

NATHÁLIA BANDEIRA DINIZ

AÇÃO DE FITORREGULADORES NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE
CORTE DE ANTÚRIO (*Anthurium andraeanum* L.) CV. ARIZONA

Serra Talhada - PE

2016

**D
I
N
I
Z

N
B

A
Ç
Ã
O

D
E

F
I
T
O
R
R
E
G
U
·
·
·
2
0
1
6**

NATHÁLIA BANDEIRA DINIZ

AÇÃO DE FITORREGULADORES NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE
CORTE DE ANTÚRIO (*Anthurium andraeanum* L.) CV. ARIZONA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Adriano do Nascimento Simões
Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Ribeiro da Silva Vieira

Serra Talhada - PE

2016

NATHÁLIA BANDEIRA DINIZ

AÇÃO DE FITORREGULADORES NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE
CORTE DE ANTÚRIO (*Anthurium andraeanum* L.) CV. ARIZONA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado(a) em: ___/___/_____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Adriano do Nascimento Simões UAST/UFRPE - Orientador

Prof. Dr. Sérgio Luiz Ferreira da Silva UAST/UFRPE – Examinador Interno

Prof^a Dr^a Ellem Karine Diniz Viégas UAST/UFRPE – Examinador Externo

Aos meus pais, Marilene Gomes Bandeira e José Ribamar Diniz Filho, aos meus irmãos Pedro Henrique Bandeira Diniz e João Otavio Bandeira Diniz, que me apoiaram nesta etapa.

Dedico

5

AGRADECIMENTOS

A vida é luta renhida, que aos fracos abate, e aos fortes, só faz exaltar.

(Gonçalves Dias)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de Ácido Giberélico (GA₃) e Espermina (SPM) na fisiologia e conservação de flores de Antúrio cv. Arizona. As hastes de Antúrio foram colhidas, transportadas, selecionadas e suas bases imersas, assim como suas espádices pulverizadas. As soluções continham GA₃ a 144 µM, Spm a 2 µM e GA₃ a 144 µM + Spm a 2 µM. O controle correspondeu a imersão ou pulverização em água destilada. Após 24 horas, as soluções foram substituídas por água destilada e trocadas a cada 3 dias. Amostras das hastes e espádice no foram coletadas a cada três dias, e submetidas às análises: Qualidade visual; massa fresca; extravasamento de eletrólitos; proteínas solúveis totais; carboidratos solúveis; aminas bioativas (Putescina, Espermina, Espermidina, Cadaverina, Serotonina, Histamina, Tiramina e Dopamina); compostos fenólicos totais; foram extraídas e quantificadas as enzimas: superóxido dismutase, polifenoloxidase e peroxidase. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial, composto por dois métodos de aplicação (*pulsing* e pulverização) quatro concentrações de Ácido Giberélico e Espermina. Os gráficos foram gerados usando-se as medias e os desvios com auxílio do software Sigma Plot versão 12. Esse aumento significativo da conservação está associado a menores alterações físico-químicas, representada pela massa fresca, extravasamento de eletrólitos, fenóis solúveis totais, maior níveis de putrescina, espermina, espermidina e cadaverina, e menores incremento nas atividades das enzimas PPO, POD e SOD. Assim, a pulverização com a combinação GA₃ e SPM nas concentrações 144 µM e 2µM respectivamente, dobrou o tempo de conservação de 6 para 12 dias. Enquanto *pulsing* de 6 para 9 dias das flores de Antúrio cv. Arizona, demonstrando que a aplicação dos fitorreguladores direto na flor foi mais eficaz em relação a solução, na qual as bases estavam submersas, na conservação das flores, uma vez que a pulverização possuem menos barreiras assim como menor, distância para as células florais, podendo os fitorreguladores testados atingir o alvo de forma mais eficiente.

Palavra-chave: Ácido Giberélico, Poliaminas, Flor tropical, Senescência, Conservação Pós-colheita

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of gibberellic acid (GA₃) and Spermine (SPM) in physiology and conservation of anthurium flowers cv. Arizona. The stems of anthurium were harvested, transported, selected and their immersed bases, as well as their sprayed espádices. The solution contained 144 uM GA₃, Spm 2 uM and 144 uM GA₃ Spm + 2 uM. The control corresponded to immersion or spraying in distilled water. After 24 hours, the solutions were replaced with distilled water, changed every 3 days. Samples of the stems and the spadix were collected every three days, and subjected to analysis: visual quality; fresh pasta; electrolyte leakage; total soluble protein; soluble carbohydrates; bioactive amines (Putrescina, Spermine, spermidine, cadaverine Serotonin, histamine, Tyramine and dopamine); total phenolic compounds; enzymes were extracted and quantified superoxide dismutase, polyphenol oxidase and peroxidase. The experimental design was completely randomized in a factorial design, consisting of two application methods (pulsing and spraying) four concentrations of gibberellic acid and Spermine. The graphics were generated using the media and the deviations with software aid Sigma Plot version 12. This significant increase conservation is associated with lower physical and chemical changes, represented by fresh mass, electrolyte leakage, soluble phenols, higher levels putrescine, spermine, spermidine and cadaverine, and smaller increase in the activities of PPO, POD and SOD. Thus, spraying with GA₃ and SPM combination at concentrations 144 uM and 2µM respectively folded storage time of 6 to 12 days. While pulsing 6 to 9 days of anthurium flowers cv. Arizona demonstrating that the application of direct plant growth regulators in bloom was more effective relative to solution in which the bases were submerged in the storage of flowers, since the spray have less barriers as well as smaller distance to the flower cells, may the regulators tested hit the target more efficiently.

Keyword: Gibberellic Acid, Polyamines, Tropical Flower, Senescence, Post-harvest conservation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Flor de corte de Antúrio cv. Arizona com 3/4 da espádice apresentando alteração na coloração	17
Figura 2	Curva de ajustamento do tempo de incubação de hastes de flores de antúrio cv. Arizona.....	19
Figura 3	Valores de absorbância a 595 nm em função da concentração de BSA (Bovine Serum Albumin) para a curva de calibração.....	21
Figura 4	Valores de absorbância a 490 nm em função da concentração de Glicose para a curva de calibração.....	22
Figura 5	Valores de absorbância a 725 nm em função da concentração de ácido gálico para a curva de calibração.....	24
Figura 6	Escala da qualidade visual em flores de antúrio de corte cv. Arizona submetidas a Pulverização (A) e Pulsing (B). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM) e Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.....	27
Figura 7	Quadro referente a qualidade visual em flores de antúrio cv. Arizona submetidas a Pulverização e Pulsing. Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM) e Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle) onde o 0, 3, 6, 9 e 12 corresponde aos dias de conservação. As flores foram mantidas a 22° ± 2°C por 12 dias.....	27
Figura 8	Perda de massa fresca e Extravasamento de eletrólitos em flores de antúrio de corte cv. Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e <i>Pulsing</i> (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM), Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.....	28
Figura 9	Proteínas Solúveis e Carboidratos Solúveis em flores de antúrio de corte cv. Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e <i>Pulsing</i> (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM), Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.....	30
Figura 10	Determinação de Fenóis Solúveis Totais, PPO, POD E SOD em flores de antúrio de corte cv. Arizona submetidas a Pulverização (A, C, E e G) e <i>Pulsing</i> (B, D, F e H). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM), Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22° ± 2°C por 12 dias.....	31
Figura 11	Putrescina e Cadaverina em flores de antúrio de corte cv. Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e <i>Pulsing</i> (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM), Ácido	

	Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.....	33
Figura 12	Espermidina e Espermina em flores de antúrio de corte cv. Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e <i>Pulsing</i> (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM), Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.....	34
Figura 13	Histamina e Serotonina em flores de antúrio de corte cv. Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e <i>Pulsing</i> (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM), Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Imagens, critérios e notas, para quantificação da análise visual em hastes de Antúrio cv. Arizona, Serra Talhada-PE, UAST/UFRPE, 2016.....	18
Tabela 2	Solução padrão de Bovine Serum Albumin, Água destilada, volume final e concentração final para a confecção curva de calibração, Serra Talhada-PE, UFRPE/UAST, 2016.....	20
Tabela 3	Concentração de solução padrão de glicose e volumes, água destilada, Fenol e Ácido Sufúrico (H ₂ SO ₄) em tubos de ensaio para curva e calibração, Serra Talhada-PE, UFRPE/UAST, 2016.....	22
Tabela 4	Concentração de ácido galico e volumes de metanol, água destilada, Folin-Ciocalteu e Na ₂ CO ₃ em tubos de ensaio para a confecção calibração, Serra Talhada-PE, UFRPE/UAST, 2016.....	24
Tabela 5	Dopamina e Tiramina em flores de antúrio de corte cv. Arizona submetidas a Pulverização e <i>Pulsing</i> . Soluções contendo Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM), Ácido Giberélico (GA ₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle), Serra Talhada-PE, UFRPE/UAST, 2016.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL.....	17
2.2 MANUSEIO PÓS-COLHEITA E CONSERVAÇÃO.....	17
2.3 ANÁLISE VISUAL.....	18
2.4 MASSA FRESCA DAS HASTES.....	19
2.5 EXTRAVASAMENTO DE ELETRÓLITOS.....	19
2.6 EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS SOLÚVEIS.....	20
2.7 EXTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS SOLÚVEIS.....	21
2.8 AMINAS BIOATIVAS.....	23
2.9 FENÓIS SOLÚVEIS TOTAIS.....	23
2.10 EXTRAÇÃO E ENSAIO DA ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE (PPO, EC:1.10.3.1) E DA PEROXIDASE (POD, EC:1.11.1.7).....	25
2.11 EXTRAÇÃO E ENSAIO DA ATIVIDADE DA SUPERÓXIDO DISMUTASE (SOD, EC:1.15.1.1).....	25
2.12 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	26
3 RESULTADOS.....	27
4 DISCUSSÃO.....	37
5 CONCLUSÃO.....	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1. Introdução

O antúrio (*Anthurium andraeanum* L.) é uma planta pertencente à família Araceae, ordem Alismatales, classe Liliopsida, caracterizada por espécies com inflorescências em espádice, no qual se encontram agregadas a dezenas de pequenas flores, seguindo um delineamento espiralado e uma bráctea colorida denominada espata (CASTRO et al., 2012). É largamente utilizado na floricultura e no paisagismo, sua forma, coloração, tamanho e orientação da espádice e da espata determinam o valor comercial, como indicadores de qualidade das inflorescências (NOMURA et al., 2014).

O antúrio é uma planta cultivada em todo o mundo, ocupando o segundo lugar entre as flores tropicais de corte, seguido das orquídeas em valor comercial (BULDEWO e JAUFERALLY – FAKIN 2002, DUOFUR e GUÉRIN, 2003). Os principais produtores de flores de antúrio no mundo são a Holanda, com 25 milhões de hastes comercializada por ano seguida por Estados Unidos da América, com 11,3 milhões de hastes (MIRELES-ORDAZ et al., 2015).

No Brasil, antúrio vêm-se destacando na floricultura, em dados mais recentes demonstrou ser a principal flor tropical de interesse econômico, gerando 1,3 milhões de reais ao ano. (JUNQUEIRA e PEETZ, 2008; ANEFALOS et al., 2010). A região Sudeste, detém a maior produção destacando-se os municípios de Vale do Ribeira, Holambra e Atibaia, todas em São Paulo. No Vale do Ribeira há uma produção de 1,7 milhão de plantas cultivadas (TOMBOLATO et al., 2002). Entre os estados nordestinos, destacam-se Pernambuco, Ceará e Bahia, apresentando maior expressão nessa atividade (CUQUEL e GROSSI, 2004; TERAQ et al., 2005).

Um dos principais problemas que afetam a comercialização do antúrio é o manejo inadequado na pós-colheita, comprometendo até 40% da produção no Brasil (DIAS-TAGLIACOZZO e CASTRO, 2002). As flores perdem qualidade e se deterioram rapidamente, por causa de processos catabólicos, que são intensificados após a colheita (HARDENBURG et al., 1988). Isso requer técnicas essenciais de conservação que prologuem a qualidade pós-colheita.

A utilização de soluções conservantes nas inflorescências, tem sido uma prática na preservação da qualidade de flores de corte (NOMURA et al., 2014). As soluções podem ser constituídas por carboidratos, inibidores de etileno, reguladores de crescimento, germicidas, usados individualmente ou em conjunto (NOWAK e RUDINICK, 1990).

Os fitorreguladores são substâncias orgânicas que desempenham uma importante função na regulação do crescimento, estimulando ou inibindo, dependendo da sua concentração e das características intrínsecas da planta (TEIXEIRA e MARBACH, 2000). Os fitorreguladores Giberelina, Citocinina e Poliaminas (PAs), merecem destaque, pois, podem interferir na qualidade pós-colheita, retardando a senescência de plantas (FRANCO e HAN, 1997), sendo de grande importância para a conservação de flores de corte (BRACKAMANN et al., 2005).

Ácido giberélico (GA₃) desempenha um papel importante em muitos processos essenciais para o crescimento e desenvolvimento de plantas, incluindo germinação de sementes, alongamento de haste, expansão foliar e desenvolvimento reprodutivo (VIEIRA, 2001; CASTRO et al., 2002; RAZEM et al., 2006). O GA₃ bloqueia os processos relacionados à senescência, desfavorecendo o aumento da permeabilidade da membrana celular, diminuindo o extravasamento das células e conseqüentemente a morte dos tecidos (ZIESLIN et al., 2007).

