



## Emergência de brotações e raízes de espécies suculentas em função da aplicação de fertilizante enraizador, em ambientes contrastantes

Jéssica Fernandes KASEKER<sup>1\*</sup>, Izabel Lima BATISTA<sup>2</sup>, Marcos André NOHATTO<sup>2</sup>, Ana Paula Werkhausen WITTER<sup>3</sup>, Eliete de Fátima Ferreira da ROSA<sup>2</sup>, Samuel Freguglia BERETA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Educacional de Medianeira - UDC, Medianeira, PR, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto Federal Catarinense, Santa Rosa do Sul, SC, Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.

E-mail: [jessikaseker@gmail.com](mailto:jessikaseker@gmail.com)

(ORCID: 0000-0001-5487-7439; 0000-0002-5361-0588; 0000-0002-0820-330X; 0000-0003-0524-5149; 0000-0001-9131-8118; 0000-0002-6173-9015)

Recebido em 25/11/2021; Aceito em 02/05/2022; Publicado em 03/06/2022.

**RESUMO:** O cultivo de plantas suculentas se popularizou no Brasil, aumentando a necessidade da compreensão do comportamento das espécies sob condições diferentes de produção. Assim, objetiva-se com este trabalho avaliar a influência de fertilizante enraizador, temperatura e luminosidade na emergência de brotações e raízes para espécies suculentas. Três experimentos foram conduzidos de novembro 2020 a fevereiro 2021, em casa de vegetação, com delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, cada estudo com uma espécie: *Echeveria elegans*, *Graptosedum Francesco Baldi* e *Sedum adolphii*. Para cada espécie, os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial (3x2), o fator A comparou fertilizante enraizador comercial e duas testemunhas (água e controle); e o fator B, as estacas foliares das espécies foram submetidas a dois ambientes de temperatura e luminosidade (24,8 °C e 449,8 µmol/m<sup>2</sup>s; 5 °C e 0 µmol/m<sup>2</sup>s). Avaliou-se aos 30 dias de instalação dos estudos: índice de velocidade de brotação; porcentagem de brotação; comprimento médio das raízes; comprimento médio do broto e massa seca total. O fertilizante beneficia a emissão de brotações e raízes na *Echeveria elegans*, porém tais efeitos não são verificados na ausência de luminosidade e baixa temperatura (5 °C). Esse ambiente também prejudicou as demais espécies avaliadas.

**Palavras-chave:** *Echeveria elegans*; *Graptosedum Francesco Baldi*; Propagação; *Sedum adolphii*.

## Emergency of sprouts and roots of succulent species due to the application of rooting fertilizer, in contrasting environments

**ABSTRACT:** The cultivation of succulent plants became popular in Brazil, increasing the need to understand the behavior of species under different conditions. Thus, the aim of this work is to evaluate the influence of plant rooting fertilizer, temperature, and light intensity on the emergence of new shoots and roots for succulent species. Three experiments were conducted from November 2020 to February 2021, in greenhouse, with completely randomized design, with four replications, each study with one species: *Echeveria elegans*, *Graptosedum Francesco Baldi* and *Sedum adolphii*. The treatments for each species were arranged in factorial scheme (3x2), factor A compared commercial plant fertilizer and two checks (water and control); and factor B, the leaf cuttings of the species were submitted to two environments in relation to temperature and light (24.8 °C and 449.8 µmol/m<sup>2</sup>s; 5 °C and 0 µmol/m<sup>2</sup>s). It was evaluated at 30 days of installation: sprouting speed index; sprouting percentage; average root length; average sprout length and total dry mass. The fertilizer benefits the emission of shoots and roots in *Echeveria elegans*, but such effects are not observed for absence of light and low temperature (5 °C). This environment also harmed the other species evaluated.

**Keywords:** *Echeveria elegans*; *Graptosedum Francesco Baldi*; Propagation; *Sedum adolphii*.

### 1. INTRODUÇÃO

O setor de floricultura e plantas ornamentais movimentou aproximadamente 8,5 bilhões de reais em 2019, segundo dados do Instituto Brasileiro de Floricultura (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLO, 2020), o que leva o Brasil ao oitavo lugar no ranking de maiores produtores de plantas ornamentais do mundo.

