



Adição de Condicionadores Orgânicos e Inorgânicos em Substrato Comercial para o Cultivo em Vasos de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus*



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
216**

Adição de Condicionadores Orgânicos
e Inorgânicos em Substrato Comercial
para o Cultivo em Vasos de *Melocactus
violaceus* subsp. *violaceus*

Diva Correia
Carlos Alberto Kenji Taniguchi
Julianna Costa Bernardo
Mateus de Castro Matos

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2021

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva
Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa
Eveline de Castro Menezes

Membros
*Marlos Alves Bezerra, Ana Cristina Portugal
Pinto de Carvalho, Deborah dos Santos Garruti,
Dheyne Silva Melo, Ana Iraidy Santa Brígida,
Eliana Sousa Ximendes, Nívia da Silva Dias-Pini*

Revisão de texto
José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica
Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
José Cesamildo Cruz Magalhães

Fotos da capa
Diva Correia

1ª edição
On-line (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical

Adição de condicionadores orgânicos e inorgânicos em substrato comercial para o cultivo em vasos de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus* / Diva Correia... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2021.

23 p. : il. ; 16 cm x 22 cm – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 216).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. *Melocactus violaceus*. 2. Propagação. 3. Multiplicação. 4. Condicionadores orgânicos e inorgânicos. 5. Cactácea. I. Correia, Diva. II. Taniguchi, Carlos Alberto Kenji. III. Bernardo, Julianna Costa. IV. Matos, Mateus de Castro. V. Série.

CDD 631.52

Sumário

Resumo.....	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	13
Conclusão.....	20
Referências.....	20

Adição de Condicionadores Orgânicos e Inorgânicos em Substrato Comercial para o Cultivo em Vasos de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus*

Diva Correia¹

Carlos Alberto Kenji Taniguchi²

Julianna Costa Bernardo³

Mateus de Castro Matos⁴

Resumo - A espécie *Melocactus violaceus* é endêmica das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, habita ambientes florestais ou campestres, como Mata Atlântica e Restinga, e ocorre geralmente sobre substratos arenosos e dunas litorâneas. A vulnerabilidade dessa espécie deve-se à forte pressão antrópica, que modifica e fragmenta os habitats, e ao extrativismo constante. A reprodução dessa espécie ocorre via sementes. Poucos estudos existem sobre propagação e formas de cultivos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a combinação de substrato comercial com misturas de condicionadores orgânicos e inorgânicos para o cultivo em vasos de *M. violaceus* subsp. *violaceus*. Testaram-se as seguintes misturas de substratos (proporções volumétricas): T₁ = substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil®; T₂ = substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® + areia grossa + vermicomposto + vermiculita fina + pó da casca de coco verde na proporção 4:2:2:1:1; T₃ = idem ao T₂ na proporção 3:2:2:1:1; e T₄ = idem ao T₂ na proporção 2:2:2:1:1. O experimento foi con-

¹ Bióloga, doutora em Ciências Florestais, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

³ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

duzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, quatro repetições e nove plantas por repetição. As características biométricas foram avaliadas aos 300 dias de cultivo. Nesse período, diferenças no crescimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas foram observadas. O uso do substrato comercial (T₁) promoveu crescimento superior das plantas e não diferenciou estatisticamente apenas para a média de massa seca das raízes alcançada no substrato (T₂). Conclui-se que o substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® é o mais indicado entre os substratos testados para o cultivo em vaso de *M. violaceus* subsp. *violaceus*.

Termos para indexação: cacto, coroa-de-frade, propagação.

Addition of Organic and Inorganic Conditioners into a Commercial Substrate for Pot Cultivation of *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus*

Abstract - *Melocactus violaceus* is endemic to the Northeast and Southeast regions of Brazil, inhabits forest or countryside environments such as the Atlantic Forest and Restinga, and usually occurs on sandy substrates and coastal dunes. The vulnerability of this species is due to the strong anthropic pressure that modifies and fragments the habitats and the constant extraction. Reproduction occurs via seeds. Few studies exist on the propagation and forms of cultivation. This work aimed to evaluate the combination of commercial substrate with mixtures of organic and inorganic conditioners for cultivation in pots of *M. violaceus* subsp. *violaceus*. The following substrate mixtures (volumetric proportions) were tested: T₁: commercial substrate Hortaliças Turfa Fértil®; T₂ = commercial substrate Hortaliças Turfa Fértil® + coarse sand + vermicompost + fine vermiculite + green coconut shell powder in 4: 2: 2: 1: 1 ratio; T₃ = ditto T₂ in the ratio 3: 2: 2: 1: 1; T₄ = ditto T₂ in the ratio 2: 2: 2: 1: 1. The experiment was conducted in a completely randomized design with four treatments, four replications and nine plants per repetition. Biometric characteristics were evaluated at 300 days of cultivation. Differences in the growth of the aerial part and the root system of the plants were observed at 300 days of cultivation. The use of commercial substrate (T₁) promoted superior growth of the plants and did not differ statistically only for the average dry mass of the roots reached in the substrate (T₂). It is concluded that the commercial substrate Hortaliças Turfa Fértil® is the most indicated among the tested substrates for the cultivation for pot in *M. violaceus* subsp. *violaceus*.

