

Propagação vegetativa da rosa do deserto (*Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult.): efeito de doses crescentes de fertilizante mineral

Otávio Rodrigues dos Santos^{[1]*}, Rubens Pessoa de Barros^[2], Estefânia Vitória da Hora Marques^[3], Vinícius Barbosa da Silva^[4], Maria Aline Oliveira da Silva^[5], Ednelson Romão Freitas de Araujo^[6]

^[1] otavio.santos.2021@alunos.uneal.edu.br. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL), Arapiraca, Alagoas, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3032-1857>

^[2] rubens.barros@uneal.edu.br. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL), Arapiraca, Alagoas, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0140-1570>

^[3] estefania.marques.2021@alunos.uneal.edu.br. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL), Arapiraca, Alagoas, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8101-553X>

^[4] vinicius.silva.2021@alunos.uneal.edu.br. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL), Arapiraca, Alagoas, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1852-7663>

^[5] maria.silva.2021@alunos.uneal.edu.br. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL), Arapiraca, Alagoas, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2931-2000>

^[6] ednelson.araujo.2024@alunos.uneal.edu.br. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL), Arapiraca, Alagoas, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5477-4389>

* autor correspondente

Resumo

A *Adenium obesum* (rosa do deserto) é uma planta ornamental da família Apocynaceae, originária da África e da Península Arábica, e vem ganhando expressividade na floricultura nacional e mundial pela beleza de suas flores e com destaque ao caule engrossado (caudex), estrutura de maior importância econômica para a planta devido as suas características únicas. No entanto, assim como as plantas do metabolismo do ácido das crassuláceas (CAM), há uma escassez de informações técnicas sobre sua propagação vegetativa e manejo nutricional, especialmente quanto ao uso de fertilizantes minerais. Além disso, a espécie enfrenta riscos de extinção em algumas regiões, devido à coleta excessiva e à degradação de seu habitat natural. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de doses crescentes de fertilizante mineral (0 g, 2 g, 6 g e 10 g) em estacas de 10 cm de *A. obesum*, cultivadas em recipientes de oito litros com substrato composto por Bioplant Plus®, areia grossa e esterco bovino. As variáveis analisadas foram: altura, diâmetro do caule, número de folhas e ramos, índice de clorofila, umidade do solo e taxa de mortalidade. Os resultados indicaram que o tratamento sem fertilizante mineral apresentou desempenho superior aos tratamentos fertilizados em altura, número de folhas e menor mortalidade. A adubação orgânica favorece o crescimento inicial das mudas, sendo mais compatível com a fisiologia da espécie e mais econômica para os produtores.

Palavras-chave: *Adenium obesum*; fenologia; fertilizante mineral; fisiologia; rosa do deserto.

Vegetative propagation of desert rose (*Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult.): effect of increasing doses of mineral fertilizer

Abstract

Adenium obesum (desert rose) is an ornamental plant of the family Apocynaceae, native to Africa and the Arabian Peninsula, which has been gaining prominence in national and international floriculture due to the beauty of its flowers and, especially, its swollen stem (caudex), the structure of greatest economic importance because of its unique characteristics. However, similarly to plants with Crassulacean Acid Metabolism (CAM), there is a scarcity of technical information regarding its

vegetative propagation and nutritional management, particularly concerning the use of mineral fertilizers. In addition, the species faces risks of extinction in some regions due to excessive collection and habitat degradation. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of mineral fertilizer (0 g, 2 g, 6 g, and 10 g) on 10-cm cuttings of *A. obesum*, cultivated in eight-liter containers filled with a substrate composed of Bioplant Plus®, coarse sand, and cattle manure. The variables analyzed were: plant height, stem diameter, number of leaves and branches, chlorophyll index, soil moisture, and mortality rate. The results indicated that the treatment without mineral fertilizer showed superior performance compared to the fertilized treatments in terms of height, number of leaves, and lower mortality. Organic fertilization favored the initial growth of seedlings, being more compatible with the species' physiology and more economical for growers.

Keywords: *Adenium obesum*; desert rose; mineral fertilizer; phenology; physiology.

1 Introdução

A *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult., popularmente conhecida como rosa do deserto, é uma planta ornamental pertencente à família Apocynaceae, nativa de regiões áridas e semiáridas da África e da Península Arábica, relata-se que em alguns países africanos tropicais o gênero *Adenium* está ameaçado de extinção provocado pela destruição do seu habitat e a grande procura pela planta (Talukdar, 2012). As principais características ornamentais da espécie são o caudex, estrutura engrossada que é responsável pelo armazenamento de água e nutrientes, com floração vistosa, o que a torna cada vez mais demandada no mercado florícola (Possobom; Canaveze; Ramos, 2021).

A *A. obesum* possui o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), que se caracteriza por plantas com o fechamento dos estômatos durante o dia, devido a fatores abióticos, como altas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica, sendo este comportamento uma forma de prevenir a perda de água para o ambiente. Durante a noite, quando o clima está ameno, as plantas CAM, abrem seus estômatos e realizam a fixação do carbono na forma de malato e os armazenam nos vacúolos, para que durante o dia na presença de luz, realizar a produção da glicose (Pikart; Mito, 2016).

Embora amplamente cultivada, o conhecimento técnico-científico sobre o manejo nutricional da *A. obesum*, especialmente durante a fase de produção de mudas por estaquia, ainda é escasso. O cultivo comercial tem sido impulsionado por práticas empíricas, sendo comum o uso indiscriminado de fertilizantes minerais prontos, sem comprovação científica de sua eficiência para essa espécie (Nascimento; Reis; Carvalho, 2021). Essa lacuna é ainda mais crítica em plantas adaptadas a ambientes pobres em nutrientes e com metabolismo fotossintético do tipo CAM, como é o caso da rosa do deserto e outras plantas ornamentais, cuja nutrição ainda é uma incógnita, o que acarreta adubações desbalanceadas e um crescimento de baixa qualidade (Taiz *et al.*, 2017; Furtini Neto; Boldrin; Mattson, 2015).

