

CAPÍTULO 06

PRODUÇÃO DE MUDAS E PLANTIO DE ROSA-DO-DESEERTO

Claudineia Ferreira Nunes

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, CEP: 39404-547, Montes Claros, MG, Brasil.

E-mail: claudineia.f.nunes@gmail.com

Marlon Cristian Toledo Pereira

Universidade Estadual de Montes Claros, Departamento de Ciências Agrárias, CEP: 39440-000, Janaúba, MG, Brasil.

E-mail: marlon.pereira@unimontes.br

6.1 INTRODUÇÃO

A Rosa-do-Deserto é uma planta nativa de regiões áridas e classificada cientificamente como *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult. Pertence à família Apocynaceae e é apreciada pela exuberância das suas flores e pelas formas esculturais do seu caule (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002; CHUHAIRY; SITANGGANG, 2004; WANNAKRAIROJ, 2008; HASTUTI *et al.*, 2009; VERSIANI *et al.*, 2014). Além disso, esta planta possui grande potencial para aplicação farmacêutica (PAUL *et al.*, 2015). A espécie possui ampla distribuição na região Africana e Asiática (PLAIZIER, 1980) e, atualmente, tem sido cultivada na maioria dos países tropicais e subtropicais (HOSSAIN *et al.*, 2013; AKHTAR; HOSSAIN; ABDULLAH, 2017).

No Brasil, o cenário comercial da espécie *Adenium obesum* é recente, no entanto, a planta foi apresentada aos brasileiros há duas décadas e, desde então, sua beleza ornamental vem sendo reconhecida (COLOMBO *et al.*, 2018).

Rosa-do-Deserto é uma planta arbustiva, com caule espessado e base dilatada (caudex). Sua altura pode se aproximar de 4 metros, as flores se compõem de várias misturas de cores e sua produção ocorre durante a maior parte do ano. Os frutos são caracterizados por folículos formados em pares e sementes liberadas através da abertura longitudinal dos frutos, ao final da sua maturação (DIMMITT *et al.*, 2009; PLAIZIER, 1980; MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002). Em seu ambiente nativo, as plantas são variáveis em sua aparência geral e exibição floral, mas, geralmente, apresentam crescimento lento e vida longa, sobrevivendo por centenas de anos (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002).

A propagação da Rosa-do-Deserto ocorre pela via sexuada (sementes) ou assexuada (estaquia e enxertia). A propagação por sementes é relevante para programas de melhoramento da espécie, no entanto, a polinização é dificultada, uma vez que as flores masculinas e femininas apresentam problemas de esterilidade e, conseqüentemente, uma baixa produção das sementes.

O método da estaquia tem se mostrado prático para os produtores, porém, a dilatação da base do caule é subterrânea, o que não é interessante para o mercado ornamental, já que a beleza da estrutura da base dilatada não fica visualmente exposta. A enxertia é considerada viável e desejável, principalmente para

variedades híbridas, porém, requer um pouco mais de habilidade do viveirista (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002; KANCHANAPOOM *et al.*, 2010).

A propagação *in vitro* é uma opção viável para a Rosa-do-Deserto e seus híbridos. O cultivo *in vitro*, por meio da manipulação de explantes, condições de cultivo, meios de cultura e reguladores de crescimento permite a produção de grande quantidade de mudas para o mercado ornamental. No entanto, o cultivo *in vitro* da Rosa-do-Deserto ainda se encontra em fase de estudos, visando ao estabelecimento de protocolos de cultivo (COLOMBO *et al.*, 2018; KANCHANAPOOM *et al.*, 2010).

Dentre as plantas ornamentais tropicais, a Rosa-do-Deserto é uma espécie admirável e exibe ótima perspectiva de cultivo.

Nesse sentido, e visando a contribuir com informações sobre essa importante espécie para o setor ornamental, este capítulo tem por objetivo apresentar conhecimentos técnicos e científicos para a produção de mudas de Rosa-do-Deserto, pela via seminífera, vegetativa e por cultura de tecidos vegetais.

6.2 PROPAGAÇÃO POR SEMENTES

A propagação por sementes é a mais utilizada para a Rosa-do-Deserto e a mais eficiente e menos onerosa para os produtores. As sementes são de coloração marrom claro, rugosas, apresentando nas extremidades uma estrutura plumosa caracterizada como papus, importante para a dispersão (COLOMBO *et al.*, 2015), como mostrado na Figura 1. As sementes são comercializadas na forma de *kits*, contendo de 5 a 500 unidades de uma única variedade ou uma mistura de variedades, e podem ser adquiridas em floriculturas, lojas de jardinagem ou sites especializados.

Figura 1 - Aspecto externo do fruto (folículo) e da semente de Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*), evidenciando a plumagem (papus) nas extremidades.



Fonte: PAIVA⁵, 2019.

A variabilidade morfológica encontrada na Rosa-do-Deserto provenientes de sementes é relevante para os programas de melhoramento da espécie, principalmente, em relação ao caudex vistoso e escultural e à pluralidade de cores das flores. A propagação por sementes apresenta alta variabilidade, o que proporciona a criação de novas variedades para os melhoristas (DIMMITT *et al.*, 2009; CHAVAN *et al.*, 2016; CHAVAN *et al.*, 2018; COLOMBO *et al.*, 2016). Essas características fazem dessa planta um produto bastante apreciado e desejado no mercado ornamental. A propagação por sementes também é de grande importância para a produção de porta-enxertos (COLOMBO *et al.*, 2015).

O inconveniente da propagação a partir de sementes está relacionado ao fracasso na polinização, devido à ocorrência de possíveis flores estéreis masculina e feminina (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002). No processo de polinização, pode-se destacar a natureza heterozigótica da planta, já que realiza polinização cruzada, embora a autopolinização também ocorra (COLOMBO *et al.*, 2018).

A reprodução das plantas por hibridação tem sido uma opção para os melhoristas, que visam à criação de genótipos com nova cor de flor, alta longevidade *in situ* e forma multipétala (SINGH *et al.*, 2019). Esse assunto será abordado com mais detalhes no capítulo dedicado ao melhoramento da Rosa-do-Deserto.

⁵ Arquivo pessoal de Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Na propagação por sementes, a polinização manual é um método que tem sido utilizado com sucesso para a espécie com sucesso. O processo inicia com a escolha de plantas que apresentam flores masculinas e femininas compatíveis, a fim de garantir a produção de sementes viáveis (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002). A polinização manual é realizada, retirando uma ou duas pétalas da flor receptora para expor as anteras. Em seguida, deve ser realizada a remoção das anteras com o auxílio de uma pinça, para posterior coleta dos grãos de pólen que, na sequência, são transferidos para o estigma da flor receptora. Após 90 dias da polinização das flores, o folículo (fruto), com número variado de 28 a 118 sementes, inicia a deiscência e as sementes podem ser coletadas para a semeadura (COLOMBO *et al.*, 2015; MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002). Sementes de Rosa-do-Deserto em temperatura de 25 °C mantêm sua viabilidade por até 12 meses, e as temperaturas entre 25 e 30 °C se mostram apropriadas para iniciar o processo de germinação, com valores a partir de 90 % (COLOMBO *et al.*, 2015).

Na realização da semeadura, Mclaughlin e Garofalo (2002) recomendam retirar o papus presente nas extremidades das sementes, fazer seu tratamento com fungicida, para, então, realizar o semeio em bandejas de polietileno, levando em consideração a necessidade de hidratar as sementes, antes do plantio. A semeadura realizada pouco tempo depois da coleta das sementes, aumenta as chances de se obterem altas taxas de germinação, confirmando o elevado potencial de germinação da espécie registrado por Colombo *et al.*, (2015), Colombo *et al.*, (2017) e Mclaughlin e Garofalo (2002), em condições *ex vitro*, ou em laboratório.