Marsala et. al, (2014) relataram o uso do GA₃, pulverizado na concentração 200 mg L⁻¹ em folhas de antúrio, estendeu sua vida de vaso até 22 dias. Janowska e Jerzy (2004) relataram em copo-de-leite (*Zantedeschia elliottiana* (W. Wats) Engl) que o GA₃ aumentou a vida de vaso em 15 dias em comparação ao tratamento controle, que chegou a 10 dias de conservação. Isso, demonstra que o GA₃ possui ação eficiente na conservação pós-colheita de flores.

As Poliaminas (Putescina, Espermina, Espermidina, Cadaverina, Serotonina, Histamina, Tiramina e Dopamina) são reconhecidas como uma nova classe de fitorreguladores (DANTULURI et al., 2008). Participam de diversos processos bioquímicos e fisiológicos, tais como divisão e alongação celular, o alongamento celular, floração, frutificação e desenvolvimento, maturação, senescência (COHEN, 1998, IMAN et al., 2005). Elas também participam de vários processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, incluindo respostas aos estresses, estímulo da divisão celular, regulação de enraizamento, embriogênese e desenvolvimento de frutas e flores (KAKKAR e SAWHNEY 2002; BASSARD et. al, 2010; MOSCHOU et. al, 2012).

Os métodos de aplicação de substâncias conservantes em flores mais usados são pulverização (WATERLAND et. al, 2010), *pulsing* (ELHINDI 2012) e manutenção (ELHINDI 2012; SCHMITT et. al, 2014), a qualidade e a longevidade das flores pode ser aumentadas ou diminuída dependendo do método de condicionamento a ser empregado (FAVERO, 2010), gerando uma variabilidade de respostas, dependendo das espécies e das cultivares tratadas.

Farahi et al, (2012) observaram que rosas (*Rosa hybrida*) cv. Dolcvita aumentaram a vida de vaso para 17 dias em flores submetidas a 1mM de poliaminas, em relação ao controle que

obteve apenas 13 dias. Sardoei et. al, (2013) observaram em Narciso (*Narcissus tazetta*) que a utilização de PAs nas concentrações 100 mg. L⁻¹ em combinação com ácido salicílico nas concentrações 100 mg. L⁻¹ estendeu a vida de vaso da flor em 14,24 dias. Isso demonstra que PAs em combinação com ácido salicílico pode minimizar os fatores envolvidos na senescência de flores de corte estendendo sua vida de vaso.

O uso combinado de GA₃ e SPM foi estudado por Garcia e Moraes (2011) em sementes. Os trabalhos observados com GA₃ e SPM, foram estudados isoladamente em angélica (*Polianthes tuberosa*) (ABBASI e HASSANPOUR, 2011) e antúrio (MARSALA et. al, 2014) utilizando GA₃. Por outro lado, em rosas (FARAHI, et al 2012) e narciso (SARDOEI et. al, 2013) foram estudados o uso de PAs. Assim, os resultados do uso da combinação de GA₃ e PAs em flores tropicais são escassos. Além disso, sabendo-se que há um provável efeito sinérgico desses fitorreguladores em órgãos de plantas, em relação aos efeitos desses fitorreguladores isolados, a proposta do presente estudo foi aplicar a combinação de GA₃ e SPM para prolongar a vida de vaso de Antúrio cv. Arizona.

Logo, o objetivo deste trabalho foi estudar a ação de Ácido Giberélico e Espermina na fisiologia e conservação de flores de Antúrio cv. Arizona.

2. Material e Métodos

2.1 Obtenção do Material Vegetal

As hastes de Antúrio da cultivar Arizona foram adquiridas de produtores e colhidas no estágio de comercialização, quando $\frac{3}{4}$ da espádice apresentou alteração de coloração, de acordo com padrões exigidos para exportação (Figura 1) Paull (1982).

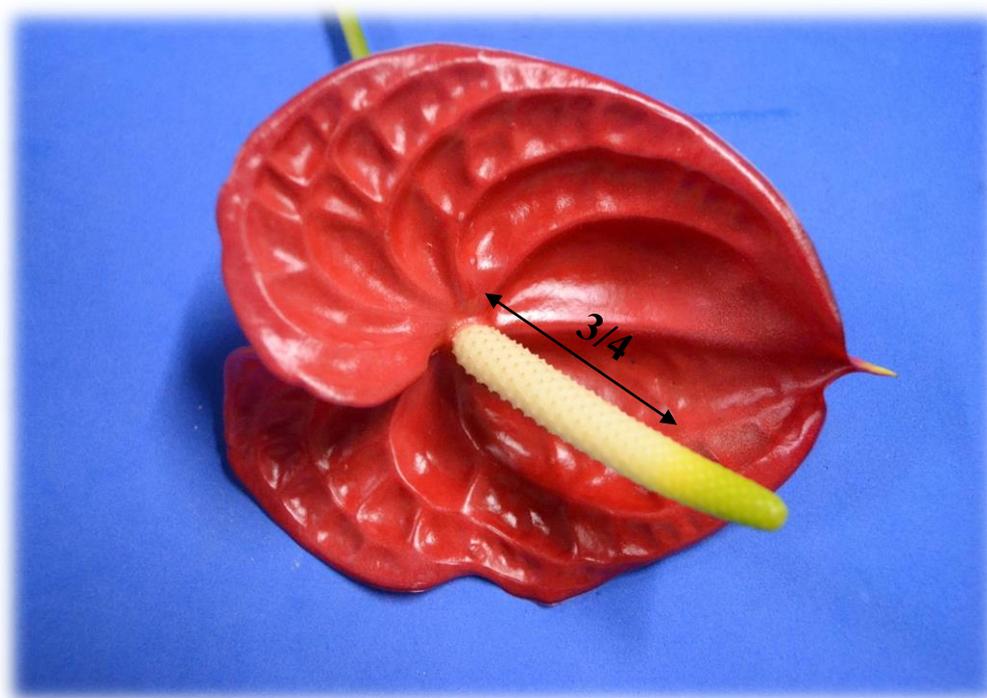


Figura 1: Flor de corte de Antúrio cv. Arizona com $\frac{3}{4}$ da espádice apresentando alteração na coloração.

As flores foram colhidas e transportadas a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 7 horas, mantidas em tubetes individuais para o Núcleo da Pós-Graduação em Produção Vegetal, Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST/UFRPE). As hastes foram selecionadas, identificadas de acordo com os tratamentos e cortadas na base para manter o padrão de 45 cm de comprimento.

2.2 Manuseio Pós-colheita e Conservação

Foram separadas 240 hastes, em que 120 tiveram suas brácteas pulverizadas, com auxílio de um borrifador, com soluções contendo Ácido Giberélico (GA_3) a $144\ \mu\text{M}$, Espermina (SPM) a $2\ \mu\text{M}$, Ácido Giberélico (GA_3) a $144\ \mu\text{M}$ + Espermina (SPM) a $2\ \mu\text{M}$ e água destilada como controle. Pulverizou-se as hastes até o escorrimento e foram mantidas as bases imersas em vasos contendo 1 litro de água destilada. Um outro grupo de hastes (120 hastes) foram

mantidas imersas em vasos contendo 1 litro das respectivas soluções, GA₃ e SPM nas mesmas concentrações, isoladas e/ou combinadas. Após 24 horas, substituíram-se as soluções por água destilada, denominada de *pulsing*.

As hastes foram mantidas a 22 ± 2 °C e UR 70% por 12 dias, a cada 3 dias foram realizadas análises visuais, com uso de escala de notas subjetiva (Tabela 1), a perda de massa fresca e extravasamento de eletrólitos. Coletou-se as amostras da espata para as análises de Proteínas Solúveis, Carboidratos Solúveis, Superóxido Dismutase e Aminas bioativas e da base da haste para as análises de Fenóis solúveis totais, Polifenoloxidase e Peroxidase, com auxílio de N₂ líquido no qual foram mantidas em Ultrafreezer (Vip Plus MDF U56VC) a -80°C.

2.3 Análise Visual

Utilizou-se uma escala notas visual subjetiva de acordo com Reis (2009) (Tabela 1).

Tabela 1: Imagens, critérios e notas, para quantificação da análise visual em hastes de Antúrio cv. Arizona, Serra Talhada-PE, UAST/UFRPE, 2016.

Imagens	Crítérios	Notas
	Inflorescência túrgida com brilho e sem manchas aspecto excelente, para comercialização	3
	Aspecto geral bom, coloração da espata sem brilho, mas com qualidade comercial.	2
	Aspecto geral ruim, com murcha na inflorescência, mudança de cor para arroxeada, escurecimento do ápice da espádice, não apta para comercialização.	1

2.4 Massa Fresca das Hastes

As hastes foram pesadas em balança semianalítica (ARD110 OHAUS). Os valores de massa fresca das hastes foram obtidas por meio da diferença percentual da massa fresca inicial e a massa fresca do dia da análise. A porcentagem de perda de massa fresca foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{PMF: } \left(\frac{\text{Mfi} - \text{Mff}}{\text{Mff}} \right) \times 100$$

PMF: Perda de Massa fresca (%);

Mfi: Massa fresca inicial;

Mff: Massa fresca final, no dia da análise 3, 6, 9 ou 12 dias.

2.5 Extravasamento de Eletrólitos

Foi determinado, como descrito por Shanahan et al., (1990). Pesou-se 0,3 g de discos de 4 cm da espádice e imergiu-se em 10 mL de água destilada em tubos de ensaio fechados e encubados por seis horas, tempo estabelecido com base em curva de ajuste (Figura 1), obtendo-se o extrato denominado de C1. Em seguida, foi medido a condutividade elétrica com auxílio de um condutivímetro (DDS-12DW). Os mesmos tubos foram incubados a 100° C por 1 hora. Após esse período, foram mantidos em temperatura ambiente até atingirem 25° C, obtendo-se o extrato C2, no qual foi medido a condutividade elétrica.

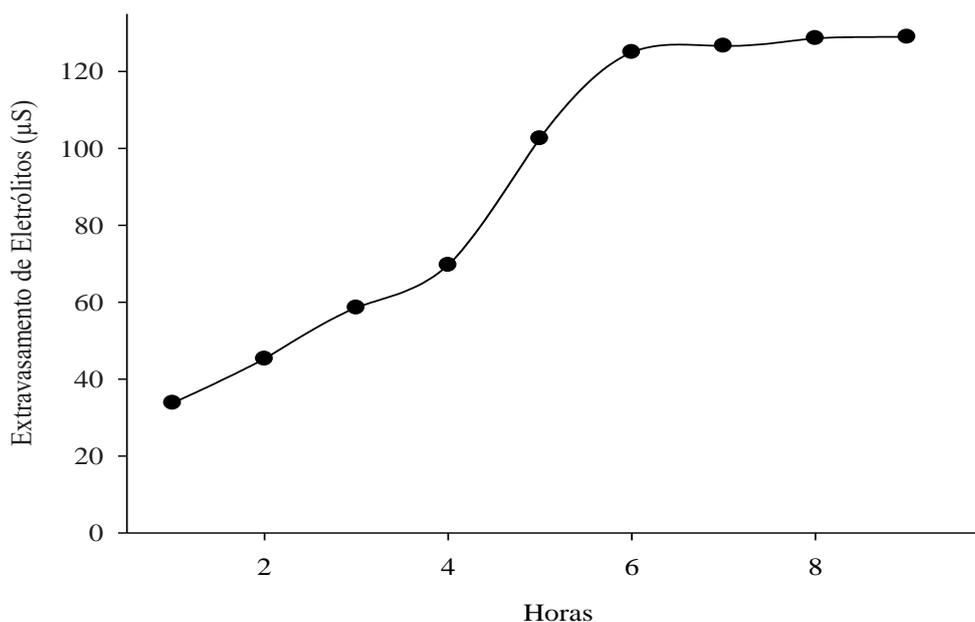


Figura 2: Curva de ajustamento do tempo de incubação de hastes de flores de antúrio cv. Arizona.

Estimou-se o extravasamento de eletrólitos (EE) pela relação abaixo. O resultado foi expresso em percentagem.

$$EE = \frac{C1}{C2} \times 100$$

EE: Extravasamento de eletrólitos;

C1: Leitura após 6 horas de incubação;

C2: Leitura após 1 hora de incubação a 100° C.

2.6 Extração e Determinação de Proteínas Solúveis

A extração foi realizada de acordo com Cavalcanti et al. (2006). Com o auxílio de nitrogênio líquido, realizou-se a homogeneização de 0,1 g tecido em 1,3 mL de tampão fosfato de sódio 0,1 M (pH 7,0). O extrato foi centrifugado a 13.000 x g por 21 minutos a 4 °C.

O ensaio foi realizado de acordo com Bradford (1976). Em tubos de ensaio adicionou-se 100 µL do extrato, 2,5 mL do reagente de Bradford, e agitou-se em agitador de solução (AP 56). Após 15 minutos foram realizadas leituras em espectrofotômetro (Biochrom; modelo libra S8) a 595 nm.

O teor de proteínas solúveis foram quantificados utilizando curva padrão com Bovine Serum Albumin (BSA) (Tabela 2). Os resultados foram expressos em mg g⁻¹ MF.

Tabela 2: Solução padrão de Bovine Serum Albumin, Água destilada, volume final e concentração final para a confecção curva de calibração, Serra Talhada-PE, UFRPE/UAST, 2016.

