



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**  
**CÂMPUS DE GURUPI**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**JAROSANA NUNES CARDOSO**

**EFEITOS DE SUBSTRATOS NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE**  
***GRAPTOPETALUM PARAGUAYENSE* (N.E.BR) E. WALTER**

**Gurupi (TO)**

**2021**

**JAROSANA NUNES CARDOSO**

**EFEITOS DE SUBSTRATOS NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE  
*GRAPTOPETALUM PARAGUAYENSE (N.E.BR) E. WALTER***

Monografia apresentada à UFT- Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma, sob orientação da Prof. (a) Susana Cristine Siebeneichler.

Orientadora: Dr. Susana Cristine Siebeneichler

Gurupi (TO)

2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

C268e Cardoso, Jarosana Nunes.

Efeitos de substratos no crescimento de mudas de *Graptopetalum Paraguayense* (n. e. br) e. Walter. / Jarosana Nunes Cardoso. – Gurupi, TO, 2021.

30 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2021.

Orientadora : Susana Cristine Siebeneichler

1. Suculenta. 2. Compostos orgânicos. 3. Planta fantasma. 4. Propagação de plantas. I. Título

**CDD 630**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

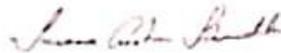
JAROSANA NUNES CARDOSO

**EFEITOS DE SUBSTRATOS NO CRESCIMENTO DE MUDAS  
DE *GRAPTOPETALUM PARAGUAYENSE* (N.E.BR) E. WALTER**

Monografia apresentada e avaliada à UFT-  
Universidade Federal do Tocantins – *Campus*  
Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma e aprovada  
em sua forma final pelo Orientadora e pela Banca  
Examinadora.

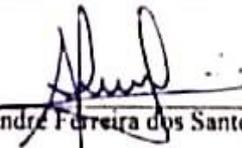
Data de aprovação 14/12/2021

Banca examinadora



---

Prof. Dr. Susana Cristine Siebeneichler, Orientadora, UFT



---

Prof. Dr. Andre Ferreira dos Santos, Examinador, UFT



---

Prof. Dr. Clóvis Maurílio de Souza, Examinador, UFT

---

Marcia Fernanda Rocha Santos.  
Engenheira agrônoma. Márcia Fernanda Rocha Santos, Examinadora

Dedico este trabalho a Deus, pela sua graça e misericórdia em minha vida. Aos meus saudosos pais, Bráz Nunes Cardoso e Maria Rodrigues Cardoso (inmemorian). À Gefferson Fernando da Silva e Suzane Nunes Cardoso Silva por estarem ao meu lado dando apoio e suporte a cada etapa da minha vida. Aos meus irmãos pelo apoio e incentivo. Pr. Célio Arcanjo Mesquita e sua família, Mara Lúcia Mesquita Pinto (in memorian) e Iury Mesquita Silva, Eliana Maria Mesquita Silva e família; Ecimar Rodrigues Cardoso (in memorian); Fernando Nunes Cardoso e família; Luciana Nunes Cardoso Santos e família; e também meus tios em especial à Natália Quirino Leite e família e todos os demais familiares, sobrinhos, primos e amigos. Aos professores e discentes da universidade federal do Tocantins campus de Gurupi, em especial minha orientadora Prof. Dra. Susana Cristine Siebeneichler. Muito obrigada!

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser Deus na minha vida. À Jesus Cristo minha fonte de vida e pedra fundamental da minha existência e ao Espírito Santo de Deus, meu melhor amigo. Digníssima Trindade, amo vocês, muito obrigada!

Agradeço à minha família, aos professores e em especial a Prof. Dra. Susana Cristine Siebeneichler, minha orientadora, uma mestra exemplar.

Agradeço à Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi que me acolheu e me encheu de conhecimentos, abrindo horizontes e deixando meu mundo mais colorido e cheio de esperanças. muito obrigada!

Agradeço a todos os professores, doutores e mestres que me passaram conhecimentos, através de cada disciplina que foram degraus sendo conquistados em cada período da graduação, espero aplicar na vida prática todo o conhecimento adquirido em aula. muito obrigada!

Às agrônomas Jéssica Gomes de Castro, Márcia Fernanda Rocha Santos, Angélvia, Patrícia, Divina Dálith, que muito contribuíram na minha formação e demais colegas de turma que contribuíram também de alguma forma com a minha formação acadêmica. muito obrigada!

Ao Raffael Batista Marques, Jakelline Barbosa, Jussana, Hilanna, Lucas Eduardo, Débora Thaís, Eliane, Ricardo Milhomem, Tânia Sakai, Izabela, Nadilane, Lisandra, Ediléu Aires, Adelúcia, Lara Rythelle, Regimônia, Nivaldo Jr, Guilherme Barros, Cauê Olivato, Marcus Flor, Paula, Dhanyella Fernanda, e todos os outros que contribuíram sendo amigos e incentivando nessa formação. Muito obrigada! Que Deus abençoe a cada um e prospere a todos!

## RESUMO

As suculentas estão entre as plantas ornamentais preferidas pelos brasileiros, e a *Graptopetalum paraguayense* (N.E. Br) E. Walter, conhecida popularmente como plantafantasma, destaca-se como umas das preferidas. Com o objetivo de avaliar o crescimento do *G. paraguayense* para obtenção de plantas com alto nível comercial e que atenda a preferência da população da região Tocantins, utilizando explante em forma de muda, seis tipos de substratos foram testados. O experimento foi conduzido em uma bancada suspensa, no Viveiro Viva Flores, coberto com plástico transparente e tela de 50% de sombreamento situado na cidade de Gurupi-TO, entre os dias 29 de agosto a 13 de novembro do ano de 2021. O delineamento do experimento foi de bloco casualizados, utilizando seis tipos substratos (Terra preta; Terra preta + areia lavada; Terra preta + areia + esterco bovino; Terra preta + casca de arroz carbonizada+ esterco bovino; Substrato Nova Planta; Substrato ouro negro, para cactos e suculentas). As variáveis mensuradas foram: altura, número de folhas, diâmetro do caule, comprimento da raiz, volume da raiz, massa seca da raiz, da parte aérea e a total; e os teores de pigmentos cloroplastídicos e antocianinas. O experimento permite concluir que o cultivo de *Graptopetalum paraguayense* (N.E. Br) E. Walter., foi influenciado positivamente pelo substrato Nova Planta obtendo-se mudas de porte ideal e melhor quantidade de folhas para formação de rosetas, já o substrato comercial (Ouro Negro) devido a sua textura foi o substrato que menos favoreceu o desenvolvimento das mudas.

