UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ROSA-DE-PEDRA (*Echeveria elegans* Rose): ESTAQUIA FOLIAR COM ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO E SUBSTRATOS

ALINY COLETTI DUARTE

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020

ROSA-DE-PEDRA (*Echeveria elegans* Rose): ESTAQUIA FOLIAR COM ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO E SUBSTRATOS

ALINY COLETTI DUARTE
Discente de Agronomia

Orientador: PROF. JOSÉ CARLOS SORGATO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020

Ficha cartográfica

ROSA-DE-PEDRA (*Echeveria elegans* Rose): ESTAQUIA FOLIAR COM ÁCIDO NAFTALENOACÉTICO E SUBSTRATOS

por

ALINY COLETTI DUARTE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRA AGRÔNOMA.

Aprovado em: /12/2020

Prof. Dr. José Carlos Sorgato
Orientador – UFGD/FCA

Prof. Dra. Silvia Correa Santos
UFGD/FCA

Dra. Jackeline Schultz Soares
UFGD/FCA

Me. Isabella Souza Ribeiro
UFGD/FCA

Biotecnologista Jéssica Celeste Mônico Ramos
UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus mentores espirituais e meus guias por ter me instruído e me dado forças para conseguir chegar até aqui.

A minha família que me apoiou em todos os momentos de alegria e todas as minhas crises, que sempre estiveram comigo e sempre estarão.

Aos meus amigos, em especial, Gabriela Amorim, Nathália Belotto que me auxiliaram na condução do projeto e também ao Jair Henrique, que me apoiaram nos períodos críticos, tendo paciência e me ajudaram a manter a minha calma, me dando forças e mostrando que eu sou capaz de alcanças meus objetivos.

Agradeço a Isabella de Souza Ribeiro que também me ajudou com a condução do projeto, juntamente com o doutorando Luan Marlon Ribeiro que foi de suma importância me auxiliando com os dados estatísticos.

Ao professor Dr. José Carlos Sorgato e a Dra. Jackeline Schultz Soares, pela paciência, auxílio e orientações essenciais para que eu conseguisse realizar este projeto e fico grata a todo ensinamento adquirido durante o processo de elaboração do mesmo.

E também quero deixar meu agradecimento a UFGD por viabilizar a realização do experimento.

SUMÁRIO

RESUMO..... vi

ABSTRACT..... vii

1. INTRODUÇÃO..... 08

2. OBJETIVO..... 09

3. REVISÃO DE LITERATURA..... 09

4. MATERIAL E MÉTODOS..... 12

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 15

6. CONCLUSÃO..... 20

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 21

DUARTE, A. C. **Rosa-de-pedra (*Echeveria elegans* Rose): estaquia foliar com ácido naftalenoacético e substratos** 2020. 23f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Agronomia), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar as respostas morfofisiológicas do sistema radicular de estacas foliares *Echeveria elegans* Rose propagada sob diferentes substratos e concentrações de ácido naftaleno acético (ANA). O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Jardinocultura da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS, durante o período de março de 2020 a maio de 2020. Como material propagado pelo método de estaquia foi utilizado espatas de *E. elegans*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 3 x 3 (três substratos e três concentrações de ANA), com dez repetições de uma espata cada. Estas foram imersas em água destilada (0) ou em ANA (1.000 ou 2.000 mg L^{-1}), por cinco minutos. A seguir foi realizado o plantio nos seguintes substratos: areia de granulometria grossa; substrato comercial (Carolina®) e areia + vermiculita + pó de coco. Aos 60 dias após o plantio, as plantas foram avaliadas quanto às seguintes variáveis: porcentagem de sobrevivência (%SOB), comprimento da maior raiz (CMR) (mm), diâmetro das raízes (DR) (mm), massa fresca do sistema radicular (MFR) (g), massa fresca da folha (MFF) (g), largura da folha (LF) (mm), espessura da folha (EF) (mm) e comprimento da folha (CF) (mm), comprimento (CB) número (NB), diâmetro (DB) e massa fresca de brotações (MFB), além do número de folhas por brotação (NFB). Foi observado efeito significativo em todas as características avaliadas da interação substrato e auxina. As estacas que ficaram imersa em água destilada estéril e com um substrato comercial Carolina® tiveram a maior %SOB. Para CMR e MFR os maiores valores foram observados quando utilizada a mistura de substratos sem adição de ANA. Quanto aos substratos, nenhum dos maiores valores para enraizamento foi obtido quando utilizada a areia. Para a propagação foliar de *Echeveria elegans* recomenda-se a utilização dos substratos comercial Carolina® ou areia + vermiculita + pó de coco sem o emprego de ácido naftalenoacético.