BSA (µL)	H ₂ O destilada (µL)	Vol. final (mL)	Concent. final (µg 100µL ⁻¹)
0	1000	1000	0
100	900	1000	10
200	800	1000	20
300	700	1000	30
400	600	1000	40
500	500	1000	50
600	400	1000	60
700	300	1000	70
800	200	1000	80
900	100	1000	90
1000	0	1000	100

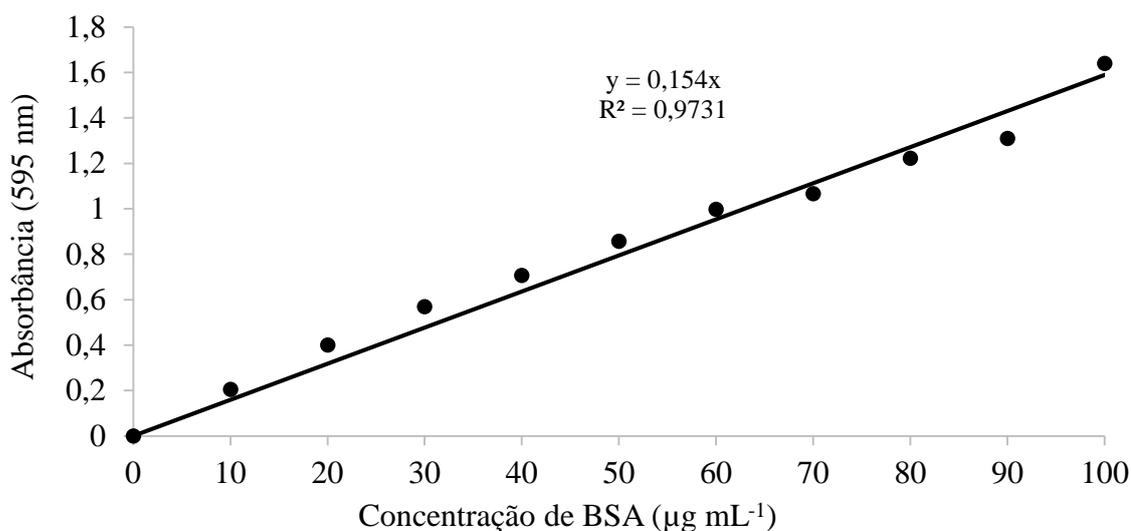


Figura 3. Valores de absorbância a 595 nm em função da concentração de BSA (Bovine Serum Albumin) para a curva de calibração.

2.7 Extração e Determinação de Carboidratos Solúveis

A extração e determinação de carboidratos solúveis foi realizada de acordo com Dubois et al. (1956). Com o auxílio de nitrogênio líquido, homogeneizou-se 0,05 g da espádice em 1,3 mL de água destilada. O extrato foi centrifugado a 13.000 x g por 21 minutos a 4 °C.

Foi coletado 24 µL de sobrenadante e adicionado 475 µL de água destilada e colocados em tubos de ensaio, juntamente com 500 µL de fenol 5 % e 2,5 mL de ácido sulfúrico PA. O extrato permaneceu em repouso por 10 minutos, após esse período, agitados e mantidos em bandeja contendo água a 25 °C por 20 minutos. As leituras foram feitas em espectrofotômetro (Biochrom; modelo libra S8) a 490 nm.

Os carboidratos solúveis foram quantificados com uso de curva padrão utilizando glicose como padrão (Tabela 3). Os resultados foram expressos em mg g⁻¹ MF.

Tabela 3: Concentração de solução padrão de glicose e volumes, água destilada, Fenol e Ácido Sufúrico (H₂SO₄) em tubos de ensaio para curva e calibração, Serra Talhada-PE, UFRPE/UAST, 2016.

Padrão (μL)	H ₂ O dest (μL)	Fenol (μL)	H ₂ SO ₄ (μL)	Vol. Fin (μL)	Conc (μmol mL ⁻¹)
0	1000	250	1500	2750	0,36
100	900	250	1500	2750	0,32
200	800	250	1500	2750	0,28
300	700	250	1500	2750	0,24
400	600	250	1500	2750	0,20
500	500	250	1500	2750	0,16
600	400	250	1500	2750	0,12
700	300	250	1500	2750	0,08
800	200	250	1500	2750	0,04
900	100	250	1500	2750	0,03
1000	0	250	1500	2750	0

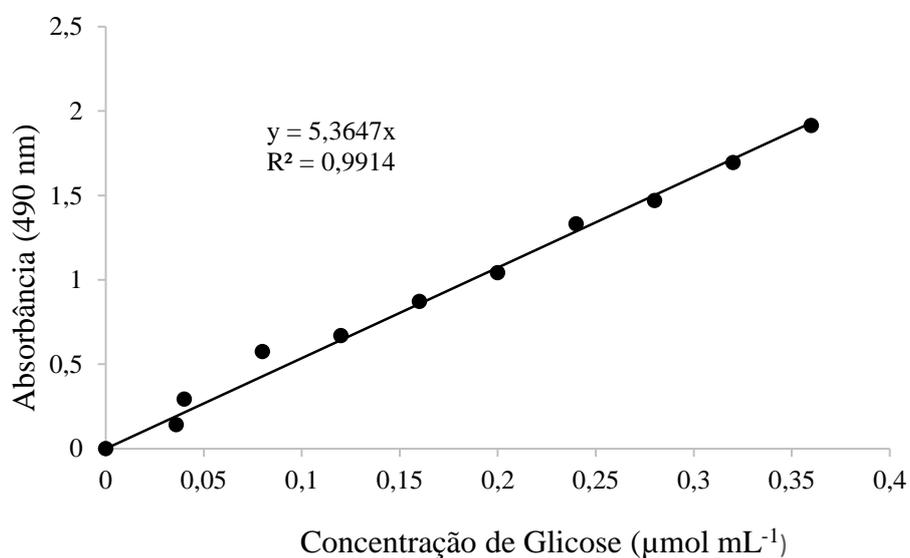


Figura 4. Valores de absorbância a 490 nm em função da concentração de Glicose para a curva de calibração.

2.8 Aminas Bioativas

As aminas bioativas foram extraídas de acordo com Lima et al. (2008) e determinadas através da cromatografia de ultra performance (HPLC) com detector fotodiodo em coluna C18 de acordo por Dadáková et al. (2009).

A extração foi realizada pesando-se 20 mg de tecido vegetal em tubos, ao qual foram adicionados 3 mL de ácido perclórico. Os tubos foram agitados em vortex por 10 segundos e mantidos em banho de gelo por 30 minutos. Posteriormente foram centrifugados a 5000 x g a 5° C por 10 segundos, e o sobrenadante armazenado em freezer a -18° C.

Foram retirados 200 µl dos extratos, e colocados em tubos de vidro, adicionando-se 200 µl tampão carbonato (50 mL de NaHCO₃ a 0,5M, 12 mL de Na₂CO₃ a 0,5M com pH 9,2 e 16,65 g de K₂CO₃ com pH 11). Também adicionados 400 µl de cloreto de dansil (5 mg mL⁻¹) posteriormente agitados em vórtex por 10 segundos e mantidos no escuro por 2 horas. Após esse período foram adicionados 200 µl de prolina e mantidos no escuro por 1 hora, sendo agitação em vórtex a cada 15 minutos. Aos tubos foram acrescentados 1000 µl de tolueno e agitados por 1 min. O sobrenadante foi seco em linha de nitrogênio e ressuspendido em 200 µl de acetonitrila, grau HPLC, agitado por 1 min, submetidos a banho ultrassônico por 2 min, centrifugado a 4000 x g a 4° C por 5 minutos e injetados em HPLC (Thermo Scientific).

Para a separação cromatográfica, foi utilizado um gradiente de eluição de (A) acetonitrila (100%) e (B) acetonitrila (50%), com o seguinte gradiente: 0-2 minutos, A 40% e B 60%; 2-4 minutos, A 40-60% e B 60-40%; 4-8 minutos, A 60- 65% e B 40-35%; 8-12 minutos, A 65- 85% e B 35-15%; 12-15 minutos, A 85-95% e B 15-5%; 15-20 minutos, A 95% e B 5%; 20-21 minutos, A 95-85% e B 5-15%; 21-22 minutos, A 85-75% e B 15-25%; 22-25 minutos, A 75-40% e B 25-60%; 25-28 minutos, A 40% e B 60%. A alteração de concentração linear foi realizada em todos os casos. A taxa de fluxo foi mantida a 0,7 ml min⁻¹, com injeção de 20 µL por amostra. A temperatura da coluna foi de 25° C, e as detecções foram realizadas a 225 nm. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de espemina, espermidina, putrescina, serotonina, cadaverina, histamina, tiramina e dopamina.

2.9 Fenóis Solúveis Totais

Foi quantificado de acordo com método de Folin-Ciocalteu (1927). A extração foi realizada a partir da maceração de 0,1 g do tecido em almofariz contendo 1,3 mL de metanol. Em seguida, as amostras permaneceram em repouso por 20 horas no escuro a 4 °C. Após esse período o extrato metanólico foi centrifugado a 13.000 x g a 4 °C por 21 minutos.

O ensaio, foi realizado com a utilização de 150 μL do sobrenadante, 2400 μL de água destilada, 150 μL de Folin Cioucauteu (0,25 N). A mistura foi agitada por 3 minutos e adicionado 300 μL de carbonato de cálcio (1 N). Os tubos foram mantidos no escuro a 25 $^{\circ}\text{C}$ por 2 horas.

As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Biochrom; modelo libra S8) a 725 nm e os resultados expressos em $\mu\text{g g}^{-1}$ MF. Os fenóis solúveis totais foram quantificados com auxílio curva padrão utilizando o ácido gálico.

Tabela 4: Concentração de ácido gálico e volumes de metanol, água destilada, Folin-Ciocalteau e Na_2CO_3 em tubos de ensaio para a confecção calibração .

Ác gálico (μL)	Ác gálico (μL)	CH_3OH (μL)	H_2O dest (mL)	FCR (μL)	Na_2CO_3 (μL)
0	0	150	2,4	150	300
20	30	120	2,4	150	300
40	60	90	2,4	150	300
60	90	60	2,4	150	300
80	120	30	2,4	150	300
100	150	0	2,4	150	300

FCR: Folin-Cioucauteu reagente (0,25 N); Na_2CO_3 : Carbonato de Sódio (1 N); CH_3OH : Metanol

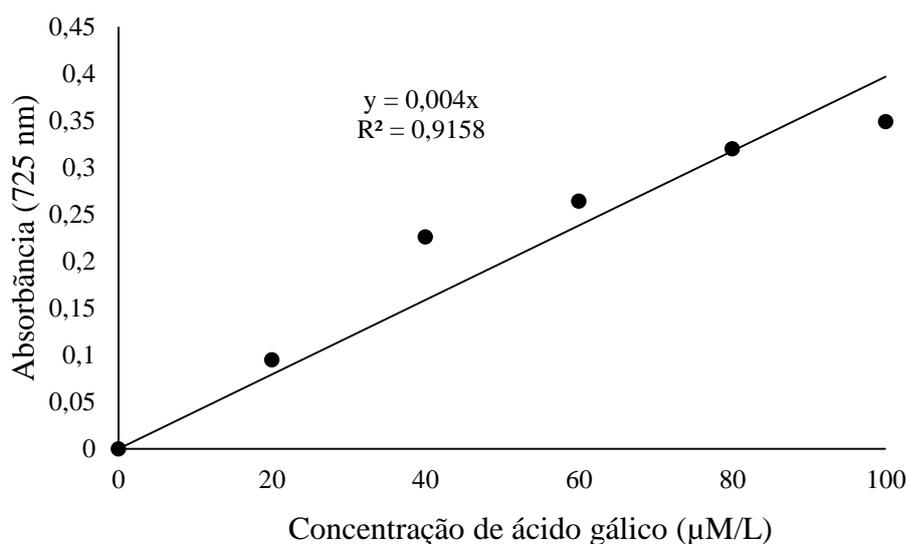


Figura 5. Valores de absorbância a 725 nm em função da concentração de ácido gálico para a curva de calibração.

2.10 Extração e Ensaio da Atividade da Polifenoloxidase (PPO, EC:1.10.3.1) e da Peroxidase (POD, EC:1.11.1.7)

Realizou-se a extração conforme a metodologia descrita por Silva (1981) e adaptada por Simões, et al., (2015). Com o auxílio de nitrogênio líquido foi realizada a homogeneização de 0,1 g tecido fresco das hastes, em 1,3 mL de tampão fosfato de sódio 0,2 M (pH 6,0) mantido previamente a 4 °C. O extrato foi centrifugado a 13.000 x g por 21 minutos a 4 °C.

O ensaio da PPO foi determinado pela adição de 500 µL do sobrenadante ao meio de reação contendo 1,2 mL de tampão de fosfato 0,2 M (pH 6,0) e 1,3 mL de catecol (0,2 M). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Biochrom; modelo libra S8) a 425 nm, a uma temperatura de 25 °C, por dois minutos. A atividade da PPO foi calculada com base no coeficiente de extinção molar de 34 mM cm⁻¹ para catecol e expressa em µmol g⁻¹ MF min⁻¹.

O ensaio da POD foi determinado pela adição de 300 µL do sobrenadante ao meio de reação contendo 1,0 mL de tampão fosfato 0,2 M (pH 6,0), 100 µL de guaiacol (0,5 %) e 100 µL de peróxido de hidrogênio (0,08 %). Realizou-se as leituras em espectrofotômetro (Biochrom; modelo libra S8) a 470 nm, a uma temperatura de 30 °C, por três minutos. A atividade da peroxidase foi calculada com base no coeficiente de extinção molar de 26,6 mM cm⁻¹ para guaiacol, e expressa em µmol g⁻¹ MF min⁻¹.