Nesse contexto, encontra-se as plantas suculentas, pertencentes à diferentes famílias, que chamam a atenção pela beleza exótica e capacidade de armazenar água em seus tecidos em grandes quantidades, seja na forma de seiva, látex

ou mucilagem, consequentemente, conseguem sobreviver em ambientes áridos e secos por longos períodos (CAVALCANTE et al., 2013). Essa fácil adaptação dessas plantas a ambientes com pouca água, aliado à beleza que elas proporcionam e baixa necessidade de manejo em geral, em função da elevada resistência a problemas fitossanitários, têm impulsionado o aumento da presença das mesmas nos lares brasileiros.

Existem diferentes espécies de plantas suculentas, diferenciando-se pela beleza, coloração, textura, dentre outros aspectos (LORENZI, 2008). Aproximadamente 20 mil espécies de suculentas já foram catalogadas, aquelas

pertencentes ao gênero *Echeveria*, conhecidas rosas-de-pedra, apresentam-se dentre as mais comuns (LORENZI, 2019). Na fase adulta, essas plantas produzem rebentos em longos estolhos que se desenvolvem abaixo das folhas inferiores, de onde posteriormente, serão emitidas flores com cores em tons de rosa e extremidades amareladas em racemos com ráquis cor rosa que atingem 30 cm de altura. As folhas são espatuladas, voltadas para cima, de cor verde rosada ou acinzentada e espessa (LORENZI, 2008).

Além das *Echeverias*, as espécies do gênero *Graptosedum* e *Sedum*, também são de frequente ocorrência no Brasil. Com relação ao primeiro gênero, resalta-se o representante *Graptosedum Francesco Baldi*, suculenta híbrida resultante do cruzamento de *Graptopetalum paraguayense* e *Sedum pachyphyllum*, produzindo uma planta com rosetas robustas com até 12,5 cm de diâmetro e altura de 10 a 20 cm, assumindo folhas com tonalidades mais verdes e azuis em ambientes sombreados, enquanto na exposição à luz direta, apresenta tons mais avermelhados, especialmente nas pontas das folhas (LORENZI et al., 2019). Já para o gênero *Sedum*, destaca-se a espécie *Sedum adolphii*, que, assim como as demais citadas pertencem à família *Crassulaceae*. Trata-se de uma espécie de estatura máxima de 20 cm, que apresenta folhas de coloração verde limão, mas que se cultivada em luz direta, também assume tonalidades diferentes, ficando com aspecto mais dourado (LORENZI et al., 2019).

Apesar das diferenças morfológicas entre as suculentas, que as caracterizam e motivam o apetite dos colecionadores, o principal método de propagação dessas espécies é a estaquia, utilizando partes das plantas, como folhas, servindo de matriz para multiplicar novos indivíduos, com as mesmas características da planta-mãe (COLOMBO et al., 2018). Nesse processo, vários fatores devem ser considerados, tais como o uso de substratos adequados para a propagação (FONSECA et al., 2017), reguladores de crescimento (CARRASCOSA et al., 2016), luminosidade (ZHU et al., 2018), regime de irrigação, nutrição, manejo de problemas fitossanitários, entre outros. Embora existam estudos científicos sobre o tema, ainda são escassos para algumas espécies, indicando a necessidade de desenvolvimento de estudos para aumentar a eficiência no processo produtivo.

Além disso, é essencial compreender o comportamento biológico das espécies frente aos diferentes cenários de produção, aumentando a exploração das potencialidades das espécies suculentas nos ambientes de cultivo e/ou ganho econômico. Dessa forma, objetiva-se com este trabalho avaliar a influência do uso de fertilizante enraizador, temperatura e luminosidade na emergência de novas brotações e raízes para diferentes espécies de suculentas.

## 2. MATERIAL E METODOS

Três experimentos foram conduzidos no período de novembro de 2020 a fevereiro de 2021, em casa de vegetação pertencente ao Instituto Federal Catarinense – Campus Santa Rosa do Sul, no Município de Santa Rosa do Sul - SC, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Em cada experimento foi utilizada uma espécie de planta suculenta diferente, e cada repetição foi composta pela média dos resultados de 20 estacas foliares/espécie, obtidas de plantas adultas e sadias, provenientes de viveiro de plantas suculentas presente na instituição. As espécies utilizadas no estudo foram *Echeveria elegans*, *Graptosedum Francesco Baldi* e *Sedum adolphii*.