Palavras-chave: Suculentas, Cultivo em substratos, Plantas ornamentais.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the impact of the morphophysiological response of *Echeveria elegans* under different substrates and contractions of naphthalene acetic acid (ANA). The work was developed in the experimental area of Jardinocultura of the Faculty of Agricultural Sciences (FCA), of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), in Dourados-MS, during the period from March 2020 to May 2020. *E. elegans* spaths were used as material propagated by the cutting method. The experimental design was completely randomized and the treatments were arranged in a 3 x 3 factorial scheme (three substrates and three concentrations of ANA), with ten repetitions of one spat each. These were immersed in distilled water (0) or in ANA (1.000 or 2.000 mg L^{-1}), for five minutes. Then planting was carried out on the following substrates: coarse-grained sand; commercial substrate (Carolina®) and sand + vermiculite + coconut powder. At 60 days after planting, the plants were evaluated for the following variables: percentage of survival (% PS), length of the largest root (LLR) (mm), root diameter (RD) (mm), fresh mass of the root system (MFRS) (g), fresh leaf weight (FLW) (g), leaf width (LW) (mm), leaf thickness (LT) (mm) and leaf length (LL) (mm), length (L) number (N), diameter (D) and fresh mass of sprouts (FMD), in addition to the number of leaves per sprout (NLB). A significant effect was observed in all evaluated characteristics of the substrate and auxin interaction. The cuttings that were immersed in sterile distilled water and with a commercial Carolina® substrate had the highest% PS. For LLR and MFRS the highest values were observed when using the mixture of substrates without adding ANA. As for the substrates, none of the highest values for rooting were obtained when using sand. For the foliar propagation of *Echeveria elegans*, it is recommended to use the commercial substrates Carolina® or sand + vermiculite + coconut powder without the use of naphthalenoacetic acid.

Keywords: Succulents, Cultivation on substrates, Ornamental plants

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com grande potencial para o cultivo de flores e plantas ornamentais. Visando expandir o conhecimento teve início um processo evolutivo pela busca por técnicas e tecnologias que tornassem o processo de cultivo mais eficaz, competitivo e rentável, resultando em produtos de melhor qualidade (ALMEIDA et al, 2016).

As plantas ornamentais destacam-se por sua aparência, textura e coloração, entre outras características e aspectos. Dessa maneira o setor brasileiro de flores e plantas ornamentais movimentou na década atual cerca de R$ 6,0 bilhões de reais (IBRAFLOR, 2017; JUNQUEIRA & PEETZ, 2018), sendo que no ano de 2019, o crescimento desse setor apresentou entre 7 e 8% em relação ao ano anterior (BOEHM, 2018).

Famosas não só pela beleza, mas também por serem consideradas de fácil cultivo, as suculentas alcançaram grande popularidade entre os brasileiros. A *Echeveria elegans Rose*, popularmente conhecida como rosa de pedra, bola-de-neve-mexicana, *echeveria*, *Mexican Gem*, *Hen* ou *Chicks*, é uma suculenta de formato gráfico que se assemelha a uma rosa tradicional. Sua coloração é exótica e cresce com relativa rapidez (STUMPF, 2018).

Na produção dessa espécie alguns fatores demandam maior atenção, tais como o uso de substratos adequados para a propagação (FONSECA et al., 2017) e a utilização de reguladores de crescimento (CARRASCOSA et al., 2016). Vários materiais podem ser utilizados como substratos com o objetivo de garantir o melhor crescimento e desenvolvimento do material vegetal, uma vez que estes podem influenciar as respostas fisiológicas das plantas. Dentre os mais utilizados para produção e cultivo de plantas ornamentais estão: turfa, vermiculita, areia, casca de arroz carbonizada, serrapilheira, compostos orgânicos, solo mineral e misturas, entre outros (KÄMPF, 2006; FONSECA et al. 2017).

Uma das formas de propagação utilizada em plantas suculentas é a estaquia, sendo que o enraizamento destas pode ser influenciado pela auxina tanto endógena quanto exógena. Na estaca, a auxina é produzida endogenamente nas regiões de crescimento, como ápices caulinares, gemas e folhas, porém esta substância indutora da formação de raízes pode ser abundante, escassa ou mesmo ausente no interior da planta, de acordo com

a condição fisiológica e genética da estaca, bem como da época do ano de propagação (LORENZI, 2008; PIZZATTO et al., 2011).

A propagação pelo método de estaquia é uma metodologia consagrada e o conhecimento técnico e científico no que diz respeito ao uso de substratos e auxinas nesse método ainda é restrito a algumas espécies de plantas ornamentais. Assim, com intuito de verificar a influência desses fatores no enraizamento e brotação de *E. elegans* foi conduzido um estudo prático.

2 OBJETIVO

Avaliar as respostas morfológicas de estacas foliares de *Echeveria elegans* Rose propagadas sob diferentes substratos e concentrações de ácido naftalenoacético (ANA).

3 REVISÃO DE LITERATURA

A espécie *Echeveria elegans* Rose (Figura 1), ou rosa de pedra, é originária do México. Pertencente à família Crassulaceae, apresenta ciclo de vida perene, e seu porte varia entre 15 e 20 cm de altura e entre 5 e 20 cm de diâmetro. Possui flores róseas em hastes, podendo atingir até 30 cm de altura e floresce principalmente nos meses mais quentes do ano. Por possuir folhas espatuladas, voltadas para cima, organizadas em forma de uma roseta verde azulada, espessas e cerosas, com detalhes brancos quase transparentes nas margens, essa espécie apresenta elevado potencial ornamental (LORENZI, 2008; STUMPF, 2018).