**Palavras-chave:** Suculenta. Compostos orgânicos. Planta fantasma.

## ABSTRACT

Succulents are among the ornamental plants preferred by Brazilians, and *Graptopetalum paraguayense* (N.E. Br) E. Walter, popularly known as ghost plant, stands out as one of the favorites. With the objective of evaluating the growth of *Graptopetalum paraguayense* (N.E. Br) E. Walter to obtain plants with a high commercial level and that meets the preference of the population of the Tocantins region, using explant in the form of a seedling, six types of substrates were tested. The experiment was carried out on a suspended bench, at Viveiro Viva Flores, covered with transparent plastic and 50% shading screen located in the city of Gurupitá, between August 29 and November 13, 2021. The design of the experiment was a randomized block, using six types of substrates (Terra preta; Terra preta + washed sand; Terra preta + sand + bovine manure; Terra preta + carbonized rice husk + bovine manure; Nova Planta Substrate; Black gold substrate, for cacti and succulents). The variables measured were: height, number of leaves, stem diameter, root length, root volume, root, shoot and total dry mass; and the levels of chloroplast pigments and anthocyanins. The experiment allows to conclude that the cultivation of *Graptopetalum paraguayense* (NE Br) E. Walter., was positively influenced by the substrate Nova Planta, obtaining seedlings of ideal size and better amount of leaves for the formation of rosettes, while the commercial substrate (Ouro Negro) due to its texture was the substrate that least favored the development of seedlings.

**Keywords:** Succulent. Organic compounds. Phantom plant.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vasos com explantes tipo mudas .....	16
Figura 2 - Plantas separadas pelos tratamentos e homogeneidade dentro dos blocos, vista frontal (A), vista superior (B).....	19
Figura 3 - Tratamentos avaliados durante o experimento .....	19
Figura 4 - Mensuração do comprimento de <i>Graptopetalum paraguayense</i> .....	20
Figura 5 - Pesagem das folhas para determinação antocianinas e clorofilas, (A) folhas separadas para a pesagem; (B) pesagens dos materiais .....	21
Figura 6 - Agrupamentos das plantas nos blocos (A); Maceração das folhas das amostras para quantificação da antocianina (B); incubação por 12 horas com solução extratora (C); Filtragem da solução para leitura no espectrofotômetro (D) .....	22
Figura 7 - Altura (A) e Comprimento de raiz (B) das mudas de <i>Graptopetalum paraguayense</i> em função de diferentes substratos .....	24
Figura 8 - Diâmetro de <i>Graptopetalum paraguayense</i> em função de diferentes substratos .....	25
Figura 9 - Médias de número de folhas em plantas de <i>Graptopetalum paraguayense</i> cultivadas em seis substratos diferentes.....	26
Figura 10 - Teor de Clorofilas A (A), Clorofila B (B), carotenóides (C) e Antocianinas (D) em plantas de <i>Graptopetalum paraguayense</i> cultivadas em diferentes substratos .....	27
Figura 11 - Plantas de <i>Graptopetalum paraguayense</i> cultivadas em seis diferentes substratos	28
Figura 12 - Plantas de <i>Graptopetalum paraguayense</i> cultivadas em residências .....	28
Figura 13 - Massa seca: Raízes (A); Caule (B); Folhas (C) em plantas de <i>Graptopetalum paraguayense</i> cultivadas em seis substratos .....	29
Figura 14 - Massa seca parte aérea (A) e massa seca total (B) de <i>Graptopetalum paraguayense</i> cultivada em diferentes substratos .....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição dos substratos e suas devidas proporções utilizadas nos experimentos .....	17
Tabela 2 - Análises dos substratos e suas composições de nutrientes.....	17
Tabela 3 - Análise do substrato composto.....	18

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As suculentas são plantas que através dos caules e folhas retém líquido, estando presentes e em famílias como Crassulaceae, Cactaceae, Apocynaceae e Asphodelaceae essas plantas em sua maioria são voltadas para mercado de paisagismo como plantas ornamentais (CORRÊA et al., 2021). A suculência dessas plantas é devida ao desenvolvimento do parênquima aquífero que são suas células especializadas em armazenar água que ocorre nas folhas caules e raízes, possuindo células alongadas e paredes finas, tendo um grande vacúolo onde fazem o acúmulo de água, e substâncias que aumentam a capacidade de absorção e retenção de água. Elas são plantas geralmente encontradas em ambientes secos e salinos (ARENAZA, 2019; FERRI, 1983; RIBEIRO; AOYAMA, 2015).

As suculentas possuem 57 famílias de plantas, entre as espécies encontradas está a *Graptopetalum paraguayense* que foi descoberta em New York em 1904, onde posteriormente foi verificado que ela é originalmente nativa de Tamaulipas, México. Popularmente conhecida como planta fantasma, planta Mãe-de-Pérola, *Echeveria pavão*, *Echeveria paraguayenses*. Ela é conhecida pelas suas folhas acinzentadas, suas rosetas podem crescer de 9 a 25 cm, possuindo uma forma espiral simétrica e no ciclo primavera verão chegar a possuir flores brancas com manchas vermelhas (ARENAZA, 2019; UAGB, 1996). A principal característica da *G. paraguayense* é o formato de rosa, tendo sua coloração variando conforme a luminosidade local devida ser uma planta tanto de meia sombra quanto sol pleno (CAMPISTA; MOREIRA, 2020).

Com a ocorrência da pandemia no ano de 2020 o setor de flores e plantas ornamentais sofreu alta dos custos de produção, no entanto mesmo assim no mesmo ano a oferta era suficiente. Segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura-Ibraflor (2021), o setor teve um crescimento de 10% em 2020, fato este justificado pela mudança comportamental da população, havendo um maior interesse por plantas ornamentais durante o isolamento social.

Do volume total de plantas ornamentais produzidas no Brasil 97% são comercializadas no mercado interno, sendo assim os brasileiros os principais consumidores da produção nacional, sendo os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e os demais consumidores tendo um consumo médio de 40 reais em 2014 em compra de plantas ornamentais, tendo um faturamento de 248,551 milhões com mudas, sementes e bulbos e assim como em substratos que representam 19% faturados com vendas nas fazendas, já para os substratos a participação é de 13% o que seria um faturamento de 171 milhões (JÚNIOR et al., 2015).

Existe no mercado uma ampla diversidade em relação ao tipo e à proporção de insumos

utilizados na preparação do substrato para o cultivo de suculentas. Desta forma o substrato pode ser composto de apenas um insumo ou da mistura de dois ou mais insumos, ou pode-de já adquirir um substrato comercial pronto para utilização, desde que este substrato seja nutrido de características físico-químicas que possibilite o adequado desenvolvimento da planta, sanitizados e que supram todas as necessidades nutricionais da planta, manutenção da água na faixa adequada, pH ideal, etc. ALMEIDA *et al.* (2016) ao estudarem a propagação de *Echeveria elegans* Rose em substratos observaram que estas plantas desenvolveram melhor a parte aérea e raiz em substrato tendo maior proporção de areia e húmus em relação a substratos com maior proporção de matéria orgânica.

Algumas plantas ornamentais são de interesse comercial devido a vasta variação na forma de suas folhas, diversificação do tamanho e coloração, e sob variação de luz e temperatura podem fazer a cor da folha dessas plantas mudar, como é o caso das suculentas. Alguns produtos podem ainda fazer as suculentas acelerarem o crescimento vegetativo, além de induzirem alteração da pigmentação das cores das folhas. Esses produtos podem ocasionar estresse e mudanças na clorofila e quantidade de antocianinas, mas essas mudanças aumentam o valor ornamental das suculentas, logo é necessário achar insumos como produtos químicos e substratos nas medidas adequadas para mudança da coloração das suculentas e assim aumentar o seu valor ornamental (MA *et al.*, 2019).