2.11 Extração e Ensaio da Atividade da Superóxido Dismutase (SOD, EC:1.15.1.1).

A extração foi realizada de acordo com Cavalcanti et al. (2006). Com o auxílio de nitrogênio líquido realizou-se a homogeneização de 0,1 g tecido em 1,3 mL de tampão fosfato de sódio 0,1 M (pH 7,0). O extrato foi centrifugado a 13.000 x g por 21 minutos a 4 °C.

A SOD foi determinada como descrito por Giannopolitis e Ries (1977). Alíquotas de 100 µL do sobrenadante adicionadas a 1.660 µl de tampão fosfato de sódio 50 mM (pH 7,8) contendo (1 mM EDTA e 13 mM de metionina), 40 µL de riboflavina 2mM e 200 µl de Nitro blue tetrazolium chloride (NBT) a 750 µM.

O meio de reação, permaneceu sob incidência de luz (duas lâmpadas fluorescente de 18 W) por seis minutos para posterior leitura em espectrofotômetro a 560 nm. A atividade foi determinada com base na inibição da redução de NBT, definiu-se como unidade de atividade, como a quantidade da enzima necessária para inibir 50 % da fotoredução (BEAUCHAMP e FRIDOVICH, 1971). A atividade foi expressa em U.A. min⁻¹ g⁻¹ MF.

2. 12 Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial, com dois métodos de aplicação (pulsing e pulverização) três combinações de fitorreguladores (GA₃ a 144 µM, Spm a 2 µM e GA₃ a 144 µM + Spm a 2 µM) mais o controle. Cada repetição foi constituída de um vaso, contendo seis hastes, em um total de cinco repetições. Os gráficos foram gerados por meio do software Sigma Plot versão 12 com as medias e os desvios.

3. Resultados

No início do experimento (dia zero), as hastes apresentaram coloração característica, com turgidez e brilho, sem manchas, aspectos que refletiam boa comercialização, obtendo nota 3 (Figuras 6A, 6B e 7). Durante a conservação, a partir do sexto dia, observou-se queda das notas das hastes submetidas a GA₃ e SPM isolados e o controle, em ambos os métodos de aplicação (Figura 6A, 6B e 7).

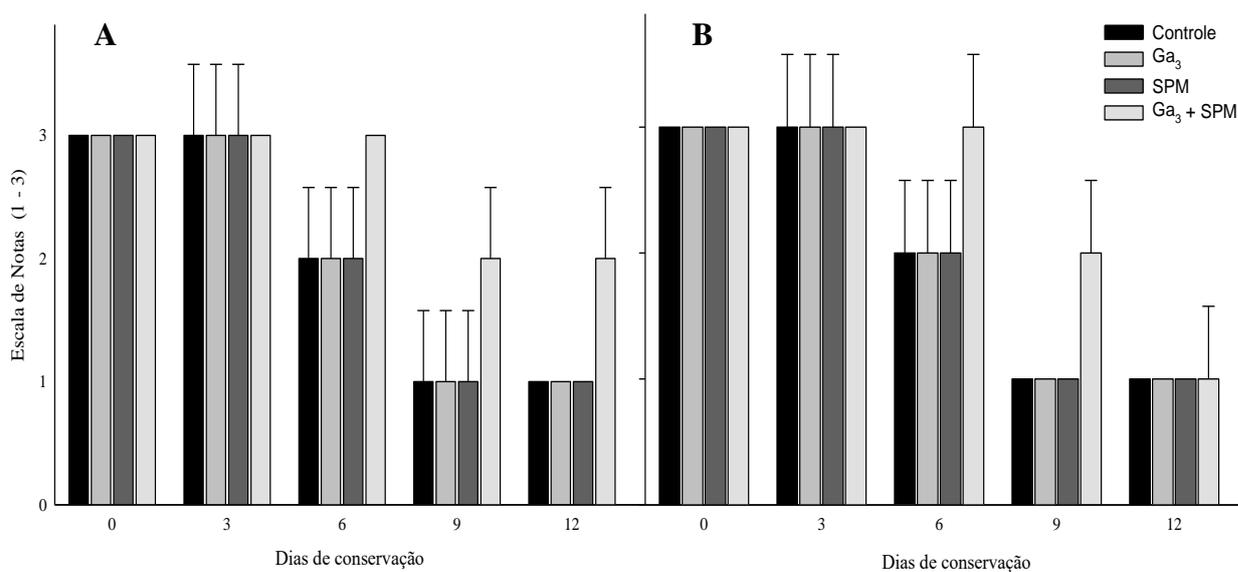


Figura 6: Escala de notas referente a análise visual em flores de antúrio de corte cv Arizona submetidas a Pulverização (A) e Pulsing (B). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM), Espermina (SPM a 2 μM) e Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM) + Espermina (SPM a 2 μM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.

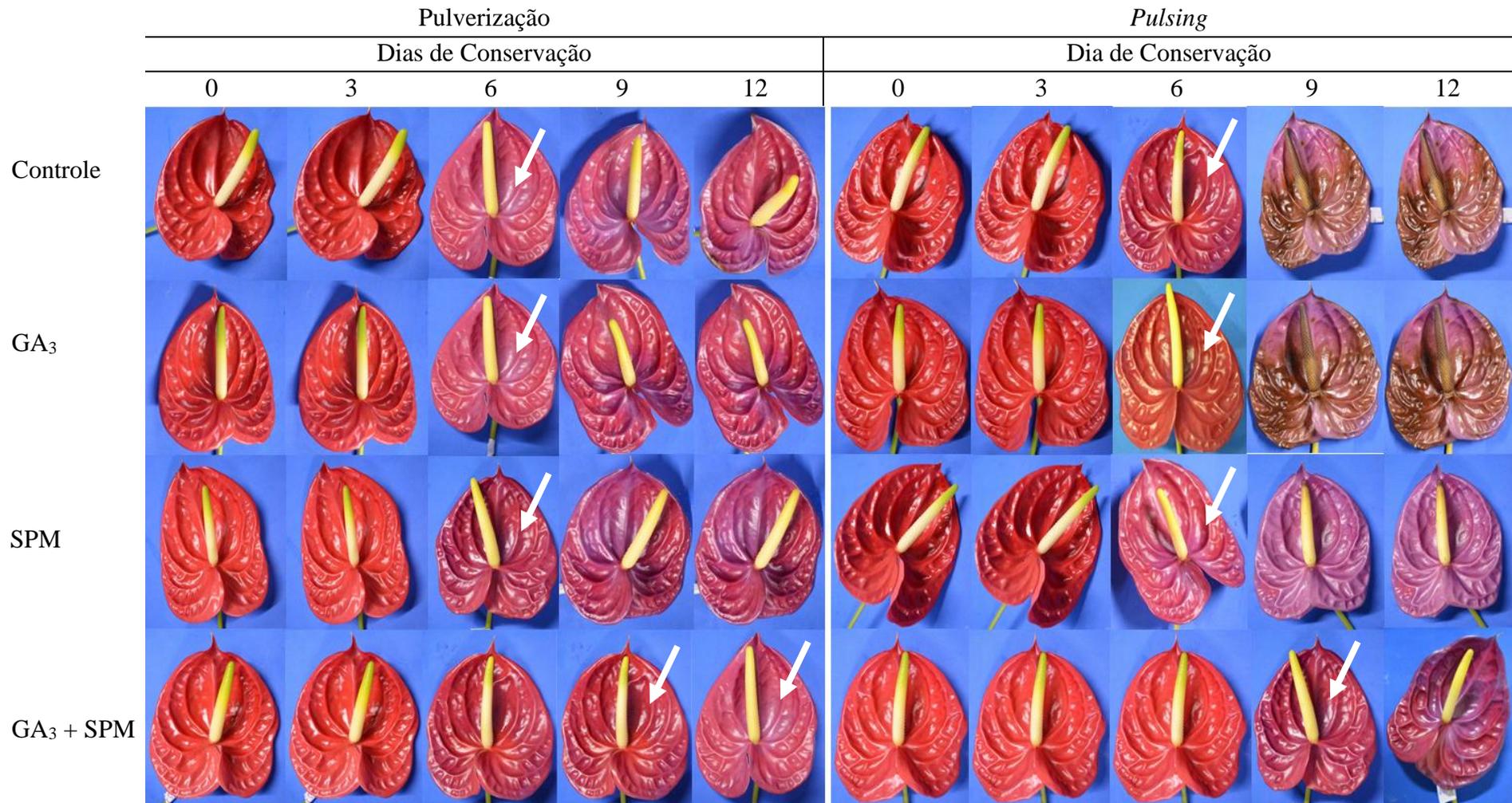


Figura 7: Aspecto visual em flores de antúrio cv. Arizona submetidas a Pulverização e *Pulsing*. Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM) e Ácido Giberélico (GA₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle) de flores aos 0, 3, 6, 9 e 12 dias de conservação, a 22° ± 2°C por 12 dias. As setas indicam flores com aspecto geral bom ainda com qualidade comercial.

Apenas nas hastes Pulverizadas com a combinação GA₃ + SPM mantiveram as maiores notas (nota 2) até 12 dias de conservação (Figuras 6A e 7). Enquanto a combinação GA₃ + SPM via *Pulsing*, essa mesma nota se manteve até 9 dias (Figuras 6B e 7).

Verificou-se que houve aumento na perda de massa fresca e de extravasamento de eletrólitos, nas hastes submetidas aos dois métodos de aplicação, até 12 dias (Figuras 8A a 8D). Além disso, a combinação GA₃ + SPM resultou, ao final do experimento, menor perda de massa e menores valores de extravasamento de eletrólitos em relação ao controle, nos dois métodos de aplicação, com perda de massa de 4,42 % para Pulverização e 2,44 % para *Pulsing* (Figura 8A e 8B) e com extravasamento de eletrólitos de 30,46 % para Pulverização e 23,35 % para *Pulsing* (Figura 8C e 8D).

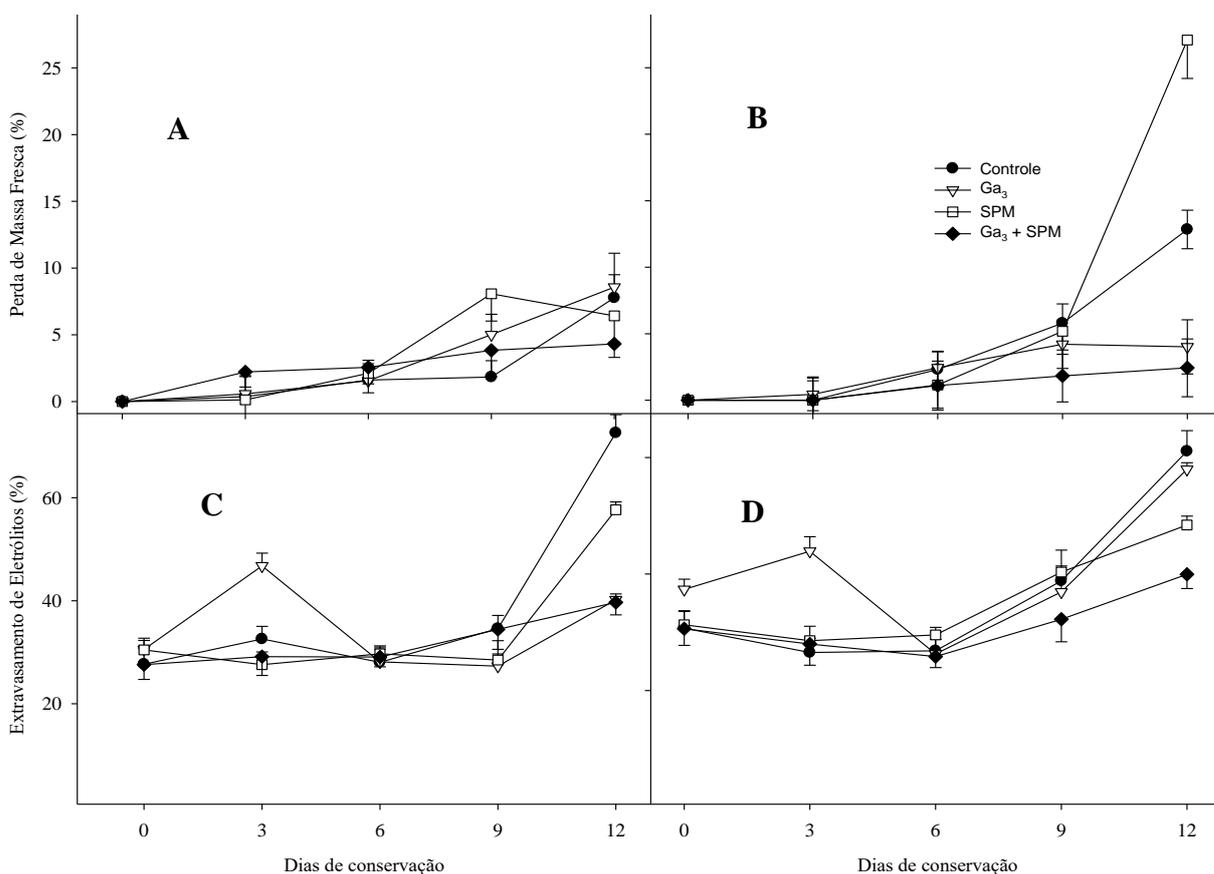


Figura 8: Perda de massa fresca e Extravasamento de eletrólitos em flores de antúrio de corte cv Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e *Pulsing* (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μ M), Espermina (SPM a 2 μ M), Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μ M) + Espermina (SPM a 2 μ M) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 \pm 2°C por 12 dias.