O cultivo dessa suculenta pode ser realizado em recipientes ou diretamente no solo. Em algumas regiões é cultivada a sol pleno, com substratos a base de matéria orgânica e em solos com boa drenagem. Sua propagação pode ser realizada a partir de sementes, o que é um processo lento, estacas foliares e até ramificações. Por ser uma espécie tolerante às baixas temperaturas, no período de inverno e sua propagação pode ser feita via estaquia, por meio do enraizamento das folhas, ou mediante a separação dos brotos em torno da planta mãe (LORENZI, 2008).

FIGURA 1. Rosa de pedra (*Echeveria elegans* Rose). Foto: Duarte, 2020.

As técnicas empregadas no manejo e desenvolvimento para a produção de suculentas em viveiro são essenciais. A seleção do substrato se destaca por ser o principal fator para o desenvolvimento e crescimento da planta (WILLIANS, 2006; CAMPOS et al., 2013). Substrato é o meio em que se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo (SCHMITZ et al., 2002). A finalidade dos substratos é fornecer condições apropriadas para germinação e desenvolvimento das raízes, mantendo adequados os níveis de água, nutrientes e ar. Devem apresentar disponibilidade de aquisição e transporte de água, ausência de organismos patogênicos, textura e estrutura para sustentação da planta.

Segundo (MELO et al, 2006), para que um substrato seja considerado ideal, este deve apresentar elevada capacidade de retenção de água, tornando-a facilmente disponível; distribuição das partículas de tal modo que, ao mesmo tempo que retenham água, mantenham a aeração para que as raízes não sejam submetidas a baixos níveis de oxigênio; decomposição lenta; de fácil aquisição e de baixo custo.

Cada tipo de substrato possui naturezas físicas e químicas diferentes uns dos outros (KÄMPF, 2005). Para a produção de mudas podem ser utilizados substratos de origem mineral ou orgânica, natural ou sintética (GUERRERO & POLO, 1989), não existindo um material ou uma mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies (ABAD, 1991), verificando-se a necessidade de se avaliar o melhor, ou os melhores substratos para cada espécie e em diferentes situações.

No caso das suculentas, a utilização de substratos comerciais é comum. Nestes casos, os substratos se compõem por resíduos compostáveis como folhas, esterco,

resíduos orgânicos de agroindústrias, maravalha, serragem, dentre outros. Geralmente, estes apresentam elevado poder de retenção de água e alto potencial de tamponamento (CAMPOS et al., 2013).

Conforme Klein (2015) o pó de coco é o nome dado ao resíduo oriundo do material fibroso que constitui o mesocarpo do fruto do coqueiro (*Cocus nucifera* L.), de onde são retiradas fibras longas do seu processamento resultam uma mistura de fibras curtas e uma considerável quantidade de pó. Esse pó possui grande porcentagem de lignina (35-45%) e de celulose (23- 43%) e uma pequena quantidade de hemicelulose (3-12%). Esse substrato é recomendável para cultivos de ciclo longo como plantas ornamentais, assim como o cultivo de hortícolas sem o solo, pois não sofre o processo de degradação acelerado causado pela intensa aplicação de água e fertilizantes (KLEIN, 2015)

A vermiculita que é uma argila específica e expandida em altas temperaturas, também pode ser utilizada como substrato na produção de suculentas, tanto pura como em misturas. Sua utilização se deve à alta retenção de água, pois esse mineral absorve até cinco vezes o seu volume em água, a elevada porosidade, o que lhe condiciona uma boa aeração e o alto poder tampão e de baixa estabilidade estrutural, o que faz com que se desagregue com facilidade (LIBERATO, 2018).

Outro componente utilizado como substrato é a areia. As principais vantagens são o baixo custo, a boa estabilidade estrutural, a inatividade química e a facilidade de limpeza. Por ser um material inerte com baixa capacidade de retenção de água apresenta boa aeração, boa drenagem e alta durabilidade, sendo recomendada para podução de mudas na fase inicial (TAKANE et al., 2009).

Neste sentido, Agostinho (2014), destaca a importância de trabalhos que comparem e analisem os diferentes substratos em diferentes espécies, se tornando instrumentos importantes que devem ser utilizadas para a realização de um bom planejamento, reduzindo a possibilidade de erro, oferecendo maiores garantias ao produtor.

Outra técnica importante para a produção de suculentas, principalmente na estaquia, é a aplicação de reguladores vegetais. As auxinas são os hormônios vegetais mais utilizados, uma vez que atuam em várias funções fisiológica das plantas (MAGALHÃES, 2016). A função principal deste regulador é proporcionar o

alongamento por expansão celular, já que influenciam diretamente nos mecanismos de expansão da parede celular, alongamento dos caules na fase juvenil, coleóptilos e expansão das raízes (HOPKINS, 1995).

Magalhães (2016) esclarece que, geralmente, a produção de auxina ocorre nas áreas de rápida divisão celular. Os locais com ocorrência de maior produção endógena de auxinas são a porção apical do caule, nas folhas jovens, nos frutos em desenvolvimento e em sementes. Além da auxina natural produzida pela própria planta, existem ainda as auxinas sintéticas, produzidas em laboratórios, que visam garantir as mesmas características fisiológicas das auxinas naturais.