Estudos anteriores com outras espécies da família Apocynaceae, como *Calotropis procera*, demonstraram melhor desempenho quando cultivadas em substratos enriquecidos com esterco caprino ou bovino, refletiu em maior enraizamento, crescimento vegetativo e longevidade das mudas (Moreira *et al.*, 2018). Além disso, práticas de adubação orgânica são compatíveis com os princípios da agroecologia, promovendo sustentabilidade, redução de custos, menor impacto ambiental e valores alinhados à produção de plantas ornamentais em sistemas mais sustentáveis (Zanin *et al.*, 2016).

Dessa forma, torna-se essencial a condução de pesquisas que avaliem comparativamente e o desempenho de plantas de *A. obesum* feita a partir da propagação vegetativa e submetida à adubação orgânica e mineral, especialmente durante sua fase inicial de estabelecimento e crescimento vegetativo, momento mais sensível da planta. Experimentos nesta vertente buscando fornecer dados técnicos para potencializar a produção de plantas matrizes para os cruzamentos e aquisição de novas cultivares em programas de melhoramento genético e comércio florícola (Resende; Barbosa, 2005).

Neste contexto, o presente estudo objetivou-se em avaliar os efeitos das doses crescentes 0 g, 2 g, 6 g e 10 g de fertilizante mineral de alta disponibilidade sobre o desenvolvimento fenológico, estabelecimento e interação de estacas caulinares de *A. obesum*, em substrato previamente enriquecido com matéria orgânica.

A seguir, na seção 2, é apresentada a revisão bibliográfica, contendo os principais e mais recentes achados do tema do estudo. Em seguida, na seção 3, são expostos o material e os métodos

utilizados, apresentando a localidade de ocorrência, tempo de análise, formas de análise e estatística utilizada. Posteriormente, na seção 4, são apresentados os resultados obtidos com a utilização do fertilizante químico no substrato enriquecido para *Adenium obesum*; tais resultados são discutidos à luz da literatura. Por fim, na seção 5, é apresentada a conclusão, que fecha os objetivos do trabalho com base nos resultados obtidos.

2 Mercado de flores no Brasil

A atividade agrícola da floricultura é intensiva e requer conhecimento especializado e mão de obra qualificada, incluindo habilidade e domínio de técnicas reprodutivas que se destacam no meio agrícola, especialmente no ramo da horticultura. Geralmente, as plantas ornamentais são cultivadas com o objetivo de atender à decoração de ambientes, sendo classificadas em quatro grupos distintos: (a) flores e botões cortados, frescos ou secos; (b) plantas ornamentais e suas mudas; (c) bulbos, tubérculos e raízes; e (d) folhagens, folhas e ramos cortados frescos (Oliveira; Brainer, 2007). Segundo o Portal do Agronegócio (Floricultura..., 2024), a floricultura brasileira encerraria o ano de 2024 com crescimento entre 6% e 8%, impulsionado principalmente pelas vendas de fim de ano.

A comercialização de flores no Brasil, possui mais de vinte e dois mil (22.000) pontos de venda, movimenta em torno de R\$ 10,9 bilhões por ano. O consumo per capita varia entre os estados brasileiros, sendo o mercado da região sudeste o de maior expressão. O consumo de flores no Brasil ainda é incipiente, o que pode ser explicado pela baixa renda per capita (Neves; Pinto, 2015). Em 2024, o mercado brasileiro de floricultura movimentou aproximadamente R\$ 21 bilhões com plantas e flores, é um mercado de grande crescente ano após ano (Castro, 2025).

2.1 A *Adenium obesum* (rosa do deserto)

Na metade da década de 1990, a rosa do deserto era rara no Brasil, sendo encontrada quase exclusivamente entre colecionadores especializados. Naquele cenário, o cultivo da espécie era pouco técnico, ocorria sem qualquer manejo específico para podas, condução de plantas ou quaisquer tratamentos culturais necessários para favorecer seu desenvolvimento. Como consequência era muito comum exemplares com caule muito longo, caudex de predominância subterrânea e baixa produção de flores (Almeida; Nietzsche; Mendes, 2021).

A busca crescente pelas flores e plantas envasadas, em detrimento dos demais produtos, pode ser explicada pelas várias vantagens que a planta apresenta, como a sua durabilidade, melhor relação custo-benefício e praticidade, já que se serve a diversos fins. Nesse sentido, plantas com características de resistência ao estresse hídrico, facilidade de manutenção e de longa durabilidade, como é o caso da *A. obesum*, têm se destacado no cenário do comércio florícola (Varella *et al.*, 2015).

O tempo entre o broto floral e sua abertura em *A. obesum* ocorre em aproximadamente 34 dias, com a antese ocorrendo durante o dia. A vida útil da flor pode variar conforme as condições ambientais, podendo durar 24 dias, porém, suas flores têm baixa tolerância à água e em caso de respingo ocorre a uma queda drástica de sua vida útil, levando a necrose e em seguida a queda da flor (Ramos *et al.*, 2022).

Segundo Colombo *et al.* (2018a), não há disponibilidade de informações científicas suficientes para a produção uniforme de *A. obesum*, e por esta razão, a comercialização da espécie no Brasil não é bem estabelecida, e alcançar uniformidade produtiva para fins de classificação e padronização das plantas continua sendo um desafio.

A perspectiva para os próximos anos é de maior profissionalização do setor, impulsionada pela aplicação dos resultados de pesquisas em andamento e pelo aumento do número de produtores. Este crescimento decorre tanto do valor afetivo atribuído pelos colecionadores quanto do elevado valor ornamental e comercial da espécie (Almeida; Nietzsche; Mendes, 2021).

2.2 Cultivo de *A. obesum*

É relatado por produtores que as tecnologias de cultivo para *A. obesum* devem ser eficientes e de baixo custo; entre essas tecnologias está o substrato. No entanto, não há um padrão de substrato para o desenvolvimento da *A. obesum*. Isso impacta o tempo médio de germinação, que varia de 7 a

9,5 dias, além de exercer influência direta na porcentagem de sementes germinadas, que oscila entre 50% e 94% (Anacleto; Bueno, 2021).