Index terms: cactus, friar's crown, propagation.

Introdução

No Brasil, as cactáceas são fundamentais para a sustentabilidade do bioma Caatinga, podendo servir como fonte alternativa de alimento para o sertanejo, os animais e a fauna local (Cavalcante; Resende, 2007; Coelho et al., 2015). A família Cactaceae é formada por aproximadamente 124 gêneros (Hunt et al., 2006) e 1.478 espécies (Goettsch et al., 2015). Dentre os gêneros, destaca-se o *Melocactus*, composto por 32 espécies (Zappi; Taylor, 2020), cujas plantas apresentam cladódio com formato globular e são conhecidas como coroa-de-frade. No Brasil, encontra-se a maior diversidade de espécies do gênero *Melocactus*, totalizando 23 espécies, dentre as quais 21 são endêmicas (Correia et al., 2018a; Zappi; Taylor, 2020).

Entre as espécies endêmicas, o *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus* ocorre nos seguintes estados: Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Menezes et al., 2013; Zappi; Taylor, 2020). Essa espécie encontra-se na categoria de “vulnerável” (VU), segundo critérios da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) quanto à extinção na natureza (Menezes; Ribeiro-Silva, 2015). Conhecido popularmente como cacto botão, apresenta cladódio subgloboso ou raramente globoso, não ramificado, podendo atingir até 9,5 cm de altura e até 14,6 cm de diâmetro (Menezes et al., 2013; Cerqueira, 2017). Essa espécie desenvolve-se em ambientes florestais ou campestres, como Mata Atlântica e Restinga, e ocorre geralmente sobre substratos arenosos, incluindo dunas litorâneas (Taylor; Zappi, 2004; Menezes et al., 2013; Zappi; Taylor, 2020).

A reprodução de *M. violaceus* ocorre via sementes (Taylor, 1991), e a formação de brotos pode acontecer em função de danos físicos gerados no cladódio (Retes-Pruneda et al., 2007; Correia et al., 2012a). Dessa forma, o conhecimento sobre a biologia reprodutiva, a propagação e o cultivo de *M. violaceus* pode contribuir para a conservação e o aumento da oferta de mudas dessa espécie. Estudos sobre o efeito da temperatura na germinação de *M. violaceus* subsp. *violaceus* (Zamith et al., 2013), o efeito de substratos na germinação *M. violaceus* subsp. *margaritaceus* (Bravo Filho, 2014) e a germinação in vitro de *M. violaceus* subsp. *violaceus* (Correia et al., 2018b) já foram conduzidos. Entretanto, informações sobre a produção de mudas e

o sistema de cultivo em vaso não estão disponíveis na literatura para essa espécie.

Um dos fatores importantes a serem avaliados na produção de mudas em recipientes é o substrato. Nesse sentido, vários estudos já foram desenvolvidos para cactáceas, nativas ou não, nos quais foram testados substratos orgânicos, comerciais e/ou formulados com condicionadores orgânicos e inorgânicos. Na produção de mudas de *Cereus jamacaru* (mandacaru) em tubetes (Silva, 2007), *Pilosocereus gounellei* (xique-xique) em bandejas (Nascimento, 2011), *Hylocereus polyrhizus* (pitaia) em tubetes (Correia et al., 2016) e mudas micropropagadas de coroa-de-frade (*Melocactus zehntneri*) em bandejas (Araújo et al., 2013), o substrato mais adequado foi o formulado com casca de arroz carbonizada, vermiculita e vermicomposto (5:3:2 v/v/v), sendo observadas as maiores produções de biomassas da parte aérea e das raízes.

