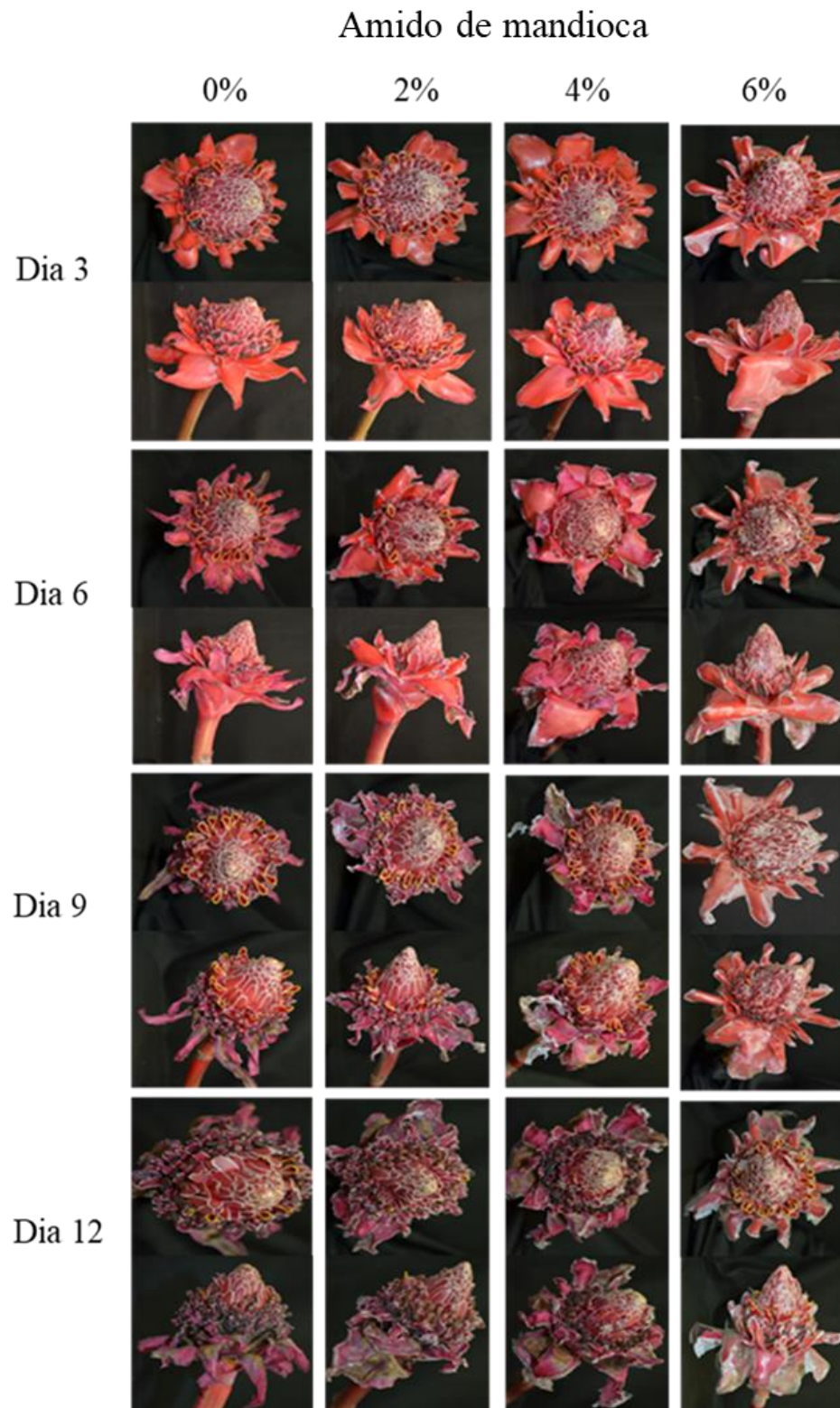
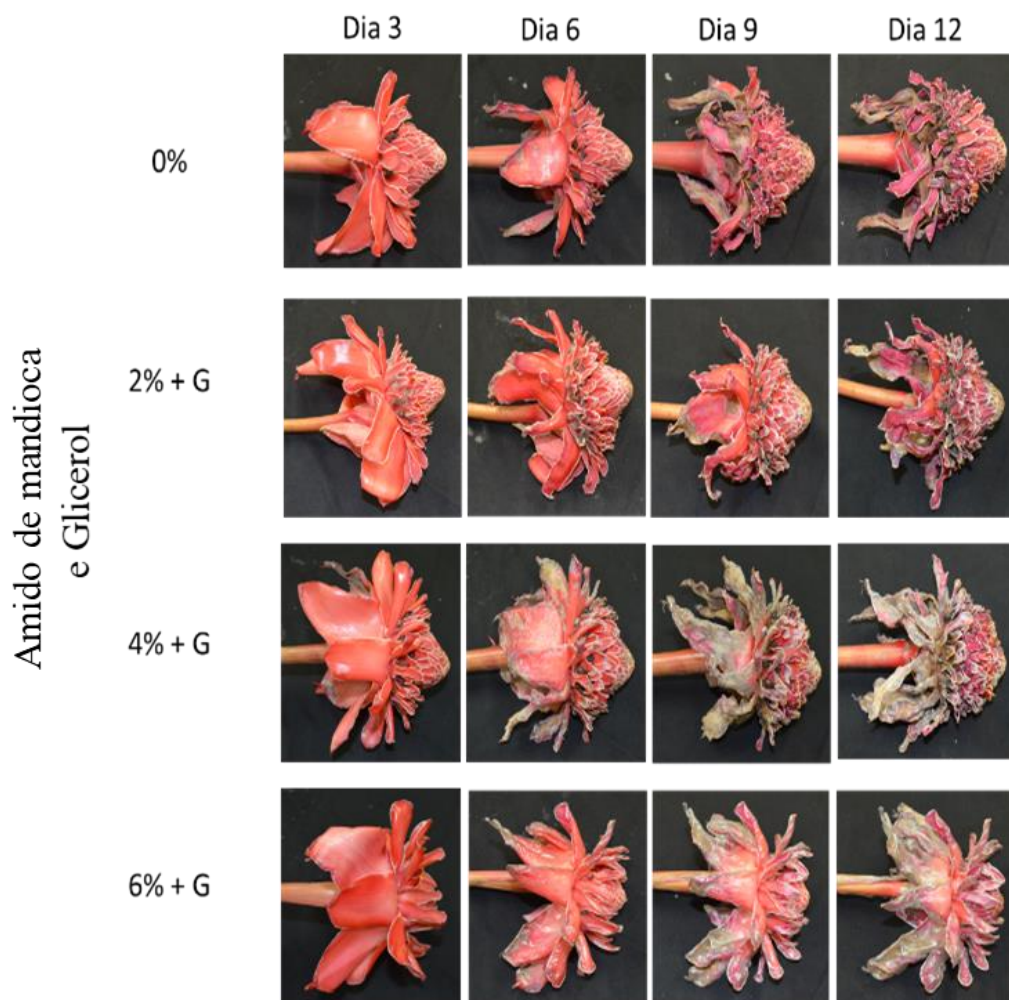


Tabela 2: Hastes de bastão-do-imperador com as diferentes concentrações do filme de amido de mandioca (0, 2%, 4%, 6%) aos 3, 6, 9 e 12 dias após a aplicação.

No experimento com aditivos, foi observado o efeito das diferentes concentrações de filmes de amido de mandioca e dos aditivos utilizados, onde as inflorescências revestidas com a maior concentração (6% de amido) com adição de plastificante glicerol e adjuvante Assist®, apresentaram, em média, nota três até os seis dias após a colheita e as demais concentrações apresentaram perda da qualidade na avaliação do sexto dia, indicando que o uso desse produto afeta a qualidade das inflorescências (Figura 2B e Tabela 3). Aos nove dias de avaliação todas as inflorescências, independente das concentrações de biofilmes e do uso dos aditivos aplicados apresentavam qualidade visual inferior ao aceitável para comercialização.



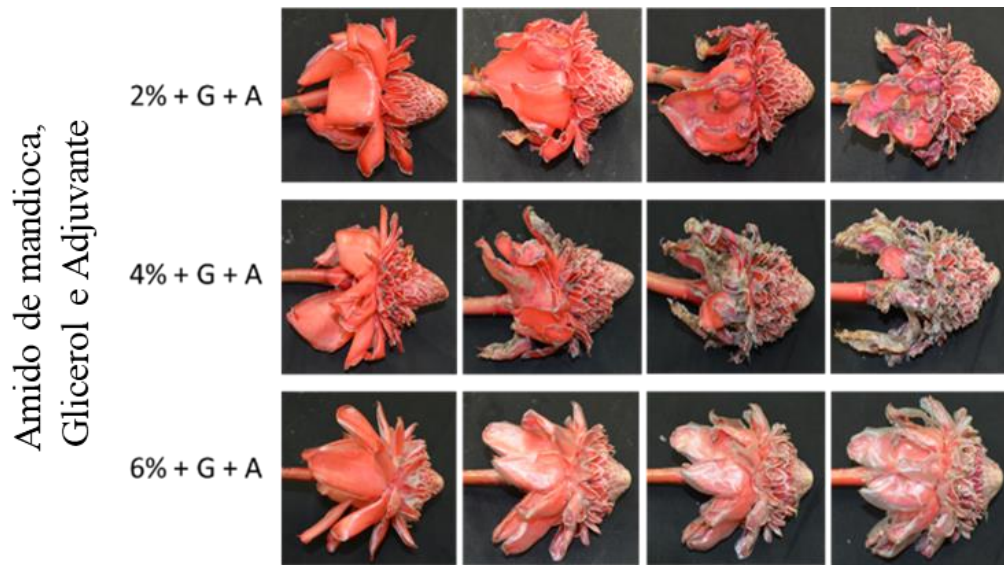


Tabela 3: Hastes de bastão-do-imperador com as diferentes concentrações (0, 2%, 4%, 6%) do filme de amido de mandioca com adição de glicerol (G) e com adição de glicerol e adjuvante (G +A), aos 3, 6, 9 e 12 dias após a aplicação.

Diferente do resultado encontrado neste trabalho, o uso de filme com 4% de amido de mandioca foi eficiente para manter melhor aparência de hastes de gengibre ornamental (SANCHES et al., 2016).

Aos nove dias, observou-se que o filme com os aditivos se descolava por completo das inflorescências (Figura 3 B), o que permitiu uma maior perda de gases por respiração e água por transpiração, proporcionando secamento acentuado das bordas das inflorescências e perda de qualidade comercial.

Para Lima et al. (2012), os filmes de amido possuem baixa permeabilidade ao oxigênio, o que implica na diminuição da taxa respiratória de produtos vegetais. Criam uma atmosfera modificada, formada em função da permeabilidade do recobrimento e taxa respiratória dos frutos (MAFTOONAZAD et al., 2007). Com objetivo principal de manter a qualidade de produtos recobertos, atrasar a maturação e senescência, reduzir a desidratação e a diminuir a taxa de crescimento microbiano e as perdas após a colheita (MAFTOONAZAD et al., 2007; RIBEIRO et al., 2007).