Os substratos sugeridos para o crescimento e desenvolvimento da Rosa-do-Deserto são: casca de pinus semi-compostada, pó de pinus, vermiculita, fibra de coco, areia e os substratos comerciais (ALVES *et al.*, 2018; ALVES *et al.*, 2016; COLOMBO *et al.*, 2017; COLOMBO *et al.*, 2016; MONTEIRO NETO *et al.*, 2019). O substrato a ser utilizado deve oferecer boa drenagem e sua escolha dependerá da disponibilidade de materiais na região. Para a manutenção da umidade adequada do substrato e para a produção de mudas de qualidade, a irrigação deve ser realizada diariamente (MONTEIRO NETO *et al.*, 2019), aumentando o intervalo das irrigações de forma gradativa, à medida que as plantas forem crescendo.

O processo de germinação tem início uma semana após a semeadura e, no prazo de um mês, as plantas apresentam cerca de 03 pares de folhas totalmente expandidas e já exibem estrutura compatível para o transplantio (MCLAUGHLIN;

GAROFALO, 2002). A figura (2) mostra a evolução do desenvolvimento da Rosa-do-Deserto, da semente à completa formação da planta e o surgimento das flores no ápice das hastes dos ramos. A espécie é uma planta que necessita de pleno sol durante seu cultivo, segundo Silveira (2016) e, geralmente, quando propagadas por sementes, florescem no mesmo ano (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002).

Figura 2 - Caracterização e cronologia do desenvolvimento da Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*) a partir da semente, do crescimento das estruturas primárias, da ramificação e do florescimento.



Fonte: ANDRADE⁶, 2020

6.3 PROPAGAÇÃO ASSEXUADA

6.3.1 PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA

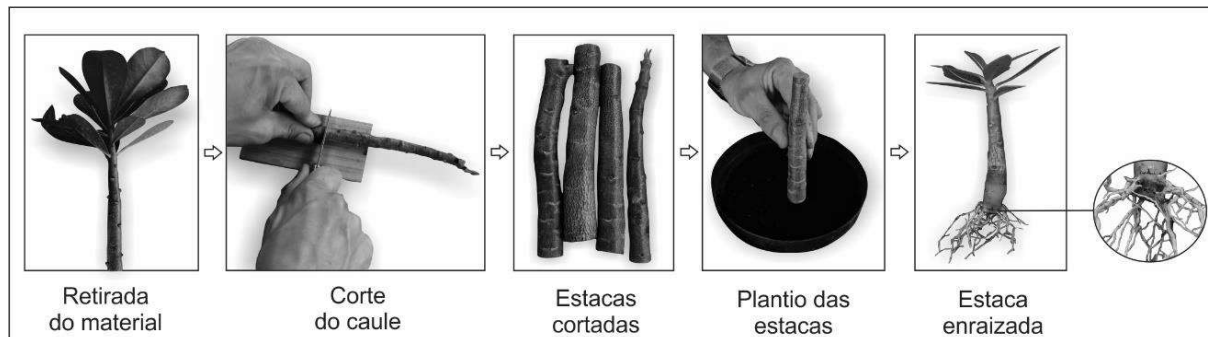
O mercado ornamental é um setor que se renova constantemente, e tem o compromisso de apresentar para seu público materiais com características surpreendentes, com formas e cores exuberantes. No caso da Rosa-do-Deserto, a exigência dos colecionadores e consumidores por plantas que apresentem caules esculturais é cada vez mais crescente.

A maior parte das plantas de Rosa-do-Deserto disponíveis no mercado são oriundas de hibridação e, quando propagadas por sementes, têm uma alta taxa de

⁶ Arquivo pessoal de Monielly Soares Andrade.

segregação. Para a manutenção das características das cultivares comercializadas atualmente, a propagação vegetativa pode ser uma alternativa viável (COLOMBO *et al.*, 2018), no entanto, quando a opção é pela via da estaquia, método considerado fácil para obtenção da muda, representado na Figura 3, o produto final é uma planta sem a exuberância do caule escultural, visto em plantas propagadas por sementes (COLOMBO *et al.*, 2018). Por essa razão, esta propagação não é tão interessante para o mercado ornamental, por não ser atraente e não despertar o desejo de compra dos consumidores e colecionadores. Outro inconveniente é a baixa taxa de multiplicação das estacas e a necessidade de muitas plantas matrizes para a coleta do material vegetal e de área para manutenção dessas plantas. Essas características fazem da propagação por estacas um método pouco eficiente para os produtores. A vantagem da produção de mudas por estacas é a obtenção de um produto geneticamente idêntico à planta mãe (COLOMBO *et al.*, 2018).

Figura 3 – Propagação vegetativa da Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*) por estacas, destacando haste vegetativa, corte da estaca, estacas prontas para o enraizamento e estaca exibindo as raízes adventícias.



Fonte: ANDRADE⁷, 2020.

A propagação por estacas requer uma boa e criteriosa avaliação e seleção das plantas matrizes, pois são as fornecedoras do material propagativo. As plantas selecionadas devem apresentar bom estado nutricional, fitossanitário e boa ramificação das hastes. Para a obtenção das estacas, é desejável coletar hastes de ramos jovens, sadios e vigorosos. Após a coleta, são retiradas as folhas e os ramos são segmentados em estacas com aproximadamente 12 cm de comprimento (BROWN, 2012) retiradas da parte intermediária, entre a base e o ápice da planta. Outra forma é utilizar estacas de 8 a 10 cm de comprimento coletadas da parte

⁷ Arquivo pessoal de Monielly Soares Andrade.

apical das hastes dos ramos, mantendo as folhas da parte superior da estaca e retirando as folhas da parte inferior (MCBRIDE, 2012).

Antes do processo de plantio das estacas é recomendado mantê-las por 24 horas em local sombreado e com ventilação natural (LÁZARI; AZEVEDO, 2018), com subsequente tratamento hormonal das estacas. Ainda que as estacas exibam elevado potencial de enraizamento, a auxina – ácido indolbutírico (AIB), pode ser utilizada na prática de preparo da estaca para acelerar o processo de enraizamento. Testes realizados por McBride (2012) revelaram que o uso de 8000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) é adequado para enraizamento de estacas apicais das cultivares Rosa Gelo e Rubra (*Ice Pink* e *Red*). Com o tratamento hormonal realizado, a estaca estará pronta para ser plantada no recipiente de cultivo adequado, ou seja, nos sacos plásticos ou nos tubetes para a produção de mudas. Para o enraizamento das estacas, são recomendados os substratos vermiculita, casca de arroz carbonizado, casca de pinus semi-compostada, substratos comerciais, entre outros (COLOMBO *et al.*, 2018). O cultivo deve ser conduzido em ambiente protegido com 50 % de sombreamento (LÁZARI; AZEVEDO, 2018).

O manejo da irrigação requer atenção durante o processo de enraizamento, pois as estacas de Rosa-do-Deserto apresentam alto teor de água e uma irrigação em excesso pode provocar sua podridão (COLOMBO *et al.*, 2018). O tempo provável para o completo desenvolvimento vegetativo das plantas, no ambiente de cultivo, ocorre em um prazo de 120 dias, ou um pouco mais. Transcorrido esse tempo, as plantas já estão aptas a serem transplantadas para o recipiente definitivo (LÁZARI; AZEVEDO, 2018). Para garantir sucesso na produção de mudas por estacas, é importante realizar vistorias constantes para descartar materiais que apresentam sinais de murcha (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002), detectar a presença de doenças ou de patógenos, ou a morte daqueles que não sobreviveram às condições de cultivo.

6.3.2 PROPAGAÇÃO POR ENXERTIA

A propagação vegetativa pelo método da enxertia é uma técnica que recentemente tem sido a preferida para a produção de mudas de Rosa-do-Deserto.