Segundo Terhaag (2019), o ácido α-naftalenoacético (ANA) é um fitormônio da família das auxinas e é um produto muito utilizado como ingrediente de produtos hortícolas comerciais de pós-colheita, ele também é utilizado para induzir a floração e inibir a queda de frutas na pré-colheita. É também um agente de enraizamento, além de ser utilizado para propagação vegetativa de plantas a partir de estacas de caule e folhas. O baixo custo, a alta estabilidade, capacidade de ajuste osmótico e baixa toxicidade tornam o ANA o composto sintético mais adequado para aplicação em produções agrícolas.

Mesmo que o uso de auxina na estaquia seja uma técnica comum, as informações científicas disponíveis são restritas apenas para algumas espécies ornamentais. Diante do exposto, acredita-se que a utilização do substrato adequado em conjunto com a concentração ideal de ácido naftalenoacético possa contribuir para o enraizamento e brotação de estacas foliares de *E. elegans*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Jardinocultura (22°11’53.2” S; 54°56’02.3” W) da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS, durante o período de março de 2020 a maio de 2020. O experimento foi instalado em viveiro coberto com filme plástico (150µm) e tela de sombreamento (60%), sob condições médias de temperatura e umidade relativa de 26,2 ± 7 ºC e 74 %, respectivamente.

Matrizeiros adultos de *Echeveria elegans* Rose, adquiridas em empresa do ramo, foram utilizadas como material vegetal. Destes foram selecionadas espatas que foram utilizadas para a propagação pelo método de estaquia. Estas foram separadas de acordo com critérios de seleção visual, padronizando a altura para manter a uniformidade e propiciar a mesma condição inicial de propagação (JUNGHANS & SOUZA, 2009). Na sequência, as estacas foliares selecionadas foram imersas em 500 ml de solução de hipoclorito de sódio a 0,8% por 5 minutos para desinfestação. Após este período foram lavadas em água corrente para total remoção do hipoclorito de sódio e separadas para o início do período experimental (Figura 2).

FIGURA 2. Espatas de *Echeveria elegans* após a desifestação. Foto: Duarte, 2020.

Após a desinfestação, foi aplicado o tratamento com ANA, onde as estacas foram imersas em soluções aquosas de 1.000 ou 2.000 mg L^{-1} por um período de cinco minutos, sendo utilizado como controle a imersão somente em água destilada estéril pelo mesmo período. Em seguida foi realizado o plantio das estacas individualmente, sendo metade da estaca introduzida no substrato de cultivo. Para o plantio foram utilizados recipientes de polipropileno descartáveis com capacidade para 50 cm^3 (diâmetro de 5,0 cm e altura de 4,0 cm), providos de furos na parte inferior para drenagem.

Os seguintes substratos foram utilizados: 1- areia de granulometria grossa (A); 2- substrato comercial Carolina® (C) e 3- areia + vermiculita + carolina + pó de coco (Amafibra@) (1:1:1 v v^{-1}) (M) (TABELA 1). Na sequência as bandejas foram alocadas em viveiro (FIGURA 3). Após a instalação do experimento, semanalmente, foram realizadas duas irrigações com lâmina de água de 1 mm.

TABELA 1. Densidade e porosidade dos substratos utilizados. UFGD, Dourados-MS, 2020.

Substrato	Densidade (Kg/m³)	Porosidade (%)
Areia*	1.130	48,1
Substrato Comercial Carolina**	130	--
Vermiculita**	80	--
Pó de Coco**	150	95

Fonte: * Paiva, et al. (2011); ** Valores fornecidos pelos fabricantes.

FIGURA 3. Estacas de rosa de pedra plantadas em substrato areia de granulometria grossa; substrato comercial Carolina®; areia + vermiculita + pó de coco (Amafibra@) (1:1:1 v v^{-1}) Foto: Duarte, 2020.

Aos 60 dias após o plantio, o material vegetal utilizado foi retirado dos recipientes de cultivo e avaliado quanto às seguintes variáveis: porcentagem de sobrevivência (%SOB), comprimento da maior raiz (CMR) (mm), diâmetro das raízes (DR) (mm), massa fresca do sistema radicular (MFR) (g), massa fresca da folha (MFF) (g), largura da folha (LF) (mm), espessura da folha (EF) (mm) e comprimento da folha (CF) (mm), comprimento (CB) número (NB), diâmetro (DB) e massa fresca de brotações (MFB), além do número de folhas por brotação (NFB). Para avaliação da massa fresca, as folhas e as raízes foram separadas com auxílio de um bisturi e pesadas individualmente, com balança analítica de precisão. Para as medidas de altura, espessura, diâmetro e comprimento foi utilizado um paquímetro digital.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) e os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3 x 3 (areia, substrato comercial - Carolina®

e areia + vermiculita + pó de coco e três concentrações de ANA - 0; 1.000 ou 2.000 mg L^{-1}), com dez repetições de uma espata cada. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com auxílio do programa SISVAR.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentou efeito significativo ($p<0,05$) da interação entre substrato e auxina para todas as características avaliadas (Tabela 2).

TABELA 2. Resumo da análise de variância da porcentagem de sobrevivência (%SOB), comprimento da maior raiz (CMR), diâmetro da raiz (DR), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da folha (MFF), largura da folha (LF), espessura da folha (EF), comprimento da folha (CF), número de brotações (NB) número de folhas por brotaçõesNFB) e diâmetro das brotações (DB) de *Echeveria elegans* Rose em função dos diferentes substratos e das concentrações de auxina. UFGD, Dourados-MS, 2020.