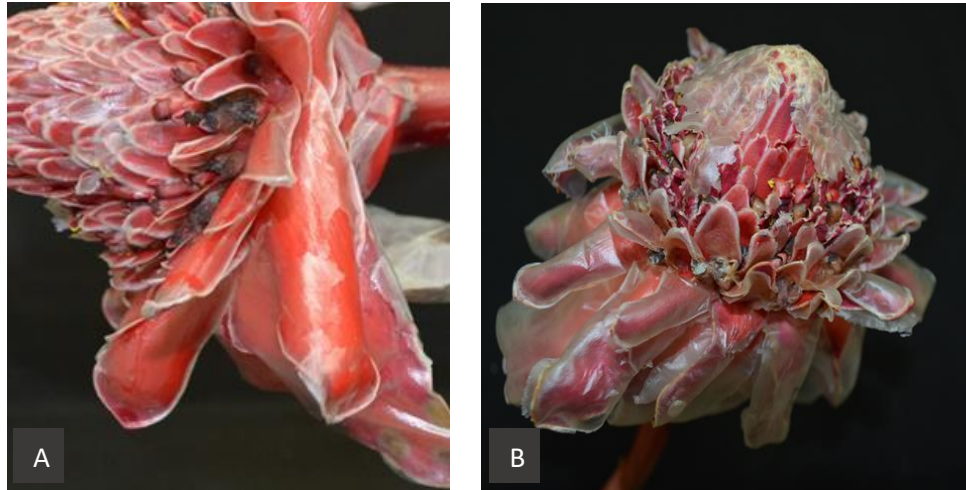


Figura 3: Detalhe do filme com 6% de amido (A) e com 6% de amido + glicerol + adjuvante (B) aos seis dias após a aplicação nas hastes.

3.2. Taxa de absorção

De maneira geral, observou-se que a taxa de absorção independente do tratamento inicia-se com um maior volume de água absorvido após a colheita, reduzindo ao longo tempo com menores consumos nos últimos dias de avaliação.

Nas primeiras avaliações, a taxa de absorção foi maior nos tratamentos controle e com solução de 2% de amido, com médias de 32,9 mL e 18 mL, aos 3 e 6 dias, comparados aos outros dois tratamentos com maiores concentrações de amido de mandioca, que apresentaram consumo médio de 27,9 mL e 16 mL, aos 3 e 6 dias após a aplicação. Aos 9 dias após a aplicação dos filmes nas inflorescências, a taxa de absorção foi semelhante entre os tratamentos, mantendo - se constante até o 14º dia. (Figura 4).

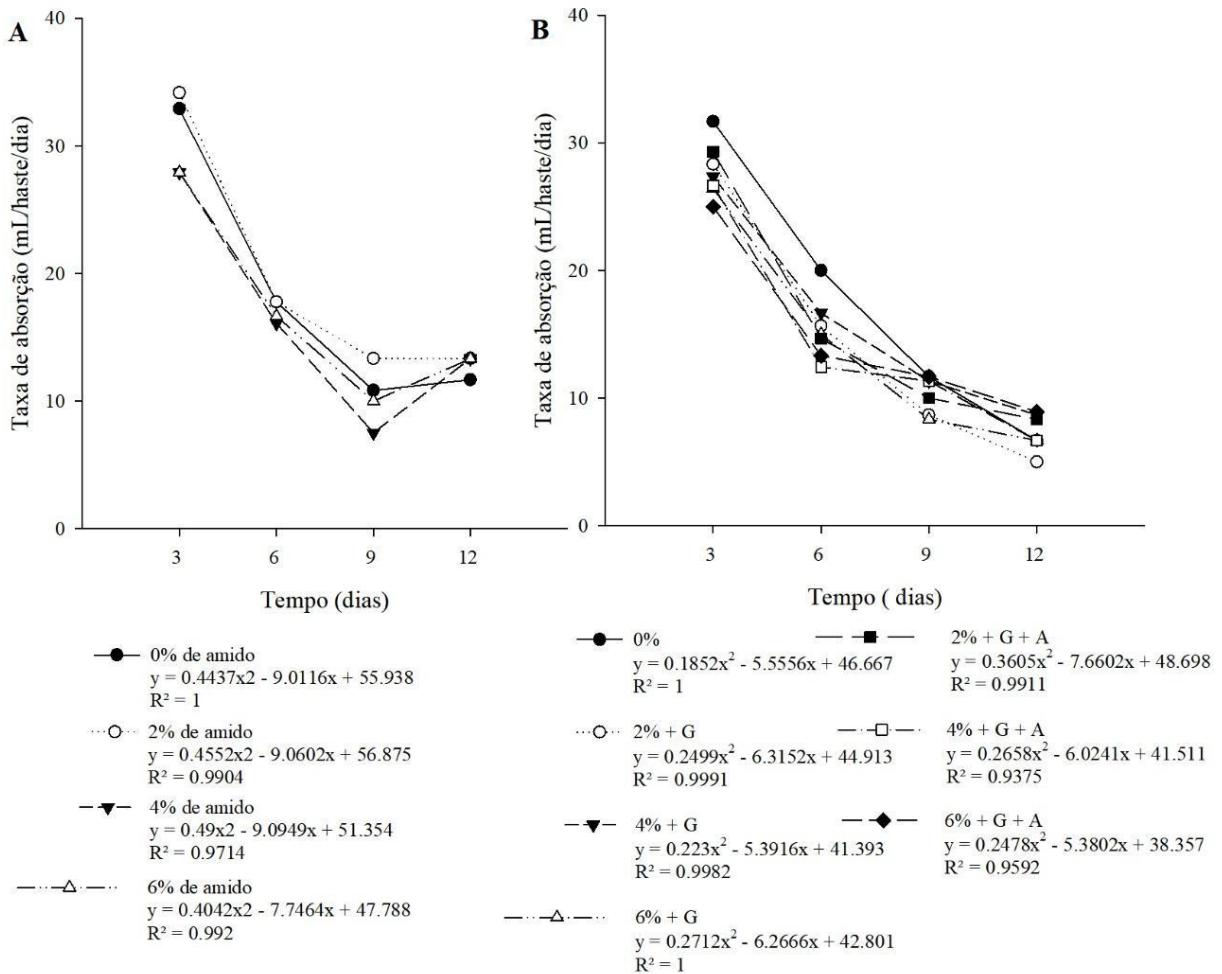


Figura 4: Taxa de absorção de inflorescências de bastão-do-imperador ‘Red Torch’ com filmes de diferentes concentrações de amido de mandioca (A), e com uso de aditivos (G=glicerol e G+A= glicerol e adjuvante) nas soluções filmogênicas (B), ao longo do tempo.

Aos três dias após a aplicação, o filme apresentava-se aderido nas inflorescências formando uma barreira mais eficiente no impedimento da perda excessiva de água, justificando assim menor consumo de água nos tratamentos com maiores concentrações. Nesse contexto, o uso de filmes é preconizado como forma de se criar uma barreira semi-permeável a água e gases, diminuindo a taxa respiratória e o ritmo de senescência do produto (GUERRA et al., 2019).

A atmosfera modificada criada nas inflorescências através dos filmes é caracterizada pela presença de uma barreira artificial à difusão de gases em torno da mesma, resultando numa redução do nível de O_2 aumento do nível de CO_2 e aumento do teor de vapor d’água. Estas

alterações variam, principalmente, com composição e espessura da barreira e taxa respiratória (GUERRA et al., 2019).

Após esse período, o filme se tornou quebradiço em todos os tratamentos o que permitiu uma maior perda água e gases e, conseqüentemente, uma taxa de absorção de água semelhante entre os tratamentos (Figura 3 A).

Aos 3 e 6 dias após a aplicação dos filmes, a taxa de absorção foi maior no tratamento controle (0) diferindo de todos os demais tratamentos com revestimentos, independente da concentração do amido e do aditivo utilizado. Aos 9 dias observou-se que a taxa de absorção se estabilizou, não apresentando diferença entre os tratamentos (Figura 4).

A adição do plastificante glicerol aos filmes produzidos a partir de diferentes concentrações de amido proporcionaram revestimentos menos quebradiços e mais flexíveis, pois o uso deste composto permite aumentar a flexibilidade e capacidade de processamento, bem como a permeabilidade ao oxigênio (JIANG, 2013). Já a adição de lipídeos, como o adjuvante a base de óleo vegetal, deixou a solução filmogênica mais densa e reduziu a transparência dos filmes, além de apresentar baixa resistência mecânica e elevada permeabilidade ao oxigênio, entretanto, permitiu boa propriedade da barreira ao vapor d'água (TANADA-PALMU; GROSSO, 2005). Nesse sentido, a adição dos compostos apresenta o objetivo principal de modificar as características dos filmes produzidos de amido, afim de manter qualidade de produtos recobertos, atrasar a maturação e a senescência, reduzir a desidratação, diminuir a taxa de crescimento microbiano e as perdas após a colheita (MAFTOONAZAD et al., 2007; RIBEIRO et al., 2007), devido a capacidade de criar uma atmosfera modificada, formada pela permeabilidade do recobrimento e taxa respiratória das inflorescências (MAFTOONAZAD et al., 2007). O uso de aditivos melhorou características como flexibilidade e aderência dos filmes, entretanto, afetou características visuais e não se mostrou tão eficiente em manter a qualidade das inflorescências, quando comparados aos filmes apenas de amido.

3.3. Colorimetria

A escala de luminosidade varia do preto (0) ao branco (100), onde, altos valores de L representam cores mais claras, e o oposto indica cores mais escuras (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Os dados de luminosidade (Figura 5) indicam, em todas as avaliações, que o filme de

amido de mandioca na concentração 6% proporcionou maior luminosidade que as demais concentrações e o controle. Isso pode ser explicado pelo fato de o filme de maior concentração, ter uma viscosidade maior formando uma película mais espessa nas brácteas o que refletiu no aparelho atingindo maiores valores de luminosidade. Nos 6º e 9º dias observou-se uma menor média proporcionada pelos tratamentos controle e com solução de 2% e 4% os quais não apresentaram diferença entre si. Considerando o tratamento com concentração 6 %, maior média foi observada em relação aos demais, demonstrando que as películas formadas sobre as brácteas influenciam na luminosidade.