A enxertia é interessante, por assegurar características desejáveis de caráter ornamental presentes em variedades híbridas, tais como, flores com variadas colorações e forma multipétala.

Na enxertia da Rosa-do-Deserto, o porta-enxerto é proveniente de sementes que originam plantas com caudex bem pronunciado, e o enxerto é obtido de haste de ramos das matrizes selecionadas que se deseja propagar, de preferência as variedades híbridas (COLOMBO *et al.*, 2018). O produto é uma nova planta com características de mercado desejáveis, como caule escultural e belas flores multicoloridas, suprimindo as expectativas dos colecionadores e consumidores do setor ornamental por novas variedades, e impressionando-os. Com esse intuito Singh *et al.*, (2019) optaram pela enxertia para multiplicar o germoplasma de Rosa-do-Deserto denominado SDSH1- “Sudarshian⁸ x Coração Doce Duplo” (*Sudarshan x Double Sweet Heart*) oriundo de programa de melhoramento e que apresenta novas características morfológicas para a forma multipétala de cor vermelha vibrante.

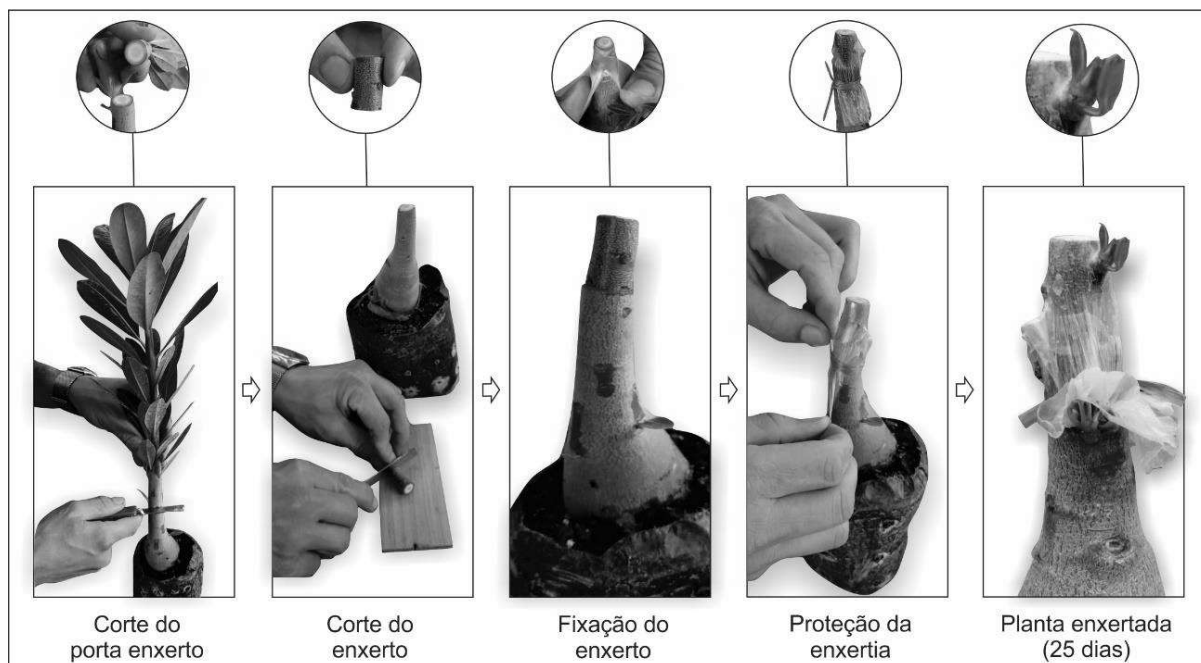
O sucesso da enxertia na produção de mudas de Rosa-do-Deserto depende de uma associação de fatores, tais como, a variedade a ser propagada, o porta-enxerto, as condições ambientais, os aspectos fitossanitários do material vegetal e, em especial, da habilidade do manipulador na produção da nova planta. Colombo *et al.*, (2018) orientam que, após um ano, as mudas de Rosa-do-Deserto provenientes de sementes já apresentam condições para uso como porta-enxertos, quando o caudex estiver com desenvolvimento satisfatório. Sobre boas condições para a realização da enxertia, McLaughlin e Garofalo (2002) destacam que o clima quente e úmido é satisfatório para lograr êxito com a produção de mudas por enxertia. Dois métodos de enxertia têm sido usados: um tradicional, por meio da garfagem no topo em fenda cheia e o outro caracterizado como “cortiça”, similar à técnica convencional (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002; COLOMBO *et al.*, 2018) e que tem conquistado os produtores de muda. Informações de Colombo *et al.*, (2018) mostram que a vantagem do método “cortiça” é que, após alguns meses da realização da enxertia, observa-se uma cicatrização bastante uniforme, praticamente perfeita, na região enxertada. Já no método tradicional de enxertia, a cicatrização dos tecidos na região do enxerto pode ocorrer de forma irregular, pouco satisfatória.

⁸ Sri Sri Ayurveda Sudarshan Vati” é um medicamento ayurvédico exclusivo, feito de diferentes variedades de ervas, usado no tratamento da febre originária de diferentes doshas Kapha, Pitta, Vata. É bom para o fígado e o baço, além de ajudar a curar febre, dor de cabeça e dor no corpo. Disponível em health.molylife.com/26645/beneficios-do-sudarshan-vati.html. Acesso em 15 set. 2029.

Para o método de garfagem, o porta-enxerto e o enxerto devem apresentar diâmetro compatível, para que a resposta à enxertia seja satisfatória. A execução da prática da enxertia inicia com a poda do porta-enxerto, correspondendo a 10 cm acima do caudex, para a abertura da fenda que receberá o enxerto. Um corte no formato de cunha será feito na extremidade basal do enxerto que, posteriormente, será encaixado na fenda localizada no porta-enxerto (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002), permitindo que as camadas cambiais do corte do enxerto e o porta-enxerto estejam conectados. Para auxiliar na fixação do enxerto e do porta-enxerto, é recomendado envolver a região da enxertia com fita de enxertia (MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002).

O método “cortiça” descrito por Colombo *et al.*, (2018), representado na Figura 4, consiste em fazer um corte reto no porta-enxerto, acima da região onde o caudex é mais pronunciado. A haste de ramo retirado de plantas matrizes e selecionado para fornecer o enxerto é segmentado em partes semelhantes a uma pequena cortiça, contendo, pelo menos, um botão vegetativo, e seu diâmetro pode ser menor que o do porta-enxerto. Para a união entre o porta-enxerto e o enxerto, o segmento “cortiça” (enxerto) é colocado sobre o corte do porta-enxerto, unindo as regiões cortadas. Da mesma forma que no método tradicional, uma fita de enxertia é utilizada para proteger a região da enxertia e para auxiliar no processo da cicatrização. A fita deve ser removida ao se observar o início da emissão da brotação. Brown (2012) enfatiza que as plantas cultivadas por sementes são naturalmente vigorosas e podem florescer em menos de 12 meses. As plantas produzidas por enxertia também seguem esse padrão de vigor e florescimento, além de apresentar precocidade.

Figura 4 – Propagação vegetativa da Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*) por enxertia do tipo “cortiça”, destacando o corte no porta-enxerto, a segmentação da haste do ramo selecionado para fornecer o enxerto “cortiça”, a união do enxerto e do porta-enxerto, a proteção da região enxertada com a fita de enxertia e o surgimento da brotação.



Fonte: ANDRADE⁹, 2020.

Com as mudas enxertadas formadas e bem desenvolvidas, tomam-se as devidas providências para plantá-las no local definitivo, atendendo a todas as condições adequadas de nutrição, umidade e sombreamento recomendadas para a condução de plantas ornamentais. Em cerca de seis meses, as plantas estarão adequadas para serem levadas ao campo, para plantio em local definitivo.