Observou-se que no início (dia 0) tanto a perda de massa, quanto o extravasamento foram semelhante para todas as flores tratadas, em ambos os métodos de aplicação (Figura 8A a 8D). Ao final de 12 dias, as flores denominadas controle, sempre apresentaram dentro dos maiores maiores valores médios de perda de massa e de extravasamento (Figura 8A a 8D). Por outro lado, no mesmo período, as flores tratadas com a combinação GA₃ + SPM sempre obtiveram dentro dos menores valores de perda de massa e de extravasamento (Figura 8A a 8D).

Observou-se, em geral, queda nos teores de proteínas solúveis e carboidratos solúveis no decorrer dos 12 dias (Figura 9A a 9D). Entretanto, flores submetidas a *pulsing*, mantiveram os níveis de carboidratos mais estáveis na conservação, em comparação com as flores Pulverizadas (Figura 9C e 9D). Por outro lado, flores pulverizadas até 9 dias tiveram valores superiores de carboidratos solúveis totais em relação aquelas submetidas a *pulsing* (Figura 9C e 9D).

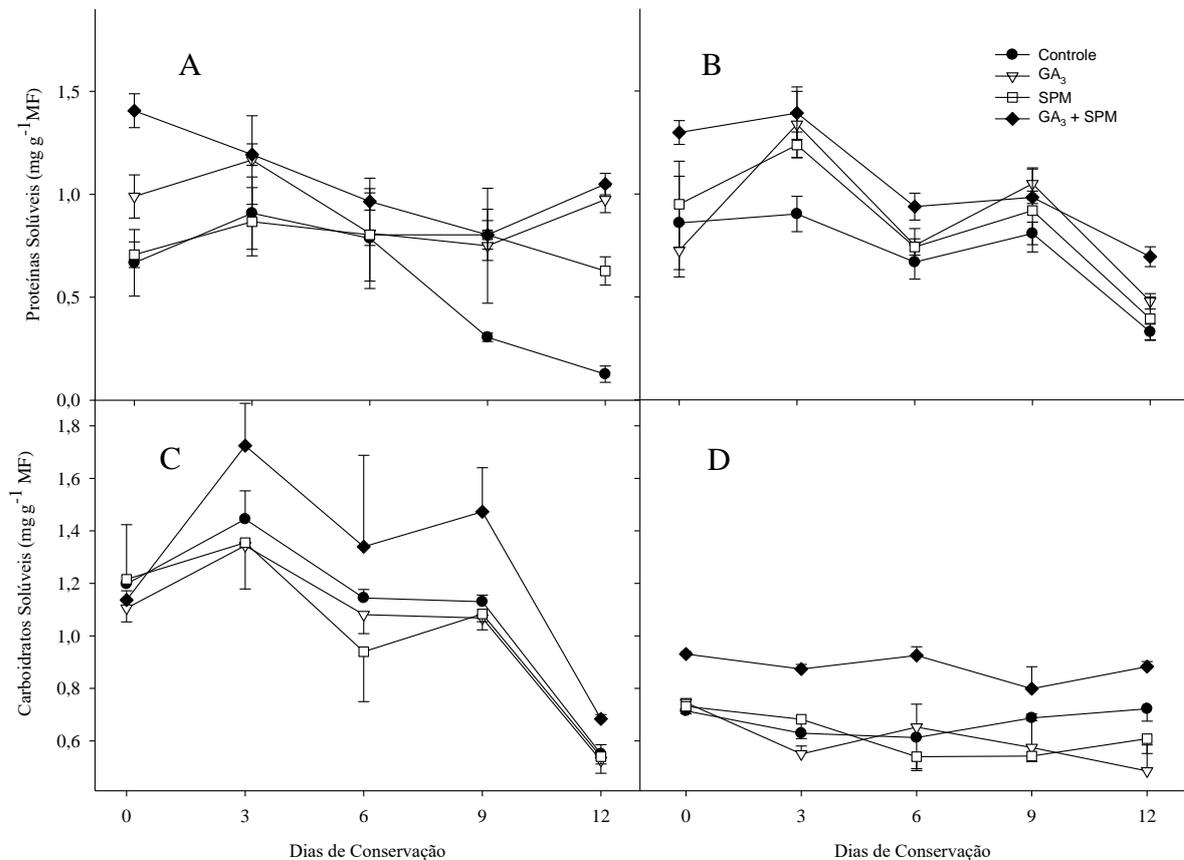


Figura 9: Proteínas Solúveis e Carboidratos Solúveis em flores de antúrio de corte cv Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e *Pulsing* (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM), Espermina (SPM a 2 μM), Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM) + Espermina (SPM a 2 μM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.

Verificou-se que aos 12 dias, flores que foram pulverizadas e aos 9 dias submetidas a *pulsing*, em ambos os casos a combinação GA₃ + SPM apresentou os maiores níveis de carboidratos e proteínas em relação aos demais tratamentos, coincidindo com a maior nota 2 para estes tratamentos (Figura 9A a 9D).

Flores pulverizadas, o teor de fenóis solúveis totais apresentou uma curva em forma de parábola, com uma ascendência rápida e máxima entre 3 e 6 dias, dependendo do tratamento, seguindo de queda nos valores de forma mais sutil, a partir do 3 ou 6 dias (Figura 10A). Diferente para flores submetidas a *pulsing*, no qual os valores incrementaram a partir dos três primeiros dias, seguido de estabilização (Figura 10B). Entretanto, nas flores submetidas a GA₃ por *pulsing*, os valores permaneceram mais estáveis, não apresentando o mesmo padrão de comportamento descrito (Figura 10B).

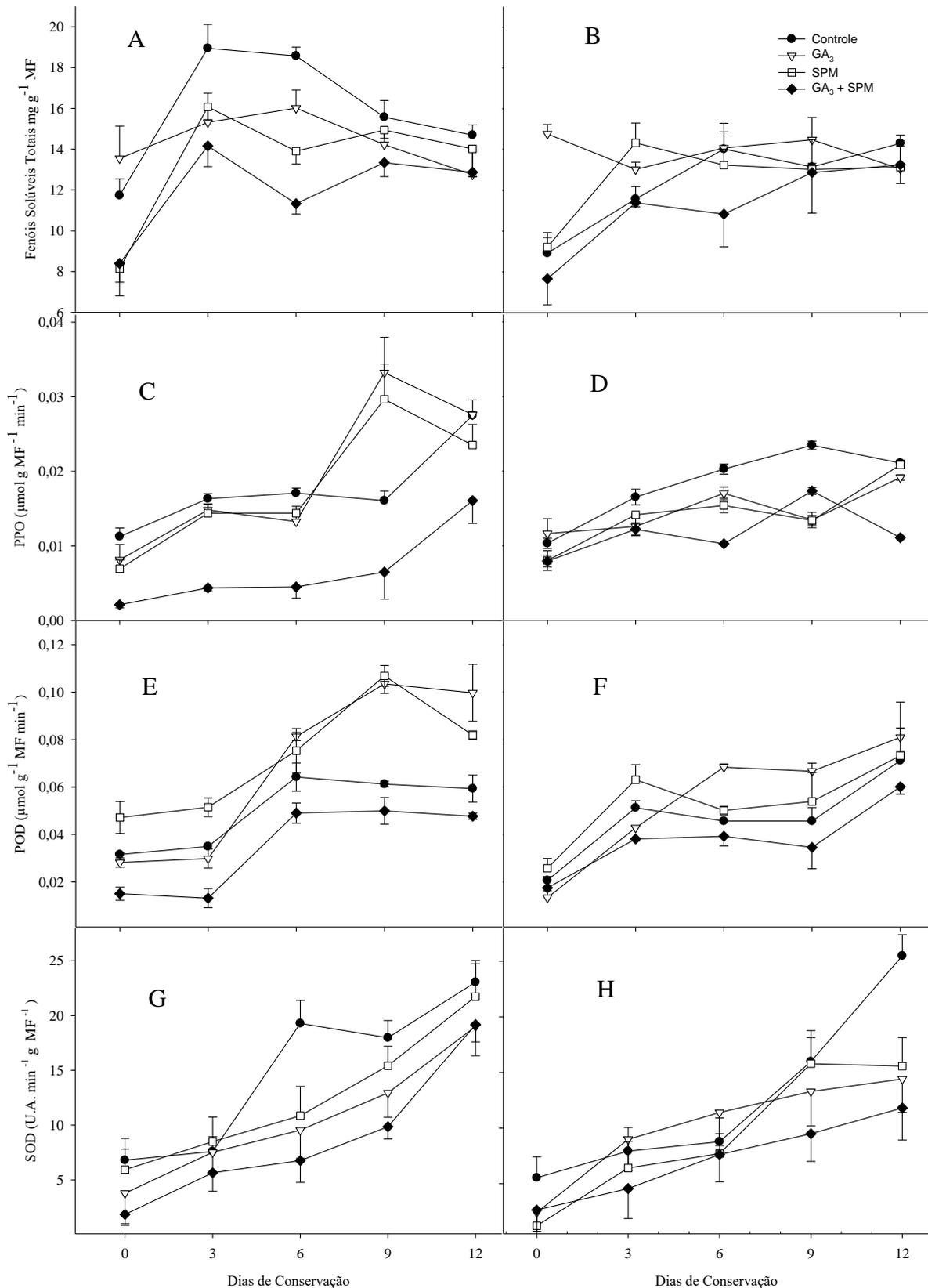


Figura 10: Determinação de Fenóis Solúveis Totais, PPO, POD E SOD em flores de antúrio de corte cv Arizona submetidas a Pulverização (A, C, E e G) e Pulsing (B, D, F e H). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM), Espermina (SPM a 2 μM), Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM) + Espermina (SPM a 2 μM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22° ± 2°C por 12 dias.

Observou-se ainda que ambos os métodos de aplicação estudados, a combinação GA₃ + SPM sempre permaneceu com teores médios de fenóis solúveis totais inferiores ou igual ao controle e demais aplicações isoladas, em todos os dias de análise (Figura 10A e 10B).

No início da conservação (dia 0) as flores submetidas a *pulsing* mantiveram níveis semelhantes nas atividades da PPO e POD, independente do fitorregulador aplicado (Figura 10D e 9F). Por outro lado, nas flores pulverizadas com GA₃ + SPM resultou em menores atividades dessas enzimas, nesse mesmo dia, em relação aos fitorreguladores aplicados sozinhos e ao controle (Figura 10C e 10E).

A medida que se mantiveram as flores conservadas, as atividades da PPO, POD e SOD aumentaram, de modo que, esse incremento foi mais intenso nas flores pulverizadas (Figura 10C, 10E e 10G) em relação aquelas submetidas a *pulsing* (Figura 10D, 10F e 10H) com exceção das flores controle para a atividade da SOD (Figura 10G e 10H). De forma geral, a combinação GA₃ + SPM apresentou menor atividades em comparação ao controle para PPO, POD e SOD (Figura 10).

Nas flores pulverizadas, houve um ligeiro aumento nos níveis de Putrescina para todos os fitorreguladores até o dia 9, seguido de uma queda no dia 12, com exceção da combinação GA₃ + SPM (Figura 11A). Enquanto flores submetidas a *pulsing* houve queda dos níveis de Putrescina no decorrer dos dias para todos os tratamentos, com exceção do controle (Figura 11B). As flores pulverizadas com a combinação GA₃ + SPM, aos 12 dias atingiram valores superiores de Putrescina em comparação as demais aplicações e controle (Figura 11A). Entretanto, as flores que foram submetidas a *pulsing*, no último dia, a combinação GA₃ + SPM obteve valores inferiores em comparação ao controle (Figura 11B).

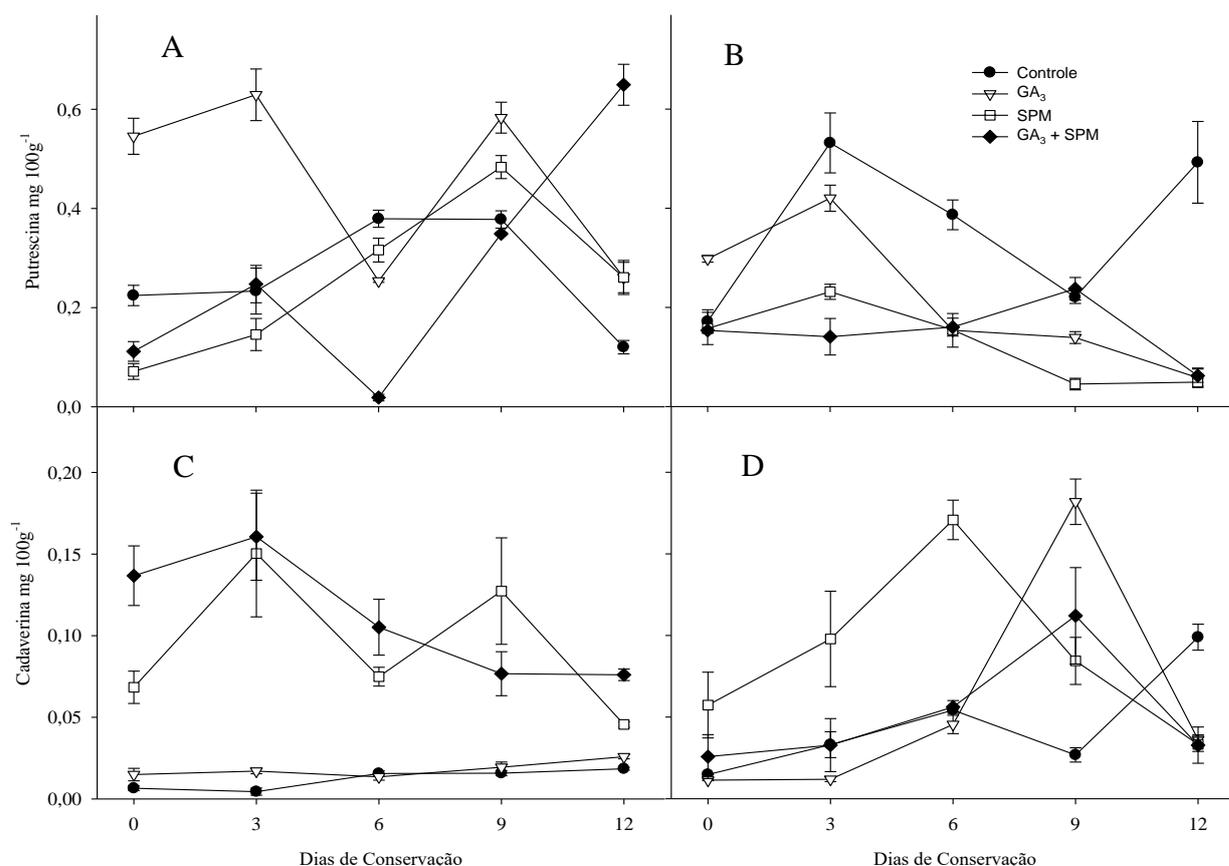


Figura 11: Putrescina e Cadaverina em flores de antúrio de corte cv Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e Pulsing (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM), Espermina (SPM a 2 μM), Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM) + Espermina (SPM a 2 μM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.