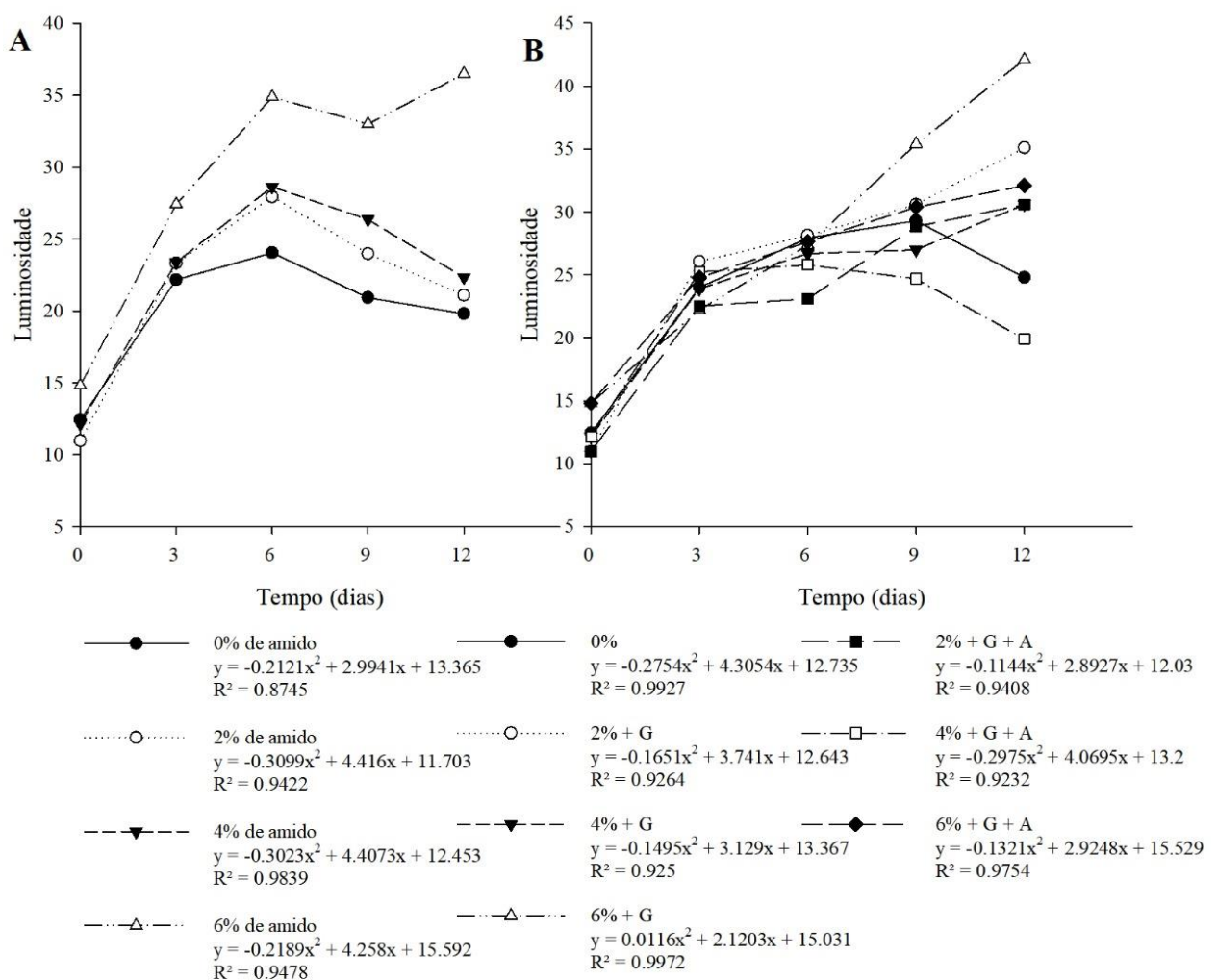


Figura 5: Valores de Luminosidade obtidos através do colorímetro em inflorescências de bastão-do-imperador ‘Red Torch’ com filmes de diferentes concentrações de amido de mandioca (A), e com os de aditivos (G= glicerol e G+A= glicerol e adjuvante) nas soluções filmogênicas (B), ao longo do tempo.

Semelhantemente aos valores observados de luminosidade em bastão-do imperador, o uso de revestimento com filmes à base de amido em goiaba “Paluma”, apresentaram maiores

valores de L^* que indicaram brilho mais acentuado devido ao revestimento (ROCHA et al., 2020).

As coordenadas polares de cromaticidade C^* são definidas como a saturação, ou seja, a distância radial do centro do espaço até o ponto da cor. A saturação está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa o tributo quantitativo para intensidade. Quanto maior a croma, maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Cores neutras possuem baixa saturação enquanto as cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (FERREIRA e SPRICIGO, 2017).

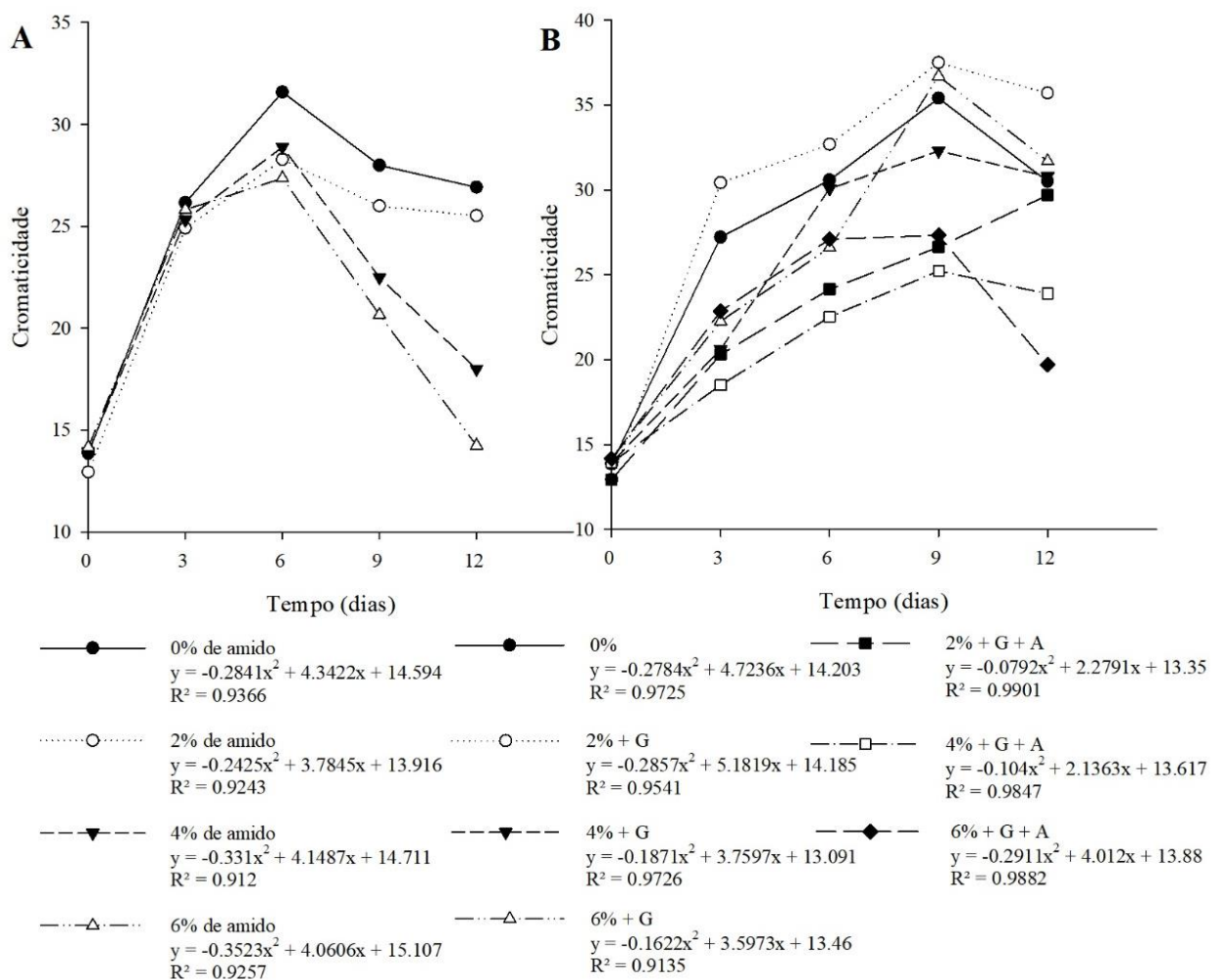


Figura 6: Valores de Cromaticidade obtidos através do colorímetro em inflorescências de bastão-do-imperador ‘Red Torch’ com filmes de diferentes concentrações de amido de mandioca (A), e com uso de aditivos (G= glicerol e G+A= glicerol e adjuvante) nas soluções filmogênicas (B), ao longo do tempo.

Através dos dados de cromaticidade foi possível observar que aos 6 dias após a aplicação dos filmes houve diferença entre o controle e os demais tratamentos. Hastes que não receberam

o filme apresentaram alta saturação demonstrando uma cor mais pura, pelo fato de não apresentar o revestimento de filme de amido de mandioca. Uma vez que melhores definições de coloração apresentam valores maiores de croma (C^*), enquanto que valores relativamente inferiores representam cores impuras ou acinzentadas (MORAIS et al., 2002), provavelmente influenciadas pela película de amido.

No dia 12 não houve diferença entre o controle e 2% que apresentaram maiores médias com relação às concentrações de 4% e 6%, que também não diferiram entre si (Figura 6).

Considerado um tributo qualitativo de cor, o ângulo hue é obtido com base nas cores definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada, etc. (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013). Graficamente é considerado o ângulo de 0° como cor vermelha, o ângulo de 90° amarelo, 180° , verde e 270° , azul (SHEWFELT; THAI; DAVIS, 1988; MCGUIRE, 1992). A média geral obtida neste trabalho para o ângulo hue nas brácteas de bastão-do-imperador com filmes de diferentes concentrações de amido de mandioca foi de $37,48^\circ$. Essa média indica a cor vermelha para todas as brácteas avaliadas, independente de tratamento.

3.4. Massa Fresca

No 3º dia após a aplicação do filme as hastes com revestimento na concentração de 6% apresentaram maior manutenção de massa fresca que os demais tratamentos. Essa diferença foi diminuindo com o passar dos dias, onde a segunda avaliação não apresenta diferença entre a concentração de 4%, sendo maiores que o controle e 2% (Figura 7A). A massa fresca apresenta estabilidade entre os tratamentos a partir do 9º dia após a aplicação dos filmes, fato que se justifica em função do filme ter ficado quebradiço e soltando de forma gradativa a partir do 6º dia após aplicação, permitindo assim uma maior troca gasosa e transpiração das inflorescências.

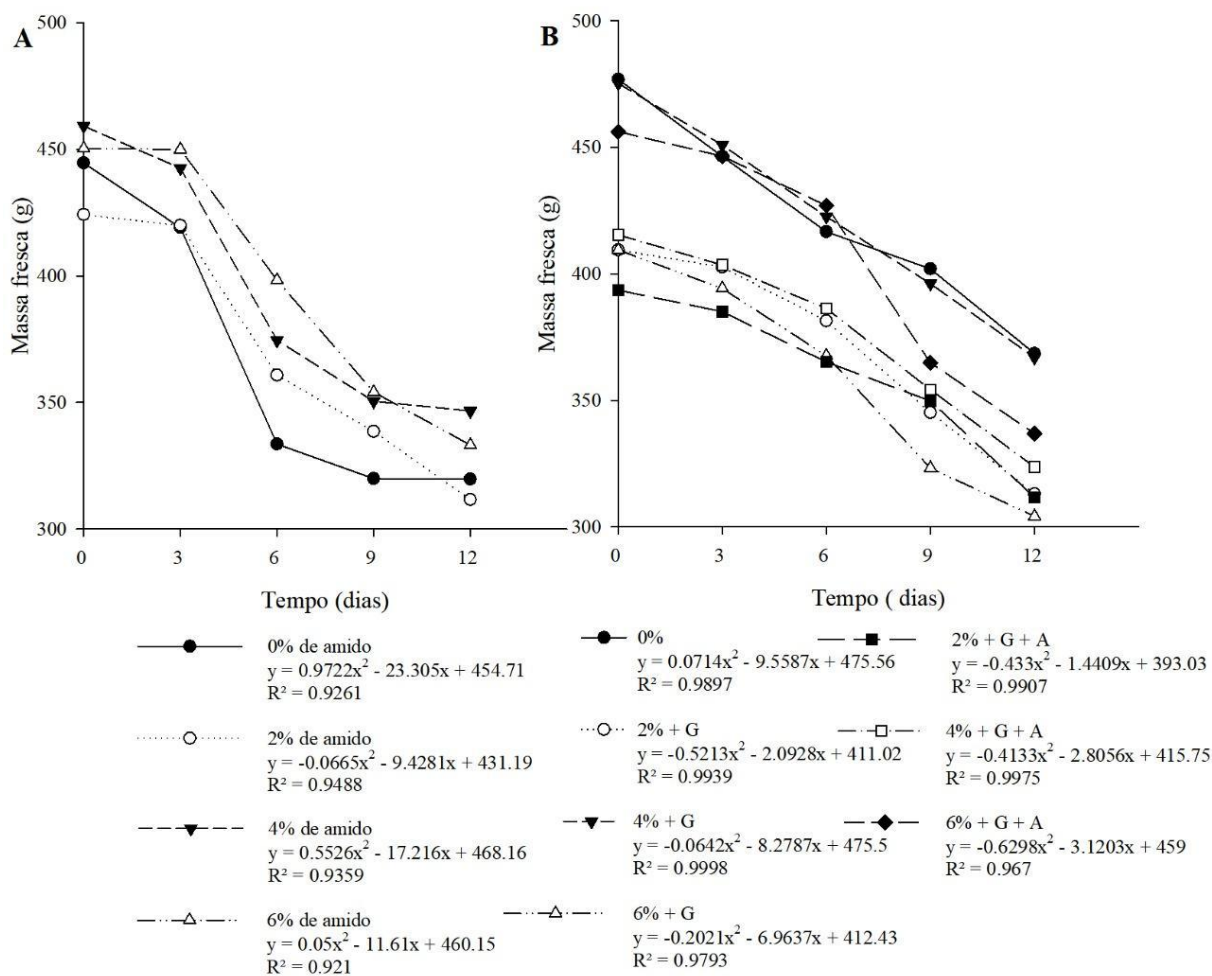


Figura 7: Massa fresca das hastes florais de bastão-do-imperador ‘Red Torch’ com filmes de diferentes concentrações de amido de mandioca (A) e com aditivos (G= glicerol e G+A= glicerol e adjuvante) nas soluções filmogênicas (B), ao longo do tempo.

