

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE AGRONOMIA

USO DE RESÍDUOS DE DENDÊ NO CRESCIMENTO DE *Adenium obesum*
(FORSSK.) ROEM. & SCHULT

RAFAEL QUEIROZ BARRETO

CRUZ DAS ALMAS – BA

DEZEMBRO DE 2023

RAFAEL QUEIROZ BARRETO

**USO DE RESÍDUOS DE DENDÊ NO CRESCIMENTO DE *Adenium obesum*
(FORSSK.) ROEM. & SCHULT**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado de Agronomia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Prof. Dra. Marcela Rebouças Bomfim

Coorientador: Prof. Dr. Jorge Antonio Gonzaga Santos

CRUZ DAS ALMAS – BA

DEZEMBRO – 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO
DE CURSO DE RAFAEL QUEIROZ BARRETO**

Marcela Rebouças Bomfim

Prof^a. Dra. Marcela Rebouças Bomfim
UFRB

(Orientadora)



Documento assinado digitalmente
JORGE ANTONIO GONZAGA SANTOS
Data: 02/01/2024 18:17:40-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Jorge Antonio Gonzaga Santos
UFRB

(Membro interno)

Ana Carolina D. Fernandes

Ana Carolina Oliveira Fernandes
UFRB

(Membro externo)

RESUMO

A rosa-do-deserto é uma cultura de origem africana com grande demanda no mercado de plantas ornamentais no Brasil. A utilização de um substrato tecnicamente adequado, abundante e economicamente viável para o cultivo da cultura é uma necessidade premente. Este trabalho comparou o efeito do uso de resíduos do dendê com os substratos convencionais para a produção de mudas de rosa-do-deserto. O estudo foi estabelecido em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos: fibra oriunda do processo de beneficiamento do dendê, sem adição de biocarvão; quatro biocarvão da casca de dendê produzido nas temperaturas de 450°, 550°, 600° e 730° C e o substrato comercial TROPSTRATO, que foi utilizado como controle, com 5 repetições. As unidades experimentais foram constituídas de 1.1 Kg da fibra por tratamento, mais 366g de biocarvão de cada temperatura. Após 50 dias de cultivo as plantas foram colhidas e avaliadas para número de folhas, altura, diâmetro do colo (caldex), comprimento de raízes, peso úmido e peso seco. Os substratos foram avaliados para componentes inorgânicos dos substratos e análises físico-químicas, como pH, CE e umidade. Os resultados foram significativos nos parâmetros peso fresco da parte aérea (PFPA), peso seco da raiz (PSR), peso seco da parte aérea (PSPA), número de folhas (NF) e altura da parte aérea (APA), onde os tratamentos com os resíduos orgânicos atribuíram medidas superiores as plantas quando comparados ao substrato comercial, e o diâmetro do caldex (DC), não diferiu estatisticamente do substrato comercial, indicando que a utilização dos resíduos pode ser extremamente viável.

Palavras chave: *Adenium obesum*; substrato alternativo; biocarvão; resíduos de dendê

ABSTRACT

The desert rose is a crop of African origin with great demand in the ornamental plant market in Brazil. The use of a technically suitable, abundant and economically viable substrate for the cultivation of the crop is a pressing need. This work compared the effect of using palm oil residues with conventional substrates for the production of desert rose seedlings. The study was established in a completely randomized design, with 6 treatments: fiber from the palm oil processing process, without the addition of biochar; four biochar from palm bark produced at temperatures of 450°, 550°, 600° and 730° C and the commercial substrate TROPSTRATO, which was used as control, with 5 replications. The experimental units consisted of 1.1 kg of fiber per treatment, plus 366 g of biochar at each temperature. After 50 days of cultivation, the plants were harvested and evaluated for number of leaves, height, stem diameter (caldex), root length, wet weight and dry weight. The substrates were evaluated for inorganic components of the substrates and physicochemical analyses, such as pH, EC and humidity. The results were significant in the parameters fresh weight of the shoot (PFPA), dry weight of the root (PSR), dry weight of the shoot (PSPA), number of leaves (NF) and height of the shoot (APA), where the treatments with organic residues attributed superior measurements to the plants when compared to the commercial substrate, and the diameter of the caldex (DC), did not differ statistically from the commercial substrate, indicating that the use of waste can be extremely viable.

Keywords: *Adenium obesum*; alternative substrate; biochar; palm waste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. <i>Adenium obesum</i> (FORSSK.) ROEM. & SCHULT	9
2.2. SUBSTRATOS ALTERNATIVOS	10
2.3. RESÍDUOS ORGÂNICOS DE DENDÊ	12
2.4. BIOCARVÃO	13
3. METODOLOGIA.....	14
3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	14
Tabela 1. Descrição dos tratamentos para desenvolvimento da <i>Adenium obesum</i> (FORSSK.) ROEM. & SCHULT	15
3.2. PREPARO DO BIOCARVÃO E DA FIBRA	16
3.3. ANÁLISES DOS SUBSTRATOS	17
3.4. AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DAS PLANTAS	17
3.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS	18
4.2. PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DAS PLANTAS.....	22
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O mercado de flores e plantas ornamentais é um dos segmentos mais promissores da horticultura intensiva do Brasil (CRUZ et al., 2019) o que fomenta a necessidade de mais estudos sobre o estabelecimento e desenvolvimento de mudas, em especial para a produção comercial (JUNIOR et al., 2018).

Adenium obesum (Forssk.) Roem. & Schult, conhecida como rosa-do-deserto, é a quinta planta ornamental mais comercializada no Brasil. A rosa-do-deserto teve origem no Sul da África e na Península Arábica, sendo posteriormente introduzida e naturalizada em diversas partes do mundo (BARROZO JÚNIOR, 2017). Faz parte da família Apocynaceae, uma planta herbácea, suculenta, xerófila, arbustiva e ramificada, apresenta um espessamento na parte inferior do caule conhecido como caudex, cujo o objetivo é armazenar água (CARVALHO et al., 2022). A espécie pode atingir até quatro metros de altura, e meio metro de largura de caule (TIAGO NETO et al., 2017).

O alto valor ornamental e o forte apelo comercial da planta devem-se a: coloração diversificada das flores e à sua resistência ao estresse hídrico (COLOMBO et al., 2015); e a durabilidade das flores após a abertura, que pode durar até 120 dias, (VARELLA et al., 2015).

O mercado de floricultura no Brasil no ano de 2020 movimentou cerca de 9,6 bilhões (IBRAFLOR, 2021). Apesar da importância do setor de plantas ornamentais e do potencial comercial da rosa-do-deserto, estudos direcionados a essa espécie ainda são escassos (JUNIOR et al., 2018) o que torna importante estudos relacionados ao melhoramento das condições de cultivo (SOUZA, 2021). O estabelecimento e desenvolvimento das mudas, bem como substratos ideais, é essencial para garantir uma exploração sustentável da espécie (GOMES-JUNIOR et al., 2019).

A seleção de substratos ideal deve apresentar algumas características, tais como: possuir bom potencial para fornecimento nutrientes e aeração, e a retenção de água (Neto et al., 2019); ausência de patógenos e metais pesados, pH adequado e seja de fácil aquisição e transporte (REIS et al., 2014); além de possuir boa disponibilidade e baixo custo.