As flores que foram pulverizadas com a combinação GA₃ + SPM e apenas SPM, os níveis de Cadaverina mantiveram-se mais instáveis, obtendo valores médios superiores em comparação aquelas flores submetidas a controle e GA₃ (Figura 11C). As flores submetidas a *pulsing*, houve um aumento dos níveis de Cadaverina para combinação GA₃ + SPM e GA₃ até o dia 9, enquanto que para SPM esse aumento foi até o 6 dia (Figura 11D). Ao final de 12 dias em todos os casos com exceção do controle, os níveis de Cadaverina caíram significativamente (Figura 11C e 11D)

Em geral as flores pulverizadas e a combinação GA₃ + SPM, obtiveram maiores níveis de Cadaverina em comparação ao controle, em todos os dias de conservação (Figura 11C). E as flores submetidas a *pulsing*, essas diferenças não foram perceptíveis (Figura 11D).

Observou-se nas flores pulverizadas, os níveis de Espemidina aumentaram gradativamente no decorrer dos dias para aquelas submetidas a combinação GA₃ e SPM (Figura

12A). Por outro lado, as demais combinações caíram a partir de 3 dias (Controle) e 9 dias (SPM e GA₃ isolados) (Figura 12A). Os níveis de a Espermina no geral foram mais estáveis com exceção das hastes tratadas com SPM (Figura 12C). Entretanto, as flores submetidas a *pulsing* os valores médios de Espermidinas aumentaram até o 3 dias, caindo a partir deste tempo (Figura 10 B), No caso de todas as flores a Espermina apresentou seus valores médios mais estáveis, com exceção do controle (Figura 12D).

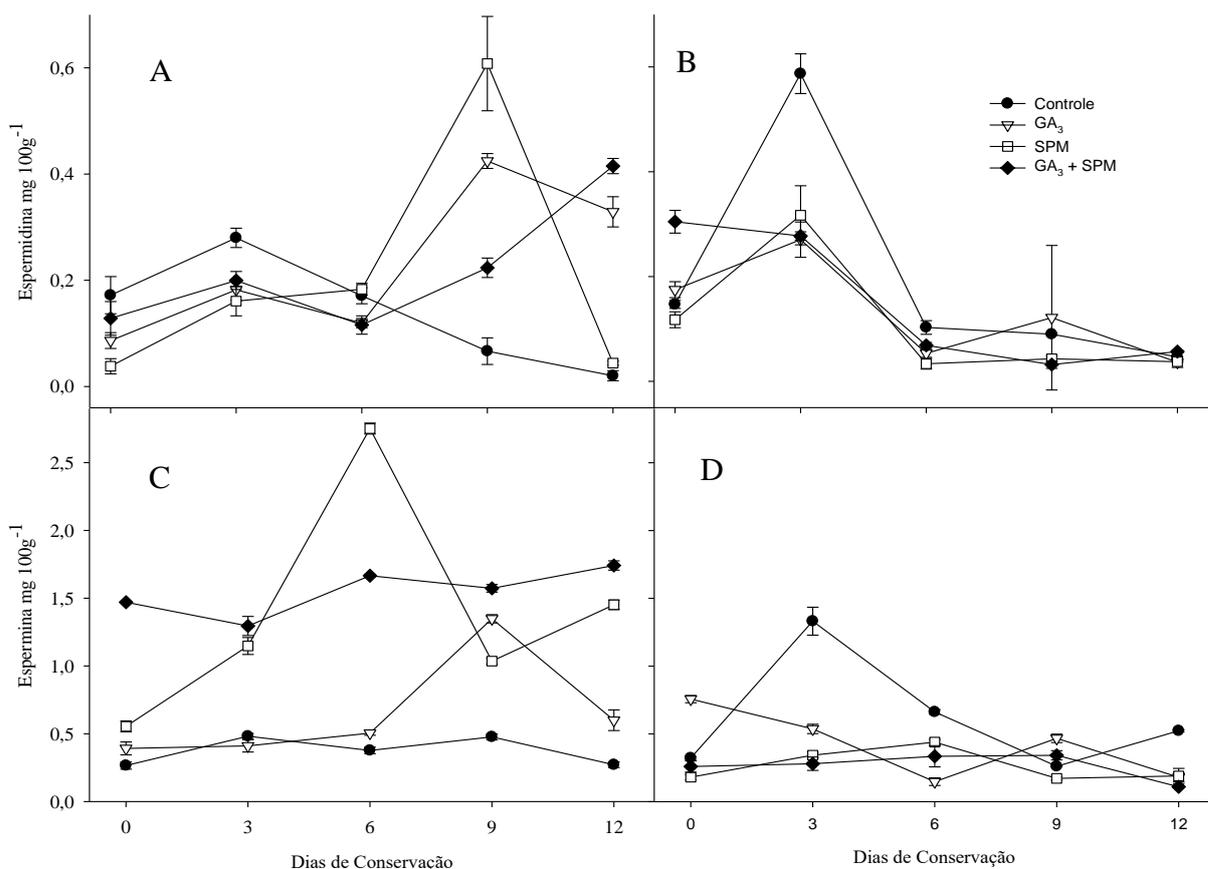


Figura 12: Espermidina e Espermina em flores de antúrio de corte cv Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e *Pulsing* (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM), Espermina (SPM a 2 μM), Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM) + Espermina (SPM a 2 μM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2 °C por 12 dias.

Além disso, pode-se observar que aos 12 dias a combinação GA₃ + SPM em pulverização, obteve maiores valores médios de Espermidina e Espermina em comparação ao controle (Figura 12A e 12C) isso não foi evidenciado para *pulsing* (Figura 12B e 12D).

As flores que foram pulverizadas, os níveis de Histamina mantiveram-se no geral de forma mais estável com exceção do controle nos 12 dias e o GA₃ nos 0 e 3 dias (Figura 13A), para Serotonina houve também uma estabilidade desse níveis (Figura 13C). As flores que foram

submetidas a *pulsing*, os níveis de histamina mantiveram-se estáveis para todos os dias de análise (Figura 13B). Entretanto, houve um queda dos níveis de Serotonina para o controle e para a combinação GA₃ + SPM, e os fitorreguladores aplicados de forma isolada mantiveram seus níveis estáveis (Figura 13D).

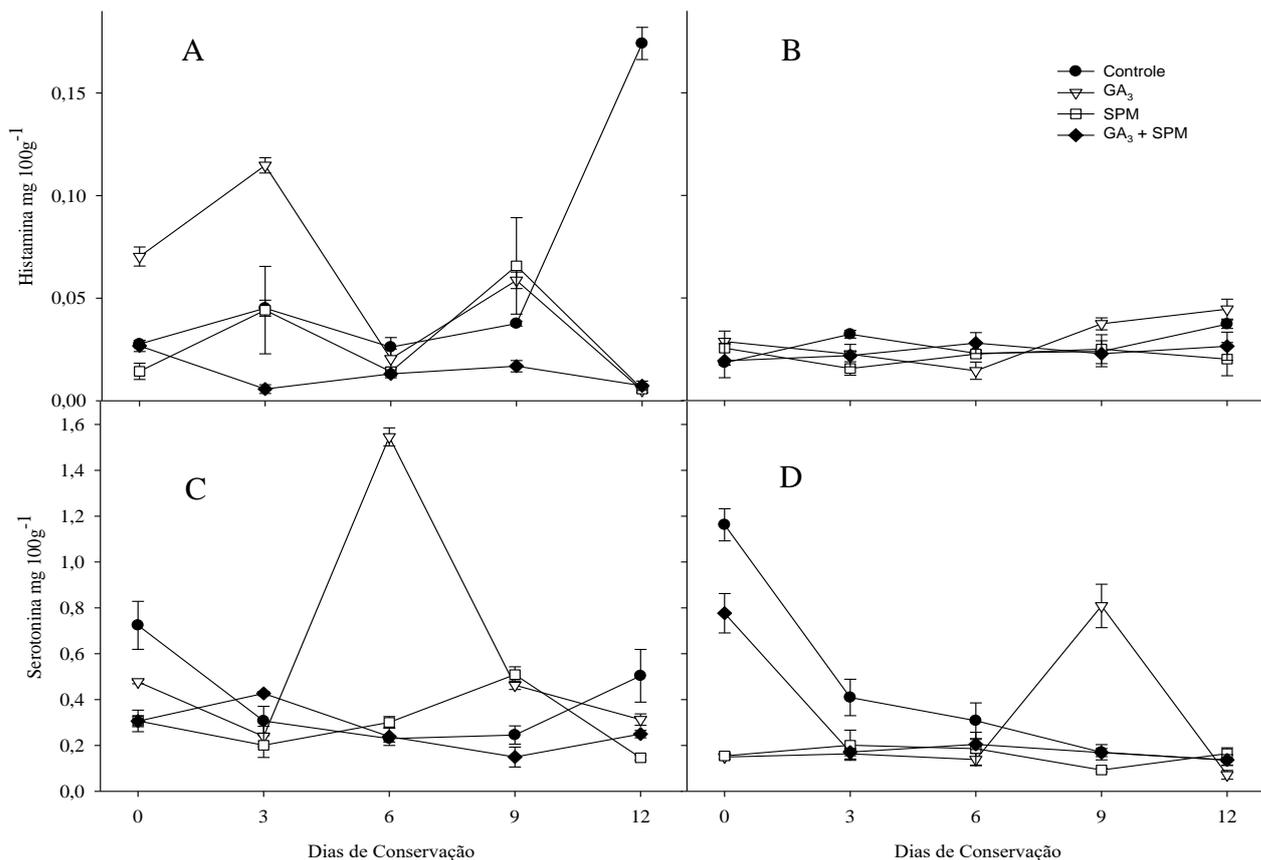


Figura 13: Histamina e Serotonina em flores de antúrio de corte cv Arizona submetidas a Pulverização (A e C) e *Pulsing* (B e D). Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM), Espermina (SPM a 2 μM), Ácido Giberélico (GA₃ a 144 μM) + Espermina (SPM a 2 μM) e Água destilada (Controle). As flores foram mantidas a 22 ± 2°C por 12 dias.

As flores que foram submetidas a pulverização no 9 dias a combinação GA₃ + SPM obteve menores níveis de Dopamina em comparação ao controle, o mesmo também ocorreu no 12 dias. As flores que foram submetidas a *pulsing* os maiores níveis de Dopamina foram observados na combinação GA₃ + SPM em comparação ao controle nos 9 e 12 dias de análise (Tabela 5).

Tabela 5: Dopamina e Tiramina em flores de antúrio de corte cv Arizona submetidas a Pulverização e *Pulsing*. Soluções contendo Ácido Giberélico (GA₃ a 144 µM), Espermina (SPM a 2 µM), Ácido Giberélico (GA₃ a 144 µM) + Espermina (SPM a 2 µM) e Água destilada (Controle), Serra Talhada-PE, UFRPE/UAST, 2016.

DOPAMINA (mg 100g ⁻¹)						
	Dia 0		Dia 9		Dia 12	
	Pulverização	<i>Pulsing</i>	Pulverização	<i>Pulsing</i>	Pulverização	<i>Pulsing</i>
Controle	0,045 ±0,009	0,070 ±0,003	0,044 ±0,004	0,086 ±0,015	0,124 ±0,011	0,066 ±0,018
GA ₃	0,077 ±0,011	0,080 ±0,019	0,031 ±0,005	0,354 ±0,019	0,017 ±0,003	0,136 ±0,033
SPM	0,019 ±0,001	0,158 ±0,022	0,036 ±0,003	0,261 ±0,008	0,047 ±0,007	0,347 ±0,034
GA ₃ + SPM	0,059 ±0,006	0,249 ±0,007	0,025 ±0,003	0,369 ±0,026	0,015 ±0,000	0,470 ±0,022
TIRAMINA (mg 100g ⁻¹)						
	Dia 0		Dia 9		Dia 12	
	Pulverização	<i>Pulsing</i>	Pulverização	<i>Pulsing</i>	Pulverização	<i>Pulsing</i>
Controle	0,085 ±0,013	0,054 ±0,007	0,115 ±0,014	0,161 ±0,006	0,013 ±0,002	0,031 ±0,009
GA ₃	0,113 ±0,007	0,048 ±0,012	0,072 ±0,009	0,095 ±0,003	0,014 ±0,015	0,161 ±0,012
SPM	0,014 ±0,003	0,027 ±0,003	0,034 ±0,022	0,040 ±0,002	0,036 ±0,013	0,012 ±0,001
GA ₃ + SPM	0,072 ±0,019	0,014 ±0,004	0,112 ±0,010	0,012 ±0,007	0,030 ±0,018	0,029 ±0,014

Observou-se que as flores que foram pulverizadas, os níveis de Tiramina aos 0 e 9 dias de análise, a combinação GA₃ + SPM e o controle mantiveram-se mais elevados, ocorrendo aos 12 dias o mesmo na combinação GA₃ + SPM e SPM (Figura 5). As flores que foram submetidas a *pulsing* aos 0, 9 e 12 dias os maiores níveis de Tiramina foram observados no controle e GA₃ (Figura 5).