6.4 CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS APLICADA À ROSA-DO-DESRTO

6.4.1 INTRODUÇÃO

Os métodos convencionais de propagação da Rosa-do-Deserto para produção das mudas apresentam limitações ocasionadas, principalmente, pela esterilidade de flores que se propagam por sementes e pelo subdesenvolvimento do caudex em plantas propagadas via estaquia (COLOMBO, 2018; MCLAUGHLIN; GAROFALO, 2002). Tais entraves demandam uma busca por formas alternativas

⁹ Arquivo pessoal de Monielly Soares Andrade.

para a propagação e produção de mudas, que permitam sua exploração massal e que produzam plantas com alto valor ornamental.

A cultura de tecidos vegetais é uma ferramenta biotecnológica fundamental para a conservação, preservação e propagação de plantas. Técnicas da cultura de tecidos vegetais permitem produzir plantas em larga escala, pois, pela micropropagação se produzem clones, com uma rápida taxa de multiplicação, a um menor custo e com maior controle fitossanitário das plantas e, por este motivo, essa técnica pode atuar como um veículo para a multiplicação de plantas oriundas do melhoramento genético (ERIG; SCHUCH, 2005).

Assim, a cultura de tecidos se apresenta como uma alternativa promissora para a propagação da Rosa-do-Deserto, uma vez que o mercado apresenta uma grande demanda pela espécie, em suas mais variadas cores e formatos (VARELLA *et al.*, 2015). Todavia, há poucos trabalhos disponíveis na literatura sobre esta espécie (COLOMBO, 2018; KANCHANAPOOM *et al.*, 2010). Assim, com o intuito de destacar a importância das técnicas de cultura de tecidos abordadas para a espécie *Adenium obesum* e reunir informações que se encontram disponíveis, porém dispersas, é que, a seguir, apresentamos e discutimos, de forma prática e objetiva, as atuais técnicas do cultivo *in vitro* aplicadas a esta espécie ornamental tão valorizada por colecionadores e consumidores.

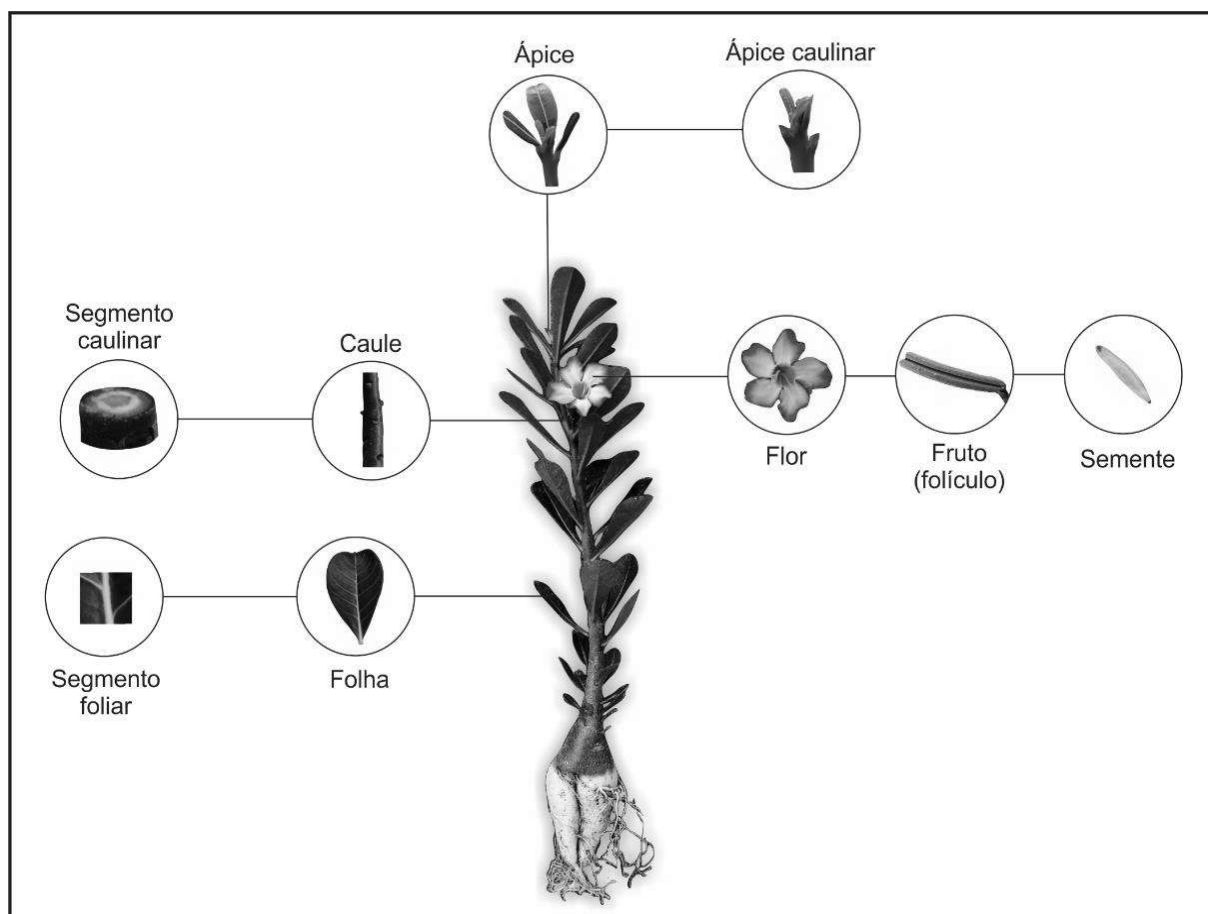
6.4.2 ASPECTOS GERAIS DO CULTIVO IN VITRO

O cultivo *in vitro* é fundamentado em uma das principais propriedades das plantas: a totipotencialidade, definida como a capacidade das células vegetais de originar um novo indivíduo (JUNGHANS; SOUZA, 2013; CID, 2014). Para iniciar o cultivo é necessário utilizar células, segmentos de tecidos ou órgãos vegetais denominados explantes. Diversas partes ou fragmentos da planta, que vão desde a parte aérea até o sistema radicular, podem ser utilizadas como explantes (JUNGHANS; SOUZA, 2013).

A escolha adequada do explante é fundamental para o sucesso do estabelecimento da cultura *in vitro*. Diante disso, é necessário ater-se a cuidados como a origem do explante, sua localização na planta matriz, idade fisiológica e seu estado fitossanitário. Geralmente, explantes mais jovens apresentam maior potencial de resposta fisiológica às condições de cultivo (CANHOTO, 2010; JUNGHANS;

SOUZA, 2013). No cultivo *in vitro* da Rosa-do-Deserto, diferentes explantes, como os representados na Figura 5, podem ser utilizados, tais como sementes e/ou embriões zigóticos usados na germinação *in vitro* para a formação de plântulas que poderão servir de fonte de explantes. Podem ser usados também ápices caulinares, gemas, meristemas, segmentos caulinares e foliares, para a proliferação de novas brotações e para o estabelecimento de culturas organogênicas e embriogênicas (embriogênese somática).

Figura 5 – Explantes utilizados para iniciar o cultivo da Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*) *in vitro*.



Fonte: ANDRADE¹⁰, 2020.

Para iniciar um cultivo *in vitro*, o estabelecimento é uma das etapas que requer muita atenção, pois pode ocorrer rejeição da cultura ao cultivo e isso dependerá da escolha do explante, do meio de cultura e das condições de cultivo (temperatura/luminosidade), que podem ocasionar perdas parciais ou totais da cultura. A oxidação e a contaminação também são eventos indesejáveis e causadores de insucesso no cultivo *in vitro*.

¹⁰ Arquivo pessoal de Monielly Soares Andrade.