A massa fresca é uma importante característica física que determina a longevidade e a qualidade pós-colheita das inflorescências e sua perda deve-se ao processo de transpiração e também à redução da condutividade de água, durante o processo de senescência da haste floral (CARNEIRO et al., 2014). A baixa taxa de absorção pode ser uma possível causa da redução do peso fresco, resultando na perda da vida de vaso (CHOON; DING, 2012), para todos os tratamentos a partir do sexto dia de experimento, onde houve uma estabilidade entre os tratamentos com relação a absorção de água e a massa fresca das hastes.

Sanches et al. (2016) observaram que filmes nas concentrações intermediárias como 4% e 6% de amido de mandioca pulverizado nas hastes de gengibre ornamental, proporcionaram maior conservação de massa fresca.

Foi possível observar que no primeiro dia de avaliação as hastes que não receberam a aplicação de filme (tratamento controle) apresentaram maior perda de massa que os demais tratamentos, nos dois experimentos (Figura 7B). Essa perda foi em média 5% maior em relação aos demais tratamentos. No 6º dia após a aplicação dos tratamentos, as hastes que não receberam aplicação de filme ainda apresentam maior perda de massa, porém menos acentuada (Figura 7B). No 9º dia após a aplicação dos filmes observou-se uma maior perda de massa nas hastes do tratamento de 6% + G + A, pois a partir dos 6 dias o filme descolou das brácteas permitindo uma maior troca de gases e transpiração, proporcionando assim, uma maior perda de massa fresca.

Além de serem barreiras semipermeáveis aos gases, os revestimentos também realizam a função de minimizar a perda de vapor de água, sendo mensurada pela perda de massa durante armazenamento, por exemplo. A perda de água em produtos vegetais pode ser reflexo de altas taxas metabólicas, ou pode influenciar características de qualidade como cor, firmeza, teor de sólidos solúveis e componentes intercelulares (GUIMARÃES, 2019). No presente estudo foram obtidos resultados semelhantes para massa fresca, visto que, as hastes do tratamento controle apresentaram maiores teores de perda ao longo do tempo, quando comparados aos tratamentos com revestimentos, sendo mais eficiente na manutenção da massa o tratamento de 6% + G + A (Figura 8).



Figura 8: Detalhe das brácteas externas aos 12 dias após a aplicação dos filmes, com diferentes concentrações e aditivos utilizados (G=glicerol e G+A= glicerol e adjuvante).

Peréz-Gallardo et al. (2015), apresentaram estudos com uso filmes de amido de mandioca e aditivos como revestimento em amoras. O trabalho avaliou as propriedades de

barreira, onde algumas concentrações preservaram a integridade da cutícula do fruto e mantinham a sua dureza em relação ao controle.

Vale ressaltar que embora o uso do revestimento tenha sido eficiente na redução da perda de massa fresca, o filme interfere na qualidade visual das hastes. Nesta etapa, foram realizados testes a fim de retirar os filmes de revestimento, os quais não foram bem-sucedidos em função da baixa solubilidade apresentada pelo produto.

4. CONCLUSÕES

A aplicação de filme biodegradável em hastes de bastão-do-imperador funcionou como barreira as trocas gasosas e perda de água por transpiração, observado pela da taxa de absorção e manutenção da massa fresca, auxiliando na manutenção da qualidade pós-colheita, até o sexto dia após a aplicação. A manutenção da qualidade visual foi maior nas hastes com 6% de amido e nos filmes sem aditivos pois a adição de ambos os compostos piorou as propriedades óticas o que comprometeu a aparência dos produtos recobertos.

A adição de glicerol às diferentes concentrações de filme proporcionou melhora nas características visuais e de resistência, pois o mesmo não se tornou quebradiço. O uso do adjuvante alterou as características deixando o filme menos transparente e mais viscoso, o que prejudicou a secagem proporcionando excesso de filme nas inflorescências submetidas ao revestimento com as maiores concentrações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAÑUELOS-HERNÁNDEZ, K. P., GARCÍA-NAVA, J. R., LEYVA-OVALLE, O. R., PEÑA-VALDIVIA, C. B., YBARRA-MONCADA, M. C. Flowering stem storage of *Heliconia psittacorum* L. f. cv. Tropical. **Postharvest Biology and Technology**, v.112, p. 159-169, 2016.
- BAYOGAN, E. R. V.; JAROENKIT, T.; PAULL, R. E. Postharvest life of bird-of-paradise inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 2, p. 259-263, 2008.
- CAIXETA, J. P. L., JÚNIOR, K. S. F., BRIGANTE, G. P., DIAS, M.S. Efeito de adjuvante associado a herbicidas no controle de *digitaria insularis* L. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 4, p. 672-1, 2020.
- CARNEIRO, DNM; PAIVA, PDO; CARNEIRO, LF; SOUZA, RR; LIMA, LCO; DIAS, GMG; PEDROSO, RGAV Estádios de abertura floral e condicionamento em inflorescências de bastão-do-imperador. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.20, n.2, p.163-170, 2014.
- CHOON, S. Y.; DING, P. Cellular structure of cut *Etilingera Elatior* inflorescence. **In: II Simpósio do Sudeste Asiático sobre Gestão da Qualidade em Sistemas Pós-colheita**. p. 303-306, 2013.
- COSTA, D. S. D. Desenvolvimento de filmes de fécula de mandioca incorporados com diferentes concentrações de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*), 2018, 114f.
- FAVERO B. T.; DIAS G. M. Pós-colheita: biologia, fisiologia e tecnologia. **Ornamental Horticulture**. v. 27, n. 03, p. 279-280, 2021.
- FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P. Influência de diferentes tratamentos pós-colheita com películas de amido nas características químicas de rosas (*Rosa hybrida* var. Grand Galla). **Agrarian**, v. 2, n. 4, p. 63-72, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria-princípios e aplicações na agricultura. **Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.
- FIALHO, S. Obtenção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca com hidrolisados de celulose bacteriana, 2019. 26f.
- GARCIA, L. C.; PEREIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Effect of antimicrobial starch edible coating on shelf-life of fresh strawberries. **Packaging Technology and Science**, v. 25, p. 413-425, 2012.

- GUERRA, A. M. N. M.; EVANGELISTA, R. S.; SILVA, M. G. M.; SANTOS, D. S. Efeito de revestimento com filme PVC sobre o tempo de armazenamento de repolhos. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 3, p. 129-143, 2019.
- GUIMARÃES, G. H. C. Desenvolvimento de filmes e recobrimentos multifuncionais a partir de fontes de amido e seu impacto na fisiologia e conservação pós-colheita de frutos. 2019, 116f.
- HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. Uso de biofilmes de amido em raízes de mandioca minimamente processadas. **Revista Ibero-americana de Tecnologia Postcosecha**, v. 12, n. 2, p. 227-236, 2011.
- JIANG, T. Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, v. 76, p. 91–97, 2013.
- LAGO, R. C.; DE OLIVEIRA, A. L. M.; DIAS, M. C.; DE CARVALHO, E. E. N.; TONOLI, G. H. D.; BOAS, E. V. D. B. V. Obtaining cellulosic nanofibrils from oat straw for biocomposite reinforcement: Mechanical and barrier properties. **Industrial Crops and Products**, 148, 112264, 2020.
- LIMA, A. B.; SILVA, S. M.; ROCHA, A.; NASCIMENTO, L. C.; RAMALHO, F. S. Conservação pós-colheita de manga ‘*Tommy Atkins*’ orgânica sob recobrimentos bioorgânicos. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 704-710, 2012.
- LUVIELMO, M. de M.; VIEIRA LAMAS, S. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, 2012.
- MAFTOONAZAD, N.; RAMASWAMY, H. S.; MOALEMIYAN, M.; KUSHALAPPA, A. C. Effect of pectin-based edible emulsion coating on changes in quality of avocado exposed to *Lasiodiplodia theobromae* infection. **Carbohydrate Polymers**, v. 68, n. 2, p. 341–349, 2007.
- MARTINS, D.; CARBONARI, C. A.; TERRA, M. A.; MARCHI, S. R. Ação de adjuvantes na absorção e translocação de glyphosate em plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*). **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 155-163, 2009.
- MATTIUZ, B. H.; RODRIGUES, T. D. J. D.; MARQUES, K. M.; MARTINS, R. N. Effectiveness of postharvest solutions for the conservation of cut *Oncidium varicosum* (ORCHIDACEAE) inflorescences. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39 n.4, p.315-322, 2015.
- MCGUIRE, R. G.; Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254- 1255, 1992.
- MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N. de; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas ‘*Tommy Atkins*’ destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.671-675. 2002.

NOMURA, E.S.; FUZITAN, E.J.; JUNIOR, E.F.D. Soluções de condicionamento em pós-colheita de inflorescências de antúrio. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 219-225, 2014.

NUNES, A. C. D.; NETO, A. F.; NASCIMENTO, I. K.; DE OLIVEIRA, F. J.; MESQUITA, R. V. C. Armazenamento de mamão 'formosa' revestido à base de fécula de mandioca. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 254-263, 2017.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36–60, 2013.

PÉREZ-GALLARDO, A; GARCÍA-ALMENDÁREZ, B.; BARBOSA-CÁNOVAS, G; PIMENTEL-GONZÁLEZ, D.; REYES-GONZÁLEZ, L. R.; REGALADO, C. Effect of starch-beeswax coatings on quality parameters of blackberries (*Rubus spp.*). **Journal of Food Science and Technology**. v. 52, n. 9, p. 5601–5610, 2015.

RIBEIRO, C.; VICENTE, A. A.; TEIXEIRA, J. A.; MIRANDA, C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, n. 1, p. 63–70, 2007.