Previamente à realização dos experimentos, houve a separação das folhas ou estacas foliares, selecionando materiais propagativos com padrão de altura e peso aproximados, especificamente para cada espécie, com intuito de aumentar a uniformidade e redução de possíveis erros experimentais. Após coleta, as estacas foliares apresentaram peso e comprimento médio de 5,4319 g e 7 cm, para *Echeveria elegans*, 1,8212 g e 5 cm, para *Graptosedum Francesco Baldi*, e 1,7468 g e 3,2 cm, para *Sedum adolphii*. Para obtenção dessas informações foi utilizada balança digital de precisão (Bel Equipamentos Analítico) e paquímetro digital (Disma).

Cada um dos experimentos foi arranjado em esquema fatorial, em que o fator A comparou a efetividade no uso de fertilizante enraizador por meio da imersão das estacas foliares em solução de 60 ml do produto comercial/600 ml de água durante 10 minutos, conforme recomendação do fabricante, além de mais dois tratamentos testemunha nesse fator; um onde as estacas foliares foram imersas em água, durante o mesmo período do tratamento anterior (água); e outro onde não foi usado nem água, tampouco fertilizante (controle). O produto comercial (FORTH Enraizador®) apresenta a seguinte composição: Nitrogênio 2,08%, Fósforo 5%, Potássio 5%, Boro 0,25%, Carbono orgânico 6,42%, Enxofre 3,43%, Extrato de algas marinhas 15%, Molibdênio 3% e Zinco 3%.

Após aplicações dos tratamentos acima, as estacas foliares foram submetidas a dois ambientes contrastantes (Ab1 e Ab2), os quais representam os níveis do fator B. O primeiro ambiente é caracterizado pela manutenção das estacas foliares dentro do viveiro, sendo quantificada a temperatura e nível de intensidade luminosa em dois momentos do dia (10 h e 14 h) durante os 30 dias de condução do experimento, com auxílio de termômetro local (Instrusul) e ceptômetro (AccuPAR Modelo LP-80), respectivamente (Figura 1) (média dos valores obtidos: 24,8 °C e 449,8  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  de intensidade luminosa).

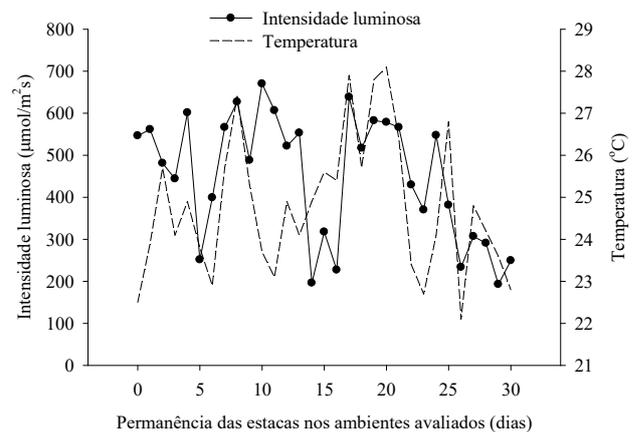


Figura 1. Caracterização da intensidade luminosa e temperatura para o ambiente identificado como Ab1, onde foram submetidas as estacas foliares das espécies *Echeveria elegans*, *Graptosedum Francesco Baldi* e *Sedum adolphii* durante a realização do experimento.

Figure 1. Characterization of light intensity and temperature for the environment identified as Ab1, where leaf cuttings of the species *Echeveria elegans*, *Graptosedum Francesco Baldi* and *Sedum adolphii* were submitted during the experiment.

No segundo ambiente, os materiais propagativos foram mantidos no interior de geladeira a 5 °C e 0  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  de intensidade luminosa, mesmo período do tratamento anterior. Dentro de cada ambiente, as estacas foliares foram

posicionadas com a extremidade inferior (parte que anteriormente estava ligada à planta-mãe) voltado para cima, sob embalagens de celulose produzidas com papel reciclado, material amplamente disponível e utilizado para o berçário de plantas suculentas.

As variáveis avaliadas foram: índice de velocidade de brotação (IVB); porcentagem de brotação (B); comprimento médio das raízes (CR); comprimento médio do broto (CB) e massa seca total (sistema radicular e brotação) (MST).