F.V.	GL	.....Quadrado médio ….....						
		%SOB	CMR	DR	MFR	MFF	LF	EF
Substrato	2	5444,44*	1371,71*	486,48*	1,36*	2,86*	157,44*	5,26*
Aux	2	12444,44*	2813,89*	223,26*	1,65*	20,73*	748,84*	71,44*
Subs x Aux	4	5777,77*	465,55*	277,61*	0,68*	5,87*	202,25*	7,25*
Erro	72	0,00	12,54	1,81	0,02	0,18	9,68	0,42
Total	89	58888,9	11288,18	2706,47	10,05	88,66	3552,05	220,05
Média		61,11	9,13	5,55	0,25	1,50	12,21	2,22
C.V. (%)		0,01	15,21	10,71	7,61	9,67	11,88	11,07

		CF	CB	NB	DB	MFB	NFB
Substrato	2	1142,72*	54,47*	0,40*	27,98*	0,14*	8,71*
Aux	2	4523,53*	54,47*	0,40*	27,98*	0,14*	8,71*
Subs x Aux	4	1860,23*	54,47*	0,40*	27,98*	0,14*	8,71*
Erro	72	89,07	0,78	0,00	0,18	0,00	0,06
Total	89	27613,13	499,10	3,60	238,70	1,33	75,28
Média		33,02	0,78	0,07	0,56	0,04	0,31
C.V. (%)		13,62	16,43	4,24	10,75	3,01	8,66

* significativo; GL: grau de variância; F.V.: Fator de variação; C.V.: coeficiente de variância, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve maior %SOB em estacas quando foram imersas em água destilada estéril (controle) e cultivadas em substrato comercial Carolina®, apresentando média de 90%, enquanto nos outros substratos sem ANA a %SOB foi de 80%. Para CMR e MFR os maiores valores foram observados quando utilizada a mistura de substratos sem adição de ANA, com 29,96 mm e 0,88 g, respectivamente. Já quanto ao DR a maior média (14,93 mm) foi verificada no substrato comercial Carolina® com 2.000 mg L^{-1} de ANA, sendo este o único fator influenciado pela auxina nesse estudo (Tabela 3).

TABELA 3. Porcentagem de sobrevivência (%SOB), comprimento da maior raiz (CMR) (mm), diâmetro das raízes (DR) (mm) e massa fresca do sistema radicular (MFR) (g) em função dos diferentes substratos e das concentrações de auxina. UFGD, Dourados-MS, 2020.

Subs	%SOB			CMR		
	0	1	2	0	1	2
A	80 bA	60 aB	80 aA	3,97 cA	0,00 bB	0,00 bB
C	90 aA	50 bB	50 bB	25,67 bA	10,94 aB	3,16 aC
M	80 bA	60 aB	0 cC	29,96 aA	8,45 aB	0,00 bC
Média	83,33	56,66	43,33	19,87	6,46	1,05
C.V.(%)		0,01			15,21	

Subs	DR			MFR		
	0	1	2	0	1	2
A	3,92 cA	0,00 bB	0,00 bB	0,03 cA	0,00 cA	0,00 aA
C	8,28 bB	4,74 aC	14,93 aA	0,58 bA	0,56 aA	0,08 aB
M	13,37 aA	4,73 aB	0,00 bC	0,88 aA	0,15 bB	0,00 aC
Média	8,52	3,16	4,98	0,50	0,24	0,03
C.V.(%)		10,71			7,61	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$). A = areia; C = substrato comercial e M = mistura (areia + vermiculita + pó de coco (1:1:1 v v^{-1})). Concentrações de ANA: 0 = 0.0 mg L^{-1}; 1 = 1.000 mg L^{-1}; 2 = 2.000 mg L^{-1}

A ausência do ácido naftalenoacético acarretou no aumento da sobrevivência, comprimento e massa fresca radicular, segundo Souto (2010) baixos níveis de auxina são também necessários para o alongamento da raiz, embora altas concentrações atuem inibindo o crescimento desse órgão. Embora neste estudo a maior concentração de ANA aumentou o diâmetro das raízes de *E. elegans*. Ainda, é importante salientar que a

utilização de 2.000 mg L^{-1} de ANA em conjunto com a mistura como substrato acarretou na mortalidade de todas as estacas desse tratamento.

Quanto aos substratos, nenhum dos maiores valores para enraizamento foi obtido quando utilizada a areia, o que permite inferir que, mesmo frequentemente utilizada, não é recomendada para a propagação por estaquia dessa espécie. Esses resultados são contrários ao que KÄMPF et al. (2006) discorrem, uma vez que esses autores afirmam que, enquanto a areia apresenta alta densidade e rápida drenagem, os materiais orgânicos caracterizam-se por reter umidade, logo, muitas vezes podem ser benéficos para algumas plantas, porém prejudiciais a outras que requerem maior aeração, tais como as plantas suculentas. Ainda, os resultados encontrados contrastam com os de Crippa (2020), que evidenciam raízes mais longas no substrato comercial, enquanto nesse trabalho o maior CMR foi verificado na mistura.