O uso de substratos alternativos para plantas ornamentais pode facilitar a implantação de novos cultivos, ressaltando assim a importância de investigar quais substratos de baixo custo à disposição do produtor rural se adaptam ao cultivo das plantas ornamentais. A utilização de biocarvão na composição de substratos para produção de mudas tem sido amplamente estudada (LAURENTINO, 2021; SILVA et al., 2022; SOUZA et al., 2023), devido ao seu baixo custo, natureza ecológica (AKHIL et al., 2021) e características que favorecem a retenção de água e melhoria na estrutura do substrato, estabilidade e fornecimento de nutrientes (SOUZA et al., 2020; JUNIOR et al., 2022).

O biocarvão é uma biomassa carbonizada, estabilizada e recalcitrante, produzida por pirólise através da conversão de bioresíduos (lodo de esgoto, palhada de culturas agrícolas, madeira) em temperaturas variando entre 300 e 1000 °C (SOUZA et al., 2021; LONOVA et al., 2022). A adequação do biocarvão para uma determinada aplicação depende da fonte de matéria-prima (SOUZA et al., 2021).

O biocarvão apresenta características físicas, químicas e baixo custo, que são favoráveis para sua utilização em substratos, o que o torna uma alternativa para mitigação do grande volume de resíduos gerados, visto que, o descarte inadequado desses resíduos tem um forte impacto nas mudanças climáticas tão evidentes atualmente (YADAV, et al., 2023). Em 2022 o país produziu aproximadamente 2 milhões de toneladas de dendê em 200 mil hectares, enfatizando assim a necessidade de alternativas que promovam a utilização dos resíduos da indústria do dendê, como forma de valorizar a cadeia produtiva e evitar o seu descarte no meio ambiente.

Apesar do potencial uso do biocarvão na produção de mudas, estudos sobre a utilização de biocarvão de dendê como substrato em mudas de espécies ornamentais ainda são altamente escassos na literatura. Com isso, o objetivo deste estudo comparou o efeito do uso de resíduos do dendê e com os substratos convencionais, na produção de mudas de *Adenium obesum*. *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Adenium obesum* (FORSSK.) ROEM. & SCHULT

Adenium obesum (Forssk.) Roem. & Schult., a Rosa do Deserto, é uma angiosperma e pertence à família Apocynaceae, caracterizada como planta ornamental e medicinal, nativa da África tropical e da Arábia, atualmente encontrada na maioria dos países tropicais e subtropicais (AKHTAR et al., 2016; ALANAZI et al., 2021). Seria importante colocar de que forma é utilizada como planta medicinal.

A planta exibe um crescimento compacto, raízes suculentas e um tronco robusto com um caudex chamativo, que favorece o armazenamento de água e nutrientes, assegurando sua sobrevivência em ambientes áridos, além disso, sua ramificação é notavelmente esculpida, e sua floração é marcada por uma abundância de cores vibrantes nas flores (COLOMBO et al., 2016). As propriedades botânicas da *Adenium obesum* evidenciam sua notável capacidade de adaptação diversas regiões. O caudex, as folhas suculentas, as flores marcantes e os comportamentos adaptativos tornam-na uma planta encantadora e resistente, apreciada tanto por sua beleza ornamental quanto por seu significado ecológico (TIWARI e TALREJA, 2023).

O cultivo e a comercialização de vasos de plantas e flores aumentaram sua importância socioeconômica no Brasil com a rosa do deserto (VARELLA et al., 2015). A produção comercial em larga escala da espécie ainda é recente, porém, apresenta uma crescente demanda por floristas e paisagistas devido ao seu alto valor ornamental (SANTOS et al., 2015). Sendo assim, é de extrema importância estudos que visam entender os métodos mais adequados para propagação, manejo da cultura e produção comercial das mudas (COLOMBO et al., 2018).

A propagação comercial da espécie é praticada principalmente por meio de sementes, devido ao fato de as plantas propagadas sexualmente

apresentarem caudex e raízes principais bem desenvolvidos em comparação com as propagadas por estacas, o que economicamente se torna mais atrativo (PATEL e KUMARI, 2023). Outro aspecto atrativo é o período de floração prolongado, se submetida a condições favoráveis de temperatura, luminosidade, água e substratos bem drenados (BESTER, 2007). Assim, estudos envolvendo a influência de diferentes condições de cultivo no crescimento e desenvolvimento das plantas dessa espécie são necessários, para o melhor aproveitamento do seu potencial ornamental (POSSOBOM et al., 2021).

2.2. SUBSTRATOS ALTERNATIVOS

O processo de escolha do substrato ideal para desenvolvimento das plantas é uma das principais etapas no cultivo, pois, além de fornecer suporte físico e químico, garantir melhor germinação das sementes, desenvolvimento das plântulas e produção dessas espécies em larga escala, é essencial que a premissa de exploração sustentável da espécie seja levada em consideração em todos os fatores que norteiam o cultivo (SODRÉ e GOMES, 2019).

De acordo com Monteiro Neto et al. (2016), o substrato deve assegurar apoio mecânico ao sistema radicular, fornecer água e nutrientes, e facilitar a troca de oxigênio e CO₂ entre as raízes das mudas e o ambiente circundante. É importante destacar que, além das condições essenciais para um substrato eficiente, é fundamental que os materiais utilizados na sua composição estejam disponíveis localmente ou nas proximidades do local de produção. Isso é crucial para evitar aumentos significativos nos custos de produção, especialmente ao considerar a utilização ou aquisição comercial desses substratos.

Se tornando importante nesse contexto o uso de substratos alternativos, o que pode vir a facilitar a implantação de novos cultivos, ressaltando assim a importância de investigar quais substratos de baixo custo à disposição do produtor rural se adaptam ao cultivo das plantas ornamentais. Segundo Araújo et al. (2017), a utilização de resíduos orgânicos provenientes de atividades agroindustriais como substratos permite o reaproveitamento dos nutrientes

contidos nesses materiais por meio da mineralização, reduzindo assim os custos de produção e auxiliando na mitigação dos impactos ambientais

A rosa do deserto, por ter sido incluída no grupo de espécies economicamente rentáveis apenas na última década, ainda conta com informações incipientes sobre o sistema de produção e sobre recomendação de substratos para produção de mudas (COLOMBO et al., 2018). Com isso, frente a diversidade de substratos alternativos com composições específicas e de baixo custo, se torna atrativo econômica e sustentavelmente a possibilidade de introduzir os mesmos na produção da espécie.

É possível encontrar na literatura diversos trabalhos atrelados a reutilização de resíduos agroindustriais na composição de substratos para produção de mudas. Correa et al. (2019) avaliou em seu trabalho a influência de resíduos orgânicos da agroindústria da Amazônia Tocantina no desenvolvimento inicial de cultivares de alface, os tratamentos utilizados pelos autores consistiram na combinação de quatro substratos (palmito de açaí, caroço de açaí, casca de arroz carbonizada e o substrato comercial) e cinco cultivares de alface (Veneranda, Simpson, Cinderela, Mônica e Gabriela). Após condução do experimento, concluíram que o substrato com resíduos da agroindústria de palmito se mostrou uma ótima alternativa para produção de mudas de alface, proporcionando resultados semelhantes ao substrato comercial, além de possuir características de favoráveis de ser mais barato e ajudar na sustentabilidade do meio ambiente.