Correia et al. (2012b) indicam que a germinação e o crescimento inicial de plântulas de xique-xique podem ser obtidos em substrato composto por vermiculita fina, areia e vermicomposto (5:3:2 v/v/v) em bandejas e, após 60 dias da semeadura, a produção de mudas pode ser feita em substrato formulado com pó da casca de coco verde e vermicomposto (2:1 v/v), em bandejas, por mais 60 dias. Enquanto Resende et al. (2010) utilizaram uma mistura de areia e terra vegetal (1:1 v/v) para aclimatizar plantas micropropagadas de *Melocactus glaucescens*. A emergência e o crescimento de plantas de *Melocactus deinacanthus* foram superiores em substrato composto por terra vegetal, areia fina e areia grossa (1:1:1 v/v/v), em garrafa *pet* durante 345 dias de cultivo (Sanches et al., 2007). Cavalcanti e Resende (2007) concluíram que o substrato formulado com esterco bovino curtido e areia ou solo (1:1 v/v) foi o melhor para crescimento da parte aérea e de raízes de mudas de *Cereus jamacaru* (mandacaru), *Melocactus bahiensis* (coroa-de-frade), *Pilosocereus gounellei* (xique-xique) e *Pilosocereus pachycladus* (facheiro) em vaso.

Dessa forma, o estudo teve como objetivo avaliar a combinação de substrato comercial com misturas de condicionadores orgânicos e inorgânicos para o cultivo em vaso de *M. violaceus* subsp. *violaceus*.

Material e Métodos

Local e condições ambientais

O estudo foi realizado em vasos no viveiro da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza, Ceará, sob um telado com redução de 50% da intensidade luminosa. Durante o período de condução do experimento (novembro de 2018 a setembro de 2019), foi registrada temperatura mínima de 24 °C e máxima de 31 °C, e uma precipitação de 265 mm (Instituto Nacional de Meteorologia, 2020).

Material genético utilizado

Um acesso de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus*, mantido na coleção de cactáceas da Embrapa Agroindústria Tropical (Figura 1), foi o fornecedor das sementes para a produção de plantas utilizadas no experimento, as quais foram desenvolvidas em bandejas com célula de capacidade de 40 cm³ contendo substrato composto por areia, vermicomposto e vermiculita fina (1:1:1 v/v/v) (Correia et al., 2012c) por um período de 18 meses após a sementeira. Das plantas disponíveis para a instalação do experimento, retirou-se uma amostra (n = 47) para avaliar as características biométricas iniciais, obtendo-se os seguintes valores médios: altura (2,5 cm) e diâmetro (3,63 cm) da parte aérea e comprimento da maior raiz (4,48 cm) (Figura 2).

Condução do experimento

Os recipientes utilizados foram vasos plásticos com as dimensões: altura (7,5 cm) e diâmetro (10 cm) e capacidade volumétrica de 589 cm³. Antes de preenchê-los com substrato, cada vaso recebeu uma camada de brita nº 0 (zero) em torno de 1 cm. Após a adição do substrato, em cada vaso foi acrescentada uma camada de aproximadamente 0,5 cm de areia grossa.

A irrigação do experimento foi feita com o auxílio de mangueira, pela manhã, três vezes por semana. Foram realizadas adubações com 1 g L⁻¹ de MAP (12% de N; 16% de P₂O₅), 1 g L⁻¹ de ureia (45% de N) e 1 g L⁻¹ de nitrato de potássio (19% de N; 44% de K₂O), sendo fornecidos 50 mL de solução

para cada vaso. As adubações foram iniciadas 30 dias após a instalação do experimento, sendo que as três primeiras adubações foram mensais, seguidas de cinco adubações quinzenais e quinze adubações semanais.

Delineamento estatístico e tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, quatro repetições e nove plantas por repetição. Os tratamentos corresponderam aos seguintes substratos: T_1 = substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil®; T_2 = composto pelo substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® + areia grossa + vermicomposto + vermiculita fina + pó da casca (mesocarpo) de coco verde (4:2:2:1:1 v/v/v/v/v); T_3 = idem ao T_2 na proporção (3:2:2:1:1 v/v/v/v/v); e T_4 = idem ao T_2 na proporção (2:2:2:1:1 v/v/v/v/v). O componente pó da casca de coco verde foi submetido a várias lavagens, utilizando-se 2 L de pó e 5 L de água cada, até a obtenção de condutividade elétrica em torno $0,6 \text{ dS m}^{-1}$.



Figura 1. Acesso de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus* coletado em Aracati, litoral Leste do estado do Ceará, mantido na coleção de cactáceas da Embrapa Agroindústria Tropical e fornecedor de sementes para a obtenção de plantas utilizadas na condução do experimento.