O substrato vai exercer influência no desenvolvimento da planta, onde a umidade retida no substrato irá influenciar em processos metabólicos da planta, como transpiração, absorção de nutrientes e translocação, resultando em crescimento favorável ou negativo com base na escolha da tecnologia do substrato (Colombo, 2015).

A propagação de *Adenium obesum* pode ocorrer por sementes ou por métodos assexuados, sendo este último o mais empregado devido à sua praticidade e maior eficiência operacional (Romahn, 2012). A propagação sexuada é relevante por permitir boa variabilidade genética e, conseqüentemente, diversidade morfológica entre as plântulas. Contudo, a disponibilidade de sementes viáveis é limitada, devido à baixa eficiência da polinização cruzada, ocasionada pela ausência de polinizadores naturais na maioria das regiões de cultivo e à ocorrência de plantas com estruturas florais estéreis (McLaughlin; Garofalo, 2002).

Entre os métodos agâmicos, a estaquia destaca-se como uma forma mais simples e amplamente utilizada para a multiplicação de *A. obesum*. A técnica consiste no enraizamento de segmentos vegetativos, como ramos, caules ou raízes, resultando em novas plantas geneticamente idênticas à matriz (Colombo *et al.*, 2018a; Yamasaki, 2015). Essa metodologia é essencial para a propagação de espécies ornamentais, pois possibilita elevada taxa de produção de mudas, garante uniformidade e favorece a conservação de genótipos de interesse agrônomo ou ornamental (Hartmann; Kester, 2002).

3 Método da pesquisa

O experimento foi conduzido em casa de vegetação agrícola modelo lanternim (zenital) do Polo Tecnológico Agroalimentar da Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL), localizada no município de Arapiraca, AL (latitude: -9.8436406, longitude: -36.5756103), durante o período de março a setembro de 2023.

As estacas foram obtidas de plantas matrizes vigorosas, sendo selecionados ramos laterais com aproximadamente 10 cm de comprimento. Após o corte, as folhas eram removidas e as extremidades das estacas tratadas com canela em pó, visando acelerar a cicatrização e prevenir o surgimento de podridões.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 unidades experimentais; em cada vaso foram adicionadas duas estacas de rosas do deserto previamente tratadas. Os tratamentos consistiram em: (T0) Testemunha – 0 g de fertilizante (Forth® Rosa do Deserto); (T1) 2 g – 0,25 g/L do vaso; (T2) 6 g – 0,75 g/L do vaso; (T3) 10 g – 1,25 g/L do vaso.

O substrato utilizado foi uma mistura do substrato comercial (Bioplant Plus®) com areia grossa e esterco bovino na proporção de 3:1:1, após a homogeneização do substrato para o cultivo foi preparado os recipientes de oito litros com brita ao fundo para melhorar a drenagem, após adicionar a mistura aos recipientes foi realizada uma rega pré-plantio, esperando um breve momento para que fosse drenado uma parte da água para realização do plantio. O substrato comercial Bioplant Plus® foi escolhido como um dos componentes da mistura por se trata de um substrato de alta qualidade, com características físicas e químicas ideais para o desenvolvimento inicial de plantas (Tabela 1). As adubações se iniciaram após o período de duas semanas, após a adição das estacas de *A. obesum*, se repetindo quinzenalmente com fertilizante químico Forth® Rosa do Deserto de alta solubilidade e disponibilidade, com a seguinte formulação: N – 10%; P – 16%; K – 12%, mais 2% de Ca, 2% de Mg e 8% de S.

Tabela 1 – Características do substrato Bioplant Plus®

Categoria	Item	Valor
Parâmetros	PH	6,2
	Condutividade	0,7
	Capacidade de Retenção de água	100%
Fertilizantes	11-52-00	–

	14-16-18	—
	03-17-00	—
Matéria-prima	Turfa Sphagnum	—
	Fibra de coco	—

Fonte: Bioplant (2025)

As variáveis analisadas foram altura (cm), número de folhas, diâmetro do caule (cm), clorofila total, ramos laterais, umidade do solo (%) e taxa de mortalidade (%). Para avaliar a altura da planta foi utilizado uma trena milimetrada, sendo iniciada a medição da base exposta no substrato, até a folha mais alta; a contagem do número de folhas ocorreu de forma visual; a mensuração do diâmetro do caule foi realizada com auxílio de um paquímetro digital, para maior precisão; os dados de clorofila total foram obtidos através de medições com clorofilômetro portátil 1030 Falker®; os ramos laterais foram contados os que derivava do caule central; a medição da umidade presente no solo foi realizada por meio do medidor portátil Hydrofarm Falker® (Figura 1) e a taxa de mortalidade foi determinada pela fórmula $TM(\%) = (\text{Número de estacas mortas} / \text{Número de estacas iniciais}) * 100$.

Figura 1 – Medição da umidade do solo com Hydrofarm em *Adenium obesum*



Resultado da análise feita pela sonda, representando a umidade presente no substrato.

Fonte: acervo dos autores

As coletas ocorreram semanalmente, registrando-se os dados em planilhas Excel. Após os dados tabelados, eles foram submetidos à análise de regressão e variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando o software Sisvar® versão 5.0 (Ferreira, 2011). Foi utilizado para a geração dos gráficos o Excel e Sigma Plot versão 16.0 (Grafiti LLC, 2024).

4 Resultados e discussões

A testemunha (T0: 0 g de fertilizante mineral) demonstrou superioridade aos demais tratamentos quanto à variável altura ($p < 0,05$), apresentando incremento de 18% em relação a T1 e se destacando como o tratamento com plantas mais altas, com diferença de 49% em comparação ao tratamento de menor desempenho (T3) (Tabela 2). Esse resultado é indicativo de que a adição de fertilizante químico

ao substrato pode ter acarretado desequilíbrio nutricional ou até efeitos osmóticos adversos, dificultando o crescimento das plantas.

A adubação mineral não demonstrou eficácia na emissão de ramos laterais, evidenciando a testemunha com maior desempenho ($p < 0,05$) (Tabela 1). A emissão de ramos laterais com a fertilização química adicional, tende a decair, resultados semelhantes foi apresentado por Lázari e Azevedo (2018), em seu trabalho, quando constatou resposta negativa no desenvolvimento de ramos em laterais em *A. obesum* com a adição da adubação mineral em substratos previamente enriquecido com esterco bovino.