ROCHA, A. M.; COSTA, S. C.; DE LIMA, T. D. S.; SILVA, A. F.; BARÃO, C. E.; PIMENTEL, T. C.; MARCOLINO, V. A. Aplicação do biopolímero de amido de cassava e amido de milho na conservação pós-colheita de guava. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 6658-6680, 2020.

SALES, T. S.; PAIVA, P. D. D. O.; MANFREDINI, G. M.; NASCIMENTO, Â. M. P. D.; REIS, M. V. D. Water relations in cut calla lily flowers maintained under different postharvest solutions. **Ornamental Horticulture**, v. 27, p. 126-136, 2021.

SANCHES, A. G.; DA SILVA, M. B.; MOREIRA, E. G. S.; COSTA, J. M.; CORDEIRO, C. A. M. Stem cutting size and biofilm in longevity of ornamental ginger. **Nativa**, v. 4, n. 5, p. 337-341, 2016.

SHEWFELT, R. L.; THAI, C. M.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 1433-1437, 1988.

SOUZA, A. C.; BENZE, R. F. E. S.; FERRÃO, E. S.; DITCHFIELD, C.; COELHO, A. C. V.; TADINI, C. C. Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 110–117, 2012.

TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, n. 2, p. 199–208, 2005.

UNEMOTO L. K.; FARIA, R. T. F.; TAKAHASHI, L. S. A.; ASSIS, A. M.; ALESSANDRO B. L. Longevity of torch ginger inflorescences with 1-methylcyclopropene and preservative solutions. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 4, p. 649-653, 2011.

ARTIGO 3 - Análises bioquímicas e metabolismo antioxidante em inflorescências de bastão-do-imperador revestidas com filme de amido

RESUMO Durante o processo de senescência ocorrem alterações estruturais e metabólicas nas inflorescências, como o aumento nas taxas respiratórias e transpiratórias, aumento nos níveis de espécies reativas de oxigênio, diminuição das reservas e degradação de pigmentos. Visando a aumentar a durabilidade das flores cortadas, são utilizadas tecnologias pós-colheita como os filmes biodegradáveis na superfície do produto modificando a atmosfera em volta desse. Objetivou-se avaliar o uso de filmes a base de amido de mandioca no condicionamento pós-colheita e na durabilidade das hastes florais de bastão-do-imperador, através de parâmetros bioquímicos relacionados à senescência. As inflorescências foram submergidas por aproximadamente 20 segundos nas soluções com diferentes concentrações do amido (Controle; 2%; 4% e 6%) e, após secagem dos filmes, foram colocadas em provetas de plástico contendo 1000 mL de água potável, e mantidas em posição vertical. Foram coletadas amostras a cada três dias e realizadas avaliações quanto aos níveis de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e peroxidação lipídica, expressão das atividades enzimáticas de peroxidases (POX), superóxido desmutase (SOD), catalase (CAT) e α -amilase, quantificação de macromoléculas do metabolismo primário, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e proteínas. As inflorescências de bastão-do-imperador revestidas com filmes de 6% de amido, mantiveram menores teores de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica e maiores conteúdos de macromoléculas do metabolismo primários até o sexto dia após a aplicação, retardando a senescência e auxiliando na manutenção da qualidade e durabilidade pós-colheita.

Palavras-chave: *Etilingera elatior*, Pós-colheita, Revestimentos, Eletroforese, Flores tropicais.

ABSTRACT During the senescence process, structural and metabolic changes have incident in the inflorescences, such as increased respiratory and transpiration rates, increased levels of reactive oxygen species, decreased reserves and pigment degradation. Aiming to increase the durability of cut's flowers, post-harvest technologies are used, such as the use of biodegradable films on the surface of the product, modifying the atmosphere around it. The objective was to evaluate the use of cassava starch-based films in post-harvest conditioning and in the durability of the flower stems of the ginger torch, through biochemical parameters related to the senescence. The inflorescences were submerged for approximately 20 seconds in solutions with different concentrations of starch (Control; 2%; 4% and 6%), and, after drying the films, they were placed in plastic beakers containing 1000 mL of drinking water, and kept in a vertical position. The stems were evaluated every three days for levels of hydrogen peroxide (H₂O₂) and lipid peroxidation, expression of enzymatic activities of peroxidases (POX), superoxide demutase (SOD), catalase (CAT) and α -amylase, quantification of primary metabolism macromolecules, total soluble sugars, reducing sugars and proteins. The ginger torch inflorescences coated with 6% starch films maintained lower levels of hydrogen peroxide and lipid peroxidation and higher contents of primary metabolism macromolecules until the sixth day after application, delaying senescence and helping to maintain quality and durability post-harvest.

Keywords: *Etilingera elatior*, Postharvest, Coatings, electrophoresis, Tropical flowers.

1. INTRODUÇÃO

Durante o processo de senescência diferentes alterações estruturais e metabólicas ocorrem nas inflorescências, como por exemplo, o aumento nos níveis de espécies reativas de oxigênio, aumento nas taxas transpiratórias, diminuição das reservas, degradação de pigmentos (MANSOURI, 2012; REID; JIANG, 2012; RANI; SINGH, 2014). A intensidade e a velocidade de ocorrência desses fatores são influenciadas por fatores intrínsecos de cada genótipo, fatores ambientais bióticos e abióticos, entre outros (EBRAHIMZADEH et al., 2008; REID; JIANG, 2012; SHABANIAN et al., 2018). Dessa forma, o entendimento de como essas alterações ocorrem em cada espécie e quais são os fatores envolvidos é fundamental para nortear os procedimentos pós-colheita a serem utilizados como forma de ampliar a durabilidade das flores cortadas.

Visando a aumentar a durabilidade de flores cortadas, é necessário desenvolver e utilizar técnicas que preservem as características do produto e reduzam as perdas pós-colheita (COSTA et al., 2021). Nesse sentido, o uso de filmes biodegradáveis na superfície do produto vem sendo utilizado como alternativa de modificar a atmosfera em volta deste, havendo assim, redução da atividade metabólica e da perda de água, resultando em manutenção da qualidade e aumento no período de comercialização (LUNGUINHO et al., 2014). A maior vantagem das composições de revestimentos à base de polissacarídeos, como o amido de mandioca, é a redução das trocas gasosas (PAVLATH; ORTS, 2009), sendo estas pouco eficientes na diminuição da perda de umidade devido à sua natureza hidrofílica (KESTER; FENNEMA, 1988).

O uso do amido de mandioca como filme surge como uma alternativa de fácil acesso para aumentar a vida útil das flores, pois melhora o aspecto visual do produto, dá mais brilho e manutenção de cor e aumenta período de armazenamento, reduzindo a atividade respiratória e retardando a senescência (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

Estudos vêm sendo realizados visando avaliar os benefícios do uso de filmes à base de amido de mandioca na conservação pós-colheita de raízes (HENRIQUE; PRATI, 2011), frutas (BISCHOFF et al., 2013; DOTTO, 2015), flores temperadas (FERRAZ; CEREDA, 2009), e flores tropicais, como o gengibre ornamental (SANCHES et al., 2016).

Dentre as espécies de origem tropical, o bastão-do-imperador apresenta um período de durabilidade pós-colheita de 5 - 10 dias (CARNEIRO et al., 2014) que é reduzido se comparado

com outras plantas tropicais como *Heliconia psittacorum* - 16 dias (BANUELO-HERNANDEZ et al., 2016) e *Strelitzia reginae*, 16 dias (BAYOGAN et al., 2008).

O uso de revestimentos tem sido testado para avaliar os benefícios na manutenção das características físicas e bioquímicas de frutos, com resultados satisfatórios em cerejas doces, inibindo atividades de peroxidases, prevenindo o escurecimento dos frutos e retardando a peroxidação lipídica, mantendo a integridade da membrana (PASQUARIELO et al., 2015).

Diante do exposto, o objetivo foi avaliar a efetividade de filmes a base de amido de mandioca em inflorescências de bastão-do-imperador considerando a durabilidade e aspectos bioquímicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material Vegetal

Foram utilizadas hastes florais de bastão-do-imperador (*Etilingera elatior*) 'RedTorch' no estágio de abertura floral, totalmente aberto. As inflorescências foram limpas pela imersão em tanques com água e detergente neutro e então padronizadas em 60 cm. Procedeu-se então o *pulsing* com 20% de sacarose durante 24h (CARNEIRO et al., 2014), antes de serem submetidas aos tratamentos.

2.2. Preparo e aplicação dos filmes

Os filmes foram preparados com a diluição do amido de mandioca, nas diferentes concentrações, em água destilada e mantidas à temperatura de 70°C durante 20 minutos para a completa gelatinização. As inflorescências foram submergidas por aproximadamente 20 segundos nas soluções, nas concentrações 0; 2%; 4% e 6%, sendo a imersão em água o tratamento controle (concentração 0) para a formação do biofilme e, em seguida, as hastes foram mantidas invertidas durante 24h para evitar o excesso e promover a secagem do filme. Após este período, as hastes foram colocadas em recipientes contendo 1000 mL de água potável, e mantidas em posição vertical (Figura 1).



Figura 1: Imersão das inflorescências nas soluções de filmes de amido de mandioca de acordo com as concentrações (A), escorrimento e secagem do filme nas inflorescências após a imersão (B), condicionamento das hastes durante a condução do experimento (C).

Os recipientes foram mantidos em sala de crescimento com temperatura de armazenamento de 21°C, com umidade relativa do ar de 85% \pm 5% e sem reposição de água. O tempo total de armazenamento foi de 12 dias.

2.3. Atividade enzimática

A expressão das atividades enzimáticas de peroxidases (POX), superóxido desmutase (SOD) e catalase (CAT) foram realizadas pela técnica de eletroforese (ALFENAS et al., 2006), extraindo 1g de matéria fresca em tampão Tris HCL 0,2M pH 8,0 + 0,1% de beta-mercaptoetanol para SOD e CAT, e para a enzima POX o tampão utilizado foi o fosfato de potássio, todos na proporção de 300 μ L por 100 mg de MF. O material foi homogeneizado em vortex e mantido por 12 horas, em geladeira, seguido de centrifugação a 14.000 rpm por 30 minutos, a 4°C. A corrida eletroforética foi realizada em sistema descontínuo de géis de poliacrilamida a 7,5% (gel separador) e 4,5% (gel concentrador). O tampão de corrida utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9. Foram aplicados 60 μ L do sobrenadante das amostras no gel e a corrida eletroforética foi realizada a 150V por 5 horas. Terminada a corrida, os géis foram revelados para as enzimas POX, SOD e CAT conforme Alfenas et al. (2006), com modificações.

2.4. Peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica

As amostras foram coletadas no dia da colheita das inflorescências e aos 3, 6, 9 e 12 dias após a aplicação dos filmes nas diferentes concentrações.

Para a quantificação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e peroxidação lipídica, amostras frescas de 0,2 g das brácteas das inflorescências foram mantidas no freezer à $-80^\circ C$ e maceradas em nitrogênio líquido (NL), homogeneizadas em 1,5 mL de ácido tricloroacético (TCA) e centrifugadas, a 12.000 g por 15 minutos, a $4^\circ C$. O H_2O_2 foi determinado medindo-se a absorvância a 390 nm em um meio de reação contendo tampão fosfato de potássio 100 mM, pH 7,0, 500 μL do extrato e 1 mL de iodeto de potássio (VELIKOVA et al., 2000) e os resultados expressos em $\mu mol.H_2O_2.g^{-1}.MF$. A peroxidação lipídica foi determinada por meio da quantificação de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA), conforme descrito por Buege; Aust (1978), e as leituras realizadas em espectrofotômetro, a 535 e 600 nm. Os resultados foram expressos em $\eta mol.MDA. g^{-1}.MF$.