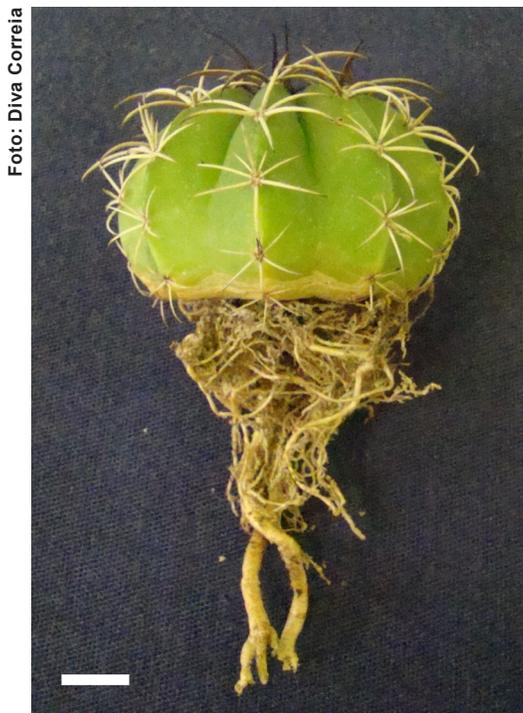


Figura 2. Planta de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus* utilizada para a condução do experimento. Barra = 1 cm.

Análises física e química dos substratos

Amostras de cada substrato foram analisadas no Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical, localizada em Fortaleza, CE. Valores de densidade seca, densidade úmida e umidade atual foram obtidos conforme metodologia descrita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil, 2007); para carbono orgânico e nitrogênio total, seguiu-se a metodologia descrita por Silva (1999); também foram analisadas as capacidades de retenção de água a 10 cm, de troca catiônica, a condutividade elétrica e o pH, conforme metodologia descrita pelo MAPA (Brasil, 2007); para cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, nitrogênio e enxofre, utilizou-se a metodologia descrita por Silva (1999). Os dados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização física e química dos substratos utilizados na produção de plantas de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus* em vasos.

Substratos	Ca	Mg	K	Na	P	S	N-NH ₄	N-NO ₃	
mg L⁻¹									
T ₁	1722	300	46	62	0,4	1125	6	82	
T ₂	1410	459	258	200	37,7	765	40	216	
T ₃	884	293	444	300	23,3	626	32	268	
T ₄	889	629	497	330	60,3	482	40	842	
	pH	CE	C-org	N-total	CTC	UA	DU	DS	CRA
		dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mmol _c kg ⁻¹		%	kg m ³		%
T ₁	5,1	1,542	320,5	5,7	276	50	695	350	50
T ₂	6,0	1,828	127,9	6,2	310	27	894	649	48
T ₃	5,7	1,469	89,4	4,5	231	10	921	825	65
T ₄	6,5	2,050	49,3	4,0	158	21	854	677	60

CE: condutividade elétrica; C-org: carbono orgânico; N-total: nitrogênio total; CTC: capacidade de troca catiônica; UA: umidade atual; DU: densidade úmida; DS: densidade seca; CRA: capacidade de retenção de água a 10 cm; T₁ = substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil®; T₂ = composto pelo substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® + areia grossa + vermicomposto + vermiculita fina + pó da casca (mesocarpo) de coco verde (4:2:2:1:1 v/v/v/v/v); T₃ = idem ao T₂ na proporção (3:2:2:1:1 v/v/v/v/v); e T₄ = idem ao T₂ na proporção (2:2:2:1:1 v/v/v/v/v).

Variáveis analisadas

Aos 300 dias após a instalação do experimento, as plantas foram removidas dos vasos. Procedeu-se à lavagem das raízes em água corrente e foram obtidas as medidas de altura da parte aérea (cm), diâmetro da parte aérea (cm) e comprimento da maior raiz (cm). Seccionou-se a parte aérea da parte radicular. Os materiais foram mantidos em estufa de circulação e renovação de ar em temperatura de 60 °C para a secagem e obtenção dos pesos das massas secas da parte aérea e das raízes.

Análise dos nutrientes minerais do material vegetal

Após a secagem do material vegetal, as unidades experimentais de cada repetição foram agrupadas, formando quatro grupos com duas unidades cada e um grupo com apenas uma unidade. O material de cada grupo foi moído individualmente e posteriormente utilizado na obtenção dos extratos visando à determinação dos nutrientes minerais. As determinações dos nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, zinco, manganês e boro) e do sódio do material vegetal foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical, conforme metodologia descrita por Silva (1999).