O índice de velocidade de brotação (IVB) foi mensurado diariamente, sendo que para o cálculo utilizou-se a equação:

$$IVB = \frac{B1}{N1} + \frac{B2}{N2} + \dots + \frac{Bn}{Nn} \quad (01)$$

em que: B1, B2 e Bn são os números de estacas foliares com brotação ou raiz na primeira, segunda, e na última contagem; e N1, N2 e Nn são os números de dias após a instalação do experimento na primeira, segunda e na última contagem, respectivamente.

Tais variáveis foram avaliadas diariamente nos 30 primeiros dias após a instalação do estudo, considerando-se brotadas ou enraizadas as estacas foliares que apresentaram ao menos um broto ou raiz, com comprimento de no mínimo 1 mm, com auxílio de paquímetro, já descrito anteriormente. No último dia de avaliação (trigésimo dia), verificou-se a

brotação final (B) pela contagem da emissão dos brotos ou raízes, com os resultados expressos em dados percentuais.

Para a determinação da massa seca total, as brotações e raízes emitidas foram retiradas com o auxílio de estilete e dispostas em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C por 72 horas, realizando-se, posteriormente, as pesagens do material em balança digital de precisão (0,0000 g). Os dados foram submetidos à análise de variância e no caso de ser constatada significância estatística, realizou-se comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do Programa SISVAR.

### 3. RESULTADOS

Para a *Echeveria elegans* houve interação entre os fatores nas variáveis índice de velocidade de brotação, comprimento médio do broto e massa seca total, onde os valores obtidos em ambiente luminoso e com aplicação do fertilizante foram superiores aos obtidos nos demais (Tabela 1).

Já para as variáveis comprimento médio radicular e brotação final, não houve diferença entre os tratamentos com e sem a aplicação do fertilizante enraizador, apenas efeito do ambiente (Tabela 2). Como pode ser observado por meio dos valores obtidos no tratamento em condição de frio e escuro (Ab2), não houve qualquer desenvolvimento de raiz ou parte aérea das estacas foliares.

Tabela 1. Índice de velocidade de brotação (IVB), comprimento médio do broto (CB) e massa seca total (MST) da espécie *Echeveria elegans* submetida ao uso de fertilizante enraizador e ambientes contrastantes, avaliado aos 30 dias após instalação do estudo.

Table 1. Shooting speed index (IVB), average shoot length (CB) and total dry mass (MST) of *Echeveria elegans* submitted to the use of rooting fertilizer and contrasting environments, evaluated 30 days after installation of the study.

Trat.	IVB		CB (mm)		MST (g)	
	Ab1	Ab2	Ab1	Ab2	Ab1	Ab2
F	21,83 a A	0,00 a B	14,75 a A	0,00 a B	0,0560 a A	0,0000 a B
A	19,27 b A	0,00 a B	10,75 b A	0,00 a B	0,0348 b A	0,0000 a B
C	19,01 b A	0,00 a B	11,00 b A	0,00 a B	0,0357 b A	0,0000 a B
CV (%)	5,02		24,35		9,61	

F = Fertilizante comercial; Testemunhas (A = Água; C = Controle); Ab1 = 24,8 °C e 449,8 µmol/m<sup>2</sup>s; e Ab2 = 5 °C e 0 µmol/m<sup>2</sup>s; Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Tabela 2. Comprimento médio radicular (CR) e porcentagem de brotação (B) da espécie *Echeveria elegans* submetida ao uso de fertilizante enraizador e ambientes contrastantes, avaliado aos 30 dias após instalação do estudo.

Table 2. Average root length (CR) and sprouting percentage (B) of the *Echeveria elegans* submitted to the use of rooting fertilizer and contrasting environments, evaluated 30 days after the installation of the study.

Trat.	CR (mm)	B (%)
Fertilizante	12,75 <sup>NS</sup>	48,75 <sup>NS</sup>
Água	11,25	47,5
Controle	11,37	49,38
Ambientes		
Ab1	23,58 a	97,50 a
Ab2	0,00 b	0,00 b
CV (%)	12,44	5,41

Ab1 = 24,8 °C e 449,8 µmol/m<sup>2</sup>s; e Ab2 = 5 °C e 0 µmol/m<sup>2</sup>s; Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05). <sup>NS</sup> Não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Entretanto, diferentemente do que ocorreu com *Echeveria elegans*, para as espécies *Gruptosedum Francesco Baldi* e *Sedum adolphii*, não foram observados efeitos do fertilizante enraizador em nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 3 e 4), indicando que a resposta ao fertilizante é dependente da espécie.