Cordeiro et al. (2020), avaliaram a influência do caule decomposto do babaçu (CDB), da palha de arroz carbonizada (PAC) e do solo (S) na formação de mudas de mamoeiro. Os resultados encontrados indicaram a viabilidade da utilização de palha de arroz carbonizada e caule de babaçu decomposto na formação de mudas de mamoeiro. Silva (2022), avaliou o efeito do substrato alternativo bagana de carnaúba na produção de mudas de *Bougavillea spectabilis*, e encontrou resultados positivos nas proporções de 40% e 80% da bagana de carnaúba, dessa maneira concluiu-se que o mais indicado seria a proporção de 40% do resíduo devido ao fator econômico.

Pesquisas como essas fomentam a inovação na área agrícola, incentivando a busca por soluções mais eficazes e sustentáveis. Isso pode

resultar em práticas agrícolas mais inteligentes, que aproveitam os recursos disponíveis de forma mais eficiente.

2.3. RESÍDUOS ORGÂNICOS DE DENDÊ

O dendezeiro é uma palmeira originária da África, que desenvolve o fruto em cachos, de onde se extraem diversos subprodutos, em especial o óleo da polpa ou o azeite de dendê e o óleo da amêndoa ou óleo de palmiste (REIS, 2017). O cultivo do dendê é uma atividade tradicional e faz parte do cotidiano das pessoas envolvidas de forma direta ou indireta na produção, assim como o processo produtivo também é feito na agricultura familiar (CONCEIÇÃO et al., 2021).

Em 2018, a produção mundial de frutos de dendê atingiu 403 milhões de toneladas em uma área plantada de 27,62 milhões de hectares, apresentando produção média de 14,9 t.ha⁻¹ (FAO, 2020). Segundo o IBGE, em 2022 o Brasil produziu aproximadamente 3 milhões de toneladas de dendê em 200 mil hectares.

As usinas de beneficiamento do dendê, além do óleo, geram resíduos sólidos (cachos vazios e fibras do mesocarpo) e líquidos (efluentes) em grande escala, que vão se acumulando e, por suas características, tornam-se constante ameaça poluidora ao meio ambiente (BOTELHO et al., 2020). Diante disso, torna-se imperativa a procura por métodos que incentivem a reutilização dos resíduos provenientes da indústria do dendê. Essa abordagem visa valorizar a cadeia produtiva e prevenir a sua disposição inadequada no meio ambiente, atendendo a uma demanda atual e urgente.

A fibra do mesocarpo, fibra da polpa ou fibra do dendê constitui o resíduo sólido gerado durante o processo de cozimento e prensagem do fruto, representando cerca de 12% do cacho fresco, com uma média de 40% de água e 60% de sólidos. Em sua composição química, o nutriente predominante é o N, seguido do Ca e do K. O teor de B é bastante razoável (16,6 g/t), sendo significativos também os teores de Cu, Mn e Zn (FERREIRA et al., 1998). Em virtude das características químicas, as fibras do mesocarpo são consideradas como um fertilizante orgânico nitrogenado, bastante rico em macro e

micronutrientes, podendo ser usado para complementar a adubação mineral (BOTELHO et al., 2020).

Diante de tais características, a transformação desses resíduos em biocarvão para utilização na agricultura, se torna interessante, visto que, uma das principais vantagens do biocarvão está na sua capacidade de melhorar a qualidade do solo. Ele atua como um condicionador, promovendo a retenção de água, aumentando a capacidade de troca de nutrientes e melhorando a estrutura do solo (TRAZZI et al., 2018; SOUZA et al., 2021). Ao integrar o biocarvão na agricultura, os agricultores podem reduzir a dependência de fertilizantes químicos, melhorar a eficiência hídrica e promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Isso cria um ciclo virtuoso em que os resíduos sólidos são transformados em recursos valiosos, promovendo a economia circular e reduzindo o impacto ambiental.

2.4. BIOCARVÃO

O biocarvão é produzido através da carbonização de materiais orgânicos, como resíduos agrícolas, cascas de frutas, restos de madeira e outros biomateriais, por processos de pirólise em baixas concentrações de oxigênio (FEITOSA et al., 2020). Esse processo resulta em um produto estável e rico em carbono, com estrutura molecular predominantemente aromática, o que o torna resistente a degradação (COLEN et al., 2020).

O biocarvão destaca-se como uma alternativa promissora e sustentável, contribuindo significativamente para a gestão adequada de resíduos sólidos, para a promoção da sustentabilidade ambiental, além de apresentar propriedades que beneficiam o solo (LAURENTINO, 2021). De acordo com Kookana et al. (2011), o biocarvão atua como condicionador no solo, na melhoria de suas propriedades químicas, físicas e biológicas, e consequentemente sua produtividade agrônômica, também para o armazenamento de C e filtração e remoção de contaminantes. Suas propriedades variam de acordo com o tipo de biomassa utilizada e as condições de sua produção, portanto é necessário o conhecimento destas características para verificar seu uso adequado (SOUZA et al., 2021).

Os estudos sobre os efeitos do biocarvão nas propriedades do solo e outras aplicações ambientais, apesar do uso por comunidades tradicionais, são relativamente novas se comparadas com a idade do material, fonte de inspiração para estas pesquisas, as denominadas Terras Pretas de Índio (TPI), horizontes de solos escuros, de origem antrópica, que ocorrem em larga escala em algumas partes da Amazônia (TEIXEIRA et al., 2009; WOODS, 2009).

Ao avaliar o biocarvão de cama de frango como fertilizante, Agostinho (2021) alcançou resultados significativos com relação aos atributos do solo, onde houve melhor disponibilidade de N, P e K compatíveis aos dos respectivos fertilizantes minerais (ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio). Pereira (2019) obteve resultados significativos com a aplicação de biocarvão em Argissolo para diversos atributos do solo, como o aumento significativo do pH, aumento dos teores de K, Mg trocáveis e Ca trocável.

Matias et al. (2022), ao avaliar o potencial do biocarvão de bucha de dendê no desenvolvimento de mudas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) e suas interferências na química do solo, obtiveram resultados promissores, onde o biocarvão apresentou elevado percentual de carbono fixo, baixo teor de cinzas e altos teores de K e P. Quando aplicado ao solo, observou-se elevação de P, K, Mg, pH, e valor V (%). Os parâmetros de crescimento de planta indicaram que o biocarvão da bucha de dendê apresenta elevado potencial para utilização na produção de mudas de cupuaçu.

3. METODOLOGIA

3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 5 repetições (Tabela 1), onde foram utilizados biocarvões de dendê (BD) nas temperaturas de pirólise de 450, 550, 600 e 730°C (BD450, BD550, BD600 e BD700), fibra oriunda do processo de beneficiamento do dendê (FBC) e o controle (CLT) que foi o Substrato Comercial - TROPSTRATO V-8. Foram incubados 1,1 kg da fibra por tratamento, mais 366g (30% do peso

do resíduo) de biocarvão de cada temperatura por 60 dias (Figura 1). Após esse período, a mistura de resíduos de cada tratamento foi subdividida em 5 vasos de 400 ml (Figura 2), onde foi realizado o plantio de duas plantas por vaso (Figura 3). O experimento foi conduzido por 50 dias.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos para desenvolvimento da *Adenium obesum* (FORSSK.) ROEM. & SCHULT

Tratamentos	Descrição
Controle (CLT)	Substrato Comercial - TROPSTRATO V-8
FBC	Fibra sem adição de biocarvão
BD450	Fibra mais biocarvão pirolisado a 450°C
BD550	Fibra mais biocarvão pirolisado a 550°C
BD600	Fibra mais biocarvão pirolisado a 600°C
BD730	Fibra mais biocarvão pirolisado a 730°C

Figura 1. Incubação dos resíduos FBC, BD450, BD550, BD600 e BD730°C.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 2. Divisão dos resíduos nos vasos para início do plantio.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 3. Mudas de rosa-do-deserto após a adição dos tratamentos e respectivo plantio.