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Levene (Levene, 1960) para verificação da homocedasticidade das variâncias no Software SPSS statistics. Para os dados que apresentaram heterocedasticidade das variâncias, aplicou-se a transformação mais adequada $\sqrt{x+0,5}$. Os efeitos dos tratamentos nas variáveis estudadas foram avaliados mediante análise de variância (ANOVA) ($p < 0,01$) e teste de Tukey a 1% de probabilidade. Não foram realizados testes para verificação da normalidade das médias, pois admitiu-se distribuição normal dos dados segundo teorema do limite central (Monroy; Guillermo, 2012; Sarstedt; Mooi, 2014).

Resultados e Discussão

Não foram observadas mortalidades de plantas em todos os substratos testados durante 300 dias de cultivo em vasos. Todavia, as características biométricas das plantas foram influenciadas pelas diferentes formulações de substratos testadas (Tabela 2; Figuras 3 A-B).

A composição química dos substratos foi influenciada pelas proporções dos materiais utilizados nas formulações (Tabela 1). De modo geral, a redução do substrato comercial na composição dos formulados diminuiu os teores de carbono orgânico, cálcio (Ca) e enxofre (S). O aumento da condutividade elétrica e dos teores de potássio (K), sódio (Na), fósforo (P) e de amônio (N-NH₄) e nitrato (N-NO₃) se deve à maior contribuição dos demais materiais

na composição final dos formulados. O pó da casca do coco verde, por exemplo, que correspondia a 1/10 do volume total no T₂, passou para 1/8 no T₄, o que explica o aumento da condutividade elétrica e dos teores de K e Na nos formulados. Resultado semelhante ocorreu com o vermicomposto, que promoveu o aumento nos teores de P e de N-NH₄ e de N-NO₃.

A maior proporção de pó da casca do coco verde e de areia, principalmente nos tratamentos T₃ e T₄, promoveu aumento da densidade seca dos substratos. Segundo Silva (2007), a utilização de pó da casca do coco verde, em função da sua granulometria, promove a compactação do substrato e, conseqüentemente, a diminuição no desenvolvimento do sistema de raízes.

Tabela 2. Valores médios da altura da parte aérea (APA), diâmetro da parte aérea (DPA), comprimento da maior raiz (CMR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) de plantas de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus*, crescidas em diferentes substratos e em vasos, aos 300 dias de cultivo.

Tratamentos	APA	DPA	CMR ⁽²⁾	MSPA ⁽²⁾	MSR ⁽²⁾
	cm			g por planta	
T ₁	4,62 a	5,86 a	7,81 a	4,86 a	0,21 a
T ₂	3,17 b	4,44 b	5,40 b	2,83 b	0,19 ab
T ₃	2,67 c	3,68 c	4,73 b	2,18 c	0,16 b
T ₄	2,44 c	3,39 c	3,73 c	1,99 c	0,10 c
F	125,90**	111,84**	55,07**	80,03**	39,29**
CV (%)	16,20	14,41	11,42	11,94	3,62

** Significativo pelo teste F ($p < 0,01$); ⁽²⁾ transformado em $\sqrt{x + 0,5}$. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. T₁ = substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil®; T₂ = composto pelo substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® + areia grossa + vermicomposto + vermiculita fina + pó da casca (mesocarpo) de coco verde (4:2:2:1:1 v/v/v/v/v); T₃ = idem ao T₂ na proporção (3:2:2:1:1 v/v/v/v/v); e T₄ = idem ao T₂ na proporção (2:2:2:1:1 v/v/v/v/v).

A substituição do pó da casca do coco verde pela vermiculita, associada à casca de arroz carbonizada e ao vermicomposto (5:3:2, v/v/v), promoveu aumento no desenvolvimento de mudas de pitaita (*Hylocereus polyrhizus*) produzidas em bandejas (Correia et al., 2016). Por outro lado, tanto a utilização do pó da casca do coco verde quanto a vermiculita, associados à casca de arroz carbonizada e ao vermicomposto (5:3:2, v/v/v), promoveram maior desenvolvimento de mudas de xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) em bandejas quando comparadas ao substrato comercial (Nascimento, 2011).

O uso exclusivo do substrato comercial (T_1) promoveu crescimento superior das plantas, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos para todas as variáveis analisadas, exceto a massa seca das raízes, que não apresentou diferença em relação ao substrato (T_2) (Tabela 2; Figuras 3 A-B).



Figura 3. Plantas de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus* aos 300 dias de cultivo em vasos (A) e sem a presença do substrato (B). Da esquerda para direita (A e B): T_1 = substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil®; T_2 = composto pelo substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® + areia grossa + vermicomposto + vermiculita fina + pó da casca (mesocarpo) de coco verde (4:2:2:1:1 v/v/v/v/v); T_3 = idem ao T_2 na proporção (3:2:2:1:1 v/v/v/v/v); e T_4 = idem ao T_2 na proporção (2:2:2:1:1 v/v/v/v/v). Barras = 2 cm (A); 1 cm (B).