2.5. Análises de macromoléculas (Proteínas, açúcares redutores e totais)

Para a avaliação de macromoléculas do metabolismo primário, as brácteas foram levadas para estufa de circulação forçada a $60^\circ C$ para obtenção da massa seca. Foram extraídos 0,2 g de matéria seca juntamente com tampão fosfato de potássio 0,1 M (pH 7,0), levados ao banho-maria por 30 min à $40^\circ C$, logo em seguida o extrato foi centrifugado a 10.000 g durante 20 min, sendo o sobrenadante coletado e o processo de centrifugação repetido após adição de mais tampão, logo após a nova coleta do sobrenadante o material foi armazenado à $-80^\circ C$. Para a quantificação das biomoléculas açúcares solúveis totais, açúcares redutores e proteínas foram utilizados métodos espectrofotométricos da Antrona, Ácido Dinitrosalicílico – DNS e Bradford cujos protocolos foram inicialmente recomendados, respectivamente, por Yemm; Willis (1954); Miller (1959) e Bradford (1976) todos com modificações. Ambas as análises foram realizadas por leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 620 nm para açúcares solúveis totais (μmol de glicose. $g^{-1}.MS$), 540 nm para açúcares redutores (μmol de glicose. $g^{-1}.MS$) e 595 nm para proteínas totais (μg de proteína. $g^{-1}.MS$).

2.6. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, contendo 4 tratamentos (concentrações de filmes), com 4 períodos de avaliação (3, 6, 9 e 12 dias) e 4 repetições, compostas de uma inflorescência cada. O experimento foi repetido duas vezes para cada parâmetro avaliado. Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do pacote

estatístico Sisvar[®] (FERREIRA, 2014), utilizando análise de regressão polinomial para os parâmetros analisados, a 5% de significância, e comparação de média pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância para a atividade da enzima POX.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Atividade enzimática

Por meio de análises realizadas pela técnica de eletroforese, foram detectadas as atividades de peroxidases (POX) (Figura 2). Os resultados obtidos mostram uma alta atividade no dia da colheita das hastes que pode ser devido ao estresse causado pelo corte. No 3^o e 6^o dias após a aplicação dos filmes de amido de mandioca observa-se baixa atividade de enzimas peroxidases independente da concentração de amido, ou seja, uma produção natural das enzimas afim de garantir a manutenção das funções de respiração e manutenção celular. No 9^o dia há uma alta atividade nas inflorescências do controle, sem aplicação dos filmes, o que demonstra a efetividade dos revestimentos em reduzir os danos oxidativos causados pelo processo de senescência nas hastes, em especial nas hastes com a maior concentração de amido (6%). Já no 12^o dia foi detectada uma das menores atividades de POX nas inflorescências sem revestimento pois as mesmas já se apresentavam em senescência plena, e nas plantas revestidas ainda se observa maiores atividade de enzimas. Vale ressaltar a eficiência da aplicação dos filmes de maior concentração (6%) em manter uma baixa atividade das enzimas, o que proporciona maior controle dos danos causados pelo processo oxidativo e melhor manutenção da qualidade das inflorescências.

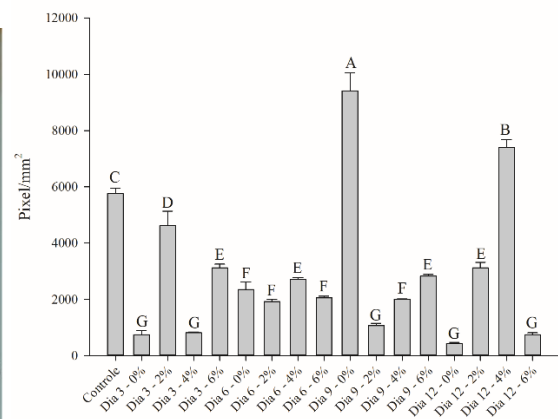
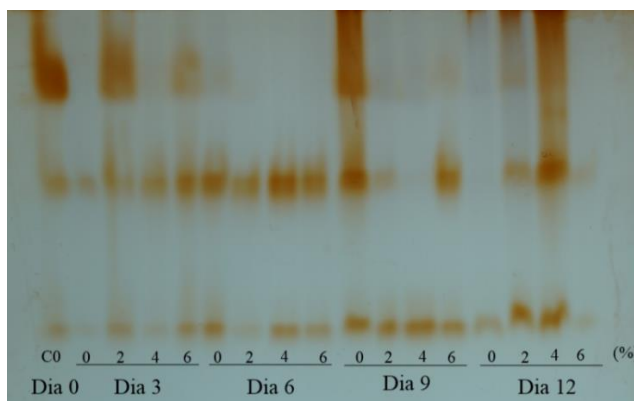


Figura 2: Imagem obtida em gel de acrilamida por eletroforese, representando a atividade de peroxidases presentes nas amostras de inflorescência com diferentes concentrações de amido de mandioca ao longo de 12 dias de avaliação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A produção de H_2O_2 em vegetais, durante a pós-colheita, pode induzir a liberação ou ativação de POX ao nível de membranas, e essas enzimas podem agir, aumentando ou diminuindo sua atividade, dependendo do estágio fisiológico do tecido (SIEGEL, 1993). A aplicação de revestimento à base de amido de mandioca em frutos de lichia (*Litchichinensis*) reduziu a atividade da POX quando comparada aos frutos do controle (LIMA et al., 2010).

Entretanto, por meio de análises realizadas pela técnica de eletroforese, que caracteriza a expressão de genes ativo no momento, não foram detectadas atividades das enzimas do sistema antioxidante (SOD e CAT).

As enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase (SOD), a catalase (CAT), e as peroxidases (POX), em condições normais, evitam a oxidação através da eliminação dos radicais livres, entretanto, a atividade dessas enzimas diminui durante a senescência (CAVASINI, 2013).

3.2. Peroxido de hidrogênio e peroxidação lipídica

O peróxido de hidrogênio (Figura 6 A) e a peroxidação lipídica (Figura 6 B) apresentaram respostas semelhantes durante o experimento. No 3º dia após a aplicação dos filmes observou-se um aumento na quantificação de peróxido de hidrogênio nos tratamentos que continham o filme, provavelmente em função do estresse causado pela aplicação do revestimento, causando poucos danos na membrana lipídica. Após esse período houve a redução e estabilização dos valores em todos os tratamentos até o 9º dia de avaliação, seguido por um aumento na quantidade de peróxido e peroxidação como consequência do processo de senescência das inflorescências e do processo oxidativo, com exceção do tratamento com maior concentração de amido de mandioca.

Essa manutenção de menores quantidades de peróxido de hidrogênio e conseqüentemente menor peroxidação lipídica, demonstram uma eficiência relacionada ao revestimento com 6% de amido, que funcionou como barreira aos gases com redução de respiração e dos processos decorrente desta, como a produção de espécies reativas de oxigênio,

promovendo assim, manutenção da qualidade e maior durabilidade das hastes em função do menor estresse oxidativo nas inflorescências deste tratamento. Dessa forma a menor atividade da peroxidase (Figura 1) confirma esta eficiência uma vez que estes parâmetros estão diretamente relacionados.

Os resultados indicam que o uso de revestimento com a concentração de 6% de amido de mandioca melhorou a qualidade das inflorescências, atuando como barreira física às trocas gasosas, proporcionando redução da taxa respiratória e, conseqüentemente, retardando o estabelecimento de um estresse oxidativo e a senescência através de menores danos às membranas, reduzindo assim a perda de qualidade e aumentando a durabilidade (CARVALHO et al., 2016).

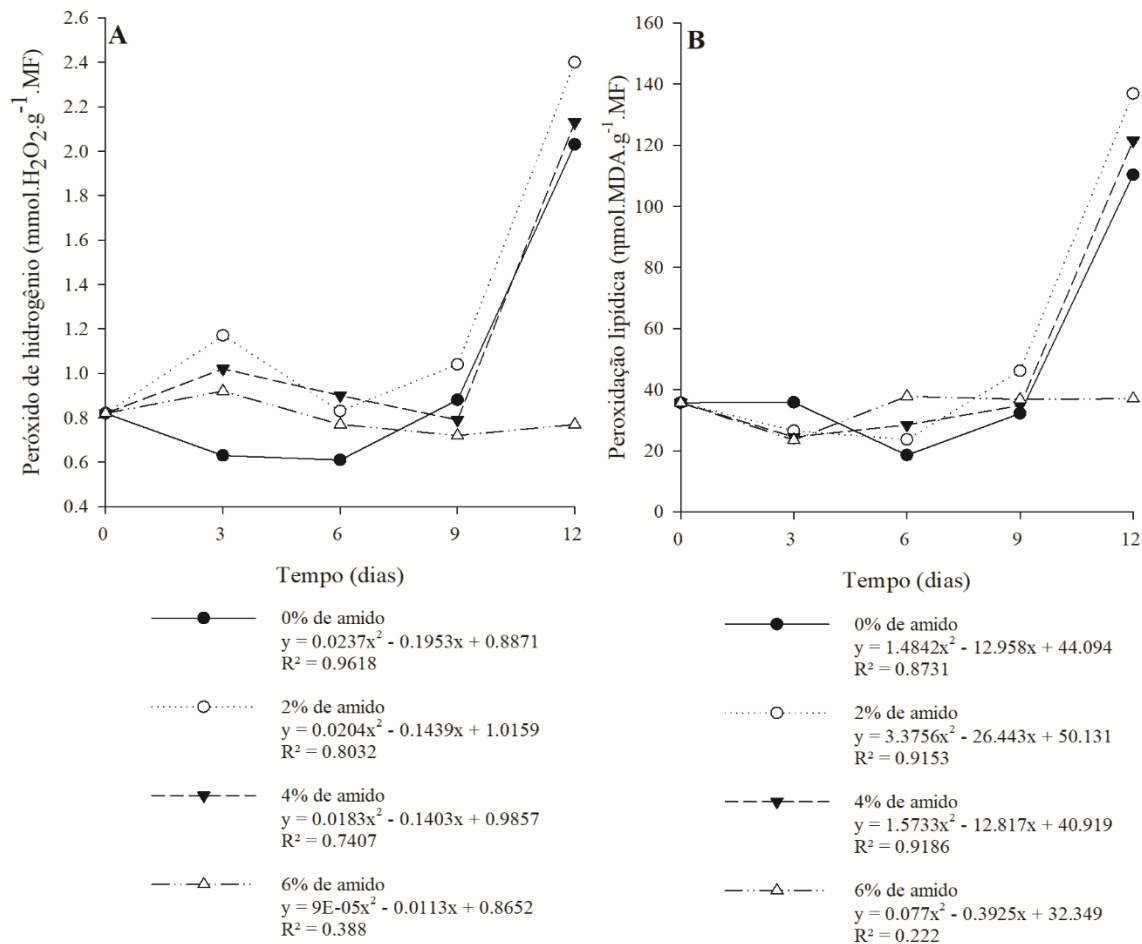


Figura 6: Quantificação de peróxido de hidrogênio (A) e peroxidação lipídica (B) em hastes de bastão-do-imperador revestidas com filmes de amido de mandioca com diferentes concentrações, ao longo do tempo.