Fonte: Autor, 2023.

3.2. PREPARO DO BIOCARVÃO E DA FIBRA

A matéria prima para produção do biocarvão foi de casca de dendê, obtido e pirolisado pela empresa BAHACARBON AGRO IND LTDA, Valença, Bahia, Brasil. A matéria-prima foi seca ao ar, pirolisada nas temperaturas de 450° (BD450), 550° (BD550), 600°(BD600) e 730° (BD730), numa taxa de aquecimento de 10 °C min⁻¹ até a temperatura esperada, com rendimento médio de 5 a 10% e tempo de residência de 2 h. Em seguida os biocarvões foram arrefecidos lentamente até a temperatura ambiente, homogeneizados e peneirados em malha de 12mm.

Para utilização como substrato, a fibra passou pelo processo de secagem em estufa a 60°C e peneiramento em malha de 12mm, em seguida, foi realizada a saturação com água destilada por capilaridade (Figura 4).

Figura 4. Saturação da fibra por capilaridade.



Fonte: Autor, 2023.

3.3. ANÁLISES DOS SUBSTRATOS

Após a condução do experimento, os componentes inorgânicos dos substratos foram quantificados pelo método 6200 da USEPA através do uso de Raio X de fluorescência portátil de energia dispersiva (PXRF) (Brucker, Titan 600), no modo bancada.

Para determinação da concentração dos elementos presentes nos substratos, as amostras dos tratamentos (0,5 g) maceradas foram transferidas para tubo de digestão, o qual foi adicionado 10 mL da solução $\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}$ na proporção 1:1 com posterior adição de 10 mL de HNO_3 (fracionadas em duas vezes) e adição de 10 mL de H_2O_2 para oxidação da matéria orgânica (em volumes de 1 mL) a 95°C (USEPA, 1996). A digestão foi completada pela adição de 5 mL de HCl concentrado e 10 mL de H_2O deionizada mantendo a temperatura de 95°C . Após digestão, as amostras foram filtradas e avolumadas para 50 mL. As concentrações dos elementos nas amostras foram determinadas por espectrometria de absorção atômica VARIAN (Modelo FS 240com SIPS) (Figura 5).

Foram realizadas análises físico-químicas, onde a análise de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, pH_{KCl} na relação 1:2,5 (material/solução) foi realizada através do pHmetro (Hanna, modelo HI 3221); a condutividade (CE) foi analisada por meio de um condutímetro (Tecnal, modelo 4 MP). Foi avaliado também o teor de umidade dos substratos.

Figura 5. Determinação da concentração dos elementos por espectrometria de absorção atômica VARIAN (Modelo FS 240com SIPS)



Fonte: Autor, 2023.

3.4. AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DAS PLANTAS

Ao ser finalizado o experimento foi realizada a biometria das plantas, analisando variáveis como número de folhas, altura, diâmetro do colo (caldex), comprimento de raízes, peso úmido e peso seco (Figura 6). A altura e o comprimento das raízes foram obtidos com o auxílio de uma régua e o diâmetro do caldex com o auxílio de um paquímetro (Figura 7). Para obtenção do peso úmido das plantas foi utilizado uma balança analítica, e posteriormente as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa por 27 dias em 60°C, para obtenção do peso seco.

Figura 6. Planta após desmonte do experimento.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 7. Medição do diâmetro com auxílio do paquímetro.



Fonte: Autor, 2023.

3.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade e submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o Software JMP Statistics.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS

Na tabela 2 estão apresentados os valores da umidade, pH e da CE dos substratos testados neste estudo. A umidade disponível nos substratos tem como função a reidratação dos tecidos, favorecendo a respiração, atividades metabólicas e capacidade de translocação (COLOMBO et al., 2015). O percentual de umidade do substrato comercial – Tropstrato V-8 foi superior (29,9%) a FBC (2,7%) e os BDs 4,0 (BD550) a 6,5 (BD730), indicando sua elevada umidade (tabela 2). Cada substrato tem suas características próprias, a exemplo do Forth Substrato para Rosa do Deserto que é de 20% ao Topstrato com 60% de umidade (VIDA VERDE, 2023).

Tabela 2. Características físico-químicas dos substratos.

Tratamentos	Umidade	pH	CE (dS.cm ³)
CLT	29,9 a	5,93 d	0,11 a
FBC	2,7 b	6,43 c	0,07 c
BD450	4,4 b	6,68 b	0,09 b
BD450	4,0 b	6,85 a	0,08 b

BD600	4,7 b	6,86 a	0,08 b
BD730	6,5 b	6,82 a	0,09 b

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CLT - Substrato Comercial - TROPSTRATO V-8; FBC - Fibra sem adição de biocarvão; BD450 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 450°C; BD550 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 550°C; BD600 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 600°C; BD730 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 730°C; CE – Condutividade Elétrica.

Os dados sobre a umidade ideal do substrato para a cultura são escassos na literatura, porém, a espécie responde de forma satisfatória e com bom crescimento, quando o substrato possui boa capacidade de retenção da água, porém sem encharcamento, para não causar o apodrecimento das sementes ou ainda diminuir a emergência das plântulas. Santos et al., (2018) complementa a necessidade da alta porosidade e baixa densidade para que a plântula possa emergir com maior facilidade.

O pH dos substratos apresentou diferenças significativas, onde os maiores valores foram no BD730 (6,82), BD550 (6,85), no BD600 (6,86), classificando-os como praticamente neutros (6,6 – 7,3) de acordo com Sistema Brasileiro de Solos (EMBRAPA, 2018). Comparado com o CLT e o FBC (fibra do dendê), a adição dos biocarvões (BD450, BD550, BD600 e BD730) favoreceu o aumento do pH. Biocarvões de dendê nas mesmas temperaturas de pirólise deste estudo foram caracterizados por Amorim (2021), onde os BDs foram classificados como alcalinos (7,1 a 10,5), de acordo com a classificação de Lehmann et al. (2011). Alves et al. (2018), ao avaliar areia + fibra de coco (S+CF) e areia + pó de pinus compostado (S+P) como substrato para rosa-do-deserto, encontraram o valor de pH de 5,78 para (S+CF) e 7,23 para (S+P). De acordo com Kämpf, (2000), o pH ideal do substrato deve estar entre 5,0 e 6,5 onde há maior disponibilidade da maioria dos nutrientes.