O índice de clorofila não foi impulsionado significativamente com o acréscimo do fertilizante químico. Os tratamentos T0 e T2 ($p < 0,05$) (Tabela 1) diferiram estatisticamente dos demais tratamentos, contudo o tratamento 2 não foi superior à testemunha. Dessa forma, o fertilizante químico não resultou em aumento significativo; mesmo sem a adição, o substrato já propiciava condições de desenvolvimento adequado da capacidade fotossintética.

Tabela 2 – Resultados das variáveis Altura, Clorofila total e Ramos laterais

Tratamentos	Altura (cm)	Clorofila total	Ramos laterais
T0	17,5 a	66,0 a	7,0 a
T1	14,5 b	52,6 b	2,8 b
T2	10,3 b	69,3 a	4,6 b
T3	8,0 b	59,3 b	2,5 b

T0 = Testemunha; T1 = 2 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto; T2 = 6 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto; e T3 = 10 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto. Números seguidos de letras distintas diferem estatisticamente ao nível de 5% no teste Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

A fonte de matéria orgânica ideal para o preparo do substrato para as mudas pode ter maior influência que a adição de fertilizantes químicos na fase inicial da estaca. *A. obesum* apresentou crescimento favorável quando cultivada em substrato com esterco bovino e sem adição do fertilizante químico. Em se tratando de crescimento, a fonte de matéria orgânica bovina apresentou superioridade ao ser comparada com outra fonte orgânica, como a ovina utilizada por Silva *et al.* (2024), demonstrando superioridade e produzindo plantas maiores. Entretanto, os resultados de Pasqualetto, Soares e Azevedo (1998) relataram a interação das plantas as formas de fertilização, onde o uso isolado de adubação mineral em alface resultou em menor desenvolvimento vegetativo quando comparado à combinação com fontes orgânicas, essa interação demonstra que as plantas interagem de forma diferente as formas de fertilização e também as fases fenológicas. Assim, os dados obtidos neste estudo reforçam que o uso de fertilizante químico deve ser racional, levando em conta características da planta cultivada, o substrato e sua fase de desenvolvimento.

O desenvolvimento de *A. obesum* se demonstrou responsivo ao substrato utilizado, o qual influenciou o vigor inicial das mudas. No presente estudo, verificou-se que a combinação entre a fertilização e o substrato enriquecido com esterco bovino, resultou na baixa performance da altura das plantas. Respostas semelhantes foram relatadas por Alves *et al.* (2018), que descreveram variações no desempenho de *A. obesum* conforme o substrato e fonte orgânica utilizada mudava. Os autores encontraram maior desenvolvimento em altura no substrato composto por areia + pinus compostado associado à solução de Hoagland e Arnon enriquecida com nitrato de amônio. Em contraste, quando a mesma solução nutritiva foi aplicada a substratos com características físicas e químicas distintas, o desenvolvimento inicial não se repetiu, evidenciando que a composição e a proporção dos componentes do substrato exercem papel determinante no crescimento das mudas. Assim, ambos os estudos reforçam da escolha criteriosa do substrato e a estratégia de fertilização, que em *A. obesum* influenciam mais o desempenho da planta que o uso de fertilizante químico na fase inicial de estabelecimento de mudas.

O uso de fertilização altamente solúvel em rosas do deserto pode ter acarretado alta concentração de sais e níveis baixos de clorofila devido ao excesso de nutrientes no solo que se transforma em problemas abióticos e bióticos, como diminuição da capacidade fotossintética da planta e baixo crescimento foliar. Assim como na *A. obesum*, plantas de trigo, ao serem expostas ao estresse

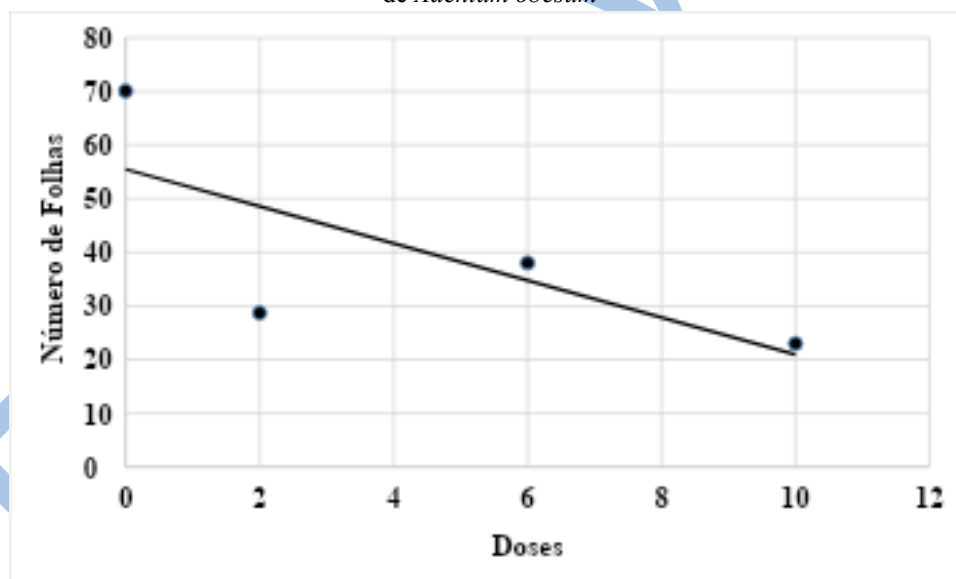
salino, teve sua capacidade fotossintética comprometida, sendo estimada a influenciada em 41,72% pelo período de exposição e 10,88%, pelo acúmulo dos sais solúveis (Velicevici *et al.*, 2023).

A baixa no teor de clorofila é perceptível na folha, com o amarelecimento, sinais típicos de clorose (Larcher, 2006). Esses dados reforçam que o crescimento vegetativo pode ser limitado por fatores ambientais e fisiológicos complexos, e o simples aumento na disponibilidade e quantidade de nutrientes, não garante a melhor performance no desenvolvimento da parte aérea e síntese de clorofila.