### 4. DISCUSSÃO

O produto fertilizante utilizado é composto por uma combinação de alguns nutrientes e extrato de algas (*Ascophillum nodosum*). Os efeitos dos bioestimulantes à base de extrato de alga são bastante estudados na agricultura, resultando em respostas morfológicas e fisiológicas positivas para o desenvolvimento de diversas espécies (PEREIRA et al., 2020; SAEGER et al., 2020). A causa desses efeitos não está ainda completamente elucidada, porém os estudos demonstram que esses compostos afetam o balanço hormonal das plantas, ativando genes responsáveis pela síntese desses compostos, e regula a transcrição de alguns transportadores responsáveis pela absorção e assimilação de nutrientes (SHUKLA et al., 2019; NEILL et al., 2019; SAEGER et al., 2020). Além disso, extratos de *A. nodosum* possuem quantidades significativas de auxinas e compostos semelhantes à citocinina, hormônios responsáveis pelo controle da divisão celular (SHUKLA et al., 2019).

No entanto, apesar da maior concentração do extrato de algas marinhas (15%) presente na composição do fertilizante enraizador utilizado neste estudo, não podemos afirmar que os resultados sobre o desenvolvimento inicial da espécie *Echeveria elegans* seja decorrente apenas do efeito do extrato de algas, uma vez que nutrientes também fazem parte da constituição do produto comercial.

Tabela 3. Índice de velocidade de brotação (IVB), comprimento médio radicular (CR), comprimento médio do broto (CB), massa seca total (MST) e brotação final (B) da espécie *Graptosedum Francesco Baldi* submetida ao uso de fertilizante enraizador e ambientes contrastantes, avaliado aos 30 dias de após instalação do estudo.

Table 3. Shooting speed index (IVB), mean root length (CR), mean shoot length (CB), total dry mass (MST) and final shoot (B) of *Graptosedum Francesco Baldi* species submitted to the use of rooting fertilizer and contrasting environments, evaluated 30 days after the study installation.

Trat.	IVB	CR (mm)	CB (mm)	MST (g)	B (%)
F	6,28 <sup>NS</sup>	11,12 <sup>NS</sup>	3,00 <sup>NS</sup>	0,0073 <sup>NS</sup>	49,38 <sup>NS</sup>
A	6,05	12	2,75	0,0072	48,12
C	6,1	11,25	3	0,008	49,37
Ambientes					
Ab1	12,29 a	22,92 a	5,83 a	0,0150 a	97,92 a
Ab2	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,0000 b	0,00 b
CV (%)	6,93	12,64	33,32	32,15	6,91

F = Fertilizante comercial; Testemunhas (A = Água; C = Controle); Ab1 = 24,8 °C e 449,8 µmol/m<sup>2</sup>s; e Ab2 = 5 °C e 0 µmol/m<sup>2</sup>s; Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05); <sup>NS</sup> Não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Tabela 4. Índice de velocidade de brotação (IVB), comprimento médio radicular (CR), comprimento médio do broto (CB), massa seca total (MST) e brotação final (B) da espécie *Sedum adolphii* submetida ao uso de fertilizante enraizador e ambientes contrastantes, avaliado aos 30 dias após instalação do estudo.

Table 4. Shooting speed index (IVB), average root length (CR), average shoot length (CB), total dry mass (MST) and final shoot (B) of *Sedum adolphii* submitted to the use of rooting fertilizer and contrasting environments, evaluated at 30 days after study installation.