A Condutividade Elétrica variou entre 0,07 (CLT) a 0,11 uS.cm³ (CLT), indicando baixa salinidade. O conhecimento da CE é importante, visto que, as quantidades de sais do biocarvão podem resultar em efeitos indesejados ao solo e a culturas (LEHMANN; JOSEPH, 2009). Em relação aos tratamentos com BDs não foram observadas diferenças significativas. Na embalagem do CLT a CE é indicada como 0,4 uS. Colombo et al. (2017), ao avaliar a fibra de coco e casca de pinus semicompostada no desenvolvimento inicial de rosa-do-

deserto, encontrou valores de CE de 0,3 mS.cm⁻¹ para a fibra e 2,3 mS.cm⁻¹ para a casca de pinus. Segundo Takane et al. (2013), valores acima de 1,75 mS.cm⁻¹ são indicativos de alta salinidade.

A capacidade de crescimento das plantas é significativamente afetada pela presença de nutrientes em substratos orgânicos. É importante notar que essa influência não está limitada apenas à composição do substrato, mas também está relacionada à capacidade de adsorção, pH, estabilidade biológica e à presença de compostos orgânicos dissolvidos (CABALLERO et al., 2007).

Na tabela 3 estão apresentados os resultados do teor total dos óxidos dos substratos avaliados por Fluorescência de Raio X. Apesar de diferenças significativas terem sido observadas, os resultados apresentados mostram uma variação no SiO₂ entre 12,7 (CLT) a 19,7 (FBC e BD550) predominando em todos os substratos, com a tendência de FBC ≈ BDs > CLT; para o Al₂O₃ uma variação entre 4,3 (CLT) a 5,8 (BD550), na ordem FBC ≈ BD450 ≈ BD550 > BD600 > BD730 > CLT; para o CaO uma variação entre 5,40 (FBC) a 3,63 (CLT), na ordem FBC > BD450 ≈ BD550 ≈ BD600 > BD730 > CLT; para o K₂O uma variação entre 0,48 (BD600) a 0,23 (FBC), na ordem BD600 > BD550 > BD450 ≈ BD730 > CLT > FBC; para o P₂O₅ uma variação entre 0,63 (BD550) a 0,28 (CLT), na ordem BD550 ≈ FBC ≈ BD600 ≈ BD730 ≈ BD450 ≈ FBC > CLT.

Tabela 3. Óxidos presentes nos substratos determinados por fluorescência de raios-X.

Tratamentos	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅
	%				
CLT	12,7 b	4,3 c	3,63 c	0,37 c	0,28 b
FBC	19,7 a	5,7 a	5,40 a	0,23 d	0,60 a
BD450	19,5 a	5,6 a	5,15 ab	0,41 bc	0,59 a
BD550	19,7 a	5,8 a	4,97 ab	0,47 ab	0,63 a
BD600	18,8 a	5,3 ab	4,94 ab	0,48 a	0,60 a
BD730	18,2 a	4,9 b	4,48 bc	0,40 bc	0,55 a

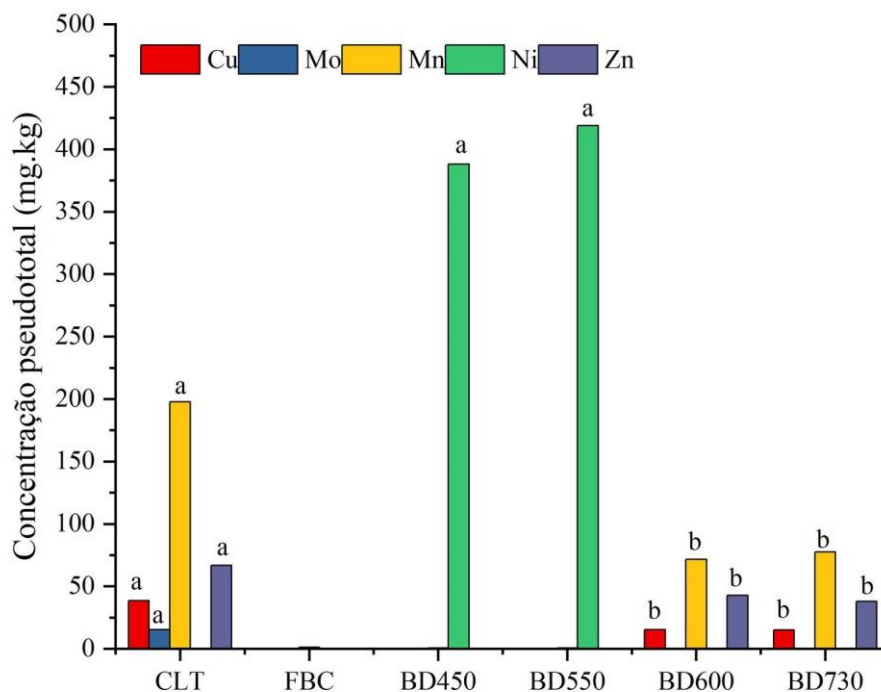
Médias seguidas por letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CLT - Substrato Comercial - TROPSTRATO V-8; FBC - Fibra sem adição de biocarvão; T450 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 450°C; T550 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 550°C; T600 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 600°C; T730 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 730°C.

Botelho et al. (2020) relataram que em virtude das características químicas, as fibras do dendê são consideradas como um fertilizante orgânico nitrogenado, bastante rico em macro e micronutrientes, e as cinzas, equivalente ao biocarvão, além de apresentarem uma quantidade significativa de nutrientes em sua composição química, o que lhes confere qualidade de fertilizante orgânico, também podem atuar como corretivos, em razão de suas bases (carbonatos e hidroxilas) serem capazes de neutralizar a acidez do solo.

A figura 8 apresenta os micronutrientes encontrados nos substratos, onde é possível observar que o substrato comercial (CLT) apresenta o cobre (Cu), molibdênio (Mo), manganês (Mn) e zinco (Zn) em sua composição, sendo o Mn o elemento com maior teor, aproximadamente 200 mg.kg. Já no BD600 e BD730, foram encontrados o Cu, Mn e Zn, com o Mn apresentando maior teor, 75mg.kg em ambos tratamentos. De acordo com a classificação de Ferreira et al. (1999), em relação a disponibilidade dos micronutrientes, quanto ao Zn, Mn e Cu, valores acima de 2,2, 12 e 1,8 mg.dm³, respectivamente, são considerados altos teores. Sendo assim, os tratamentos CLT, BD600 e BD730 apresentam altos teores dos elementos citados.

Figura 8. Micronutrientes identificados nas amostras de substratos utilizados no desenvolvimento da rosa-do-deserto.