Foram testados modelos de regressão linear e quadrática para descrever a resposta das plantas às doses crescentes do fertilizante mineral. O modelo linear apresentou menor capacidade explicativa e não representou adequadamente o comportamento observado, já o modelo quadrático mostrou melhor ajuste estatístico, sendo, portanto, selecionado para interpretar os dados. A variável número de folhas apresentou tendência decrescente com o aumento das doses, indicando resposta inversamente proporcional ao aporte de fertilizante (Figura 2). O coeficiente de determinação ($R^2 = 0,63$) do modelo quadrático indica que aproximadamente 63% da variação no número de folhas pode ser atribuída às doses aplicadas. A testemunha (0 g de fertilizante) apresentou o maior número médio de folhas (≈ 70) por planta ($p < 0,05$), enquanto as doses mais elevadas resultaram em valores inferiores (< 30 folhas) por planta.

Embora algumas comparações não tenham apresentado diferença estatística significativa ($p > 0,05$), a tendência geral do modelo indica redução consistente da emissão foliar com o aumento da adubação. Esse comportamento sugere que, em um substrato previamente enriquecido com esterco bovino, a aplicação adicional de fertilizante mineral pode ter aumentado a concentração de sais no meio, potencialmente provocando estresse osmótico ou desequilíbrios nutricionais que comprometem o desenvolvimento vegetativo, especialmente a formação de folhas.

Figura 2 – Resposta quadrática do número de folhas às doses crescentes de fertilizante mineral em estacas de *Adenium obesum*



0 = Testemunha; 2 = 2 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T1; 6 = 6 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T2; e 10 = 10 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T3.

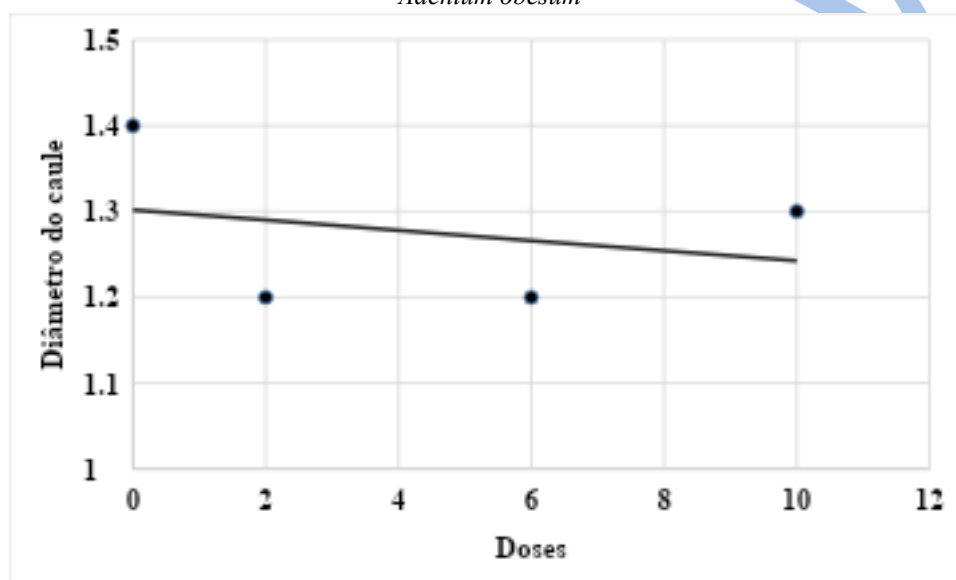
Fonte: dados da pesquisa

A combinação entre maior número de folhas, emissão de ramos laterais e valores de índice de clorofila nos tratamentos T0 e T2 sugere maior capacidade fotossintética e, possivelmente, maior eficiência no uso do nitrogênio, refletindo no desempenho vegetativo em condições de menor aporte de fertilizante químico. Resultados semelhantes foram relatados por McBride *et al.* (2014), onde observaram que o aumento isolado da adubação nitrogenada não melhora, necessariamente, o desenvolvimento foliar de *A. obesum*, enquanto níveis moderados de sombreamento favoreceram a

expansão e a manutenção das folhas, indicando que a resposta da espécie depende de múltiplos fatores, além da simples disponibilidade de nutrientes.

Os dados de diâmetro do caule se ajustaram ao teste de regressão quadrática, observando-se que a adição do fertilizante químico não foi significativa para o seu aumento (Figura 3), onde uso de 6 g e 2 g do fertilizante químico apresentaram menor desenvolvimento do caule, porém, com a adição de 10 g, há um leve aumento após o decréscimo do desempenho (Figura 3). Mesmo nesta quantidade, o fertilizante não apresentou melhores resultados que a testemunha, evidenciando baixo aproveitamento dos nutrientes pela *A. obesum*. Sendo 84% da variação entre os tratamentos influenciada pela adição do fertilizante químico. A adição não resultou em diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos ($p > 0,05$), apontando que o substrato enriquecido com esterco bovino, sem a adição do fertilizante, já proporcionava condições favoráveis para o desenvolvimento do caule, onde alcançou espessura de 1,4 cm. O resultado sugere que o tipo de adubação adotado não foi determinante para o crescimento radial do caule da planta no intervalo de tempo avaliado.

Figura 3 – Resposta quadrática do diâmetro do caule às doses crescentes de fertilizante mineral em estacas de *Adenium obesum*



0 = Testemunha; 2 = 2 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T1; 6 = 6 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T2; e 10 = 10 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T3.

Fonte: dados da pesquisa

Em *A. obesum*, o tamanho do caule influencia na eficiência em exercer funções cruciais como armazenamento de água e nutrientes, além de proporcionar sustentação mecânica, características fisiológicas típicas de plantas caudiciformes, adaptadas a ambientes áridos e de baixa fertilidade (Colombo *et al.*, 2018a). Enquanto neste estudo, o acréscimo do fertilizante ao substrato orgânico não promoveu incrementos em diâmetro do caule, Stegani *et al.* (2019) observaram efeitos positivos, com a utilização de fertirrigação de fontes mistas de nitrogênio em proporções variadas, apontando que a variação fisiológica, está voltada mais ao manejo do fertilizante, e não apenas a quantidade, impacte o desempenho inicial de *A. obesum*.