Os teores mais baixos de K e P no substrato comercial, em relação aos formulados, poderiam limitar o desenvolvimento das plantas. Entretanto, as adubações realizadas com esses nutrientes e com nitrogênio (N) ao longo do experimento provavelmente impediram a manifestação de sintomas de deficiências. Assim, o maior desenvolvimento das plantas que cresceram em substrato comercial, em relação aos formulados, pode ser explicado pelos maiores teores de Ca e de S, que não foram fornecidos via adubação.

A formulação do T₂, composta por substrato comercial acrescido dos componentes areia grossa, vermicomposto, vermiculita fina e pó da casca de coco verde, reduziu sensivelmente o crescimento das plantas, quando comparado ao resultado obtido no substrato (T₁), mas não influenciou estatisticamente o comprimento da maior raiz (CMR) e a massa seca das raízes (MSR) alcançados no substrato (T₃), em que houve redução da proporção utilizada do substrato comercial. Todavia, as reduções da quantidade do substrato comercial nas formulações dos substratos (T₃) e (T₄) não influenciaram o crescimento das plantas, exceto para CMR e MSR, que apresentaram diferenças estatísticas entre si (Tabela 2; Figuras 3 A-B). Os maiores valores de condutividade elétrica inicial, potencializados pelas adubações realizadas, podem explicar o menor desenvolvimento das plantas nos substratos formulados. Nascimento (2011) atribuiu a alta condutividade elétrica do substrato comercial ao baixo desenvolvimento de mudas de xique-xique, assim como Silva (2007) com a utilização do pó da casca de coco verde e vermicomposto na proporção 2:1 (v/v) na produção de mudas mandacaru (*Cereus* sp.) em tubetes.

A concentração dos nutrientes na parte aérea das plantas foi influenciada pelos substratos avaliados (Tabela 3). De modo geral, para os macronutrientes, com exceção do magnésio (Mg), a redução da proporção de substrato comercial (T₁) na composição dos demais formulados (T₂, T₃ e T₄) resultou em diminuição da concentração de nutrientes na parte aérea das plantas.

Para o Mg, houve aumento na sua concentração com a diminuição da proporção de substrato comercial, o que pode ser justificado pelo efeito concentração, que ocorre quando a planta continua absorvendo o elemento mesmo com a paralisação do crescimento (Malavolta et al., 1997). Para o Na, também se verificou aumento na sua concentração com a diminuição da proporção de substrato comercial, o que pode ser atribuído ao aumento

da disponibilidade desse elemento nos formulados, como já foi mencionado anteriormente.

Tabela 3. Valores médios da concentração de nutrientes e de sódio na parte aérea de plantas de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus*, cultivadas em diferentes substratos e em vasos, aos 300 dias de cultivo.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg⁻¹					
T ₁	22,8 a	5,9 a	20,4 a	29,5 a	8,3 b	4,6 a
T ₂	20,0 a	5,7 ab	15,1 ab	22,9 b	9,1 ab	3,3 b
T ₃	15,7 b	5,0 ab	13,0 ab	20,7 b	9,3 ab	2,4 b
T ₄	14,2 b	4,8 b	12,6 b	20,4 b	10,3 a	2,2 b
F	14,67**	4,11**	3,51*	9,72**	4,29*	15,99**
CV (%)	12,71	10,14	28,06	13,01	9,64	19,97
Tratamentos	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	g kg⁻¹	mg kg⁻¹				
T ₁	13,4 b	3 b	279 b	50 a	247 a	10 b
T ₂	14,8 b	6 a	648 a	45 a	191 b	14 a
T ₃	16,1 ab	4 b	131 c	54 a	212 ab	12 ab
T ₄	17,9 a	4 b	232 bc	56 a	213 ab	14 a
F	6,72**	6,79**	51,51**	1,53 ^{ns}	5,08*	4,71*
CV (%)	10,61	23,48	21,79	17,28	10,58	13,92

** Significativo pelo teste F (p < 0,01); * Significativo pelo teste F (p < 0,05). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T₁ = substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil®; T₂ = composto pelo substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® + areia grossa + vermicomposto + vermiculita fina + pó da casca (mesocarpo) de coco verde (4:2:2:1:1 v/v/v/v/v); T₃ = idem ao T₂ na proporção (3:2:2:1:1 v/v/v/v/v); e T₄ = idem ao T₂ na proporção (2:2:2:1:1 v/v/v/v/v).