Essas mudanças de coloração são devido a biossíntese de metabólitos secundários como carotenóides e antocianinas, os quais são os principais responsáveis pela reflexão de cores como vermelhas e roxas das folhagens de plantas ornamentais como a *Solenostemon scutellarioides* (CARDOSO, 2020). As antocianinas atraem polinizadores e frugívoros e tem papel na repelência de herbívoros e parasitas devido elas servirem como sinais visuais para os herbívoros como indicativo de metabólitos tóxicos e alimento impalatáveis, além das suculentas imitarem estruturas defensivas, as antocianinas nas plantas podem atuar tanto defensivamente como fisiologicamente, na antioxição e resistência a temperaturas baixas (LEV-YADUN; GOULD, 2009; ZHANG *et al.*, 2019).

A coloração das folhas na estação de outono em países de clima temperado ajuda na recuperação de nitrogênio foliar, tendo a proteção dos cloroplastos que ficam em degradação devido às antocianinas que tem o efeito de fotooxidação. As antocianinas biossintetizadas nos brotos na estação de outono são benéficas para as folhas senescentes, assim como ajudam nas defesas dessas plantas (COLEY; BARONE, 1996; LEV-YADUN; GOULD, 2009; ROLSHAUSEN; SCHAEFER, 2007).

Os benefícios da utilização de substratos adequados para as suculentas são grandes e

para a propagação e crescimento da *Graptopetalum paraguayense* não seria diferente, esse trabalho foi realizado visando avaliar o substrato que atendesse ao interesse ornamental dos produtores e consumidores de *G. paraguayense*, sendo um substrato que favoreça as mudanças de coloração morfológicas, e que não causasse estresses severos nas plantas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Esse experimento foi conduzido em uma bancada suspensa, no viveiro viva flores, coberta com plástico transparente e tela de 50% de sombreamento situado na cidade de GurupitO, entre os dias 29 de agosto e 13 de novembro do ano de 2021. Para a execução desse trabalho, foram utilizados explantes (segmentos foliares do tipo folhas adultas) de *Graptopetalum paraguayense* (N.E. Br) E. Walter, em 72 vasos de plásticos com a capacidade de 150 ml, foram plantados os explantes em forma mudas vindo de uma matriz com tamanho variando entre 0,5 e 3,9 cm de altura. (As mudas foram separadas por tamanho e os vasos organizados em quatro blocos com 18 plantas e três repetições de cada tratamento por bloco: tamanho pequeno: bloco 3, médio: bloco 2 e 4 e grande: bloco 1).

**Figura 1** - Vasos com explantes tipo mudas



Fonte: Cardoso (2021).

O delineamento do experimento foi de blocos casualizados, com 3 explantes de muda por bloco, utilizando seis formulações de substratos, sendo que esses substratos foram preparados no momento da implantação dos experimentos. Os substratos utilizados estão descritos abaixo conforme a tabela 1.

**Tabela 1** - Composição dos substratos e suas devidas proporções utilizadas nos experimentos

Substratos	Siglas	Proporção
Terra preta	TP	
Terra preta + areia lavada	TPA	1:1
Terra preta + areia lavada + esterco bovino	TPAE	2:1:1
Terra preta + casca de arroz carbonizada + esterco bovino	TPCE	2:1:1
Substrato Nova Planta	SNP	
Substrato Ouro Negro	SC	

Fonte: Cardoso (2021).

**Tabela 2** - Análises dos substratos e suas composições de nutrientes

Determinação	Unidade	5a Aproximação	TP	TPA	TPAE	TPCE	SNP	SC
P meh		30,1-45	32,1	27,2	117,3	114,5	216,9*	76,6
K	mg.dm <sup>-3</sup>	71-120	28	41	636*	532*	10688*	384
S (argila 15 – 35)		3-9	3	9	20	17	45*	6
Ca		2,41-4	1,5	1,3	4,3	4	6,8	6,4
Mg	cmolc-dm <sup>-3</sup>	1,01-2	0,5	0,4	1,9	1,8	4,4	1,7
Al		0	1	0,60	0	0	0	0
H+Al		0	5,20	3,10	2,80	3,10	2,80	1,60
B		0,61-0,90	0,25	0,23	0,87*	0,72*	2,27*	0,87
Cu		1,3-1,8	1,1	0,7	0,6	0,9	1,3	0,2
Fe	mg.dm <sup>-3</sup>	31-45	30	27	26	27	32	12
Mn		9-12	1,5	2,6	5,1	6,4	4,6	0,7
Zn		1,6-2,2	0,7	0,8	2,5	2,5	8,9	10,7
M.O	dag.kg <sup>-1</sup>	4,01-7	2,6	2,8	3,4	3,1	5,1	6,5
C.O		2,33-4,06	1,5	1,6	2	1,8	3	3,8
SB	cmolc-dm <sup>-3</sup>	3,61-6	2,07	1,80	7,83	7,16	13,93	9,08
CTCt		4,61-8	7,27	4,90	10,63	10,26	16,73	10,68
V		60,1-80	28	37	74	70	83	85
m	%	0	33	25	0	0	0	0
Argila		-	30	15	20	35	17,5	8,8
Areia		-	60	80	72,5	57,5	75	86,2
Classificação			Média	Arenosa	Média	Média	Média	Arenosa
pH CaCl <sub>2</sub>		5-5,5	4,5	4,4	5	4,9	5,3	5,6

Fonte: Cardoso (2021).

**Tabela 3** - Análise do substrato composto

Determinação	Unidade	5a Aproximação	Substrato Composto
P meh		30,1-45	150,5
K	mg.dm <sup>-3</sup>	71-120	72
S (argila 15 – 35)		3-9	25
Ca		2,41-4	11,9
Mg	cmolc-dm <sup>-3</sup>	1,01-2	1,2
Al		0	0,30
H+Al		0	2,20
B		0,61-0,90	0,23
Cu		1,3-1,8	1,2
Fe	mg.dm <sup>-3</sup>	31-45	83
Mn		9-12	14,7
Zn		1,6-2,2	7,6
M.O		4,01-7	5,7
C.O	dag.kg <sup>-1</sup>	2,33-4,06	3,3
SB		3,61-6	13,28
CTCt	cmolc-dm <sup>-3</sup>	4,61-8	15,48
V		60,1-80	86
m	%	0	2
Argila			100
Areia			850
Classificação			Média
pH CaCl <sub>2</sub>	-	5-5,5	5

Fonte: Cardoso (2021).