Além do uso de fertilizantes de solo, outros fatores influenciam o crescimento das plantas, incluindo condições ambientais, aplicações foliares e até o nível de sombreamento. Evidencia-se que plantas de *A. obesum* apresentam desenvolvimento inicial do caule significativamente beneficiado por baixos níveis de sombreamento, como 35%, bem como pela aplicação de fertilizantes foliares (Caldeira *et al.*, 2025).

Corroborando esse comportamento, Colombo *et al.* (2018b) relataram que *A. obesum* respondeu de forma mais eficiente a regimes de fertirrigação contínua ou ao uso de fertilizantes de

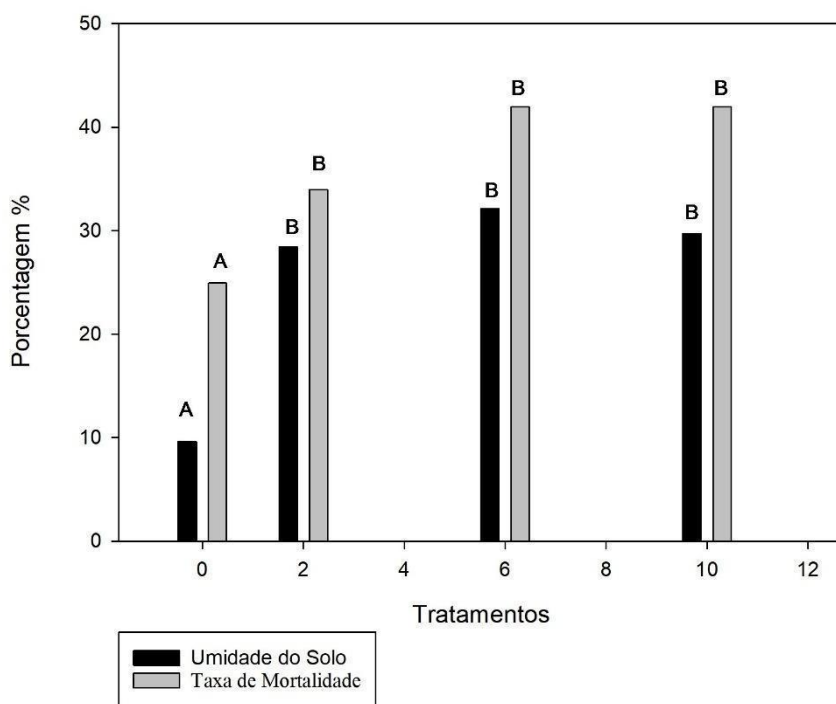
liberação lenta, os quais fornecem nutrientes de forma equilibrada e constante, favorecendo o crescimento do caule ao longo do tempo

O teor de umidade no solo foi significativamente maior ($p < 0,05$) nos tratamentos com fertilizante mineral (T1, T2 e T3), alcançando até 32,2%, enquanto a testemunha (T1), que recebeu apenas adubação orgânica, manteve-se em 9,7% (Figura 4). Como todas as unidades experimentais foram irrigadas de forma padronizada, a diferença está relacionada à interação entre o fertilizante mineral e o substrato orgânico.

A maior retenção de água nos tratamentos com adubação mineral pode ser explicada através do efeito osmótico dos sais minerais presentes nos fertilizantes. A presença elevada de íons na solução do solo aumenta o potencial osmótico negativo, fazendo com que o solo retenha mais água, muitas vezes em microporos, deixando-a indisponível para as raízes (Taiz *et al.*, 2017).

Esses efeitos combinados, podem ter comprometido a oxigenação do sistema radicular e dificultado o desenvolvimento de raízes secundárias, resultando em maior mortalidade nos tratamentos T2 e T3, ambos com 42% de perda de estacas (Figura 4). Mesmo com a presença de esterco bovino no substrato, o excesso de sais minerais pode ter prejudicado o equilíbrio físico-químico ideal para a fisiologia CAM da espécie *Adenium obesum*.

Figura 4 – Relação entre o teor de umidade do solo e a taxa de mortalidade de estacas de *A. obesum* em diferentes doses de fertilizante mineral



0 = Testemunha; 2 = 2 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T1; 6 = 6 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T2; e 10 = 10 g do fertilizante mineral Forth® Rosa do Deserto - T3. Colunas com as mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa

A mortalidade e o acúmulo de umidade do solo nos tratamentos T1, T2 e T3 estão correlacionados ao uso do fertilizante químico, que, ao ser adicionado em um solo que já possui níveis adequados de nutrientes para a cultura, ocorre acúmulo salino. Esse processo de fertilização elevou a salinidade do substrato, comprometendo a eficiência da planta na absorção de água e causando acúmulo hídrico ao redor das raízes e como consequência o impedimento da respiração radicular, acarretando hipóxia e, posteriormente, à morte das raízes (Hailu; Mehari, 2021; Sharmin *et al.*, 2021).

Adenium obesum apresentou desenvolvimento reduzido nos tratamentos com fertilizante químico em todas as doses utilizadas. Esse comportamento está relacionado à sua fisiologia: plantas caudiciformes com metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) têm menor tolerância a altas concentrações de nutrientes de rápida absorção, o que resulta em estresse osmótico ou desequilíbrio iônico. Por outro lado, observou-se desempenho superior em substratos preparados com adubos orgânicos, especialmente na mistura de areia com esterco, que promovem melhor drenagem, porosidade e liberação gradual de nutrientes. Os resultados obtidos demonstram que *Adenium obesum* responde de forma variável à adubação química, mesmo quando submetida a fertilizantes formulados. Essa variação está fortemente associada à composição do substrato, o qual influencia a disponibilidade e a dinâmica dos nutrientes aplicados. Observou-se que, inclusive sob o uso de formulações mais simples à base de NPK, a resposta da planta não foi uniforme (Santos *et al.*, 2015), evidenciando-se, dessa forma, o papel crucial das características do substrato e da fisiologia da planta na fertilização a se utilizar.