A escolha do substrato adequado tem elevada importância no setor da horticultura ornamental, uma vez que esses substratos desempenham principalmente a função de suporte ao sistema radicular. O desenvolvimento radicular em recipientes é distinto daquele que ocorre diretamente no solo. Assim, cultivos em vasos alteram as condições entre as raízes e o substrato em razão do volume e espaços reduzidos (KÄMPF, 2005).

Para MFF e LF os maiores valores (3,27 g; 20,66 mm) foram encontrados quando foi utilizado o substrato comercial Carolina® sem adição de auxina. Igualmente o EF e CF também apresentaram as maiores médias (4,86 mm; 52,19 mm) quando as espatas foram plantadas em substrato comercial na ausência de ANA, embora sem diferença significativa para a mistura de substratos no mesmo tratamento de auxina (Tabela 4).

Quanto ao crescimento das espatas foliares, todas as características avaliadas foram influenciadas positivamente pelo substrato comercial em conjunto com a ausência de ANA. Ludwing et al. (2014), salientam que o substrato é um fator de extrema importância na produção de mudas na horticultura ornamental, uma vez que este é o meio mais utilizado nos cultivos comercias de plantas ornamentais. O crescimento foliar promovido pelo substrato comercial Carolina® pode estar atrelado aos teores nutricionais que este substrato apresenta, uma vez que os demais substratos utilizados neste estudo são considerados inertes ou com baixo teor nutricional.

TABELA 4. Massa fresca de folha (MFF) (g), largura de folha (LF) (mm), espessura de folha (EF) (mm) e comprimento de folha (CF) (mm) em função dos diferentes substratos e das concentrações de auxina. UFGD, Dourados-MS, 2020.

Subs	MFF			LF		
	0	1	2	0	1	2
A	1,28 cA	1,34 aA	1,25 aA	14,78 bA	12,43 aA	13,23 aA
C	3,27 aA	1,34 aB	0,96 aB	20,66 aA	10,61 aB	9,54 bB
M	2,62 bA	1,47 aB	0,00 bC	17,11 bA	11,61 aB	0,00 cC
Média	2,39	1,38	0,74	17,52	11,55	7,59
C.V.(%)		9,67			11,88	

Subs	EF			CF		
	0	1	2	0	1	2
A	2,74 bA	1,41 aB	1,54 aB	39,51 bA	35,89 aA	40,52 aA
C	4,86 aA	1,92 aB	1,31 aB	52,19 aA	25,34 bB	24,54 bB
M	4,23 aA	2,01 aB	0,00 bC	46,52 abA	32,73 abB	0,00 cC
Média	1,90	1,78	0,95	46,07	31,32	21,69
C.V.(%)		11,07			13,62	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$). A = areia; C = substrato comercial e M = mistura (areia + vermiculita + pó de coco (1:1:1 v v^{-1})). Concentrações de ANA: 0 = 0.0 mg L^{-1}; 1 = 1.000 mg L^{-1}; 2 = 2.000 mg L^{-1}

Os maiores valores para CB, NB, DB, MFB e NFB foram verificados no tratamento sem auxina em conjunto com a mistura de substrato (7,00 mm; 0,60 brotos; 5,02 mm; 0,37 g; 2,80 brotos por folha) (Tabela 5).

Em relação às brotações das estacas durante o período experimental, só foram observados brotos quando utilizada a mistura de substratos na ausência de ANA. A auxina desenvolve funções biológicas importantes na propagação de espécies vegetais, dentre elas pode-se destacar o enraizamento, sendo também importante em todo o ciclo de vida dos vegetais (TAIZ et al., 2017). Porém neste trabalho, não foi observado efeito benéfico da auxina sobre as variáveis analisadas

TABELA 5. Comprimento (CB) (mm), número (NB), diâmetro (DB) (mm), massa fresca de brotações (MFB) (g) e número de folhas por brotação (NFB) em função dos diferentes substratos e das concentrações de auxina. UFGD, Dourados-MS, 2020.

Subs	CB			NB			DB		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
A	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA
C	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA
M	7,00 aA	0,00 aB	0,00 aB	0,60 aA	0,00 aB	0,00 aB	5,02 aA	0,00 aB	0,00 aB
Média	2,33	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00
C.V.(%)		16,43			4,24			10,75	

Subs	MFB			NFB		
	0	1	2	0	1	2
A	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA
C	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bA	0,00 aA	0,00 aA
M	0,37 aA	0,00 aB	0,00 aB	2,80 aA	0,00 aB	0,00 aB
Média	0,12	0,00	0,00	0,93	0,00	0,00
C.V.(%)		3,01			8,66	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$). A = areia; C = substrato comercial e M = mistura (areia + vermiculita + pó de coco (1:1:1 v v^{-1})). Concentrações de ANA: 0 = 0.0 mg L^{-1}; 1 = 1.000 mg L^{-1}; 2 = 2.000 mg L^{-1}

Em relação às brotações das estacas durante o período experimental, só foram observados brotos quando utilizada a mistura de substratos na ausência de ANA. A auxina desenvolve funções biológicas importantes na propagação de espécies vegetais, dentre elas pode-se destacar o enraizamento, sendo também importante em todo o ciclo de vida dos vegetais (TAIZ et al., 2017). Porém neste trabalho, não foi observado efeito benéfico da auxina sobre as variáveis analisadas

De maneira geral, pode-se observar que o emprego da auxina para função de enraizamento na propagação depende da espécie vegetal e da concentração utilizada, sendo que neste trabalho a utilização da auxina influenciou apenas um parâmetro avaliado e o substrato comercial e a mistura de areia + vermiculita + pó de coco (1:1:1 v v^{-1}) apresentaram os maiores valores para as variáveis estudadas (Figura 4).