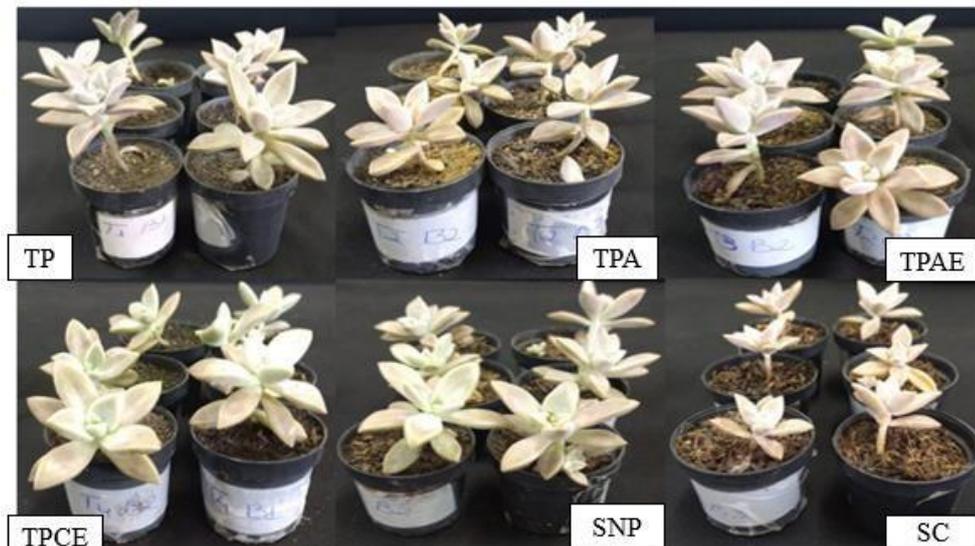
Os explantes do experimento foram mantidos em condições hídricas adequadas para a espécie, mantendo-se o substrato úmido. O experimento foi encerrado aos 76 dias após o plantio (DAP). As amostras foram levadas para a Universidade Federal do Tocantins- UFT, onde realizou-se a nova seleção e foram agrupadas em 3 blocos com seis amostras de cada substrato em cada bloco e depois todas passaram pelo processo de mensuração de dados, no dia das suas respectivas coletas.

**Figura 2** - Plantas separadas pelos tratamentos e homogeneidade dentro dos blocos, vista frontal (A), vista superior (B).



Fonte: Cardoso (2021).

**Figura 3** - Tratamentos avaliados durante o experimento.



Fonte: Cardoso (2021).

As variáveis mensuradas foram Altura (ALT), medida com régua milimétrica do nível do substrato até a folha mais alta, Diâmetro do Coleto (DC), medido com um paquímetro digital, para mensuração do comprimento da raiz (CR), utilizou-se régua milimetrada, Número de Folhas (NF), foram consideradas todas as folhas, volume da raiz (VR) pelo método da proveta (Arquimedes 1993).

**Figura 4** - Mensuração do comprimento de *Graptopetalum paraguayense*.



Fonte: Cardoso (2021).

Em seguida, a parte aérea e as raízes foram acondicionadas em sacos de papel identificados e colocadas em estufa de secagem de circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas. Subsequentemente, foram feitas as pesagens para determinação da Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), e da Massa Seca da Raiz (MSR), em uma balança analítica de precisão (JKI), com exatidão de 4 casas após a vírgula. A massa seca total (MST) foi obtida pela soma da MSR e MSPA (Equação 1).

$$\text{MST} = \text{MSR} + \text{MSPA} \quad (1)$$

Onde: MST - massa seca total;  
MSR - Massa Seca da Raiz;  
MSPA - Massa Seca da Parte Aérea.

**Figura 5** - Pesagem das folhas para determinação antocianinas e clorofilas, (A) folhas separadas para a pesagem; (B) pesagens dos materiais



Fonte: Cardoso (2021).

Também foram coletadas duas folhas de três plantas por tratamento, escolhidas aleatoriamente, totalizando dezoito folhas, identificadas e colocadas em sacos de papel na geladeira, para posteriormente fazer a análise dos pigmentos de antocianina e clorofila. Para padronização das folhas para quantificação de clorofila A, Clorofila B e carotenóides foram feitos cortes nas folhas, eliminando-se as nervuras mais grossas, e posteriormente pesadas em balança analítica de precisão, formando amostras de 100 mg. Posteriormente as amostras foram transferidas para tubos de ensaio previamente revestidos em papel alumínio para evitar a degradação da clorofila pelo contato com a luminosidade.

Nos tubos de ensaio foram adicionados 5 ml dos respectivos extratores. Sendo realizado a quantificação dos pigmentos por espectrometria, com comprimentos de onda de 665 e 646 nm para clorofilas A, B e 470 nm para carotenóides. Após cada tempo de incubação, em temperatura ambiente, realizou-se as leituras de absorbância em espectrofotômetro digital (EduTec EEQ 9023). Para isto, parte da solução foi transferida para cubetas de vidro de 3 cm<sup>3</sup>. As equações utilizadas para o cálculo das concentrações de clorofila a, b e total foram específicas para cada solvente testado. As metodologias foram de acordo com (LICHTENTHALER, 1987).

Acetona 80%:

$$\begin{aligned} Ca &= 12,58 * A_{665} - 2,93 * A_{646} \\ Cb &= 21,14 * A_{646} - 5,09 * A_{665} \\ C \text{ total} &= 7,49 * A_{665} + 18,21 * A_{646} \\ Carot &= \frac{1000 * A_{470} - 3,27 * Ca_{646} - 104 * Cb}{198} \end{aligned} \quad (2)$$

**Figura 6** - Agrupamentos das plantas nos blocos (A); Maceração das folhas das amostras para quantificação da antocianina (B); incubação por 12 horas com solução extratora (C); Filtragem da solução para leitura no espectrofotômetro (D).



Fonte: Cardoso (2021).

## 2.1 Análise estatística

Pelo teste de Shapiro-Wilk foi verificada a normalidade dos dados e em seguida foram submetidos a análises de variância (ANOVA) com pós-teste de tukey a 5% de significância (explantes mudas). Para as variáveis anormais foi feito o teste kruskal wallis com pós-teste dunn. As análises foram realizadas no programa R versão 5.3 (TEAM, 2021) utilizado o pacote ExpDes.pt (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2021) e Package ‘dunn.test’ (DINNO, 2007), os gráficos plotados pelo software Sigmaplot versão 14 (SYSTAT, 2021).