De modo geral, o estabelecimento de explantes da Rosa-do-Deserto não apresenta limitação e o meio de cultivo MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), conforme diferentes autores, tem se mostrado eficiente, não somente no estabelecimento, mas, também, em todas as etapas do cultivo, seja para germinação *in vitro*, indução de calos, ou para a regeneração por meio da micropropagação (MACHADO JUNIOR; FERNANDES, 2018; LEE *et al.*, 2017; SHUKLA, 2015; VARELLA *et al.*, 2015; RASAD *et al.*, 2015; KANCHANAPOOM *et al.*, 2010). Os autores revelam também que, na fase de multiplicação de explantes dessa espécie, as modificações mais frequentes referem-se às alterações nas concentrações e às relações de classes de reguladores de crescimento (auxinas e citocininas). Ainda segundo os mesmos autores, para a indução de respostas fisiológicas na fase de multiplicação, as auxinas AIA (ácido 3-indolacético), ANA (Ácido naftaleno acético) 2,4-D (Ácido 2,4-diclorofenoxiacético) e as citocininas BAP (6-Benzilaminopurina), BA (Benziladenina) e cinetina respondem satisfatoriamente.

De modo geral, as culturas *in vitro* de Rosa-do-Deserto seguem o mesmo padrão de condições de cultivo da maioria das espécies cultivadas *in vitro*, sendo mantidas em sala de crescimento a temperaturas entre 24 °C e 28 °C e fotoperíodo de 16 horas, sob lâmpadas brancas frias do tipo fluorescente, branca fria, com intensidade luminosa da sala de crescimento variando de 20 a 60 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (KANCHANAPOOM *et al.*, 2010; RASAD *et al.*, 2015).

Respeitadas essas condições gerais, a literatura disponível relata que a Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*) pode ser propagada *in vitro* por via seminífera ou vegetativa, nos moldes como discorreremos na subseção seguinte.

6.4.3 PROPAGAÇÃO SEMINÍFERA: CULTIVO IN VITRO DE SEMENTES

Além de auxiliar nos estudos para a elaboração de protocolos de micropropagação, com o fornecimento de explantes das plântulas provenientes da germinação *in vitro*, representada na Figura 6, essa técnica pode também fornecer informações importantes sobre o crescimento e desenvolvimento inicial das futuras plantas (DUTRA *et al.*, 2008). A seguir, na Figura 6, são apresentadas algumas fotos e considerações sobre a germinação de Rosa-do-Deserto *in vitro*.

Figura 6 – Plântulas de Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*) germinadas *in vitro*.



Fonte: NUNES¹¹, 2020.

O cultivo *in vitro* de sementes ou germinação *in vitro* inicia-se com um processo de assepsia por imersão em álcool a 70 % (v/v), por 01 minuto e em hipoclorito de sódio a 2,5 % (p/v), contendo duas gotas de detergente, por 06 minutos, seguida de quádrupla lavagem em água destilada. Varella *et al.*, (2015), em trabalho com quatro variedades comerciais de sementes de Rosa-do-Deserto, a “Paleta laranja”, “Violeta cravo”, Anel de diamante” e a “Vermiliont” (*Orange pallet, Carnation violet, Diamond ring, Vermiliont, respectivamente*), observaram que o procedimento padrão de assepsia supracitado é eficiente, pois resultou em baixa incidência de contaminação (de 1,66 % a 6,66 %) nas variedades testadas. Segundo os mesmos autores, a germinação *in vitro* da Rosa-do-Deserto pode ser considerada um método de propagação viável, com altas taxas de germinação (de 70 % a 100 %) e formação de plântulas completas, no décimo dia de cultivo. Varella *et al.*, (2015) relatam ainda que, apesar de obter porcentagens satisfatórias de plântulas completas, malformações podem ocorrer, em consequência da germinação de sementes originadas de plantas que tiveram problemas de polinização, como relatado no início deste capítulo. A assepsia e a germinação *in vitro* de sementes de Rosa-do-Deserto também foram estudadas por Machado Junior e Fernandes (2018), mas, apesar da ausência de contaminação no cultivo *in vitro*, a porcentagem de germinação das sementes foi baixa para as condições testadas no trabalho.

¹¹ Arquivo pessoal de Claudineia Ferreira Nunes.

O uso do regulador de crescimento GA₃ (ácido giberélico) na germinação *in vitro* é uma alternativa para promover uniformidade, aumento na porcentagem de germinação e vigor das plântulas em condições *in vitro*. Neste sentido, esse regulador tem sido testado no cultivo *in vitro* de espécies ornamentais, como a lavanda (ASMAR *et al.*, 2019), sempre-viva (PRUDENTE *et al.*, 2015), orquídea (SOARES *et al.*, 2009), entre outras. Para a Rosa-do-Deserto, a adição do GA₃ ao meio de cultura, foi indiferente na germinação das sementes (VARELLA *et al.*, 2015).

As sementes também podem ser utilizadas para o estabelecimento de protocolos de regeneração, como mostra o estudo realizado por Colombo *et al.* (2018), em que o objetivo foi induzir a formação de calos a partir de sementes, com o uso de reguladores de crescimento, porém, os autores observaram uma baixa diferenciação dos calos em plântulas.

6.4.4 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA: REGENERAÇÃO *IN VITRO*

Diferentes autores vêm modificando e melhorando protocolos considerados promissores para o cultivo *in vitro* da Rosa-do-Deserto, como mostramos na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Técnicas da cultura de tecidos vegetais aplicadas na Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*).

Referência	Explantes	Aplicação	Meio de Cultura	Reguladores	Temperatura
Liu <i>et al.</i> , (2003)	Âpices caulinares	Regeneração <i>in vitro</i>	Meio MS (50 %)	AIB (0,5 µmol/L)	24-28°C
Liu <i>et al.</i> , (2004)	Segmentos foliares	Regeneração <i>in vitro</i>	Meio MS (100 %)	BA (1-2 mg.L ⁻¹) ANA (0.2-0.4 mg.L ⁻¹)	24-28°C
Kanchanapoom; Sunheem; Kanchanapoom (2010)	Âpices caulinares	Regeneração <i>in vitro</i>	Meio MS (100 %)	ANA (0,0-5,4 µM) BA (22,2 µM)	25°C ± 1°C
Faturrahman; Mellisa; Sutriana (2012)	Âpices e segmentos caulinares	Regeneração <i>in vitro</i>	Meio MS (100 %)	BAP (1 mg.L ⁻¹)	25°C ± 2°C
Rasad <i>et al.</i> , (2015)	Segmentos foliares e caulinares	Regeneração <i>in vitro</i>	Meio MS (100 %)	ANA (1,5 mg.L ⁻¹) BAP (1,0 mg.L ⁻¹)	25°C ± 1°C

Shukla, S. (2015)	Segmentos foliares	Regeneração <i>in vitro</i>	Meio MS (100 %)	AIA (8 mg.L ⁻¹) 2,4-D (2 mg.L ⁻¹)	25°C ± 1°C
Varella <i>et al.</i> , (2015)	Sementes	Germinação <i>in vitro</i>	Meio MS (50 e 100 %)	GA3 (0,0-0,5 mg.L ⁻¹)	-
Lee <i>et al.</i> , (2017)	Segmentos foliares	Regeneração <i>in vitro</i>	Meio MS (100 %)	ANA (2 mg.L ⁻¹) BA (1 mg.L ⁻¹)	25°C

Fonte: Elaborada pelos autores, 2020.

A propagação vegetativa, como já discutido anteriormente, consiste na obtenção de novos indivíduos iguais à planta mãe. A cultura de tecidos pode ser utilizada para aumentar essa taxa de multiplicação, mantendo as características desejáveis, em especial das variedades híbridas, as mais visadas no mercado ornamental. Com o objetivo de reunir informações sobre a regeneração *in vitro*, na sequência, é apresentada a descrição detalhada de metodologias consideradas prósperas para a Rosa-do-Deserto, por meio de diferentes explantes.