5 Conclusão

A adição do fertilizante químico em mudas de *Adenium obesum* feitas a partir de propagação vegetativa não apresentou resultados significativos nas variáveis, altura, diâmetro do caule e N° de folhas e índice de clorofila total. Enquanto o adubo orgânico, que libera nutrientes à medida de sua degradação, apresentou melhor interação com a fisiologia da planta, não justificando gastos com adubação química na produção de plantas por estadia.

O uso do fertilizante impactou negativamente a fixação de estacas de *A. obesum*, levando a efeitos adversos, e aumento da mortalidade.

O adubo orgânico se mostrou eficiente para a fixação e desenvolvimento de mudas feitas a partir da propagação vegetativa, ao fornecer os nutrientes e condições necessárias para o desenvolvimento inicial.

Estudos futuros se tornam necessário, analisando outras fontes de fertilização, com liberações lentas, uso de microrganismos promotores de crescimento, substâncias bioestimulantes ou o maior fracionamento da dose e período de aplicação, para compreender o manejo nutricional da *Adenium obesum*.

Agradecimentos

Agradeço à Fundação de Amparo à pesquisa em Alagoas (FAPEAL), ao Grupo de Pesquisa de Estudos Ambientais (GEMBIO) e à Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL) pelo suporte à pesquisa.

Agradeço ao Polo Tecnológico Agroalimentar e seus técnicos pelo suporte prestado durante o decorrer da pesquisa.

Financiamento

O estudo recebeu financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), em forma de bolsa do Programa institucional de bolsas de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação (PIBITI), da Universidade Estadual de Alagoas, conforme edital de número: 054/2022.

Conflito de interesses

Os autores deste manuscrito não declaram nenhum tipo de conflito de interesse.

Contribuições ao artigo

SANTOS, O. R.: concepção do estudo, coleta, análise e/ou interpretação dos dados, elaboração e redação do manuscrito; revisão crítica, com participação intelectual significativa. **BARROS, R. P.:** concepção do estudo, orientação, revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito e supervisão geral e coordenação do projeto ou estudo. **MARQUES, E. V. H.; SILVA, V. B.; SILVA, M. A. O.; ARAUJO, E. R. F.:** desenvolvimento do experimento e revisão do

manuscrito com participação crítica e intelectual no manuscrito. Todos os autores participaram da escrita, discussão, leitura e aprovação da versão final do artigo.

Referências

- ALMEIDA, E. F. A.; NIETSCHE, S.; MENDES, R. B. Importância e potencial de uso. *In*: NIETSCHE, S.; ALMEIDA, E. F. A.; MENDES, R. B. (org.). **Cultivo e Manejo da Rosa-do-Deserto**. São José dos Pinhais: Brazilian Journals, 2021. p. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.35587/brj.ed.0000972>.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v24i1.998>.
- ANACLETO, A.; BUENO, R. S. Germinação e sobrevivência de *Adenium obesum* (forssk.) (Rosa do Deserto-Apocynaceae) em diferentes substratos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente – RAMA**, v. 14, n. 4, p. 847-855, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14n4e8082>.
- BIOPLANT. **Produtos**. Nova Ponte: Bioplant Misturadora Agrícola Ltda., 2025. Disponível em: <https://www.bioplant.com.br/produtos/>. Acesso em: 12 mar. 2025.
- CALDEIRA, D. S. A.; OLIVEIRA, A. J.; VILARINHO, M. K. C.; FAVARE, L. G.; OLIVEIRA, T. C.; VIEIRA, C. L.; KARSBURG, I. V.; SILVA, G. F. Ambientes e adubação foliar na produção de mudas de rosa do deserto. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 7, e10727, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n7-119>.
- CASTRO, N. R. **Diagnóstico da cadeia de flores e plantas ornamentais: evolução do PIB e do emprego**. Dados de 2024. Holambra: Ibraflor, 2025. Disponível em https://www.ibraflor.com.br/_files/ugd/5bcab9_d47b6bd18fbd4b5a8b24ecf791314ffc.pdf. Acesso em: 10 ago. 2025.
- COLOMBO, R. C. **Substratos e manejo da irrigação no desenvolvimento e na nutrição de rosa do deserto em vaso**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015. Disponível em: <https://repositorio.uel.br/items/20f99a75-33f9-412c-a3d4-7f16883bc736>. Acesso em: 16 ago. 2025.
- 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, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v24i3.1226>.
- COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; SILVA, M. A. A.; FARIA, R. T. Substrates and irrigation levels for growing desert rose in pots. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 1, p. 69-79, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-70542018421002117>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- FLORICULTURA brasileira deve registrar crescimento de 7% em 2024 e destacar a participação da mão de obra feminina. **Portal do Agronegócio**, 17 dez. 2024. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/fruticultura/noticias/floricultura-brasileira-deve-registrar-crescimento-de-7-em-2024-e-destacar-a-participacao-da-mao-de-obra-feminina>. Acesso em: 16 set. 2025.

FURTINI NETO, A. E.; BOLDRIN, K. V. F.; MATTSON, N. S. Nutrition and quality in ornamental plants. **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 2, p. 139-150, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14295/aohl.v21i2.809>.

GRAFITI LLC. **SigmaPlot for Windows**: version 16.0. Palo Alto: Grafiti LLC, 2024.

HAILU, B.; MEHARI, H. Impacts of Soil Salinity/Sodicity on Soil-Water Relations and Plant Growth in Dry Land Areas: A Review. **Journal of Natural Sciences Research**, v. 12, n. 3, p. 1-10, 2021.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/351839732_Impacts_of_Soil_SalinitySodicity_on_Soil-Water_Relations_and_Plant_Growth_in_Dry_Land_Areas_A_Review. Acesso em: 26 jun. 2025.

HARTMANN, H.; KESTER, D. **Plant propagation**: principles and practices. 7. ed. Nova Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006.

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. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v4i1.611>.

MOREIRA, F. J. C.; MENEZES, A. S.; NASCIMENTO, F. M. O.; SILVA, M. E. S.; PINHEIRO NETO, L. G. *Calotropis procera* (Ait.) Apocynaceae cultivada em substratos orgânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 260-264, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i2.5645>.