Dentre os macronutrientes, o Ca foi o elemento encontrado em maior concentração na parte aérea do *Melocactus*, seguido do K e do N. Resultados semelhantes foram obtidos por Dubeux Júnior et al. (2010) com palma-forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). Para as cactáceas, parece não existir um padrão de absorção de nutrientes, que varia de acordo com a espécie. Para mudas de pitaita e mandacaru (*Cereus jamacaru*), o K foi o nutriente encontrado em maior concentração; para o xique-xique, o Mg foi o nutriente observado em maior concentração (Correia et al., 2012b; 2012c; 2016).

Em relação aos micronutrientes na parte aérea, destacam-se as diferenças nas concentrações das plantas crescidas nos substratos T₁ e T₂. De modo geral, a parte aérea das plantas desenvolvidas no substrato T₂ apresentaram maiores concentrações de Cu, Fe e B do que no T₁, o que pode ser justificado pelo efeito concentração mencionado anteriormente (Tabela 3).

As plantas cultivadas em substrato comercial apresentaram maior acúmulo de macronutrientes, de sódio (Na), manganês (Mn) e zinco (Zn) na parte aérea em comparação às que foram cultivadas nos substratos formulados (Tabela 4).

Para o acúmulo de cobre (Cu), ferro (Fe) e boro (B), as plantas cultivadas em substrato comercial T₁ não diferiram das crescidas no substrato T₂. A ordem de acúmulo na parte aérea seguiu a seguinte ordem decrescente: Ca > N > K > Na > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu. A pitaita vermelha (*Hylocereus* sp.), da mesma família do *Melocactus*, após 360 dias de cultivo, apresentou a seguinte ordem de acúmulo de elementos: K > Ca > N > P > Mg > S > Na > Zn > Mn > Fe > B > Cu (Lima et al., 2019).

Considerando-se que as plantas não tiveram seu desenvolvimento limitado pelo N, P e K, fornecidos via adubação, assume-se que o Ca e S, presentes em maior concentração no substrato comercial do que nos formulados (Tabela 1), foram os responsáveis pelo maior crescimento das plantas. Isso é confirmado pelo acúmulo de Ca e S na parte aérea de plantas que cresceram no substrato comercial, cerca de duas vezes maior do que no T₂.

Tabela 4. Valores médios de acúmulo de nutrientes e de sódio na parte aérea de plantas de *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus*, cultivadas em diferentes substratos e em vasos, aos 300 dias de cultivo.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	mg por planta					
T ₁	112 a	29 a	99 a	145 a	41 a	23 a
T ₂	57 b	16 b	42 b	65 b	26 b	9 b
T ₃	34 c	11 bc	29 b	45 b	20 b	5 c
T ₄	27 c	9 c	21 b	35 b	18 b	3 c
F	44,42**	34,52**	19,04**	37,05**	18,76**	50,06**
CV (%)	10,59	9,07	16,55	11,18	8,51	11,50

Tratamentos	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	mg por planta		µg por planta			
T ₁	66 a	16 a	1368 a	245 a	1207 a	50 a
T ₂	42 b	16 a	1839 a	128 b	539 b	39 a
T ₃	35 b	8 b	281 b	120 b	467 b	27 b
T ₄	34 b	8 b	486 b	112 b	404 b	30 b
F	12,96**	8,67**	36,57**	12,86**	35,42**	18,03**
CV (%)	9,13	14,30	15,68	11,93	9,76	7,56

** Significativo pelo teste F (p < 0,01). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T₁ = substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil®; T₂ = composto pelo substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® + areia grossa + vermicomposto + vermiculita fina + pó da casca (mesocarpo) de coco verde (4:2:2:1:1 v/v/v/v/v); T₃ = idem ao T₂ na proporção (3:2:2:1:1 v/v/v/v/v); e T₄ = idem ao T₂ na proporção (2:2:2:1:1 v/v/v/v/v).

Conclusão

Para a produção de plantas de coroa-de-frade da espécie *Melocactus violaceus* subsp. *violaceus* em vaso, o substrato comercial Hortaliças Turfa Fértil® é o mais indicado entre os substratos testados.