4. Discussão

Nos dois métodos de aplicação estudados, a combinação GA₃ + SPM estendeu a vida de vaso de Antúrio de corte cv. Arizona em 12 dias para flores pulverizadas e 9 dias para flores submetidas a *pulsing* em ambos os casos com nota 2, considerado ainda comercial (Figuras 5A, 5B e 6). Enquanto GA₃ e SPM aplicados isoladamente, como controle atingiram nota 2 até 6 dias de conservação (Figuras 5A, 5B e 6). Esses resultados demonstraram a maior eficiência, da combinação GA₃ e SPM, principalmente sob pulverização. As respostas de aumento de longevidade de flores de corte tropicais são muito variáveis, dependendo da espécie e da cultivar. Para o antúrio ela pode variar de dias até semanas dependendo da cultivar (ELIBOX e UMAHARAN, 2010), podendo chegar cv. Yellow Butterfly a 8 dias (ASRAR, 2012) a 20 dias para a cv. Rubi (NASCIMENTO et al. 2008) e 28 dias para a cv. Cassino (PROMYOU et al. 2012).

O GA₃ em Pulverização isoladamente estendeu a vida de vaso de flor de helicônia cv Golden Torch (MANGAVE, et al. 2013), SPM em rosa cv. Dolcvita não houve aumento na vida de vaso (FARAHI, et al. 2012), demonstrando a variabilidade de respostas de flores aos fitorreguladores. No presente trabalho, a aplicação de GA₃ e SPM de forma isolada não alcançou maior conservação de flores de Antúrio cv. Arizona, como observados por Marsala et al. (2014) e Farahi, et al. (2012). Porém, a combinação prolongou de 3 a 6 dias, *pulsing* ou pulverização respectivamente, representando um ganho significativo na comercialização de flor de antúrio cv. Arizona.

Flores pulverizadas e submetidas a *pulsing* com a combinação GA₃ + SPM perderam menos massa fresca em comparação ao controle, mais evidente aos 12 dias (Figura 7A e 7B). Esse comportamento resultou em hastes florais mais hidratadas, possivelmente com menor estresse hídrico. Associado a isso, a combinação GA₃ + SPM resultou em menores valores médios de extravasamento de eletrólitos mais evidentes aos 12 dias, independentemente do método de aplicação (Figura 7C e 7D). Isso pode indicar membranas mais estáveis, resultando em flores mais duradouras.

A desidratação e a intensificação do extravasamento de eletrólitos são medidas que podem indicar perda de qualidade de flores (MIRDEHGHAN E RAHIMI 2016). No presente estudo, os danos causados pela senescência foram minimizados pelo uso da combinação GA₃ + SPM. O GA₃ é notavelmente conhecido pelo aumento da força motriz osmótica, resultando em potencial hídrico celular mais baixo, o que promove uma maior absorção de água

(EMONGOR 2004; SINGH et al. 2008). As poliaminas reforçam as membranas das células por ligação cruzada com o grupo carboxilo das substâncias pécticas na membrana da célula, o que resulta em rigidez e conseqüentemente menor perda de massa e extravasamento celular (HARINDRA CHAMPA et al. 2015).

Os efeitos benéficos do GA₃ e da SPM combinados, sugerem uma maior manutenção da integridade celular e conseqüentemente maior durabilidade das hastes florais, mantendo características comerciais, além de retardar os efeitos da senescência.

Geralmente, os níveis de proteínas e carboidratos diminuem durante o processo de senescência em plantas (EASON et al. 1997), devido, em parte, pelo uso na respiração (HALEVY e MAYAK, 1974) e pela ação das proteases (SHAHI, et al. 2011). No presente trabalho, observou-se queda nos níveis de proteína do dia 0 ao dia 12 (Figura 8A e 8B), devido o *turnover* está favorecendo a degradação, ao invés de síntese (EASON et al. 1997) além da possível instabilidade das membranas (Figura 6C e 6D) e conseqüentemente na diminuição da qualidade das hastes florais. A combinação GA₃ + SPM aplicados em pulverização e *pulsing* demonstraram ser mais eficiente na manutenção dos altos níveis de proteínas (Figura 8A e 8B).

No presente trabalho a combinação GA₃ + SPM aplicados por *pulsing*, manteve mais estáveis os níveis de carboidratos (Figura 8D). Diferente das flores pulverizadas, no qual a queda desse fitoquímico foi mais evidente (Figura 8C). Por outro lado, as flores que foram pulverizadas até o dia 9, seus níveis de carboidratos solúveis foram maiores em relação aquelas submetidas a *pulsing* (Figura 8C). Os carboidratos, de modo geral, atuam como reserva energética, sendo requeridos quando a planta entra em processo de envelhecimento, ao qual são metabolizados e não são repostos pela planta (ELHINDI 2012).

Um dos índices de qualidade pós-colheita é o acúmulo de fenóis solúveis totais (LEJA et al. 1994). Além disso, esse fitoquímico, pode ser utilizado como marcador bioquímico de senescência de plantas (LEJA et al. 1994; FRANCK et al. 2007; CAVAIUOLO et al. 2013). Menores teores de fenóis podem ser indicativo de menores danos às membranas celular, seus níveis são aumentados, geralmente quando as plantas são submetidas a algum tipo de estresse (LEJA et al., 2003), uma vez que se encontram principalmente nos vacúolos e em outros espaços celulares e quando submetidos a algum estresses reagem aos danos celulares sendo extravasado para o meio, os quais poderiam reagir com as polifenoloxidasas (HOLDERBAUM et al. 2010).

No presente trabalho, a aplicação de GA₃ e SPM na forma isolada e o controle, mantiveram quase sempre os mais altos teores de fenóis solúveis totais (Figura 9A e 9B). Por outro lado, a combinação GA₃ e SPM, sempre obteve os menores valores (Figura 9A e 9B). Esta combinação, de alguma forma, promoveu uma maior integridade das membranas celulares como observado pelo extravasamento de eletrólitos (Figura 8C e 8D).

O conteúdo de compostos fenólicos e a atividade de polifenoloxidase estão correlacionados, onde o aumento do conteúdo dos fenóis resulta em uma maior atividade da enzima PPO (HOLDERBAUM, et al. 2010). Menores atividades de PPO (Figura 9C e 9D), POD (Figura 9E e 9F) e SOD (Figura 9G e 9H), pode ter contribuído para que as flores tratadas com a combinação de GA₃ e SPM estendesse a vida útil, por alguns dias (Figura 9), pois essa combinação favoreceu menores danos oxidativo, causados pelos EROs (SHIGEOKA et al. 2002) representados por menores atividades de POD (Figura 9E e 9F) e SOD (Figura 9G e 9H).

Geralmente a POD e SOD são medidas enzimáticas para se determinar o nível de estresse oxidativo em flores (RUBINOWSKA e MICHAŁEK, 2009; YU et al. 2009; MANGAVE, et al. 2013). Quanto maior a atividade dessas enzimas, maior o nível de estresse dos tecidos (SHIGEOKA et al. 2002; YU et al. 2009). Resultados semelhantes foram visto noprrente trabalho, no qual a combinação GA₃ e SPM promoveram maior conservação, possivelmente, resultado de uma menor atividade de POD e SOD consequência de um menor estresse.

Geralmente, as poliaminas encontram-se em maior concentração em tecidos jovem em relação aos velhos, um dos argumentos é a competição precursores do etileno (SAM) (TIBURCIO et al. 1997) Embora, o antúrio seja uma flor tropical moderadamente sensível ao etileno. Assim, o prolongamento da vida de vaso de flor, é explicado em parte, por altos níveis ou a estabilidade dos mesmos. No presente trabalho, as flores pulverizadas com a combinação GA₃ + SPM, os níveis de Putrescina, Cadaverina, Espermidina e Espermina, sempre estiveram dentre os mais altos, e, aos 12 dias, isoladamente superior (Figura 10 e 11).

As flores que foram submetidas a *pulsing* por apresentarem um comportamento em queda, assim como, a combinação GA₃ + SPM ter valores inferiores aos observados pelo controle e pôr os níveis de Putrescina e Espermidina serem superiores aos observados em Espermina, indicam que há o aumento da síntese de etileno através do aumento da ACC (1-aminociclopropano) pela conversão da SAM (S-adenosilmetionina), demonstram que

possivelmente as fitorreguladores utilizados nesse método não obtiveram um real efeito de melhoria de qualidade pós colheita das flores.

As poliaminas também possuem um efeito antioxidante através de sua utilização em reações catalisadas pela peroxidase (BOUCHEREAU et al. 1999; CHATTOPADHYAY et al. 2002). Assim como, podem ter um efeito protetor no que diz respeito a conservação das estruturas celulares diminuindo sua degradação através da inibição da peroxidação lipídica. No presente trabalho, verificou-se que as enzimas envolvidas na desintoxicação celular POD e SOD apresentaram menores atividades naquelas flores pulverizadas com a combinação GA₃ + SPM. Isso pode evidenciar que a combinação usada pode aumentar a proteção celular com mecanismos ainda desconhecidos.

De um modo geral, a combinação dos reguladores GA₃ + SPM aplicados por pulverização, sempre mantiveram os níveis crescente ou estáveis, significativamente altos, em relação ao controle, durante os 12 dias estudados. Por outro lado, a aplicação dessa mesma combinação por *pulsing* os níveis das mesmas poliaminas foram menores ou iguais ao controle (Figura 10 e 11). Isso mostra que a aplicação por imersão via *pulsing* para uma possível translocação dos fitorreguladores nos vasos do xilema, parece não ter sido tão eficiente, em relação a contato direto via pulverização, pois sabe-se que na translocação via xilema pode haver uma infinidade de barreiras que dificultem a ação dos fitorreguladores estudados nas células alvo. Assim, para os fitorreguladores estudados, a pulverização foi mais eficiente na manutenção da qualidade de flores de antúrio cv. Arizona.

A pulverização ou *pulsing* com GA₃ e SPM de forma isolada nas hastes florais de antúrio cv. Arizona, não obtiveram bons resultados em comparação com a combinação GA₃ + SPM em nenhuma das análises testadas, podendo ter ocorrido devido a concentração de GA₃ aplicada ser muito baixa para essa cultivar e também por ter possivelmente possibilitado o aumento da reações metabólicas das hastes florais e com isso favorecendo a diminuição da qualidade das flores (BRACKMANN et al. 2005).

Assim, a pulverização com a combinação GA₃ e SPM nas concentrações 144 µM e 2µM respectivamente, dobrou o tempo de conservação de 6 para 12 dias. Enquanto *pulsing* de 6 para 9 dias das flores de Antúrio cv. Arizona, demonstrando que a aplicação dos fitorreguladores direto na flor foi mais eficaz em relação a solução, na qual as bases estavam submersas, na conservação das flores, uma vez que a pulverização possuem menos barreiras assim como,

menor, distância para as células florais, podendo os fitorreguladores testados atingir o alvo de forma mais eficiente.

Por fim, a combinação de GA₃ + SPM aplicada diretamente na flor por pulverização, dobrou o tempo de conservação na flor antúrio cv “Arizona”, em relação aos fitorreguladores aplicados isoladamente ou aos que não foram aplicados. Esse aumento significativo da conservação, está associado a menores alterações físico-químicas, representada pela massa fresca, extravasamento de eletrólitos, fenóis solúveis totais, maior níveis de putrescina, espermina, espermidina e cadaverina, e menores incremento nas atividades das enzimas PPO, POD e SOD. Além de mencionar maiores níveis de carboidratos solúveis (reserva energética), mesmo que este tenha caído significativamente na conservação.

5 Conclusão

A utilização da combinação de Ácido Giberélico (GA₃) a 144 µM + Espermina (SPM) a 2 µM demonstrou ser mais eficiente no retardamento da senescência em flor de corte de Antúrio cv. Arizona.

A pulverização foi o método mais adequado para a aplicação dos fitorreguladores estudados, visto que dobrou a conservação em relação ao controle.