Trat.	IVB	CR (mm)	CB (mm)	MST (g)	B (%)
F	2,21 <sup>NS</sup>	3,50 <sup>NS</sup>	1,50 <sup>NS</sup>	0,0031 <sup>NS</sup>	47,5 <sup>NS</sup>
A	2,32	3,5	1,5	0,0027	46,87
C	2,28	4	1,62	0,0033	47,5
Ambientes					
Ab1	4,54 a	7,33 a	3,08 a	0,0061 a	94,58 a
Ab2	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,0000 b	0,00 b
CV (%)	7,77	30,15	29,72	33,03	6,47

F = Fertilizante comercial; Testemunhas (A = Água; C = Controle); Ab1 = 24,8 °C e 449,8 µmol/m<sup>2</sup>s; e Ab2 = 5 °C e 0 µmol/m<sup>2</sup>s; Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05); <sup>NS</sup> Não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Alguns estudos também relatam resposta de espécies de *Sedum* aos compostos reguladores de crescimento *in vitro*. Ahn; Lee (2004) observaram que segmentos foliares de *Sedum sarmentosum* apresentaram maior indução da formação de calos quando o meio de cultura recebeu suplementação de 2,4-D combinado com benziladenina (BA), compostos que mimetizam a ação de auxinas e citocininas, respectivamente. Já a combinação de BA e ácido naftaleno acético (NAA) promoveu o desenvolvimento da parte aérea, enquanto o enraizamento ocorreu em meio sem suplementação de hormônios. Já para a espécie *Sedum rubrotinctum*, a aplicação de diferentes doses de AIB não favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular das estacas após 25 dias em câmara de germinação (STULZER et al., 2018).

Ao avaliar os efeitos fisiológicos de fitormônios sobre o desenvolvimento da espécie *Graptopetalum paraguayense*, uma das precursoras do *Graptosedum Francesco Baldi*, Tamaki et al. (2020) observaram que o ácido giberélico e o paclobutrazol, inibidor da biossíntese de giberelina, não afetam a taxa de regeneração de folhas e raízes da espécie, porém a utilização do ácido abscísico (ABA) suprimiu a regeneração das plantas, indicando que também possui papel importante na reprodução assexuada da suculenta.

As espécies avaliadas no presente estudo apresentaram o desenvolvimento inibido na ausência de luz e baixa temperatura (Tabela 3 e 4), ou seja, condição de estresse, considerando a sensibilidade desses fatores ambientais para a maioria das espécies suculentas (GRIFFITHS; MALES, 2017). Acredita-se, embora não tenha sido determinado os níveis endógenos nas plantas, que o estresse proporcionado no presente estudo (Ab2), possivelmente estimulou a síntese

do supressor ABA, afetando negativamente no desenvolvimento das espécies. Inúmeros estudos indicam a relação entre a indução da síntese de ABA e fatores estressantes as plantas (KUROMORI et al., 2018; LI et al., 2020; SARADADEVI et al., 2017).

Ainda, é preciso considerar que as três espécies exploradas neste estudo integram a mesma família botânica, ou seja, pertencem a Crassulaceae. Desta forma, são classificadas como plantas CAM, realizam o metabolismo ácido das crassuláceas na assimilação do carbono na fotossíntese. A assimilação fotossintética do dióxido de carbono resulta em sacarose no citosol e amido nos cloroplastos. Na ausência de luminosidade, por exemplo, ocorre o cessamento da assimilação de dióxido de carbono, assim como inicia-se a degradação de amido presente nos cloroplastos. Considerando que o amido é o principal carboidrato de reserva, bem como está envolvido na síntese de sacarose no citosol, fornecendo carbono para o crescimento (TAIZ et al., 2017), auxilia no entendimento do porquê houve inibição no desenvolvimento das variáveis no ambiente Ab2.

Segundo dados revisados por Grimaldi et al. (2008) pouca ou nenhuma luz é necessária para a indução e iniciação do enraizamento, pois a presença de luz diminui os níveis de auxina, que inibe o processo. Chen et al. (2019) consideraram que uma menor intensidade de luz (10 µmol m<sup>2</sup>s), combinada com 1-4 mg/l BA e 0-0,4 mg/l NAA, foi eficaz na proliferação de calos para a espécie suculenta *Haworthia 'Sansenju'* (*H. obtusa* × *H. comptoniana*), enquanto que sob uma maior intensidade de luz (45 µmol m<sup>2</sup>s), concentrações

mais altas de BA foram necessárias para uma melhor proliferação de calos da espécie.