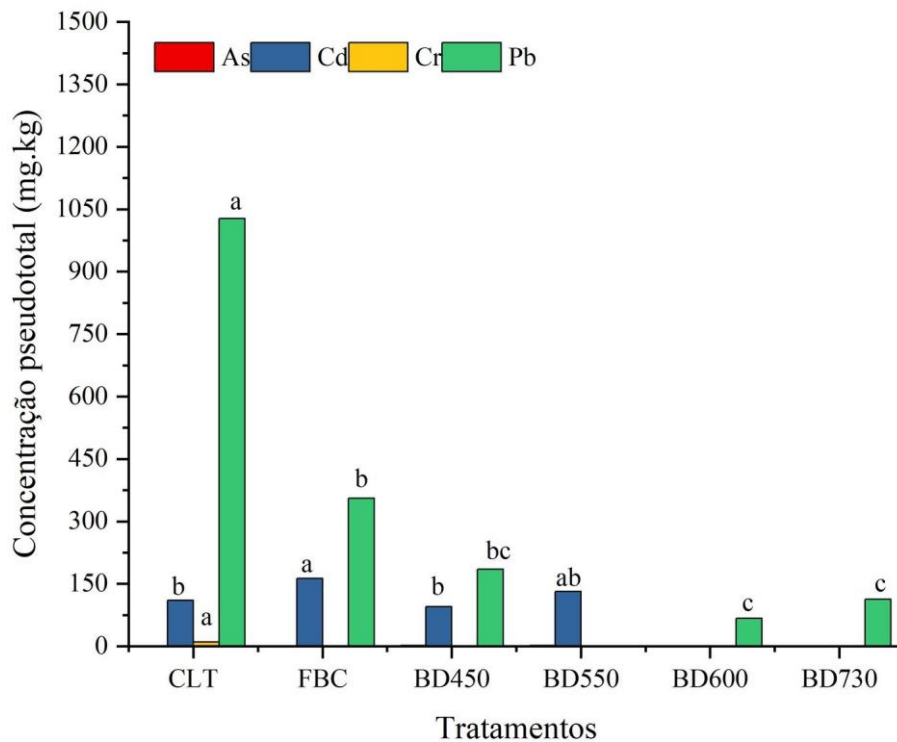


Fonte: Autor, 2023.

Nos tratamentos BD450 e BD550 foi encontrado apenas o elemento níquel (Ni), 375 e 425 mg.kg, respectivamente. Tais valores estão acima do valor orientado para solos (70 mg.kg⁻¹) pelo CONAMA, Resolução N° 420, de 28 de dezembro de 2009.

Ao avaliar a viabilidade de resíduos orgânicos como substratos, é de extrema importância a análise de metais pesados, visto que, espécies vegetais apresentam a capacidade de absorção e acúmulo de metais pesados (SANTOS et al., 1999). A figura 9 apresenta a concentração de metais pesados encontrados nas amostras dos substratos, onde nos tratamentos CLT, FBC e BD450, foram detectados chumbo (Pb) e cádmio (Cd) em concentrações maiores que o orientado para solos (3 e 180 mg.kg⁻¹, respectivamente) pelo CONAMA, Resolução N° 420, de 28 de dezembro de 2009. O tratamento BD550 apresentou apenas o Cd, também em concentrações maiores que o orientado para solos pelo CONAMA. Já o BD600 e BD730 apenas o Pb, concentrações menores que o orientado para solos pelo CONAMA.

Figura 9. Metais Pesados encontrados nas amostras dos substratos utilizados no desenvolvimento da rosa-do-deserto.



Fonte: Autor, 2023.

Concentrações baixíssimas foram observadas dos elementos inorgânicos nos substratos, as quais, mesmo apresentando diferenças significativas, foram abaixo dos valores de referência do Instituto Internacional de Biocarvão (IBI, 2015), tabela 4.

Tabela 4. Componentes inorgânicos dos substratos determinados por fluorescência de raios-X.

Tratamentos	Cr	Mn	Pb	Cu	Zn
	ppm				
CLT	0,008 c	0,048 a	0,0 c	0,0036 c	0,0051 c
FBC	0,017 ab	0,041 ab	0,0038 a	0,0062 a	0,0087 a
BD450	0,014 ab	0,039 ab	0,0025 ab	0,0050 ab	0,007 abc
BD550	0,013 b	0,039 ab	0,0023 ab	0,0048 bc	0,0067 bc
BD600	0,016 a	0,038 ab	0,0027 ab	0,0055 ab	0,0078 ab

BD730 0,015 ab 0,029 b 0,0017 b 0,0047 bc 0,0051 bc

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CLT - Substrato Comercial - TROPSTRATO V-8; FBC - Fibra sem adição de biocarvão; T450 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 450°C; T550 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 550°C; T600 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 600°C; T730 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 730°C.

4.2. PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DAS PLANTAS

A tabela 5 apresenta os parâmetros morfológicos das plantas após cultivo por 50 dias. Os parâmetros peso fresco da parte aérea (PFPA), peso seco da raiz (PSR), peso seco da parte aérea (PSPA), número de folhas (NF) e altura da parte aérea (APA) apresentaram resultados significativos, onde os tratamentos com os resíduos orgânicos atribuíram medidas superiores as plantas quando comparados ao substrato comercial (CLT), exceto para PFR.

Tabela 5. Parâmetros morfológicos das plantas após cultivo por 50 dias.

Tratamentos	PFR	PFPA	PSR	PSPA
CLT	29,7 a	14,14 c	0,75 b	2,30 c
FBC	15,9 d	52,64 ab	0,79 ab	3,86 a
BD450	23,9 abc	42,47 b	0,83 ab	2,51 bc
BD550	25,5 ab	55,15 a	0,95 a	4,02 a
BD600	17,4 cd	46,44 ab	0,79 ab	3,68 ab
BD730	21,9 bcd	46,78 ab	0,90 ab	3,11 abc

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CLT - Substrato Comercial - TROPSTRATO V-8; FBC - Fibra sem adição de biocarvão; T450 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 450°C; T550 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 550°C; T600 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 600°C; T730 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 730°C; PFR – Peso fresco da raiz; PFPA – Peso fresco da parte aérea; PSR – Peso seco da raiz; PSPA – Peso seco da parte aérea.

O PFR variou entre 15,9 (FBC) a 29,7 (CLT), enquanto que o PSR variou entre 0,75 (CLT) a 0,95 (BD550) mg.vaso, indicando até 97,47% de

perda de umidade entre as raízes. Entre a parte aérea, o PFFPA variou entre 14,14 (CLT) a 55,15 (BD550), enquanto que o PSPA variou entre 2,30 (CLT) a 4,02 (BD550) mg.vaso, indicando até 94,08% de perda de umidade entre a parte aérea.

O número de folhas é um fator importante para as rosas do deserto porque as plantas adultas não toleram altos níveis de umidade do solo (MORAES et al., 2024). A adição da fibra com os biocarvões foram significativamente melhores em relação ao CLT, tabela 6. O maior número de folhas foi associado aos tratamentos com menor umidade. Diferente destes resultados, Moraes et al. (2024) obtiveram resultados significativos nos substratos com maior retenção de umidade.

Tabela 6. Número de folhas, DC – Diâmetro de caudex, CR – Comprimento da raiz e APA – Altura da parte aérea das plantas após 50 dias de cultivo.

Tratamentos	Nº de folhas	DC	CR	APA
CLT	14,3 b	2,37 a	13,8 a	12,1 c
FBC	23,2 a	2,52 a	11,2 b	19,2 a
BD450	21,5 a	2,31 a	12,9 ab	16,6 ab
BD550	20,9 a	2,62 a	12,7 ab	18,3 a
BD600	22,4 a	2,43 a	11,0 b	17,8 a
BD730	22,8 a	2,42 a	12,4 ab	14,9 b

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CLT - Substrato Comercial - TROPSTRATO V-8; FBC - Fibra sem adição de biocarvão; T450 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 450°C; T550 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 550°C; T600 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 600°C; T730 - Fibra mais biocarvão pirolisado a 730°C; DC – Diâmetro de caudex; CR – Comprimento da raiz; APA – Altura da parte aérea.