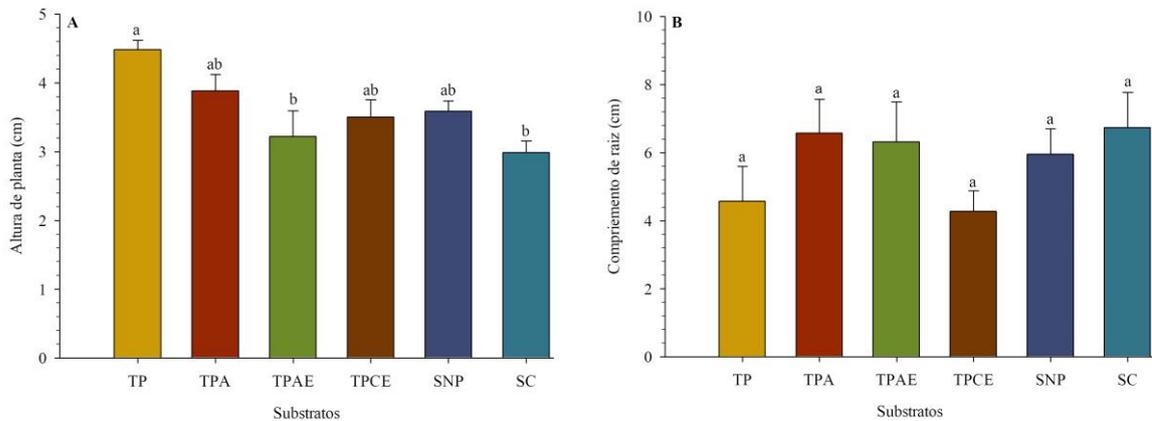
### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Conforme a tabela 2, podemos verificar que os substratos que possuíam valores de macronutrientes e micronutrientes abaixo da faixa ideal seguindo o livro 5ª aproximação para comparações de valores ideais assim os tratamentos TPAE, TPCE, SNP e SC tendo apresentado excesso de potássio; para os tratamentos TPAE, TPCE, SC o valor de fósforo dos tratamentos passaram os critérios de muito bom chegando às vezes até em excesso como no Tratamento SNP. Esses substratos possuíam pouca matéria orgânica para os tratamentos TP, TPA, TPAE e TPCE e os valores de pH ideais para maior disponibilidade de nutrientes, ficaria entre 5,5 e 6 em água ou 5 e 5,5 em  $\text{CaCl}_2$  seguindo o 5ª aproximação, assim somente os tratamentos TPAE, SNP e SC possuem pH ideal para oferta maior parte dos nutrientes na sua composição, tendo-se também o tratamento TPCE bem próximo da faixa de pH ideal para as culturas agrícolas, a faixa ideal de pH faz com os nutrientes esteja mais disponível para as plantas e deixa alumínio indisponível em pH acima de 5, alumínio que causaria toxidez às plantas presentes nos substratos TP e TPA (PREZOTTI et al., 2007).

CRISTO (2021) fala que o substrato ideal para cactos e suculentas é a terra adubada, areia lavada e pedriscos, na proporção 2:2:2. Em relação a textura do solo os tratamentos TPA e SC são substratos arenosos como mostrado na tabela 2 estando com menos de 15% de argila, é necessário fazer irrigações regulares no substrato quando ele secava totalmente por causa da sua baixa retenção água e reposição de nutrientes, mas parcelado em menores quantidades. Tendo 15% a 35% de argila os solos apresentam textura média, são solos que possuem boa drenagem e capacidade de retenção de água, nutrientes e mais maleável (ANTÔNIO, 2017).

Pela análise do teste de tukey a variável altura para as plantas do substrato TP foram as que obtiveram as maiores médias de alturas de plantas, mas não diferiram estatisticamente dos tratamentos TPA, TPCE e SNP, as menores alturas foram observadas para as plantas cultivadas no substrato contendo casca de arroz (TPAE) e no substrato Ouro Negro (SC) mas sendo estatisticamente diferente somente do TP (Figura 7A).

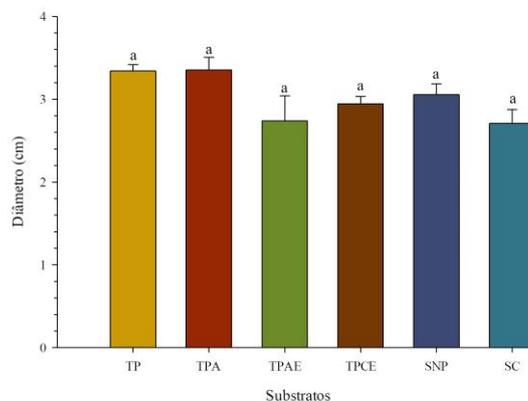
**Figura 7** - Altura (A) e Comprimento de raiz (B) das mudas de *Graptopetalum paraguayense* em função de diferentes substratos.



Fonte: Cardoso (2021). TP – Terra preta; TPA – Terra preta + Areia; TPAE - Terra preta + Areia + Esterco bovino; TPCE – Terra preta + Casca de arroz + Esterco bovino; SNP – Substrato Nova Planta; SC – Substrato comercial. As médias seguidas de mesmas letras nas variáveis não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de tukey.

As plantas produzidas nos substratos não diferiram estatisticamente entre si para a variável comprimento de raízes tendo um P-Valor maior que 0,05 (Figura 7B). Para a variável altura a única diferença estática que teve foi em relação ao substrato TP para os substratos TPAE e SC. As mudas de *G. paraguayense*, em geral, investiram mais no comprimento das raízes, do que no crescimento da parte aérea, como pode ser verificado na Figura 7B.

**Figura 8** - Diâmetro de *Graptopetalum paraguayense* em função de diferentes substratos.

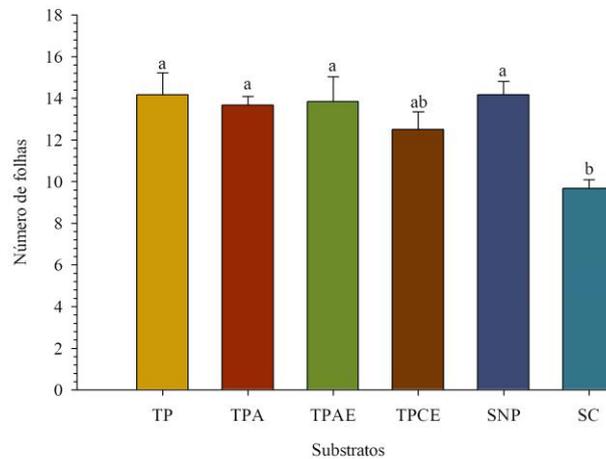


Fonte: Cardoso (2021). TP – Terra preta; TPA – Terra preta + Areia; TPAE - Terra preta + Areia + Esterco bovino; TPCE – Terra preta + Casca de arroz + Esterco bovino; SNP – Substrato Nova Planta; SC – Substrato comercial. As médias seguidas de mesmas letras nas variáveis não diferem entre si a  $p \leq 0,05$  de probabilidade, pelo teste de tukey.

Os substratos usados não alteraram o diâmetro do caule como pode ser visto na Figura 8. A razão deste resultado está relacionado a idade da muda, pois estas estavam direcionando suas reservas para a formação de folhas.

No contexto estrutural da planta é necessário um maior diâmetro de caule para sustentação das folhas (Lee et al., 1997) ainda mais em plantas como a *Graptopetalum paraguayense* onde suas folhas suculentas acumulam grandes quantidades de água, mas não teve diferenças estatísticas para essas variáveis.