Ápices caulinares oriundos de plântulas *in vitro* foram utilizados para o estabelecimento de protocolo de regeneração *in vitro* de Rosa-do-Deserto por Kanchanapoom *et al.*, (2010), usando o meio MS como padrão com adição dos reguladores de crescimento ANA e BA. Os autores observaram uma alta frequência de brotações por explante, quando estes reguladores foram inoculados em meio concentrado com 22,2 µM de BA. Já o enraizamento das brotações *in vitro* da Rosa-do-Deserto é favorecido em meio MS ½, com 0,5 µmol/L⁻¹ do AIB (ácido indolbutírico), ou em meio MS com 0,3 % de carvão ativado, sem reguladores de crescimento (LIU *et al.*, 2003; KANCHANAPOOM *et al.*, 2010).

Os segmentos caulinares e foliares também podem ser utilizados como explantes, e obtidos a partir de plantas cultivadas *ex vitro* (LIU *et al.*, 2004; SHUKLA, 2015; LEE *et al.*, 2017), ou de plântulas cultivadas *in vitro* (RASAD *et al.*, 2015). A esterilização dos explantes foliares é feita por uma sequência de imersão em surfactante a 1 % por 10 minutos, solução de hipoclorito de sódio a 1 % por 10 minutos e cloreto de mercúrio por 03 minutos, e posterior lavagem em câmara de fluxo laminar com água destilada esterilizada (SHUKLA, 2015). Um outro método de esterilização consiste na imersão dos explantes em álcool a 70 % por 1 minuto e em hipoclorito de sódio a 1 % por 2 minutos, seguida por uma tríplice lavagem com água destilada (LEE *et al.*, 2017).

Para a indução de calos a partir de explantes foliares e caulinares, podem ser utilizados diferentes tipos e concentrações de reguladores de crescimento. A formação dos calos pode ser observada após quatro semanas de cultivo, em meio MS suplementado com 1,5 mg/L⁻¹ de ANA e 1,0 mg/L⁻¹ de BAP (RASAD *et al.*, 2015). Com o uso de segmentos foliares, a proliferação de calos também ocorre em meio MS com 1-2 mg/L⁻¹ de BA e 0,2-0,4 mg/L⁻¹ de ANA (LIU *et al.*, 2004), em meio MS com 2 mg/L⁻¹ de ANA e 1 mg/L⁻¹ de BA (LEE *et al.*, 2017) e em meio MS com 8 mg/L⁻¹ de AIA e 2 mg/L⁻¹ de 2,4-D (SHUKLA, 2015).

Todas as metodologias apresentadas visam ao final das etapas do cultivo *in vitro* à regeneração dos explantes da Rosa-do-Deserto por meio de calos e posterior diferenciação, ou de partes aéreas por meio da organogênese, para a posterior indução de raízes e formação completa da planta. Também podem-se obter plantas inteiras por meio da embriogênese somática, porém, não se encontram estudos na literatura com protocolos para esta técnica.

Após todas as etapas de propagação *in vitro*, as plantas produzidas precisam ser preparadas para o ambiente *ex vitro* e tal processo perpassa a aclimatização.

6.4.5 ACLIMATIZAÇÃO

É definida como a etapa de transferência das plantas heterotróficas produzidas *in vitro*, até a sua total adaptação às condições *ex vitro*, o que as torna, autotróficas. Essa fase representa um dos principais entraves da cultura de tecidos, pois, assim como é imprescindível um cultivo adequado das plantas *in vitro*, também é fundamental garantir que essas plantas consigam sobreviver ao processo de aclimatização, para efetivar o sucesso de todo o processo da propagação *in vitro* (JUNGHANS; SOUZA, 2013).

Plântulas normais de Rosa-do-Deserto produzidas via germinação *in vitro* podem ser aclimatizadas após 30 dias de cultivo, quando apresentarem cerca de 5 cm de comprimento. Nestas condições, plântulas aclimatizadas em casa de vegetação, com a utilização de substrato composto por areia + solo preto + carvão triturado (1:1:1) e manutenção da hidratação das plantas, garantem eficiência na aclimatização, com 95 % de chance de sobrevivência (VARELLA *et al.*, 2015).

Antes da aclimatização de brotações oriundas de explantes de ápices caulinares é necessário que os brotos sejam transferidos para um meio de cultura

suplementado com carvão ativado, para promover o enraizamento e alongamento radicular e posterior aclimatização das plantas. Ao atingirem de 6 a 7 cm, as plantas devem ser transferidas para um recipiente contendo vermiculita, até o estabelecimento adequado do sistema radicular. Posteriormente, são transplantadas para um substrato composto por areia, esterco e outros materiais vegetais, e mantidas em casa de vegetação. Esse processo proporciona 70 % de chance de sobrevivência (KANCHANAPOOM *et al.*, 2010). Após alguns meses, as plantas são transferidas para recipientes maiores para crescimento, desenvolvimento e posterior florescimento.

6.4.6 SEMENTES SINTÉTICAS

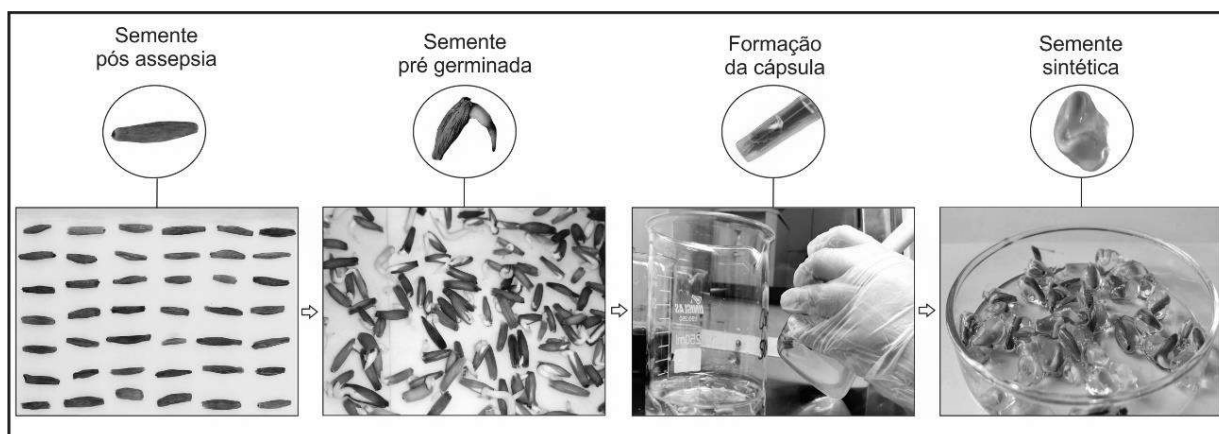
A tecnologia de produção de sementes sintéticas *Synseeds*, do inglês *Synthetic seeds*, ou seja, sementes artificiais, é uma ferramenta criada para atuar como veículo de dispersão e preservação de propágulos cultivados, principalmente *in vitro*. Uma semente sintética é formada pela junção de um propágulo vegetal a uma cápsula geralmente formada por meio de dois reagentes básicos, alginato de sódio e cloreto de cálcio, na qual as concentrações dos reagentes influenciam na rigidez da cápsula formada (RIHAN *et al.*, 2017).

A cápsula exerce a função do endosperma de uma semente convencional, de modo a proteger e garantir a nutrição inicial do propágulo. Deste modo, a semente sintética é definida como um material vegetal (em sua maioria oriundo da multiplicação *in vitro*), envolto por uma cápsula, onde, juntos, os componentes formam uma estrutura de propagação que apresenta a mesma funcionalidade de uma semente verdadeira. Qualquer propágulo que seja capaz de se regenerar e formar uma nova planta pode ser utilizado, por exemplo, como embriões zigóticos e somáticos, sementes pré-germinadas, segmentos nodais, foliares, dentre outros (QAHTAN *et al.*, 2019; RIHAN *et al.*, 2017).