O diâmetro do caule é uma característica importante tanto do ponto de vista comercial quanto ornamental. Espera-se que as rosas do deserto tenham caules grossos e suculentos, conhecidos como caudex, o que dá à planta uma aparência exótica de árvore (MORAES et al., 2024). No presente estudo, os valores de diâmetro do caudex não diferiram significativamente entre os tratamentos, o que pode ser visto como resultado positivo, visto que, os

substratos orgânicos apresentaram o mesmo potencial que o substrato comercial. No trabalho realizado por Colombo (2015), onde foi avaliado o desenvolvimento da rosa do deserto em fibras de coco + areia, fibra de coco + vermiculita e em substrato comercial, apenas as rosas cultivadas nos substratos com a presença da fibra de coco apresentaram caules mais grossos.

O substrato comercial proporcionou maior crescimento de raiz para as mudas, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Santos et al. (2020), ao avaliar o crescimento inicial de rosa-do-deserto em diferentes substratos (solo, areia e substrato comercial), também encontrou maior crescimento de raiz nas plantas cultivadas em substrato comercial. De acordo com Barbosa et al. (2012), as variações no crescimento radicular nos diferentes substratos podem ser atribuídas às suas condições granulométricas, que podem ou não permitir o enraizamento, dependendo das condições de aeração.

A altura da planta é um dos aspectos mais importantes para medir o padrão de qualidade da muda (SILVA et al., 2011). As mudas semeadas com FBC (19,2cm), BD550 (18,3 cm) e BD600 (17,8 cm) apresentaram altura superior ao CLT, a figura 10 evidencia tais resultados. Colombo et al. (2017), ao comparar a fibra de coco, casca de pinus semicompostada e areia no desenvolvimento inicial de rosa-do-deserto, concluiu que a altura da parte aérea das plantas cultivadas nos resíduos orgânicos foi aproximadamente o dobro daquela das plantas cultivadas em areia.

Utilizando substrato comercial associado a esterco e fontes de adubação, Lázari et al., (2018) observaram altura de plantas entre 20,25 (terra de subsolo + Substrato Comercial [25% vermiculita expandida, 25% casca de pinus, 25% turfa e 25% de perlita] 1:0,25 (v/v) a 39,12 cm (areia grossa lavada + esterco bovino curtido 1:0,60 (v/v)).

Corroborando com o presente estudo, Matias et al. (2022), ao avaliar o potencial do biocarvão de bucha de dendê no desenvolvimento de mudas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.), concluiu que o biocarvão da bucha de dendê apresenta elevado potencial para utilização na produção de mudas de cupuaçu, por afetar positivamente os parâmetros de crescimento das plantas.

Figura 10. Plantas de todos os tratamentos após 50 dias de cultivo.



Fonte: Autor, 2023.

5. CONCLUSÕES

Os parâmetros peso fresco da parte aérea (PFPA), peso seco da raiz (PSR), peso seco da parte aérea (PSPA), número de folhas (NF) e altura da parte aérea (APA) foram superiores com a adição dos biocarvões.

A utilização dos resíduos como substrato se mostra uma estratégia economicamente viável, visto que, ao valorizar esses resíduos, as indústrias de óleo de dendê podem diversificar suas fontes de receita e reduzir os custos associados ao gerenciamento de resíduos. Essa abordagem está em linha com os princípios da economia circular, onde os subprodutos são transformados em recursos viáveis.

6. REFERÊNCIAS

ALANAZI, K.M.; ALI, M.A.; SOO-YONG KIM; RAHMAN, M.O.; FARAH, M.A.; ALHEMAID, F.; ELANGBAM, M.; GURUNG, A.B.; LEE, J. The cp genome characterization of *Adenium obesum*: Gene content, repeat organization and phylogeny. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 2021.

ALVES, G.A.C. et al. Substrates and fertilizations in the initial growth of the desert rose. **Ornam. Hortic**, V. 24, N. 1, 2018.

AKHIL, D. LAKSHMI, A. KARTIK, D. VIET, N.V. JAYASEELAN. Production, characterization, activation and environmental applications of engineered biochar: a review. **Environ. Chem. Lett**, 2021.

AKHTAR, M.S.; HOSSAIN, M.A.; SADRI, S.A. Isolation and characterization of antimicrobial compound from the stem-bark of the traditionally used medicinal plant *Adenium obesum*. **J. Trad. Compl. Med.**, 2017.

BARBOSA, R.M. e outros. Condutividade elétrica e teor de água em sementes de amendoim. **Ciência Rural**, v.42, n.1, p.45-51, 2012.

BARROZO JÚNIOR, L. C. R. **Substratos para produção de rosa do deserto**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE, p. 1-30, 2017.

BOTELHO, S.M.; VELOSO, C.A.C; RODRIGUES, J.E.L.F.; FERREIRA, E.V.O. Aspectos gerais relacionados ao uso de fertilizantes e corretivos – **Recomendação do Solo, EMBRAPA**, 2020.

CABALLERO, R.; ORDOVÁS, J.; PAJUELO, P.; CARMONA, E.; DELGADO, A. Clorose férrica em gérbera relacionada às propriedades de diversos tipos de composto utilizado como meio de cultivo. **Comunicações em Ciência do Solo e Análise de Plantas**, v.38, p.2357-2369, 2007.

CARVALHO, R.R.; MAGALHÃES, C.S.; RANDAU, K.P. Review of the botanical, chemical and pharmacological aspects of *Adenium obesum*(Forssk.) Roem. & Schult. **Research, Society and Development**, v. 11, n.2, e28211225843, 2022.

COLEN, F.; FIGUEIREDO, F. F.; FERNANDES, L. A.; SAMPAIO, R. A.; MOTA, M. F. C.; DE SOUZA, L. H. Temperatura e tempo de residência na produção de biochar oriundo de dejetos de galinhas poedeiras. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-8, 2020.

COLOMBO, R.C. **Substratos e manejo da irrigação no desenvolvimento e na nutrição de rosa do deserto em vaso**. Dissertação Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015.

COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; YAMAMOTO, L. Y.; ALVES, G. A. C.; ABATI, J.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. D. 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.R.; FARIA, R.T.; SILVA, M.A. Meio de envasamento, crescimento e acúmulo de nutrientes em rosas do deserto cultivadas em recipientes. **Jornal Australiano de Ciência das Culturas**, 2016.

COLOMBO, R.C. et al. Production of desert rose seedlings in different potting media. **Ornam. Hortic**, V. 23, No. 3, 2017.

COLOMBO, R.C.; FAVETTA, V.; SILVA, M.A.A.; FARIA, R.T. Substratos e níveis de irrigação para cultivo de rosa do deserto em vasos. **Ciência e Agrotecnologia**, 2018.

CONCEIÇÃO, V.S.; ROCHA, A.M.; SILVA, M.S. Geographical Indication for the Bahia Oil: a possibility. **Cadernos de Prospecção** – Salvador, v. 14, n. 2, p. 648-663, 2021.

CORREA, B.A.; PEREIRA, M.C.; MARTINS, J.S.; RIBEIRO, R.C.; SILVA, E.M. Reaproveitamento de resíduos orgânicos regionais agroindustriais da Amazônia Tocantina como substratos alternativos na produção de mudas de alface. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.9, n.1, p.97-104, 2019.

CORDEIRO, K.V.; PEREIRA, R.Y.F; CARDOSO, J.P.S; SOUSA, M. de O.; PONTES, S.F.; OLIVEIRA, P.S.T de; MARQUES, G.M.; COSTA, S.M.D. de M.; OLIVEIRA, M.M.T. de; SILVA-MATOS, R.R.S. da. Eficiência de utilização de substratos alternativos na produção de mudas de mamoeiro. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, 2020.