6 Referências Bibliográficas

- ABBASI, J.; HASSANPOUR ASIL, M. Study on prolonging the vase life of tuberose cut flowers (*Polianthes tuberosa* L.) **South west J Hortic Biol Environ** v.2, No.2, 2011 pp.157-165, 2011.
- ANEFALOS, L. C.; TOMBOLATO, A. F. C.; RICORDI, A. Panorama atual e perspectivas futuras da cadeia produtiva de flores tropicais: o caso do antúrio. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 107-111, 2010.
- APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress and signal transduction. **Annu. Rev. Plant Biol.**, 55 (2004), pp. 373–399.
- BASSARD J. E.; ULLMANN, P; BERNIER, F; WERCK-REICHHART D. Phenolamides: bridging polyamines to the phenolic metabolism. **Phytochemistry** 71: 1808–1824, 2010.
- BEAUCHAMP, C. E FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase: Improved assay applicable to acrylamide gels. **Anal Biochem**, v. 44, p. 276–287. 1971.
- BRACKMANN, A. B.; FREITAS, R. A.; MELLO, S. T. DE.; MACHADO, A. de. Vase life of chrysanthemum (*Dedranthema grandiflora*) in gibberellic acid solutions. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1451-1455, 2005.
- BRACKMANN, A.; BELLÉ, R. A.; DE FREITAS, S.T.; DE MELLO, A. M. Qualidade pós-colheita de crisântemos (*Dedranthema grandiflora*) mantidos em soluções de ácido giberélico **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1451-1455, 2005.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254. 1976.
- BULDEWO, S. AND JAUFEEERALLY-FAKIM, Y.F. Isolation of clean and PCR-amplifiable DNA from *Anthurium andreaeanum*. **Plant Molecular Biology Reporter**, March 2002, vol. 20, no. 1, p. 71a-71g.
- CALDARI JUNIOR, P. Técnicas de cultivo do antúrio. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 10, n. 1/2, p. 40-44, 2004.
- CASTRO ACR, TERAO D, CARVALHO ACPP & LOGES V (2012) Antúrio. Brasília, **EMBRAPA**. 163p.

CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. Introdução a fisiologia do desenvolvimento vegetal. **Maringá: Universidade Estadual de Maringá**, 2002. 255p.

CAVAIUOLO M., COCETTA G. FERRANTE A. (2013) The antioxidants changes in ornamental flowers during development and senescence. *Antioxidants* 2:132-155. doi:10.3390/antiox2030132.

CHATTOPADHAYAY, M. K. et al. Protective role of exogenous polyamines on salinity stressed rice (*Oryza sativa*) plants. **Physiologia Plantarum**, London, v. 116, p. 192-199, 2002.

COHEN S. A Guide to the Polyamines. New York, NY: **Oxford University Press** (1998).

CUQUEL, F. L.; GROSSI, M. L. Produção de antúrio no litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 10, n. 1/2, p. 35-37, 2004.

DANTULURI, V.S.R.; MISRA, R.L.; SINGH V.P. Effect of polyamines on postharvest life of gladiolus spikes. **Journal of Ornamental Horticulture**. v.11, n.1, p: 66-68, 2008. (A1, FI: 0,455)

DEHALE, M.H. et al. Lufluevre of foliar application of GA₃ on quality of chrysanthemum. **Journal of Soils and Crops**, v.2, n.6, p.135-137, 1993.

DIAS-TAGLIACOZZO, G. M.; CASTRO, C. E. F. Fisiologia da pós-colheita de espécies ornamentais. In: WACHOWICH, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Org.). Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita. Curitiba: **Champagnat**, 2002. p. 359-382.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

DUFOUR, L; GUÉRIN, V. Growth, developmental features and flower production of *Anthurium andreaeanum* Lind. In tropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v.98, 1, p.25-35, 2003.

EASON J.R., VRÉ L.A. DE, SOMERFIELD S.D., HEYES J.A. (1997) Physiological changes associated with *Sandersonia aurantiaca* flower senescence in response to sugar. **Postharvest Biol Technol** 12:43-50.

ELHINDI, K.M. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life longevity and flower quality of sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.). **Photosynthetica**. v. 50 (3), p. 371-379, 2012

FARAH, M.H.; KHALIGHI, A.; KHALILBARIN, B.; AKBAR-BOOJAR, M.M.; ESHGHI, S.; ABOUTALEBI, A.; Morphological responses and vase life of *Rosa hybrida* cv. Dolcvita to polyamines spray in hydroponic system. **Annals of Biological Research**, 2012, 3 (10):4854-4859.

FOLIN, C.; CIOCALTEU, V. Tyrosine and tryptophan determination in protein. **Journal Biological Chemistry**, v.73, p.627-650, 1927.

FRANCK, C.; LAMMERTYN, J.; HO, Q. T.; VERBOVEN, P.; VERLINDEN, B.; NICOLAÏ, B. M. Browning disorders in pear fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, n. 1, p. 1-13, 2007. Review article.

FRANCO, R. E.; HAN, S. S. Respiratory changes associated with growth-regulator delayed leaf yellowing in Easter lily. **Journal American Society Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 122, n. 2, p. 117-121, 1997.

FRANCO, R.E.; HAN, S.S. Respiratory changes associated with growth-regulator delayed leaf yellowing in Easter lily. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.122, n.2, p.117-121, 1997.

FREITAS, S.T. et al. Aplicação de ácido giberélico a campo na vida de vaso de crisântemo 'Gompie-chá'. In: Mostra de Iniciação Científica, 4., 2001, Cachoeira do Sul. **Anais... Cachoeira do Sul: ULBRA**, 2001. V.4, p.184.

GARCIA, SANDRA MULLER AND MORAES, DARIO MUNT de. Efeito da espermina na qualidade fisiológica de sementes de alfaca. **Revista brasasileira sementes**. 2011, vol.33, n.4, pp. 671-679. ISSN 0101-3122.

GIANNOPOLITIS, C.N. E RIES, S.K. Superoxide Dismutases: I. Occurrence in Higher Plants. **Plant Physiology**, v. 59, n. 2, p. 309-314. 1977.

GOVAERTS e FRODIN DG (2002) World checklist and bibliography of Araceae (and Acoraceae). **Kew Publishing**. 560p.

HALEVY, A. H.; DILLEY. D. R.; WIHWER, S. H. Senescence inhibition and respiration induced by growth retardants an N6-benzyladenine. **Plant Physiology**, v.91, p.1085-1089, 1966.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks. Washington: Department of Agriculture, **Agricultural Research Service**, 1988 136p. (Agricultural Handbook, Number 66).

HAVIR, E.A. E MCHALE, N.A. Biochemical and development characterization of multiples forms of catalase in Tobacco-Leaves. **Plant Physiology**, v. 84, n. 2, p. 450-455. 1987.

HOLDERBAUM, D.F.; KON, T.; KUDO, T.; GUERRA, M. P. Enzymatic Browning, Polyphenol Oxidase Activity, and Polyphenols in Four Apple Cultivars: Dynamics during Fruit Development. **HortScience**, v. 45, n. 8, p. 1150-1154, 2010.

PAULL, R.E.; GOO, T. Ethylene and water stress in the senescence of cut anthurium flowers. **Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.110, p.84-88, 1985.

IMAN TALAAT, M., BEKHETA, M.A AND MAHGOUB, M.M. Physiological response of periwinkle plants (*Catharanthus roseus* L.) to tryptophan and putrescine. **Int. J. Agric. Biol.**, 2005. 7: 210-213.

JANOWSKA, B.; JERZY, M. Effect of gibberellic acid on postharvest leaf longevity of *Zantedeschia elliottiana* (W. Wats.) **Engl. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research.**, Skierniewice, v.11, n.1/4, p.69-76, 2004.

JUNQUEIRA, A. H. E PEETZ, M. S. Produção y comercialización de plantas ornamentales en Brasil. **Horticultura Internacional**, Tarragona, Espanha, ano XIV, n.55, p.16-19, jan.2007b.

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

KAKKAR, R.K. AND V.P. SAWHNEY. Polyamine research in plants: a changing perspective. **Physiol. Plant.** 116: 281–292, 2002. (A1, FI: 3,262).

LASCHI, D. et al. Efeito de ácido giberélico, GA₃ e GA₄ + GA₇, em pós-colheita de crisântemo e solidago. **Revista Brasileira de Horticultura e Ornamentais**, Campinas, v.5, n.2, p.143-149, 1999.

LEE, M. M. et al. Effects of spermine on ethylene biosynthesis in cut carnation (*Diathus caryophyllus* L.) flowers during senescence. **Journal of Plant Physiology**, London, v. 151, p. 68-73, 1997.

- LEJA, M.; MARECZEK, A.; BEN, J. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. **Food Chemistry**, v. 80, n.3, p. 303-307, March, 2003, Article.
- MARISSSEN N. 2001. Effects of pre-harvest light intensity and temperature on carbohydrate levels and vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**. 543: 331-343.
- MARSALA, J.; FERRAZ, M. V.; DA SILVA, S. H. M. G.; PEREIRA, D. DE M. G.; Post-harvest of *Anthurium andraeanum* L. cv. Apalai foliage. **Hornamental Horticulture**. V. 20, Nº.2, 2014, p. 137-142.
- MIRDEHGHAN, S.H., RAHIMI, S. Pre-harvest application of polyamines enhances antioxidants and tablemrape (*Vitis vinifera* L.) quality during postharvest period. **Food Chemistry** 196 (2016) 1040–1047.
- MIRELES-ORDAZ J.; ARELLANO-PERUSQUIA, A.; ESPINAL-CENTENO, A.; SÁNCHEZ-SEGURA, L.; ESTRADA-LUNA, A.; CRUZ-RAMÍREZ, L. A.; Reprogramación celular de embriones de *Anthurium andraeanum* por fitohormonas para micropropagación massiva. **Nova Scientia**. V. 7, n. 15, 2015, p, 49 – 67.
- MOSCHOU P. N., WU J., CONA A., TAVLADORAKI P., ANGELINI R., ROUBELAKIS-ANGELAKIS K. A. (2012). The polyamines and their catabolic products are significant players in the turnover of nitrogenous molecules in plants. **J. Exp. Bot.** 63, 5003–5015 10.1093.
- NOMURAI. E. S.; FUZITANI, E. J.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; Soluções de condicionamento em pós-colheita de inflorescências de antúrio. **Rev. Ceres** v.61 n.2 Viçosa Mar./Apr. 2014.
- NOWAK, J., RUDNICKI, R.M. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. **Portland**: Timber Press, 1990. 210p.
- OLIVEIRA, M. J. G. de. **Tecnologia pós-colheita de Heliconia spp.** Universidade Estadual de 1996, 108 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- PANDEY, R. K. et al. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. **Agricultural Water Management**, London, v. 46, p. 1-13, 2000.
- PAULL, R.E. *Anthurium (Anthurium andraeanum)* vase life evaluation criteria. **HortScience**, v.17, n. 4, p.606-607, 1982.

- PIETRO J; MATTIUZ BH; MATTIUZ CFM; RODRIGUES TJD. 2012. Manutenção da qualidade de rosas cortadas cv. Vega em soluções conservantes. **Horticultura Brasileira** 30: 64-70.
- RAZEM, F.A., BARON, K., HILL, R.D., 2006. Turning on gibberellin and abscisic acid signaling. **Curr. Opin. Plant Biol.** 9, 454–459.
- REIS, S. V. **Soluções de pulsing e de manutenção pós-colheita de flores de corte.** 2009. 79 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras. Lavras.
- RUBINOWSKA, K., MICHAŁEK, W. Influence of putrescine on leaf senescence of *Helianthus annuus* L. potted plants. Horticulture and Landscape Architecture, n° 30, 2009: 57–65.
- SABEHAT, A.; ZIESLIN, N. Promotion of Postharvest Increase in Weight of Rose (Rosa X Hybrida cv. Mercedes) Petals by Gibberellin. *Plant Physiol.* Vol. 145. pp. 296-298 (1995).
- SALEHI, S. A.; ABBAS, M. G., RAHBARIAN, P. Interaction Effect of Salicylic Acid and Putrescine on Vase life of Cut Narcissus Flowers. **Int J Adv Biol Biom Res.** 2013; 1(12):1569-1576
- SHAHRI. W.; TAHIR, I.; ISLAM, S. T.; BHAT, M. A. Physiological and biochemical changes associated with flower development and senescence in so far unexplored *Helleborus orientalis* Lam. cv. Olympicus. **Physiol Mol Biol Plants.** 2011 Mar; 17(1): 33–39.
- SHANAHAN, J.F., EDWARDS, I.B., QUICK, J.S. E FENWICK, J.R. Membrane thermostability and heat tolerance of spring wheat. **Crop Sci.**, v. 30, p. 247–251. 1990.
- SILVA, E. **Estudos da atividade enzimática da polifenoloxidase e da peroxidase em algumas frutas e hortaliças in natura e processadas.** 1981. 108 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos). Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- SILVA, F. DE A. S. E. e AZEVEDO, C. A. V. de. A New Version of The Assistat Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2006. p.393 - 396.
- SIMÕES, A. N.; MOREIRA, S. I.; MOSQUIM, P. R.; SOARES, N. F. F.; PUSCHMANN, R. Effect of conservation temperature on quality and phenolic metabolism of intact and minimally processed kale leafs. **Acta Scientiarum**, v. 37, n. 1, p. 101-107, 2015.

- SINGH P; DHADUK BK; CHAWLA SL. Standardization of growing medium for anthurium cv. Flame under protected conditions. **Indian Journal of Horticulture** v.68: p. 86-90, 2011.
- SKUTNIK, E. LUKASZEWSKAA, A.; SEREKB, M.; RABIZAA, J. Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica*. **Postharvest Biology and Technology**, v.21, n.2, p.241-246, 2001.
- TEIXEIRA, J. B.; Marbach, P. A. S. **Fitormônios**. Universa, v. 8, n. 1, p. 101,132, 2000.
- TERAO, D.; CARVALHO, A. C. P. P.; BARROSO, T. C. S. F. **Flores Tropicais (Tropical flowers)**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 225p.
- TOMBOLATO, A. F. C. et al. **O cultivo de antúrio: produção comercial**. Campinas: IAC, 2002. 47 p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, n. 194).
- VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- ZIESLIN, N.; AGBARIA, H.; ZAMSKI, E. Involvement of gibberellins in development and senescence of rose flowers. **Acta Horticulturae**, v.751, p. 441 – 54, 2007.