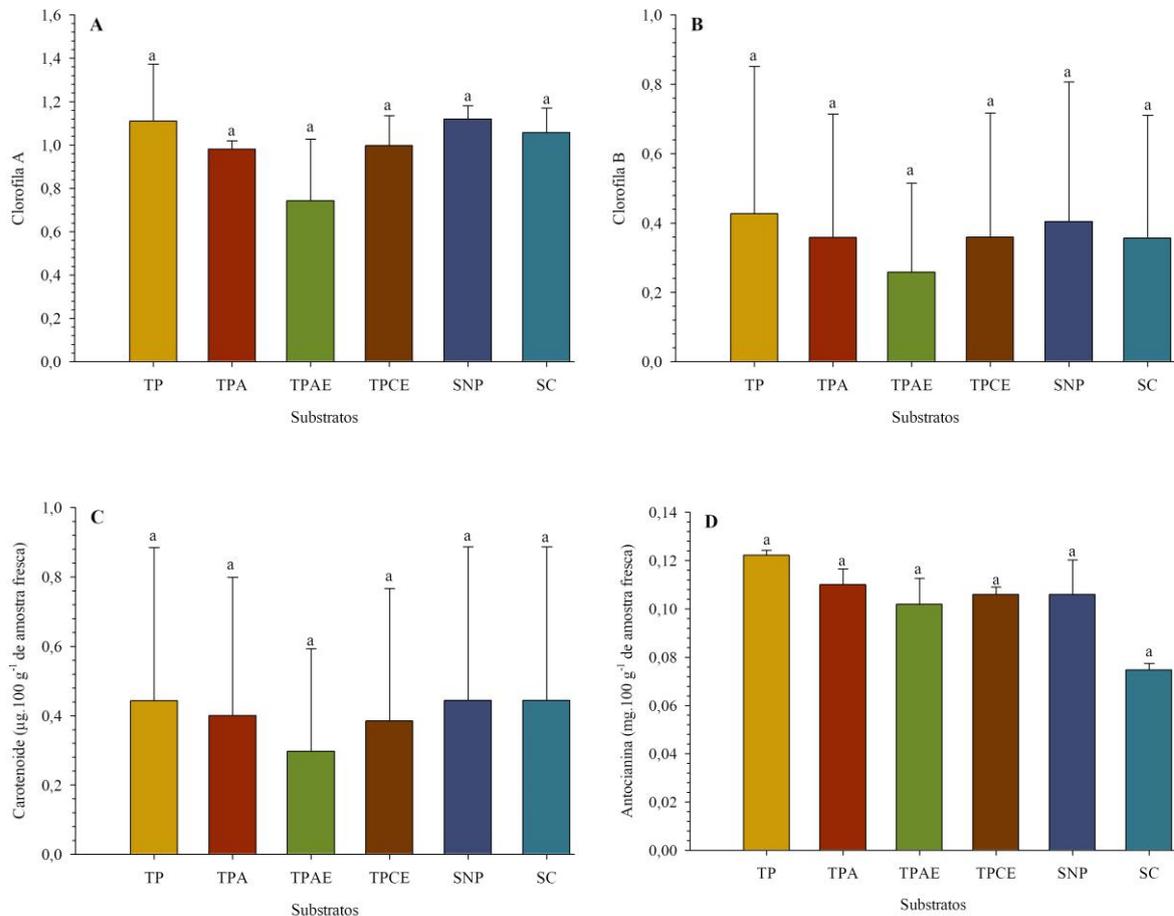
**Figura 9** - Médias de número de folhas em plantas de *Graptopetalum paraguayense* cultivadas em seis substratos diferentes.



Fonte: Cardoso (2021). TP – Terra preta; TPA – Terra preta + Areia; TPAE - Terra preta + Areia + Esterco bovino; TPCE – Terra preta + Casca de arroz + Esterco bovino; SNP – Substrato Nova Planta; SC – Substrato comercial. As médias seguidas de mesmas letras nas variáveis não diferem entre si a  $p \leq 0,05$  de probabilidade, pelo teste de tukey.

No número de folhas de *G. paraguayense* não diferiu entre os substratos com exceção para as plantas do substrato ouro negro, que apresentou a menor quantidade de folhas sem diferir das plantas do substrato com casca de arroz (Figura 9).

**Figura 10** - Teor de Clorofilas A (A), Clorofila B (B), carotenóides (C) e Antocianinas (D) em plantas de *Graptopetalum paraguayense* cultivadas em diferentes substratos



Fonte: Cardoso (2021). TP – Terra preta; TPA – Terra preta + Areia; TP AE - Terra preta + Areia + Esterco bovino; TPCE – Terra preta + Casca de arroz + Esterco bovino; SNP – Substrato Nova Planta; SC – Substrato comercial. As variáveis não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste kruskal wallis com pós-teste dunn a 5% de significância, exceto para antocianina.

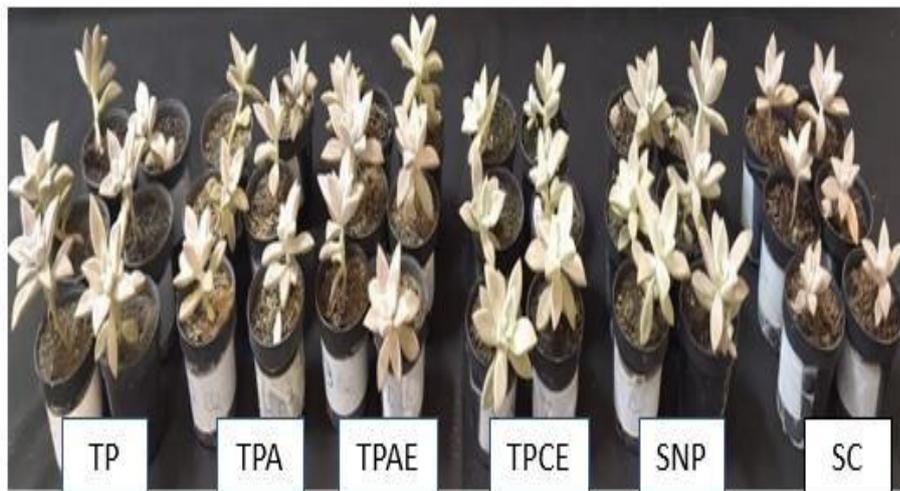
As Clorofilas A e B, Carotenóides extraídas das folhas de *G. Paraguayense* não foi significativamente influenciada pelos substratos utilizados. No entanto, observou-se que houve uma tendência as mudas produzidas no substrato com terra preta, mais areia e esterco TP AE apresentarem menor teor destes pigmentos, Para a quantificação das Antocianinas observou-se uma diferença entre o tratamento TP e SC.

Na Figura 9 pode-se verificar que o SC teve menor quantidade de folhas e menor quantidade de antocianinas em 100 mg mas obtendo valores médios que equiparavam ao das mudas dos outros substratos para as variáveis Clorofila A, Clorofila B e Carotenóides para a quantidade em 100 mg. Este resultado pode estar ligado ao estresse que as plantas sofreram no SC o que foi visto através de uma menor quantidade de folhas e uma tendência de aumento da quantidade de carotenóides.

SILVA *et al.* (2017) em seu trabalho viu que o nível de deficiência hídrica juntamente com a condutividade elétrica do solo pode influenciar no decréscimo ou incremento de carotenóides em *Cocos nucifera* Dwarf, como visto na Tabela 2 os substratos que não tiveram excesso de algum nutriente foram somente os tratamentos TP e TPA que para maioria das variáveis estão entre as maiores médias avaliadas.