MCBRIDE, K.; HENNY, R. J.; CHEN, J.; MELLICH, T. A. Effect of Light Intensity and Nutrition Level on Growth and Flowering of *Adenium obesum* 'Red' and 'Ice Pink'. **HortScience**, v. 49, n. 4, p. 430-433, 2014. DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci.49.4.430>.

MCLAUGHLIN, J.; GAROFALO, J. **The Desert Rose (Adenium obesum)**. Miami-Dade: Miami-Dade County: University of Florida Cooperative Extension Service, 2002. 66 p.

NASCIMENTO, A. M. P.; REIS, S. N.; CARVALHO, L. M. Aspectos legais da produção de plantas ornamentais. In: NIETSCH, S.; ALMEIDA, E. F. A.; MENDES, R. B. (org.). **Cultivo e manejo da Rosa-do-Deserto**. São José dos Pinhais: Brazilian Journals, 2021. p. 60-74. DOI: <https://doi.org/10.35587/brj.ed.0000975>.

NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. (coord.). **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. V. 1. Ribeirão Preto: Fundação para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração, Contabilidade e Economia, 2015. Disponível em: https://354d6537-ca5e-4df4-8c1b-3fa4f2dbe678.filesusr.com/ugd/b3d028_021591d828b1420d9db98c730ad85e2a.pdf. Acesso em: 10 ago. 2025.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. C. P. **Floricultura**: caracterização e mercado. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. *E-book*.

PASQUALETTO, A.; SOARES, C. B.; AZEVEDO, W. R. Efeitos de doses de adubos mineral e orgânico sobre características agrônômicas da alface (*Lactuca sativa* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 28, n. 2, p. 47-53, 1998. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/2995>. Acesso em: 8 ago. 2025.

- PIKART, F. C.; MIOTO, P. Metabolismo ácido das Crassuláceas: considerações ecofisiológicas e evolutivas. In: BOTÂNICA NO INVERNO, 6., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Instituto de Biociências – USP, 2016. cap. 15, p. 138-139. Disponível em: <https://botanicanoinverno.ib.usp.br/material-did%C3%A1tico>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- POSSOBOM, C. C. F.; CANAVEZE, Y.; RAMOS, S. M. B. Aspectos botânicos da rosa-do-deserto. In: NIETSCHE, S.; ALMEIDA, E. F. A.; MENDES, R. B. (org.). **Cultivo e Manejo da Rosa-do-Deserto**. 1. ed. São José dos Pinhais: Brazilian Journals, 2021. p. 10-39. DOI: <https://doi.org/10.35587/brj.ed.0000973>.
- RAMOS, S. M. B.; CARVALHO, M. A. S.; POSSOBOM, C. C. F.; ALMEIDA, E. F.; NIETSCHE, S. Biology and structure of flowers in *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult. (Apocynaceae) accessions with notes on the significance of these features for floriculture. **Brazilian Journal of Botany**, v. 45, p. 689-702, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-022-00804-5>.
- RESENDE, M. D. V.; BARBOSA, M. H. P. **Melhoramento genético de plantas de propagação assexuada**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 130 p.
- ROMAHN, V. **A grande enciclopédia ilustrada das plantas & flores: suculentas, samambaias e aquáticas**. São Paulo: Editora Europa, 2012. 144 p.
- SANTOS, M. M.; COSTA, R. B.; CUNHA, P. P.; SELEGUINI, A. Tecnologias para produção de mudas de rosa do deserto. **Revista Multi-Science**, v. 1, n. 3, p. 79-82, 2015. DOI: <https://doi.org/10.33837/msj.v1i3.124>.
- SILVA, R. C.; BARROS, R. P.; BARBOSA, W. O.; MIRANDA, J. S.; SILVA, D. C. M.; LIRA NETO, A. B.; NEVES, J. D. S. A viabilidade do cultivo da Rosa do Deserto (*Adenium odesum* (Forssk.) Roem & Schult) por pequenos agricultores familiares. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 7, e4717, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/cuadv16n7-022>.
- SHARMIN, S.; LIPKA, U.; POLLE, A.; ECKERT, C. The influence of transpiration on foliar accumulation of salt and nutrients under salinity in poplar (*Populus × canescens*). **PLoS ONE**, v. 16, n. 6, e0253228, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253228>.
- STEGANI, V.; ALVES, G. A. C.; MELO, T. R.; COLOMBO, R. C.; BIZ, G.; FARIA, R. T. Growth of fertigated desert rose in different nitrate/ammonium proportion. **Ornamental Horticulture**, v. 25, n. 1, p. 18-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v25i1.1248>.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TALUKDAR, T. Development of NaCl-tolerant line in an endangered ornamental, *Adenium multiflorum* Klotzsch through *in vitro* selection. **International Journal of Recent Scientific Research**, v. 3, n. 10, p. 812-821, 2012. Disponível em: <https://www.recentscientific.com/development-nacl-tolerant-line-endangered-ornamental-adenium-multiflorum-klotzsch-through-vitro>. Acesso em: 16 mar. 2026.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.14295/aohl.v21i2.676>.

VELICEVICI, G.; MADOȘĂ, E.; OPROI, E.; IORDĂNESCU, O.; DRAGOMIR, P. The Effect of Salinity on the Chlorophyll Content of Wheat. **Journal of Central European Green Innovation**, v. 11, n. 1, p. 15-24, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33038/jcegi.4490>.

YAMASAKI, G. Estaquia. **Cultivando**, 2015. Disponível em: <https://www.cultivando.com.br/estaquia>. Acesso em: 17 out. 2022.

ZANIN, G.; GOBBI, V.; COLETTI, L.; PASSONI, M.; NICOLETTO, C.; PONCHIA, G.; SAMBO, P. Use of organic fertilizers in nursery production of ornamental woody species. *In*: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS ON HORTICULTURE (IHC2014): INTERNATIONAL SYMPOSIA ON WATER, ECO-EFFICIENCY AND TRANSFORMATION OF ORGANIC WASTE IN HORTICULTURAL PRODUCTION, 29., 2014, Brisbane. **Proceedings** [...]. Brisbane: International Society for Horticultural Science, 2016. p. 379-386. (Acta Horticulturae, 1112). DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1112.51>.

Early View