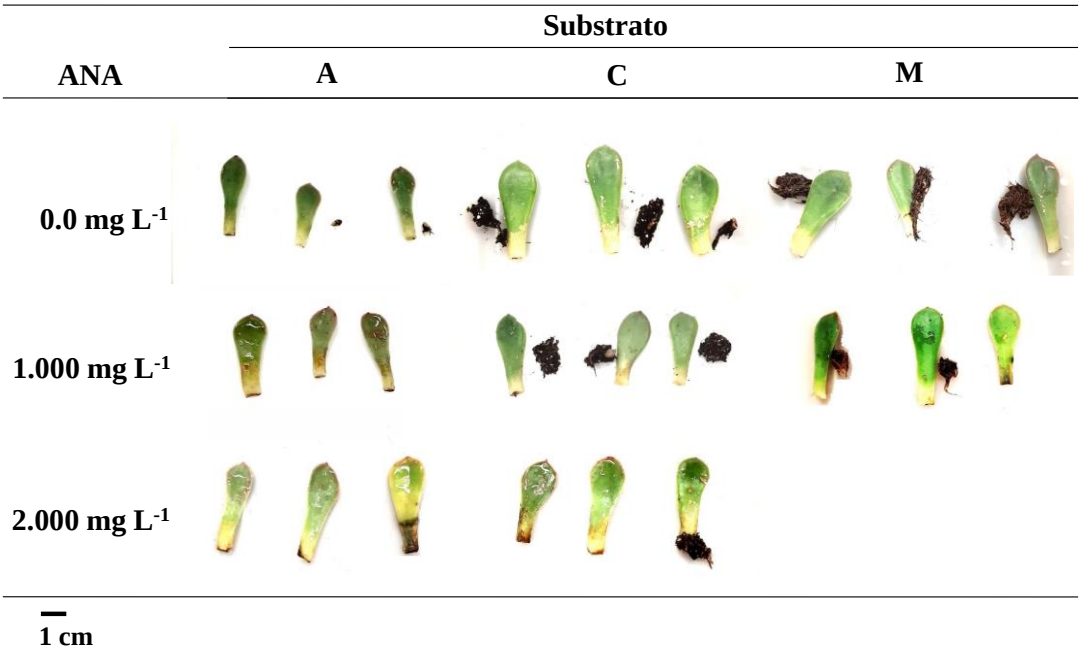

FIGURA 4: Espatas e raízes de *Echeveria elegans* Rose aos 60 dias de cultivo em função de diferentes substratos (A = areia; C = substrato comercial e M = mistura (areia + vermiculita + pó de coco (1:1:1 v v^{-1})) e concentrações de ANA (0 mg L^{-1}; 1.000 mg L^{-1} e 2.000 mg L^{-1}) UFGD, Dourados-MS, 2020.

CONCLUSÃO

Para a propagação foliar de *Echeveria elegans* recomenda-se a utilização dos substratos comercial Carolina® ou areia + vermiculita + pó de coco sem a utilização de ácido naftalenoacético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M. Los sustratos hortícolas y técnicas de cultivo sin suelo. In: RALLO, L.; NUEZ, F. **La horticultura Española en la C.E, Réus: Horticultura** S. L., p. 271-280, 1991.

AGOSTINHO, A. L. **Utilização de diferentes substratos na produção de mudas de manjericão**. 2014. 24f., Monografia (Bacharel em Engenharia Agrônoma) - Universidade de Brasília. Brasília, 2014.

ALMEIDA, A. C.; PIRES, G. R; SHINOZAKI, G. A. Propagação de *Echeveria elegans* Rose em diferentes substratos. 1º Encontro Internacional de Ciências Agrárias e Tecnológicas Crise: tecnologias para a superação de desafios no setor agrário 21 e 23 DE SETEMBRO DE 2016.

BOEHM, C. **Mesmo com crise produção de flores deve crescer 7% neste ano**. Agência Brasil, 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-09/mesmo-com-crise-producao-de-flores-deve-crescer-7-neste-ano>. Acesso em: 04 dez 2020.

CAMPOS, A. M.; MORTELE, J. L. M.; ECKER, A. E. A.; SORACE, M.; FARIA, R. T.; MOREIRA, F. R.; SORACE, M. A. F. Cultivo de *Echeveria elegans* Rose em diferentes substratos com uso de biorregulador. **Revista Varia Scientia Agrárias,** v. 3, n. 1, p. 87- 101, 2013.

CARRASCOSA, J. S.; GIANINI, P. F.; MORAES, C. P. Utilização de ácido 3-indolil-butírico no enraizamento de estacas foliares de rosa-de-pedra (*Echeveria elegans* Rose). Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 9, n. 1, p. 135-145, 2016.