CRUZ, M. P.; SILVA, E. L. G.; SOUZA, J. T. A.; DE ANDRADE, L. O.; DA SILVA, H. G.; NUNES, J. C. Development and production of ornamental sunflower in function of use cattle manure. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 575-590, 2019.

FEITOSA, A. A. et al. Characterization of Biochar Samples of Banana Peels and Orange Bagasse Carbonized at 400 and 600°C. **Rev. Virtual Quim.** 2020.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; VILAR, R. R. L. Composição química dos subprodutos da agroindústria do dendê. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: Palmasa, 18 p. **EMBRAPA-CPATU. Documentos**, 119, 1998.

GOMES-JUNIOR, G. A.; et al. Substrate and quality mangosteen seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, n.3, e-135, 2019.

IBRAFLOR. Instituto Brasileiro de Floricultura. O mercado de flores no Brasil, 2020.

JUNIOR, R.G.M; FERNANDES, D.A. Assepsia e Germinação in vitro de *Adenium obesum*. **CONNECTION LINE-REVISTA ELETRÔNICA DO UNIVAG**, n. 18, 2018.

JÚNIOR, C. D. C. et al. Uso agrícola e florestal do biochar: estado da arte e futuras pesquisas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e55711225999-e55711225999, 2022.

KÄMPF, A.N. Substrato. In: KÄMPF, A.N. (Coord.) Produção comercial de plantas ornamentais. **Guaíba: Agropecuária**, 2000.

KOOKANA, R. S.; SARMAH, A. K.; VAN ZWIETEN, L.; KRULL, E.; SINGH, B. Biochar application to soil: agronomic and environmental benefits and unintended consequences. **Advances in Agronomy**, 2011.

LAURENTINO, L. G. de S. **Influência do biocarvão na fertilidade do substrato, emergência e crescimento inicial de mudas de mamão e melão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2021.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Biochar for Environmental Management: **Science and Technology**. 1 Ed. London: Earthscan, 2009. 438p.

LONOVA, K., HOLATKO, J., HAMMERSCHMIEDT, T. *ET AL*. Lodo de esgoto pirolisado por micro-ondas: influência na microbiologia do solo, estado nutricional e biomassa vegetal. **Chem. Biol. Technol. Agric.** **9**, 92, 2022.

MATIAS, M. I. A. S.; SANTOS, M. B.; GONZAGA, M. I. S.; FREITAS, R. M. O.; NEVES, I. S.; JESUS, M. S. Biocarvão de bucha de dendê (palma de óleo) na produção de mudas de cupuaçu. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.4, p.62-72, 2022.

MONTEIRO NETO, J.L.L.; ARAÚJO, W.F.; VILARINHO, L.B.O.; SILVA, E.S.; ARAÚJO, W.B.L.; SAKAZAKI, R.T. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v.11, n.4, p.289-297, 2016.

MORAES, L.F.; OLIVEIRA, P.S.T.; VERAS, A.S.S.; PEREIRA, R.Y.F.; CORDEIRO, K.V.; SANTOS, J.F.; NETOR, E.D.O.; MATOS, R.R.S.S. Produção de mudas de rosa do deserto sob diferentes técnicas de cultivo. **Comunicata Scientiae**, 2024.

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

OROZCO, A.Z.; GONZALEZ, A.C. Bases para la mejora genética en la rosa del desierto (*Adenium obesum*). **Repertorio Científico**, 24 (1), 43-56, 2021.

PATEL, D.; KUMARI, K. Effect of diferente Media on Seed Germination and Growth of *Adenium obesum*. **Journal of AgriSearch**, 2023.

PEREIRA, J. R. C. Potencial do biocarvão para a produção de milho e melhoria da qualidade do solo. Petrolina, 2019.

POSSOBOM, C.C.F.; CANAVEZE, Y.; RAMOS, C.M.B. Aspectos botânicos da rosa-do-deserto. NIETSCHKE, S.; ALMEIDA, E.A.F; MENDES, R.B. (Orgs.). Cultivo e Manejo da Rosa-do-Deserto. São José dos Pinhais, SP: **Editora Brazilian Journals**, 2021.

REIS, M. S. **Avaliação da estabilidade oxidativa de azeite de dendê, submetido ao armazenamento acelerado, na presença de extrato da casca de cebola (*Allium cepa* L.)**. 71 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2017.

REIS, J.M.R.; RODRIGUES, J.F.; REIS, M.A. PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO COM DIFERENTES SUBSTRATOS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

SANTOS, M.M.; COSTA, R.B.; CUNHA, P.P.; SELEGUINI, A. Tecnologias para produção de mudas de rosa do deserto (*Adenium obesum*). **Multi-Sci J** 1:79–82, 2015.

SANTOS, M. M.; COSTA, R. B.; CUNHA, P. P.; SELEGUINI, A. Tecnologias p para produção de mudas de rosa do deserto. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 3, p. 79-82, 2018.

SANTOS, C.A. et al. Seed germination and development of desert rose seedlings (*Adenium obesum* Roem. & Schult) on different substrates. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.50:12, e20190691, 2020.

SILVA, F.L.S. Carnauba bagana as an alternative substrate in the production of *Bougainvillea spectabilis* seedlings. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Maranhão, 2022.

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**. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

SODRÉ, G.A.; GOMES, A.R.S. Propagação de cacau, tecnologias para produção de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, n.2, e-782, 2019.

SOUZA, J.V.M. **Influência de diferentes substratos no crescimento inicial de Rosa do Deserto (*Adenium obesum* forssk. Roem. & schult)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

SOUZA, C. DE S. et al. Induced changes of pyrolysis temperature on the physicochemical traits of sewage sludge and on the potential ecological risks. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2021.

SOUZA, C. C. DE et al. Estudo de propriedades físico-químicas na avaliação da adsorção em biocarvão produzido com folhas de amendoeira-dapraia. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, p. 171-179, 2020.

TAKANE, R.J.; YANAGISAWA, S.S.; GÓIS, E.A. Técnicas de substratos para floricultura. **Fortaleza: Expressão**, 2013.

TEIXEIRA, W. G.; KERN, D.; MADARI, B.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I.; As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas, 2a ed. **Embrapa Amazônia Ocidental: Manaus**, 2009.

TIAGO NETO, L.J.; RODRIGUES, O.D.; TSAI, H.M.; ESTEVAM, J. T.; PEREIRA, J.M.; SELEGUINI, A. Ocorrência de insetos fitófagos em *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult no estado de Goiás. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 11, n. 4, p. 379-384, outubro-dezembro, 2017.

TIWARI, S.; TALREJA, S. Explorando o misterioso *Adenium Obesum*: seu apelo botânico, significado ecológico, percepções de cultivo e potencial de aplicações medicinais. **Jornal de Terapêutica Populacional e Farmacologia Clínica**, 2023.

TRAZZI, P. A.; HIGA, A. R.; DIECKOW, J.; MANGRICH, A. S.; HIGA, R. C. V. Biocarvão: realidade e potencial de uso no meio florestal. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 875-887, 2018.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Method 3050B. Revision 2 December, 1996.

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

WOODS, W. I. Amazonian Dark Eart: Win Sombroek's vision, 1. ed. **Springer: Heidelberg**, 2009.