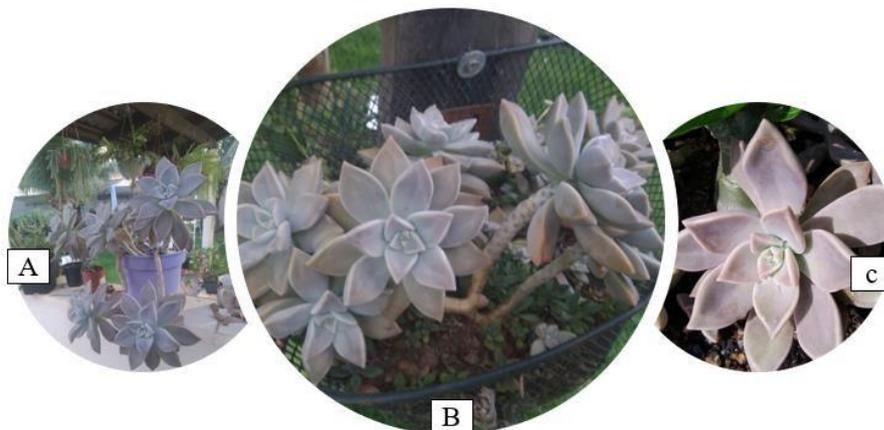
O processo de formação de carotenóides e degradação devido a ação enzimática influencia a coloração, de alguns órgãos vegetais como as folhas (Uenojo *et al.*, 2007).

**Figura 11** - Plantas de *Graptopetalum paraguayense* cultivadas em seis diferentes substratos.



Fonte: Cardoso (2021).

**Figura 12** - Plantas de *Graptopetalum paraguayense* cultivadas em residências



Fonte: Cardoso (2021).

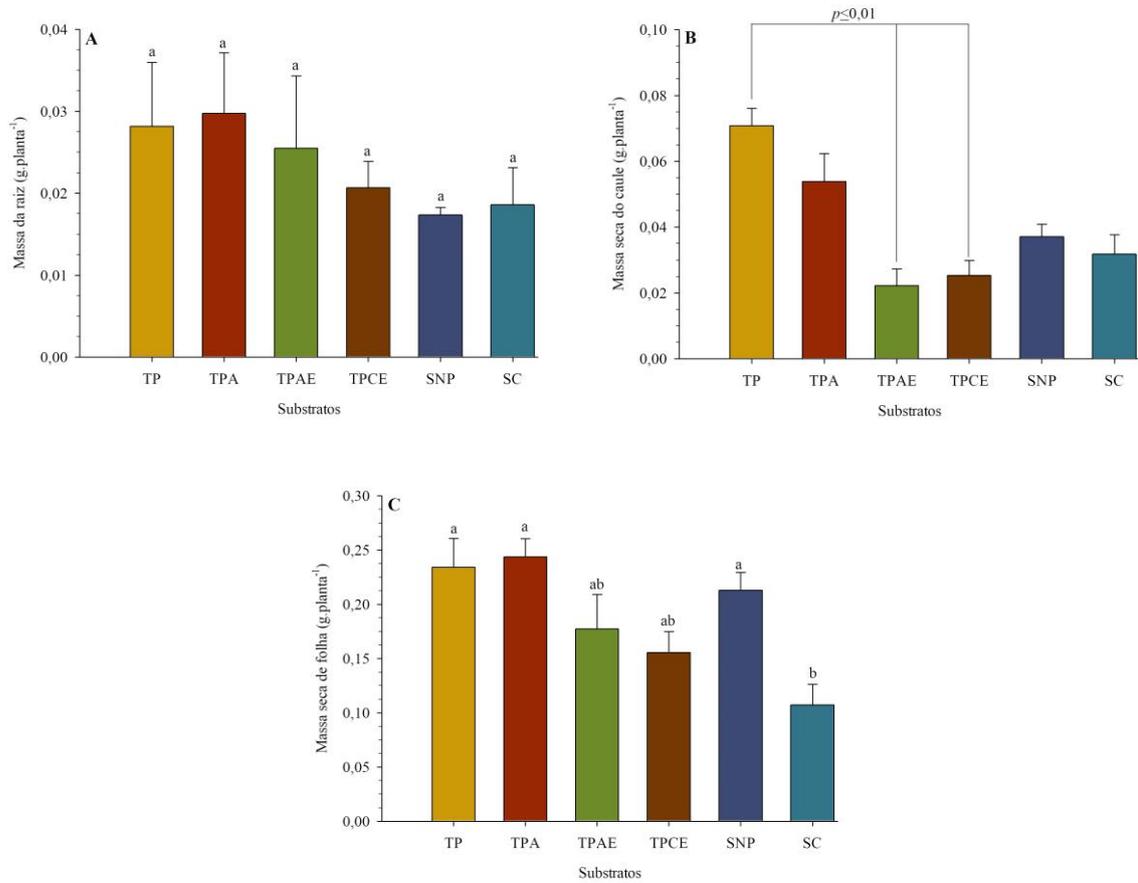
Na figura 12 podemos observar que plantas cultivadas a pleno solo a mais de 2 anos são maiores e arroxeadas, demonstrando que fatores abióticos são importantes no crescimento e no aumento da produção de pigmentos assim como na região de origem da *G. paraguayense*. figura

12A planta cultivada a meia-sombra propriedade 1, Figura 12B plantas cultivadas a pleno sol propriedade 1, figura 12C plantas cultivadas a pleno sol propriedade 2.

Os valores médios para as variáveis de massa seca das raízes não diferiram estatisticamente entre os substratos utilizados, na figura 13A, observa-se uma tendência para uma maior massa seca de raiz para os substratos TP e TPA. A massa seca do caule difere estatisticamente ( $p \leq 0,01$ ) entre as plantas produzidas em TP e as de TPAE e TPCE, a massa das demais não diferiu entre si (Figura 13B). No entanto existe uma tendência para que as plantas dos substratos TP e TPA tenham uma maior massa seca. Para a massa seca das folhas observou-se uma diferença significativa entre as plantas cultivadas em TP, TPA e SNP e o SC, o qual tem a menor massa (Figura 13C).

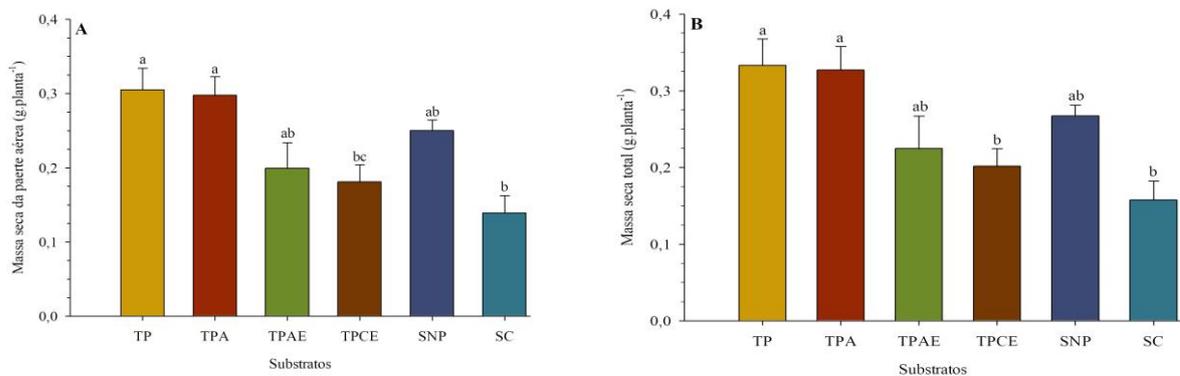
A resposta da massa seca da parte aérea e a total são similares. Para as duas variáveis as plantas produzidas em TP, TPA e SNP apresentaram valores maiores em relação às plantas produzidas em TPCE e SC (Figura 14 A e B). Este resultado demonstra que as plantas neste estágio de desenvolvimento investiram mais carbono na parte aérea da planta do que na raiz, para a qual não foi observada diferença significativa (Figura 13A).