Estudo realizado na Universidade Federal de Minas Gerais por Magalhães *et al.*, (2019), com o objetivo de produzir sementes sintéticas utilizando sementes pré-germinadas como propágulo da Rosa-do-Deserto é mostrado na Figura 7, e os resultados do trabalho são apresentados e discutidos a seguir. Para a realização da técnica, primeiramente é necessário realizar a assepsia das sementes em álcool 70 % por 01 minuto, imersão em hipoclorito de sódio a 2,5 % (p/v), contendo duas

gotas de detergente, por 06 minutos (VARELLA *et al.*, 2015) e, em seguida, as sementes devem ser colocadas em bandejas plásticas contendo papel umedecido, e mantidas em temperatura ambiente para germinar.

Figura 7 – Produção de sementes sintéticas de sementes pré-germinadas da Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*).



Fonte: MAGALHÃES¹² *et al.*, 2019.

Sete (07) dias após o plantio, é realizado o encapsulamento em alginato 1,5 % e 50 mM de cloreto de cálcio, em câmara de fluxo laminar, com o auxílio de uma micropipeta. Antes do plantio, as sementes sintéticas podem passar por um processo de enfraquecimento das cápsulas, por imersão em cloreto de potássio na concentração de 100 mM. O plantio pode ser realizado em recipientes contendo substrato comercial, que deverão ser mantidos em condições de casa de vegetação, com irrigação diária (MAGALHÃES *et al.*, 2019).

A Rosa-do-Deserto responde significativamente à adição de sais MS na matriz de encapsulação (TABELA 2). Porém, quanto maior a concentração de sais adicionados, menor a rigidez da cápsula formada, ou seja, para explorar melhor resposta, adicionando os sais na concentração de 100 %, é necessário aumentar as concentrações do alginato de sódio e do cloreto de cálcio (MAGALHÃES *et al.*, 2019). Na literatura, são encontrados trabalhos para diversas espécies, que apontam para uma variação entre 1 e 6 % a concentração de alginato utilizada e de 25 a 200 mM a de cloreto de cálcio (QAHTAN *et al.*, 2019).

¹² Arquivo pessoal de Hemelyn Soares Magalhães.

Tabela 2 – Meios de cultura na composição da matriz de encapsulação para a produção de sementes sintéticas de Rosa-do-Deserto (*Adenium obesum*).

Produção de sementes sintéticas de Rosa-do-Deserto (<i>Adenium obesum</i>)							
Tratamentos Variáveis	Água		Meio MS 50 %		Meio MS 100 %		Controle
	S/ Carvão	C/ Carvão	S/ carvão	C/ carvão	S/ carvão	C/ carvão	S/ cápsula
Emergência (%)	31,4 cd	28,6 d	50,0 bc	54,3 ab	58,6 ab	68,6 ab	74,3 a
Altura (cm)	1,6 ab	1,0 c	1,8 a	1,9 a	1,7 a	1,8 a	1,2 bc
Diâmetro (mm)	2,4 b	2,4 b	2,7 b	2,8 b	3,1 ab	3,5 a	2,8 b
Nº de folhas	3,1 c	1,5 d	3,6 c	4,3 abc	5,2 ab	5,6 a	4,4 abc
Cápsula	Sólida	Sólida	Semi sólida	Semi sólida	Líquida	Líquida	-

Fonte: MAGALHÃES *et al.*, 2019.

A aplicação da técnica da produção de sementes sintéticas é uma inovação para a produção de mudas de Rosa-do-Deserto e requer mais estudos e pesquisas.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de a Rosa-do-Deserto ser uma planta de elevado valor agregado, devido ao exotismo e à beleza ímpar da planta e de suas flores, sua propagação apresenta algumas limitações, tanto a sexuada, devido a problemas de polinização, quanto a assexuada, e em especial a propagação por estaquia que resulta em plantas sem a exuberância do caule escultural encontrado em plantas propagadas por sementes. No entanto, tais fatos não limitam a produção de mudas e, por consequência, não interferem em sua valorização e ascensão como planta ornamental. A propagação vegetativa pelo método de enxertia tipo "cortiça" tem se mostrado o mais promissor, observando-se nele uma cicatrização bastante uniforme, praticamente perfeita, da região enxertada.

No tocante à propagação por meio da cultura de tecidos vegetais, este método muito tem a contribuir, por englobar um conjunto de técnicas capazes de acelerar a produção de mudas. Na literatura disponível, observam-se protocolos em fase de construção, mas com respostas significativas para regeneração *in vitro* e posterior obtenção da planta completa. Outros protocolos, como a embriogênese somática, ainda estão em fase de estudos e carece de literatura com mais informações. Nesse sentido, constata-se que o cultivo *in vitro* é perfeitamente aplicável para a Rosa-do-Deserto. É fato que a cultura de tecidos vegetais pode contribuir para a produção de mudas desta planta ornamental em escala comercial.

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, S. M.; HOSSAIN, M. A.; SADRI, S. A. Isolation and characterization of anti-microbial compound from the stem bark of the traditionally used medicinal plant *Adenium obesum*. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, v.7, n. 3, p. 296-300, 2017.
- ALVES, G. A. C.; FREIRIA, G. H.; FURLAN, F. F.; BERTONCELLI, D. J.; BARBOSA, A. P.; COLOMBO, R. C.; FARIA, R. T.; MESCHÉDE, D. K. *Pilea microphylla* chemical control in desert rose production. **International Journal of Current Research**, v. 8, n. 8, p. 35624-35627, 2016.
- ALVES, G. A. C.; HOSHINO, R. T.; BERTONCELLI, D. J.; SUZUKI, A. B. P.; COLOMBO, R. C.; FARIA, R. T. Substrates and fertilizations in the initial growth of the desert rose. **Ornamental Horticulture**, v.24, n.1, p.19-27. 2018.
- BROWN, S. H. *Adenium obesum*. In: UNIVERSITY OF FLORIDA. **Horticultura**. Fort Myers, Flórida: UF; IFAS, 2012. 8 p.
- CANHOTO, J. M. **Biotecnologia vegetal**: da clonagem de plantas à transformação genética. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010. 407 p.
- CHAVAN, S.; SINGH, A.; BHANDARI, A. J.; PATEL, B. N. Management of Potted Adeniums. **Floriculture Today**, v. 21, n. 2, p. 10-13, 2016.
- CHAVAN, S. K.; SINGH, A.; BARKULE, S. R. Application of DNA marker (RADP) technology to study molecular diversity in *Adenium obesum* (Forssk), Roem and Schult. **Ecology, Environment and Conservation**, v. 24, p. S403-S407, 2018.
- CHUHAIRY, H.; SITANGGANG, M. **Petunjuk Praktis Perawatan Adenium**. Jakarta: Agro Media Pustaka, 2004. 66 p.
- CID, L. P. B. **Cultivo in vitro de plantas**. 3. ed. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 325 p.
- COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; YAMAMOTO, L. Y.; ALVES, G. A. C.; ABATI, J.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Biometric description of fruits and seeds, germination and imbibition pattern of desert rose [*Adenium obesum* (Forssk.), Roem. & Schult.]. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 4, p. 206-213, 2015.
- COLOMBO, R. C., FAVETTA, V., MELO, T. D., FARIA, R. T., SILVA, M. A. A. Potting media, growth, and build-up of nutrients in container-grown desert rose. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 2, p. 258-263, 2016.
- COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; CARVALHO, D. U.; CRUZ, M. A.; ROBERTO, S. R.; FARIA, R. T. Production of desert rose seedlings in different potting media. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 3, p. 250-256, 2017.
- 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.
- DIMMITT, M.; JOSEPH, G.; PALZKILL, D. **Adenium**: Sculptural Elegance, Floral Extravagance. Tucson: Scathingly Brilliant Idea, 2009. 152 p.