A senescência é considerada um fenômeno oxidativo e apresenta o peróxido de hidrogênio como uma das espécies reativas relacionadas aos danos oxidativos (BHATTACHARJEE, 2005). Assim como observado neste estudo, Ferraz; Cereda (2009) observaram que o uso de películas de amido em baixas concentrações (inferiores a 3%) não influenciaram nas características bioquímicas relacionadas ao conteúdo de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica, de hastes de rosa Grand Galla. Entretanto as inflorescências com revestimento na concentração de 6% apresentaram menores níveis de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica, demonstrando menores danos à membrana, o que influenciou na manutenção de qualidade e maior durabilidade das hastes.

Outros estudos realizados para avaliar a produção de H_2O_2 em frutos revestidos com filmes de diferentes composições, apresentaram resultados semelhantes aos encontrados neste estudo. Em melões minimamente processados e revestidos com filme a base de quitosana a 2% e trans-cinamaldeído a 0,05% também apresentaram redução na produção de H_2O_2 , explicando o menor grau de peroxidação lipídica e atividade enzimática antioxidante em relação aos frutos controle após 20 dias de armazenamento a 4 °C. (CARVALHO et al. 2016).

O uso de revestimentos em nêspersas, também inibiu o acúmulo de H_2O_2 após 40 dias de armazenamento refrigerado, o que proporcionaram uma redução na peroxidação lipídica das membranas dos frutos tratados em relação ao controle (SONG et al., 2016).

3.3. Conteúdo de proteínas totais

A quantificação das proteínas totais apresentou maior média nas inflorescências revestidas com filmes na concentração de 6% no 3º dia após a aplicação, igualando aos demais tratamentos a partir do sexto dia de avaliação. As menores médias foram observadas no tratamento controle já no primeiro dia de avaliação, ou seja, no 3º dia após a aplicação do filme (Figura 3). A porcentagem de proteínas é um dado que também avalia as condições pós-colheita, pois, após a colheita ocorre aumento na atividade da protease e diminuição do teor de proteínas em tecidos senescentes (GORIN et al., 1986). Da mesma forma, Elanchezhian; Srivastava (2001) sugeriram que a redução nos teores de proteínas durante a senescência de hastes de crisântemo foi devido à inibição da síntese e/ou aumento da degradação de proteínas pelas proteases, resultando na perda da capacidade funcional das membranas, no aumento de saída de íons e, finalmente, na senescência e morte dos tecidos. Para BLOM et al. (1997) antes

da diminuição de carboidratos e proteínas ocorrem os sinais visíveis de senescência. A redução dos teores de proteínas durante a senescência de flores de corte tem sido relatado por diversos autores, como em hastes de *Sandersonia* (EASON et al., 2002), *Dendrobium* cv. Khao Sanan (LERSLERWONG et al., 2009) e em inflorescências de *Heliconia* Golden Torch com queda nos teores entre o terceiro e décimo dia de avaliação (SOUZA, 2008).

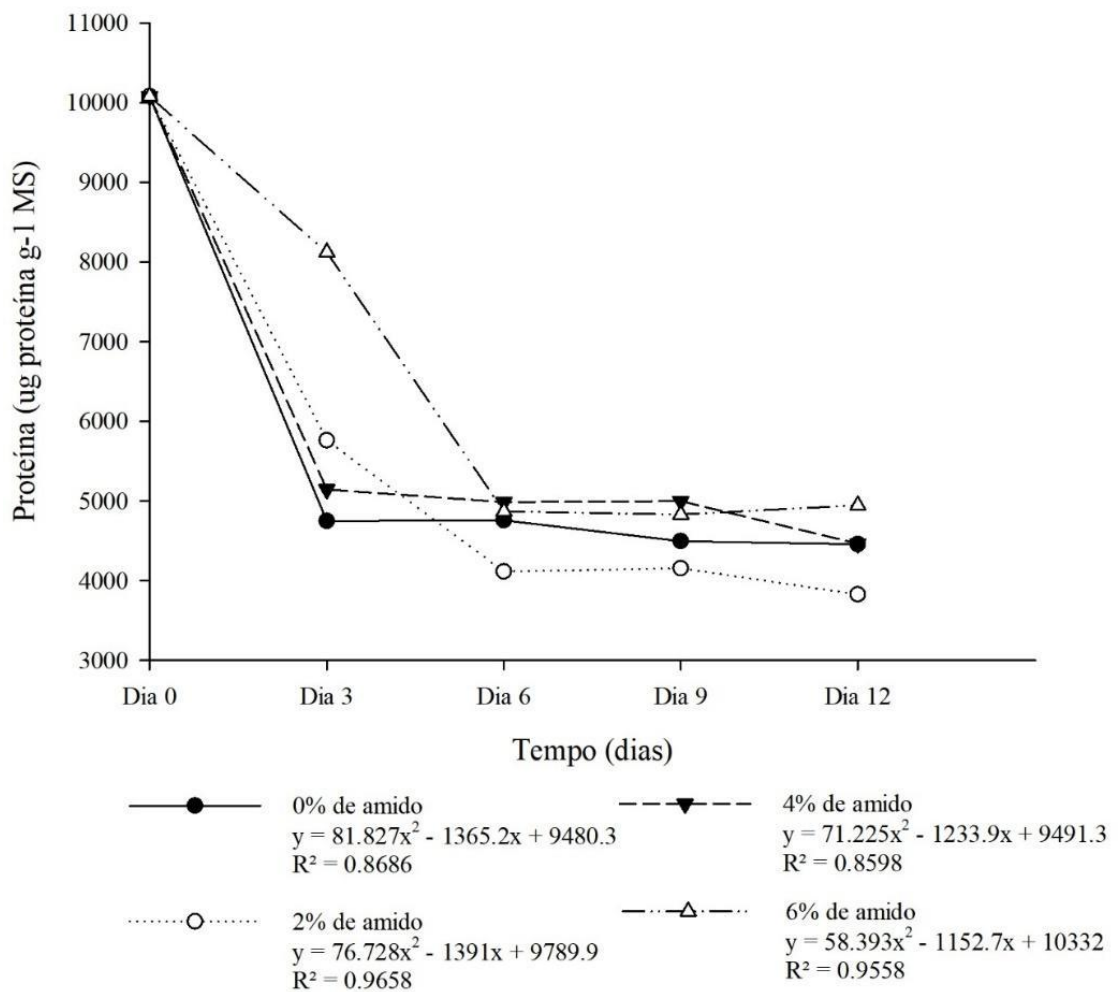


Figura 3: Quantificação de proteínas totais em hastes de bastão-do-imperador revestidas com filmes de amido de mandioca em diferentes concentrações, ao longo de tempo.

A redução da massa pós-colheita ocorre, provavelmente, por transpiração, além do consumo de material orgânico, como carboidratos, proteínas e lipídeos que são metabolizados e não são repostos (SANTOS et al., 2008), o que confirma os dados de proteínas descritos, onde após seis dias 50% havia sido consumida, independente da concentração de amido nos filmes. Além disso, é importante observar que o uso de revestimentos na concentração de 6% favoreceu maior

conteúdo de proteína durante os primeiros dias de condicionamento pós-colheita quando comparado ao controle e os demais tratamentos que apresentaram uma redução acentuada. Entre as concentrações de 2% e 4% de amido, não foram observadas diferenças no conteúdo de proteínas durante todo período pós-colheita.

3.4. Açúcares redutores e totais

Os açúcares totais apresentaram redução no 3º dia após a colheita com exceção do tratamento com a maior concentração de amido no filme. Houve um acréscimo no conteúdo de açúcares nas hastes com revestimentos de 6% de amido no 3º dia, em seguida apresenta redução até o final do condicionamento (Figura 7B). Mattos et al. (2018), avaliando os teores de amido e açúcares solúveis totais em pós-colheita de inflorescências de bastão-de-imperador, observaram diferença no teor de açúcares solúveis totais ao longo do armazenamento, com aumento seguido de diminuição, assim como verificado neste trabalho, nas hastes com maior concentração de amido no filme. Os autores justificaram tal comportamento, pela mobilização e consumo de reservas pela respiração durante o processo de senescência.

A mesma tendência foi observada para os açúcares redutores (Figura 7A), que apresentaram aumento até os 6º dia após a aplicação dos filmes, nas concentrações de 4% e 6% de amido, possivelmente em função de acúmulo e mobilização, com redução aos 9 dias ficando com conteúdo próximo aos demais tratamentos (controle e 2% de amido) devido ao início da senescência.

Os açúcares são considerados como fonte primária de substrato respiratório (KAYS, 1991) e geralmente após a colheita o conteúdo desse composto tende a diminuir devido a respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Além disso, podem atuar na redução da transpiração das flores e folhas, uma vez que atua no fechamento dos estômatos e na regulação osmótica dos tecidos (LIMA; FERRAZ, 2008), influenciando assim, na absorção de água pela haste.

Em algumas flores de corte é possível que a reserva de carboidratos aumente o potencial de longevidade das flores (KAYS, 1991). Para algumas espécies, os carboidratos presentes na flor sugerem um aumento da durabilidade pós-colheita desta, entretanto em outras espécies, não é suficiente para suprir o metabolismo da haste floral após o corte (MARISSSEN, 2001). Sendo assim a manutenção do conteúdo de açúcares nas inflorescências de bastão-do-imperador

revestidas com 6% de amido comparadas aos tratamentos controle e os de menores concentrações (2% e 4% de amido) demonstram a eficiência desse revestimento em retardar o consumo de reservas e aumentar a durabilidade pós-colheita desta espécie.

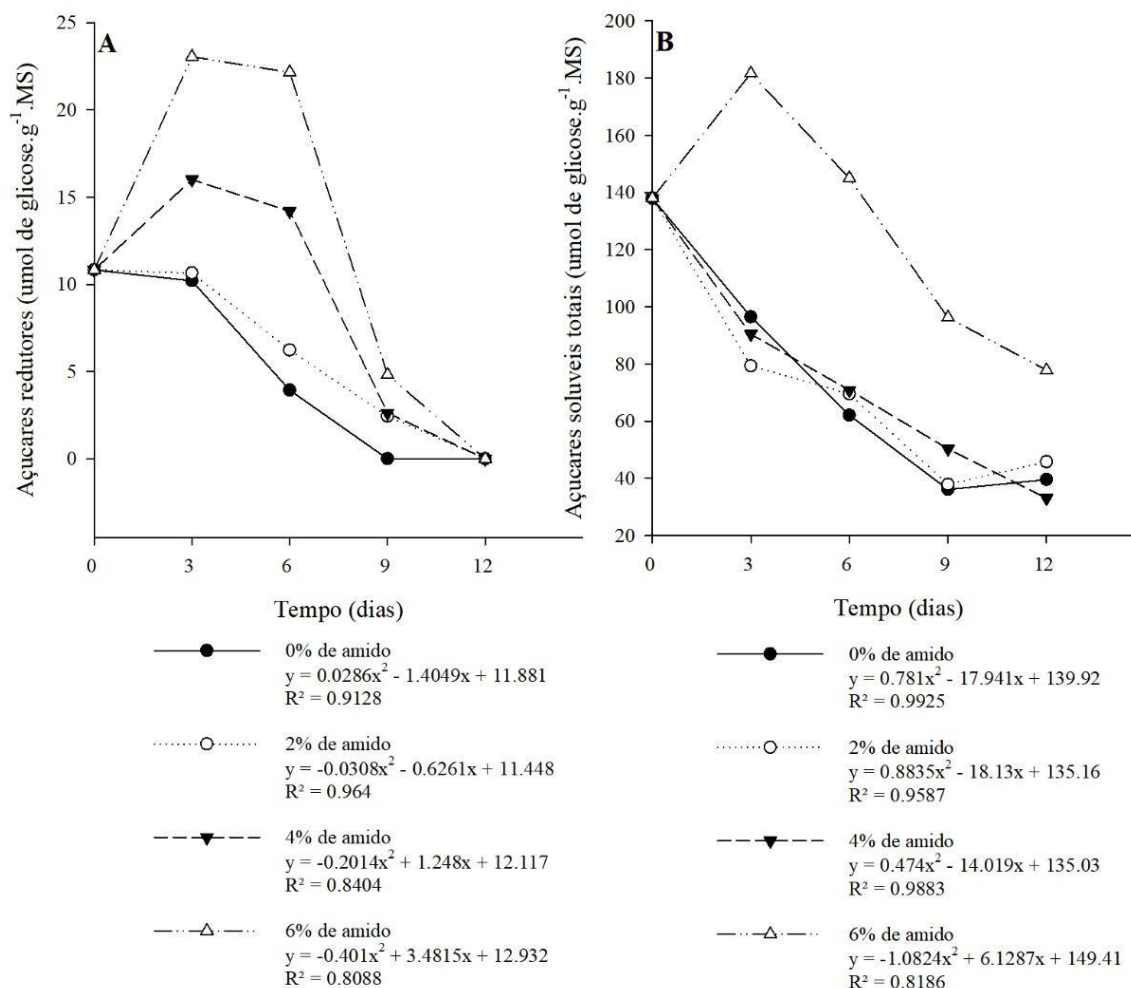


Figura 14: Açúcares redutores (A) e totais (B) de hastes de bastão-do-imperador revestidas com filmes de diferentes concentrações de amido, ao longo do tempo.