**Figura 13** - Massa seca: Raízes (A); Caule (B); Folhas (C) em plantas de *Graptopetalum paraguayense* cultivadas em seis substratos.



Fonte: Cardoso (2021). TP – Terra preta; TPA – Terra preta + Areia; TPAE - Terra preta + Areia + Esterco bovino; TPCE – Terra preta + Casca de arroz + Esterco bovino; SNP – Substrato Nova Planta; SC – Substrato comercial. As médias seguidas de mesmas letras nas variáveis não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de tukey (C). teste kruskal wallis com pós-teste dunn a 5% de significância (B).

**Figura 14** - Massa seca parte aérea (A) e massa seca total (B) de *Graptopetalum paraguayense* cultivada em diferentes substratos.



Fonte: Cardoso (2021). TP – Terra preta; TPA – Terra preta + Areia; TPAE - Terra preta + Areia + Esterco bovino; TPCE – Terra preta + Casca de arroz + Esterco bovino; SNP – Substrato Nova Planta; SC – Substrato comercial. As médias seguidas de mesmas letras nas variáveis não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de tukey.

Os substratos TP e TPA para variáveis como massa seca radicular, comprimento radicular, volume e altura estão presentes entre os que obtiveram as maiores médias (Figura 14). Comercialmente a *G. paraguayense* chama a atenção devido ao seu formato em rosetas com folhas espessas cor azul prata, podendo ser cultivadas em forma pendente de pleno sol assim aumentando a coloração arroxeada como podemos ver na Figura 8 (ESTEVA,1981; HALLECK, 2018).

Esta planta tem uma característica muito marcante, o estiolamento quando não se encontra na luminosidade plena. Neste experimento as plantas foram cultivadas sob sombrites de 50%, o que favoreceu o estiolamento, mas pôde-se observar que além da redução da luminosidade os substratos também influenciaram o crescimento do caule (Figura 13B), reduzindo o valor comercial da planta.

O substrato comercial possuía a maior textura arenosa entre os substratos, o que fez o substrato não reter água ocasionando estresse nas mudas, podemos verificar isso através do menor número de folhas, massa seca parte aérea, massa seca total e altura de planta.

#### **4 CONCLUSÃO**

Para a produção de mudas da espécie *Graptopetalum paraguayense* o substrato Nova Planta possibilitou o desenvolvimento de plantas de porte ideal e melhor quantidade de folhas para formação das rosetas, apesar de não diferenciar estatisticamente dos outros substratos para maior parte das variáveis. O substrato comercial (Ouro Negro) devido a sua textura foi o substrato que menos favoreceu o desenvolvimento das mudas de *Graptopetalum paraguayense*.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C. D. et al. Propagação de *Echeveria elegans* Rose em diferentes substratos. *Echeveria elegans* Rose propagation in different substrates. p. 8, 2016.
- ARENAZA, G. C. Suculentas: plantas contemporâneas. **RD-ICUAP**, v. 5, n. 15, 15 set. 2019.
- CARDOSO, A. C. R. **Clorofilas e antocianinas não competem por luz sob condição de sombra**. p. 44, 2020.
- COLEY, P. D.; BARONE, J. A. Herbivory and Plant Defenses in Tropical Forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 27, n. 1, p. 305–335, 1996.
- CORREA, A. M. et al. Como cultivar plantas suculentas. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 13, n. 2, 16 nov. 2021.
- Cristo, e. De. Cactos, maravilhas de deus: botânica. [s.l.] **Editora Bibliomundi, 2021**.
- LEE, D.W. et al. **Effects of irradiance and spectral quality on seedling development of two Southeast Asian *Hopea* species**. *Oecologia*, v.110, p.1-9, 1997.
- DINNO, A. **Package ‘dunn.test’**. p. 2/7, 27 out. 2007. SYSTAT. **Systat Software GmbH**. [s.l.: s.n.]. RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>. R Core Team (2020). R: A language **and environment for** statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs(Portugues)**. [s.l.: s.n.].11 dez.2021.
- FERRI, M. G. **Botânica: morfologia interna das plantas: anatomia**. [s.l.] NBL Editora, 1983.
- JÚNIOR, J. C. DE L. et al. **Mapeamento e Quantificação Da Cadeia de Flores e Plantas Ornamentais Do Brasil**. São Paulo: OCESP, 2015.
- LEV-YADUN, S.; GOULD, K. S. Role of Anthocyanins in Plant Defence. In: WINEFIELD, C.; DAVIES, K.; GOULD, K. (Eds.). **Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications**. New York, NY: Springer, 2009. p. 22–28.
- LICHTENTHALER, H. K. [34] Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. In: **Methods in Enzymology**. Plant Cell Membranes. [s.l.] Academic Press, 1987. v. 148p. 350–382.

MA, Y. et al. Leaf Color and Growth Change of *Sedum rubrotinctum* Caused by Two Commercial Chemical Products. **HortScience**, v. 54, n. 3, p. 434–444, 1 mar. 2019.

PREZOTTI, L. C. et al. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação. 2007.

RIBEIRO, F. F.; AOYAMA, E. M. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Cryptanthus beuckeri* e *Morren* (Bromeliaceae). **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 2830–2843, 1 dez. 2015.

ROLSHAUSEN, G.; SCHAEFER, H. M. Do aphids paint the tree red (or yellow) can herbivore resistance or photoprotection explain colourful leaves in autumn? **Plant Ecology**, v. 191, n. 1, p. 77–84, 7 jun. 2007.

ROSA, A. **IBRAFLOR - Situação atual do mercado de flores e plantas ornamentais**. Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br/post/situacao-atual-do-mercado-de-flores-e-plantas-ornamentais>>. Acesso em: 27 nov. 2021.

SILVA, A. R. A. DA et al. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista agro@mbiente on-line**, v. 10, n. 4, p. 317, 5 jan. 2017.

UAGB. **The Ultimate American Gardening Book**. [s.l.] Mynah, 1996.

UENOJO, Mariana; MARÓSTICA JUNIOR, Mário Roberto; PASTORE, Gláucia Maria. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

ZHANG, Q. et al. Accumulation of Anthocyanins: An Adaptation Strategy of *Mikania micrantha* to Low Temperature in Winter. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1049, 2019.