DUTRA, D.; JOHNSON, T. R.; KAUTH, P. J.; STEWART, S. L.; KANE, M. E.; RICHARDSON, L. Asymbiotic seed germination, *in vitro* seedling development, and greenhouse acclimatization of the threatened terrestrial orchid *Bletia purpurea*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 94, n. 1, p. 11-21, 2008.

ERIG, A. C.; SCHUCH, M. W. Micropropagação fotoautotrófica e uso da luz natural. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 961-965, 2005.

FATURRAHMAN, F.; MELISA, M.; SUTRIANA, S. Pemberian Benzil Amino Purin (BAP) Terhadap Eksplan Adenium (*Adenium obesum*) Secara *in vitro*. **Jurnal Agroteknologi**, v. 2, n. 2, p. 7-14, 2012.

HASTUTI, D.; SURANTO, S.; SETYONO, P. Variasi morfologi, karyotipe dan pola pita protein pada berbagai varietas kamboja jepang (*Adenium obesum*). **Bioteknologi**, v. 6, n. 2, p. 88-95, 2009.

HOSSAIN, M. A., AL-MIJIZY, Z. H., AL-RASHDI, K. K., WELI, A. M., AL-RIYAMI, Q. Effect of temperature and extraction process on antioxidant activity of various leaves crude extracts of *Thymus vulgaris*. **Journal of Coastal Life Medicine**, v. 1, n. 2, p. 118–122, 2013.

JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. S. **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 407 p.

KANCHANAPOOM, K.; SUNHEEM, S.; KANCHANAPOOM, K. *In vitro* propagation of *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. and Schult. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca**, v. 38, n. 3, p. 209-213, 2010.

LÁZARI, T. M.; AZEVEDO, L. F. Efeito de diferentes substratos no enraizamento e desenvolvimento de estacas de Rosa-do-Deserto sob as condições climáticas do Tocantins. **Revista Agri-Environmental Sciences**, v. 4, n. 1, p. 10-15, 2018.

LEE, Da Y.; MIN, J.W.; JOO, G.S.; KANG, H.C. Callus Induction and Increase in Anti-Inflammatory Activity by Treatment of Methyl Jasmonate in *Adenium obesum*. **Korean Journal of Medicinal Crop Science**, v. 25, n. 2, p. 95-101, 2017.

LIU, T.; CHEN, B.; CHEN, X. The effect of hormone on Callus Culture of Desert Rose *Adenium obesum*. **Economic Forest Researches**, 2004.

LIU, X.; CHEN, X.; CHEN, B. Study on *Adenium obesum* shoots rooting *in vitro*. **Journal of Hubei Agricultural College**, v. 23, n. 2, p. 91-94, 2003.

MACHADO JUNIOR, R. G.; FERNANDES, D. A. Assepsia e germinação *in vitro* de *Adenium obesum*. **Connectionline**, n.18, p. 102-110, 2018.

MAGALHÃES; H. S.; ANDRADE; M. S.; LOPES, P. S. N.; NUNES, C. F. Viabilidade da Tecnologia de Sementes Sintéticas em Rosa-do-Deserto. *In: Semana de Iniciação Científica*, 28., 2019, Montes Claros. **Resumo** [...] Montes Claros, UFMG, 2019. Disponível em: <https://aplicativos.ufmg.br/conhecimento/pesquisa/livre/visualizar/idParticipacao/13000>. Acesso em: 14 maio 2020.

MCBRIDE, K. M. **The effect of cultural practices on growth, flowering, and rooting of *Adenium obesum***. 2012. Tese (Master of Science) – University of Florida, Florida, 2012.

MCLAUGHLIN, J.; GAROFALO, J. **The Desert Rose (*Adenium obesum*)**. Miami-Dade: Miami-Dade County; University of Florida cooperative extension service, 2002.

MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; MAIA, S. S.; SILVA, I. K. A.C.; CHAGAS, E. A.; AMAYA, J. Z. E.; ABANTO-RODRIGUEZ, C. Use of substrates and hydrogel to produce desert rose seedlings. **Ornamental Horticulture**, v. 25, n.4, p. 336-344, 2019.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

OLIVEIRA, R. C.; ASMAR, S. A.; SILVA, H. F. J.; MORAIS, T. P.; LUZ, J. M. Q. Regulators, culture media and types of lights *in vitro* lavender culture. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 11, p. 1-7, 2019.

PAUL, D.; BISWAS, K.; SINHA, S. K. Biological Activities of *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult: A Concise Review. **Malaya Journal of Biosciences**, v. 2, n. 4, p. 214-220, 2015.

PLAIZIER, A. C. A revision of *Adenium* Roem. & Schult. and of *Diplorhynchus* Welw. ex Fic. & Hiern (Apocynaceae). **Mede de lingen Landbou whoge school**, v. 80, n. 12, p. 1-40, 1980.

PRUDENTE, D. O. L.; NERY, F. C.; REIS, M. V.; PAIVA, P. D. O.; NERY, M. C.; AMIN, T. O.. Germinação *in vitro* e aclimatização de sempre-viva. **Plant Cell Cult. Micropropag.**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 62-69, 2015.

QAHTAN, A. A.; ABDEL-SALAM, E. M.; ALATAR, A. A.; WANG, Q.; FAISAL, M. An Introduction to Synthetic Seeds: Production, Techniques, and Applications. *In: Synthetic Seeds*. Springer, Cham, p. 1-20, 2019.

RASAD, F. M.; HASBULLAH, N. A.; DAUD, N. F.; AZIS, N. A.; AMIN, M. A. M.; LASSIM, M. M. **Micropropagation of *Adenium obesum* (Dessert Rose) *in vitro***. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL, ECOLOGICAL AND MEDICAL SCIENCES*, 2015. p. 10-12.

RIHAN, H. Z.; EL-MAHROUK, M. E.; KAREEM, F.; FULLER, M. Artificial seeds (principle, aspects, and applications). **Agronomy**, v. 7, n. 4, p. 71, 2017.

SHUKLA, S. Callus induction of *Adenium obesum* through leaf explant-an ornamental tree of medicinal value. **International Journal of Tropical Agriculture**, v. 33, n. 2, Part 3, p. 1369-1372, 2015.

SILVEIRA, M. P. C. **Avaliação dos parâmetros ecofisiológicos e de crescimento em Rosa-do-Deserto sob restrição hídrica associada ao filme de partícula de CaCO₃**. São Cristovão, 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2016.

SINGH, A.; CHAVAN, S.; BHANDARI, A. J.; PAREKH, V.; SHAH, H. P.; PATEL, B. N. New Multipetalous Variety G. Ad.1 of *Adenium obesum*. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 7, p. 197-203, 2019.

SOARES, J. D. R.; ARAÚJO, A. G.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A.; ASSIS, F. A. Concentrações de sais do meio Knudson C e de ácido giberélico no crescimento *in vitro* de plântulas de orquídea. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 772-777, 2009.

VARELLA, T. L.; SILVA, G. M.; CRUZ, K. Z. C. M.; MIKOVSKI, A. I.; NUNES, J. R. S.; CARVALHO, I. F.; SILVA, M. L. *In vitro* germination of desert rose varieties. **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 2, p. 227-234, 2015.

VERSIANI, M. A.; AHMEDA, S. K.; IKRAMA, A.; ALIA, S. T.; YASMEENA, K.; FAIZIB, S. Chemical Constituents and Biological Activities of *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. et Schult. **Chemistry & Biodiversity**, v. 11, n. 6, p. 171-180, 2014.

WANNAKRAIROJ, S. Status of ornamental plant in Thailand. **Acta Horticulturae**, v. 788, p. 29-36, 2008.