Apesar do efeito da luz nos níveis de fitormônios, após o período de enraizamento, a luz é necessária para o crescimento das partes aéreas e raízes. No estudo de Zhu et al. (2018) propágulos de *Sedum sarmentosum* apresentaram maior desenvolvimento sob diferentes níveis de intensidade luminosa, sendo considerado excelente com 60% de pleno sol. Já no estudo de Kim; Kim (2015), mudas de *Sedum middendorffianum* enraizaram independente do sombreamento, porém o desenvolvimento das raízes foi maior na condição sem sombreamento. Avaliando duas espécies de *Echeveria*, Cabahug et al. (2017) observaram que ambas apresentaram maior crescimento em altura sob sombreamento, entretanto o desenvolvimento foi considerado anormal em relação ao típico das espécies. Algumas espécies crassuláceas ainda respondem melhor ao aumento da intensidade luminosa e tempo de exposição à luz, como a *Sedeveria* 'Letizia', *Echeveria* 'Momotaro' e *Graptoveria opalina*, enquanto para a *Sedum* 'Sun Red' não há efeito (NAM et al., 2016).

## 5. CONCLUSÕES

A utilização do fertilizante enraizador comercial auxilia na emissão de brotações e raízes na espécie *Echeveria elegans*, porém tais efeitos são dependentes da presença de temperatura e luminosidade (24,8 °C e 449,8 μmol/m<sup>2</sup>s). Essa condição de ambiente também favorece *Graptosedum Francesco Baldi* e *Sedum adolphii*, porém o uso do fertilizante não potencializa o desenvolvimento inicial dessas espécies.

## 6. REFERÊNCIAS

- ANH, J. H.; LEE, S. Y. Effect of growth regulators on callus induction and plant regeneration from leaf explants of *Sedum sarmentosum*. **Korean Journal of Plant Biotechnology**, v. 31, n. 1, p. 25-29, 2004. DOI: 10.5010/jpb.2004.31.1.025
- CABAHUG, R. A.; SOH, S. Y.; NAM, S. Y. Effects of auxin and cytokinin application on leaf cutting propagation in *Echeveria* species. **Flower Research Journal**, v. 24, n. 4, p. 264-273, 2016. DOI: 10.11623/frj.2016.24.4.04
- CABAHUG, R. A. M.; SOH, S. Y.; NAM, S. Y. Effects of shading on the growth, development, and anthocyanin content of *Echeveria agavoides* and *E. marcus*. **Flower Research Journal**, v. 25, n. 4, p. 270-277, 2017. DOI: 10.11623/frj.2017.25.4.12
- CARRASCOSA, J. S.; GIANINI, P. F.; PEDROSO-DE-MORAES, C. 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. DOI: 10.17765/2176-9168.2016v9n1p135-145
- CAVALCANTE, A. B. C.; MENEZES, M. O. T.; MACHADO, M. C. **Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado**. Campina Grande: INSA, 2013. 102p.
- CHEN, Y. M.; HUANG, J. Z.; HOU, T. W.; PAN, I. C. Effects of light intensity and plant growth regulators on callus proliferation and shoot regeneration in the ornamental succulent *Haworthia*. **Botanical Studies**, v. 60, n. 10, 2019. DOI: 10.1186/s40529-019-0257-y
- COLOMBO, R. C.; CRUZ, M. A.; CARVALHO, D. U.; HOSHINO, R. T.; ALVES, G. A. C.; FARIA, R. T. *Adenium obesum* as a new potted flower: growth management. **Ornamental horticulture**, v. 24, n. 3, p. 197-205, 2018. DOI: 10.14295/oh.v24i3.1226
- 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) Sp. **Revista Desafios**, v. 4, n. 4, p. 32-40, 2017. DOI: 10.20873/uft.2359-3652.2017v4n4p32
- GRIFFITHS, H.; MALES, J. Succulent plants. **Current Biology**, v. 27, n. 17, p. 853-909, 2017. DOI: 10.1016/j.cub.2017.03.021
- GRIMALDI, F.; GROHSCOPF, M. A.; MUNIZ, A. W.; GUIDOLIN, A. F. Enraizamento *in vitro* de frutíferas da família Rosaceae. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 7, n. 2, p. 160-168, 2008.
- IBRAFLORES\_Instituto Brasileiro de Floricultura. Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br/numeros-setor>> Acesso em: 20 out 2020.
- KIM, H. J.; KIM, Y. J. Effect of shading degree and rooting media on growth of cuttings in *Caragana sinica* (Buc'hoz) Rehder and *Sedum middendorffianum* Maxim. **Korean Journal of Medicinal Crop Science**, v. 23, n. 4, p. 271-276, 2015. DOI: 10.7783/kjmcs.2015.23.4.271
- KUROMORI, T.; SEO, M.; SHINOZAKI, K. ABA transport and plant water stress responses. **Trends in Plant Science**, v. 23, n. 6, p. 513-522, 2018. DOI: 10.1016/j.tplants.2018.04.001
- LI, S.; LI, X.; WEI, Z.; LIU, F. ABA-mediated modulation of elevated CO<sub>2</sub> on stomatal response to drought. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 56, p. 174-180, 2020. DOI: 10.1016/j.pbi.2019.12.002
- LORENZI, H. **Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 1088p.
- LORENZI, H.; OLSTHOORN, G.; COSTA, C. **Cactos e outras suculentas para decoração**. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2019. 400p.
- NAM, S. Y.; LEE, H. S.; SOH, S.; CABAHUG, R. A. M. Effects of supplementary lighting intensity and duration on hydroponically grown Crassulaceae species. **Flower Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 1-9, 2016. DOI: 10.11623/frj.2016.24.1.1
- NEILL, E. M.; BYRD, M. C. R.; BILLMAN, T.; BRANDIZZI, F.; STAPLETON, A. E. Plant growth regulators interact with elevated temperature to alter heat stress signaling via the Unfolded Protein Response in maize. **Scientific Reports**, v. 9, n. 10392, p. 1-10, 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-46839-9
- PEREIRA, L.; MORRISON, L.; SHUKLA, P. S.; CRITCHLEY, A. T. A concise review of the brown macroalga *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis. **Journal of Applied Phycology**, v. 32, p. 3561-3584, 2020. DOI: 10.1007/s10811-020-02246-6
- SAEGER, J. D.; VAN PRAET, S.; VEREECKE, D.; PARK, J.; JACQUES, S. Toward the molecular understanding of the action mechanism of *Ascophyllum nodosum* extracts on plants. **Journal of Applied Phycology**, v. 32, n. 1, p. 573-597, 2020. DOI: 10.1007/s10811-019-01903-9
- SANTOS, J. L. C.; BRITO, E. L.; SOUSA, A. V. A. R.; SARAIVA, J. F. C. S.; DINIZ, F. O. Avaliação de enraizador comercial em diferentes tipos de estacas de rosa do deserto. In: ANDRADE, D.F. (ed.). **Tópicos em Ciências Agrárias – Volume 5**. 1 ed. Belo Horizonte:

- Poisson, 2020. p. 45-53. DOI: 10.36229/978-65-86127-17-1. (cap. 05)
- SARADADEVI, R.; PALTA, J. A.; SIDDIQUE, K. H. M. ABA-Mediated stomatal response in regulating water use during the development of terminal drought in wheat. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 1251, 2017. DOI: 10.3389/fpls.2017.01251
- SHUKLA, P. S.; MARTIN, E. G.; ADIL, M.; BAJPAI, S.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. *Ascophyllum nodosum*-Based Biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, n. 655, p. 1-22, 2019. DOI: 10.3389/fpls.2019.00655
- STULZER, G. C. G.; PAULA, J. C. B.; ROSOLEN, I. B.; PELLIZZARO, V.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T.; KOYAMA, R. Enraizamento de estacas foliares de *Sedum rubrotinctum* (Crassulaceae) submetidas a métodos de aplicação de ácido indol-butírico (AIB) em diferentes concentrações. **Terra e Cultura**, v. 34, n. esp., p. 212-222, 2018.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.
- TAMAKI, T.; KUBO, S.; SHIMOMURA, K.; UMEHARA, M. Effects of gibberellin and abscisic acid on asexual reproduction from *Graptopetalum paraguayense* leaves. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 39, p. 1373-1380, 2020. DOI: 10.1007/s00344-020-10068-6
- ZHU, Z. B.; YANG, J. F.; GUO, Q. S.; LIU, F.; WANG, R.; ZHANG, W-X. Effects of light intensity on growth, quality and antioxidant activities of *Sedum sarmentosum*. **Zhongguo Zhong Yao Za Zhi**, v. 43, n. 22, p. 4404-4409, 2018. DOI: 10.19540/j.cnki.cjcmm.20180820.008