CRIPPA, G. R. **Substratos e concentrações de AIB na estaquia foliar de Rosa-de-Pedra (Echeveria elegans Rose).** 2020. 27F., Monografia (Bacharel em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

FOCHESATO, M. L. Crescimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em substratos comerciais. **Ciência Rural,** v. 37, n. 4, p. 970-975, 2007.

FONSECA, E. F.; SILVA, G. O.; TERRA, D. L. C. V.; SOUZA, P. B. Uso potencial da casca de arroz carbonizada na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L) Speg. Revista Desafios, v. 4, n. 4, p. 32-40, 2017.

FONSÊCA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO_2 na água de irrigação**. 2001. 85f., Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001.

GAMBURG, K. Z. The influence of 1-naphthaleneacetic acid and (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride on the carotenoid content of tobacco tissue in suspension culture. **Biol Plant**, v. 20, n. 1, p. 93–97, 1978.

GUERRERO, F.; POLO, A. Control de las propriedades hidrofísicas de las turbas para su utilización agrícola. **Agr Med**, v. 119, n. 1, p. 453-459, 1989.

HOPKINS, G. W. **Introduction to plant physiology**. 2 edição. John Wiley&sons, p. 538, 1995.

IBRAFLOR, Instituto Brasileiro de Floricultura. **Mercado de flores prevê crescimento médio de 9% no Brasil e faturamento de R$ 7 bi, em 2017**. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/site/2017/11/04/mercado-de-flores-vera-longuini/>. Acesso em: 10 nov 2020.

KÄMPF, A. N. **Floricultura: técnicas de preparo de substrato.** LK Editora e Comunicação. p. 150, 2006.

KAMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2edição. Guaíba agrolivros. p. 89, 2005.

KINDERSLEY, D. **O grande livro das plantas de interior**. 1 edição. Reader, Digest Association. p. 186, 1984.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, n. 3, p. 43-63, 2015.

KRATZ, D.; WENDLLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; ZOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

LIBERATO, E. M. S. **Emergência e desenvolvimento de porta enxertos cítricos em função do uso de substratos**. 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

LOPES, J. L. W. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Revista Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 19-25, 2007.

LORENZI, H. SOUZA, H. M. Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. Nova Odessa: Plantarum, 2008, 1088.

LUCZKIEWICZ, M.; KOKOTKIEWICZ, A.; GLOD, D. Plant growth regulators affect biosynthesis and accumulation profile of isoflavone phytoestrogens in high-productive *in vitro* cultures of *Genista tinctoria*. **Plant Cell Tissue Organ Cult**, v. 118, n. 1, p. 419-429, 2014.

MAGALHÃES, L. **Auxinas**. Toda Matéria, 2016. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/auxinas/>. Acesso em: 10 nov 2020.

MELO, G. W. B.; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico: Substratos**. 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm. Acesso em: 04 nov 2020.

PIZZATTO, M.; AMÉRICO, J.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D, A.; MAZARO, S. M. Effects of IBA concentration, collection time and cutting length on hibiscus cutting propagation. **Revista Ceres.** v. 58, n. 4, p. 487-492, 2011.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**. v. 32, n.6, p. 937-944, 2002.

SEBRAE. **O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**, 2018. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-brasileiro-de-flores-e-plantas-ornamentais,456649f6ced44510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 10 nov 2020.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.

SOUTO, J. S.; MORIMOTO, J. M.; FERREIRA, W. M.; NAKABASHI, M.; SUZUKI, R. M. Efeitos do ácido naftalenoacético no desenvolvimento *in vitro* de *Cattleya bicolor* Lindl. (Orchidaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 2, p. 179-185, 2010.

STUMPF, M. **Echeveria ou Rosa-de-Pedra (***Echeveria elegans***)**. 2018. Disponível em: <https://www.fazfacil.com.br/jardim/rosa-pedra-echeveria-elegans/>. Acesso em: 10 nov 2020.

TAKANE, R. J.; PIVETTA, K. F. L.; YANAGISAWA, S. S. **Cultivo técnico de cactos & suculentas ornamentais.** Fortaleza: GrafHouse, 2009. 168 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2017. 6.ed. 888 p.

TERHAAG, K. **Efeito de tipos de explantes e de auxinas no crescimento e produção de metabólitos secundários em culturas celulares de** *Passiflora setacea* brs **pérola do Cerrado (Passifloraceae)**. 2019. 132f., Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

WILLIAMS, P. P**lantas para casa: as melhores espécies que você pode cultivar em interiores**.1 edição. Europa, p.192, 2006.

XING, X.; FANG, C.; LI, L.; JIANG, H.; ZHOU, Q.; JIANG, H.; WANG, S. Improved drought tolerance by α-naphthaleneacetic acid-induced ROS accumulation in two soybean cultivars. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 15, n. 8, p. 1770- 1784, 2016.

YANG, X.; LEI, Z.; YU, Y.; XIAO, L.; CHENG, D.; ZHANG, Z. Phytochemical characteristics of callus suspension culture of *Helicteres angustifolia* L. and it's *in vitro* antioxidant, antidiabetic and immunomodulatory activities. **South African Journal of Botany**. v. 121, n. 1, p. 178-185, 2019.

ZENK, M. H. Aufnahme und stoffwechs von a-naphthyl-essigsaure durch erbsenepicotyle. **Planta**, v. 58, n. 1, p. 75-94, 1962.