Durante o processo de respiração, ocorre o aceleração da senescência, conseqüentemente perdendo as suas qualidades visuais (HEINFARTH, 2020). Portanto, com o progresso de senescência, ocorre a perda de turgidez dos tecidos, o qual está relacionado com consumo de proteínas responsáveis por manter a integridade e estrutura celular, e diminuição da defesa como compostos fenólicos e antioxidantes, o que torna as inflorescências mais suscetíveis ao ataque de patógenos e perdas na pós-colheita (QIN et al., 2009).

Neste sentido, a utilização de revestimentos à base de amido de mandioca na concentração de 6% se mostrou eficiente na redução das trocas gasosas e consequente redução na respiração, o que manteve menores níveis de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica, retardando o processo oxidativo relacionado à senescência e ocasionando menos danos a membrana celular ao longo do condicionamento. Além disso, foi eficiente em manter maiores teores de proteínas e açúcares até o 6º dia após a aplicação dos filmes, auxiliando na manutenção da qualidade e durabilidade de inflorescências de bastão-do-imperador.

4. CONCLUSÕES

As inflorescências de bastão-do-imperador revestidas com filmes de 6% de amido, mantiveram menores teores de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica e maiores conteúdos de macromoléculas até o sexto dia após a aplicação, retardando a senescência e auxiliando na manutenção da qualidade pós-colheita. Dessa forma, pela análise dos parâmetros bioquímicos, recomenda-se o uso de filmes à base de amido de mandioca na concentração de 6% em hastes de bastão-do-imperador pelo fato de promover maior qualidade e durabilidade pós-colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. Viçosa: UFV, 2006. 627p.

BAÑUELOS-HERNÁNDEZ, K. P.; GARCÍA-NAVA, J. R.; LEYVA-OVALLE, O. R.; PEÑA-VALDIVIA, C. B.; YBARRA-MONCADA, M. C. Flowering stem storage of *Heliconia psittacorum* L. f. cv. Tropical. **Postharvest Biology and Technology**, v.112, p. 159-169, 2016.

BAYOGAN, E. R. V.; JAROENKIT, T.; PAULL, R. E. Postharvest life of bird-of-paradise inflorescences. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 2, p. 259-263, 2008.

BHATTACHARJEE, S. Reactive oxygen species and oxidative burst: Roles in stress, senescence and signal transduction in plants. **Current Science**, v. 89, n. 7, p. 1113-1121, 2005.

BISCHOFF, T. Z.; PINTRO, T. C.; PALOSCHI, C. L.; COELHO, S. R. M.; GRZEGOZEWSKI, D. M. Conservação pós-colheita da amora-preta refrigerada com biofilme e embalagem plástica. **Energia na agricultura**, v. 28, n. 2, p. 109-114, 2013.

BRADFORD, M. M. Um método rápido e sensível para a quantificação de quantidades de microgramas de proteína utilizando o princípio da ligação proteína-corante. **Bioquímica analítica**, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976.

BUEGE, J. A.; AUST, S. D. Microsomal lipid peroxidation. **Methods in Enzimology**, v. 52, p. 302-310, 1978.

CARNEIRO, D.; PAIVA, P.; CARNEIRO, L.; RODRIGUES, R.; LIMA, L.; DIAS, G.; PEDROSO, R. Estádios de abertura floral e condicionamento em inflorescências de bastão-do-imperador. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 2, p. 163-170, 2014

CARVALHO, R. L., CABRAL, M. F., GERMANO, T. A., CARVALHO, W. M., BRASIL, I. M., GALLÃO, M. I., MOURA, C. F. H., LOPES, M. M. A., MIRANDA, M. R. A. Chitosan coating with trans-cinnamaldehyde improves structural integrity and antioxidant metabolism of fresh-cut melon. **Postharvest Biology and Technology**, v. 113, p. 29-39, 2016.

CAVASINI, R. Inibidores de etileno na pós-colheita de *Lisianthus*. 2013, 93f.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005.

COSTA, L. C.; DE ARAUJO, F. F.; RIBEIRO, W. S.; SOUSA SANTOS, M. N.; FINGER, F. L. Fisiologia pós-colheita de flores de corte. **Ornamental Horticulture**, v. 27, n. 03, p. 374-385, 2021.

DOTTO, M.; PIROLA, K.; JÚNIOR, A. W.; RADAELLI, J. C.; DANNER, M. A. Biofilmes e embalagens na conservação pós-colheita de lima ácida Tahiti. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 365-369, 2015.

EASON, J. R.; RYAN, D. J.; PINKNEY, T. T.; O'DONOGHUE, E. M. Programmed cell death during flowers senescence: isolation and characterization of cysteine proteinases from *Sandersonia aurantiaca*. **Functional Plant Biology**, v. 29, n. 6, p. 1055-1064, 2002.

EBRAHIMZADEH, M.A.; POURMORAD, F.; BEKHRADNIA, A.R. Iron chelating activity screening, phenol and flavonoid content of some medicinal plants from Iran. **African Journal of Biotechnology**, v. 32, p. 43-49, 2008.

ELANCHEZHIAN, R.; SRIVASTAVA, G. C. Physiology changes during flower senescence. **Biology Plant**, v. 44, n. 3, p. 411-415, 2001.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P. Influência de diferentes tratamentos pós-colheita com películas de amido nas características químicas de rosas (*Rosa hybrida* var. grand galla), **Agrarian**, v. 2, n. 4, p. 63-72, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GORIN, N. Protease activity in extracts of petals from cut roses cv. Sonia. **Acta Horticulturae**, p. 81-85, 1986.

HEINFARTH, M. Ação do 24-epibrassinolídeo e o emprego da atmosfera modificada na qualidade pós-colheita dos frutos de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). 2020, 49f.

HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. Uso de biofilmes de amido em raízes de mandioca minimamente processadas. **Revista Ibero-americana de Tecnologia Postcosecha**, v. 12, n. 2, p. 227-236, 2011.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Canada: Na Avi Book. 1991. 532p.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: A review. **Food Technology**, v. 42, p. 47-59, 1988.

LESLERWONG, L.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Protein degradation and peptidase activity petal senescence in *Dendrobium* cv. Khao Sanan. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 52, p. 84- 90, 2009.

LIMA, J. D.; FERRAZ, M. V. Cuidados na colheita e na pós-colheita das flores tropicais. **Ornamental Horticulture**, v. 14, n. 1, 2008.

LIMA, R.A.Z.; ABREU, C.M.P.; ASMAR, S.A.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D. Embalagens e recobrimento em lichias (*Litchi chinensis Sonn.*) armazenadas sob condições não controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 914-921, 2010.

LUNGUINHO, F. S.; SANTOS, A. F.; BEZERRA, J. M.; VIEIRA, M. M. S. Avaliação não destrutiva na conservação de goiaba 'Paluma' com o uso de embalagens modificadas. **Revista Verde**, Pombal, v. 9, n. 5, p. 40 -50, 2014.

LUVIELMO, M. M.; VIEIRA LAMAS, S. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, 2012.

MANSOURI, H. Salicylic acid and sodium nitroprusside improve postharvest life of chrysanthemums. **Scientia Horticulturae**, v. 145, p. 29-33, 2012.

MARISSSEN, N. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, n. 543, p. 331-343, 2001.

MATTOS, D. G.; PAIVA, P. D. de O.; NERY, F. C.; VALE, R. P.; SARTO, M. T.; LUZ, I. C. A. Water relations in post-harvested torch ginger affected by harvest point and carnauba wax. **Postharvest Biology and Technology**, v. 127, p. 35-43, 2018.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

PAVLATH, A. E.; ORTS. Edible films and coatings: why, what and how? *In*: EMBUSCADO, M. E., HUBER, K. C. (Eds.), **Edible Films and Coatings for Food Applications**. Springer Science/Business Media, p. 1-23, 2009.

PEÑARRUBIA, L.; MORENO, J. Senescence in plants and crops. *In*: **Handbook of plant and crop physiology**. Marcel Dekker. New York p. 461-482. 1994.

QIN, G.; MENG, X.; WANG, Q.; TIAN, S. Oxidative damage of mitochondrial proteins contributes to fruit senescence: a redox proteomics analysis. **Journal of proteome research**, v. 8, n. 5, p. 2449-2462, 2009.

RANI, P.; SINGH, N. Senescence and postharvest studies of cut flowers: a critical review. **Pertanika journal of tropical agricultural science**, v. 37, n. 2, p. 159-201, 2014.

REID, M. S.; JIANG, C. Z. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. **Horticultural reviews**, v. 40, p. 1-54, 2012.

SANCHES, A. G.; DA SILVA, M. B.; MOREIRA, E. G. S.; COSTA, J. M.; CORDEIRO, C. A. M. Stem cutting size and biofilm in longevity of ornamental ginger. **Nativa**, v. 4, n. 5, p. 337-341, 2016.

SHABANIAN, S.; ESFAHANI, M.N.; KARAMIAN, R.; TRAN, L.S.P. Physiological and biochemical modifications by postharvest treatment with sodium nitroprusside extend vase life of cut flowers of two gerbera cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v.137, p.1-8, 2018

SIEGEL, B.Z. Plant peroxidases: an organism perspective. **Plant Growth Regulation**, v. 12, p. 303-312, 1993.

SONG, H.; YUAN, W.; JIN, P.; WANG, W.; WANG, X. YANG, L. ZHANG, Y. Effects of chitosan/nano-silica on postharvest quality and antioxidant capacity of loquat fruit during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 119, p. 41-48, 2016.

SOUZA, S. A. Longevidade de *Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata* 'golden torch' e *H. bilhai* em resposta ao uso de reguladores de crescimento. 2008. 158 f.

VELIKOVA, V.; YORDANOV, I.; EDREVA, A. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. **Plant science**, v. 151, n. 1, p. 59-66, 2000.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. Estimativa de carboidratos em extratos vegetais por antrona. **Revista Bioquímica**, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.