Referências

- ARAÚJO, J. D. M.; NASCIMENTO, E. H. S. do; OLIVEIRA, A. E. R.; MORAIS, J. P. S.; CORREIA, D.; BEZERRA, F. C. Aclimatização de coroa-de-frade em diferentes substratos com componentes regionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMAS E OUTRAS CACTÁCEAS, 3., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará; Sociedade Brasileira de Palmas e outras Cactáceas, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa, Nº 17, de 21 de maio de 2007. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos e revoga a Instrução Normativa nº 46, de 12 de setembro de 2006. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, n. 99, 24 maio 2007, Seção I, p. 8.
- BRAVO FILHO, E. S. **Diversidade, etnobotânica e propagação de cabeça-de-frade (*Melocactus* LINK & OTTO – Cactaceae) no estado de Sergipe**. 2014. 160 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2014.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (A. Webw. Exk. Schum) Bly. Ex Rowl.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* Britton & Rose). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 28-35, jan/mar, 2007.
- CERQUEIRA, N. F. L. **Crescimento e abundância de *Melocactus violaceus* PFEIFF. (CACTACEAE) em um tabuleiro arenoso de Mata Atlântica (REBIO GUARIBAS, PARAÍBA)**. 2017. 22 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- COELHO, P. J. A.; FUCK JÚNIOR, S. C. F.; NASCIMENTO, E. H. S. Coleta e conservação ex situ de cactáceas nativas do estado do Ceará. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 183-192, 2015.
- CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S. do; ANSELMO, G. C.; SILVA JÚNIOR, J. M. T.; MORAIS, J. P. S. **Tipo de corte em caule juvenil em coroa-de-frade para formação de**

brotos in vitro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012a. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Comunicado Técnico, 188). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/951568/1/COT12007.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.

CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S. do; ARAUJO, J. D. M.; OLIVEIRA, A. E. R. **Produção de mudas de xique-xique**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012b. 7 p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Circular Técnica, 40). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/951946/1/XIQUEXIQUE.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.

CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S. do; GOMES FILHO, A. A. H.; LIMA, M. L. B.; ALMEIDA, J. V. F. **Melocactus**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018a. 21 p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, 179). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1088141/1/DOC18001.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.

CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S. do; MORAIS, J. P. S. **Crescimento de mudas de pitaya [*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose] em diferentes substratos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016. 18 p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1048167/1/BPD16007.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.

CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S. do; SANTIAGO, L. G.; GOMES FILHO, A. A. H.; MORAIS, J. P. S. **Germinação de sementes in vitro de coroa-de-frade (*Melocactus*)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018b. 18 p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 172). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1098254/1/BPD18021.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.

CORREIA, D.; SILVA, I. C.; NASCIMENTO, E. H. S. do; MORAIS, J. P. S. **Produção de mudas de mandacaru**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012c. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Circular Técnica, 39). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/951853/1/CIT12002.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Aducação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-20. **Agrária**, Recife, v. 5, p. 129-135, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Dados históricos anuais. 2020. Disponível em: <<http://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 20 out. 2020.

GOETTSCHE, B.; HILTON-TAYLOR, C.; GASTON, K. J. High proportion of cactus species threatened with extinction. **Nature Plants**, London, v. 142, p. 1-7, 2015.

HUNT, D.; TAYLOR, N. P.; CHARLES, G. (Ed.). **The new cactus lexicon**. Milbourn: DH Books, 2006. v. 2. 526 p.

- LEVENE, H. **Robust test for equality of variances**: contributions to probability and statistics - essays in honor of Harold Hotelling. California: Stanford University Press, 1960. p. 278-292.
- LIMA, D. C.; MENDES, N. V. B.; CORRÊA, M. C. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; QUEI-ROZ, R. F.; NATALE, W. Growth and nutrient accumulation in the aerial part of red Pitaya (*Hylocereus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, p. 1-11, 2019.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MENEZES, M. O. T.; TAYLOR, N. P.; LOIOLA, M. I. B. Flora do Ceará, Brasil: Cactaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 4, p. 757-774, 2013.
- MENEZES, M. O. T.; RIBEIRO-SILVA, S. Cactáceas do Ceará, Brasil: prioridades para a conservação. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 67-76, 2015.
- MONROY, L. G. D.; GUILLERMO, L. **Estatística multivariada**: inferencia y métodos. 3. ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2012.
- NASCIMENTO, E. H. S. do. **Crescimento inicial de mudas de *Pilosocereus gounellei* subsp. *gounellei* em diferentes substratos**. 2011. 59 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Fortaleza.
- RETES-PRUNEDA, J. L.; VALADEZ-AGUIAR, M. L.; PEREZ-REYES, E.; PEREZ-MOLPHE-BALCH, E. Propagación in vitro de especies de *Echinocereus*, *Escontria*, *Mammillaria*, *Melocactus* y *Polaskia* (Cactaceae). **Boletín de la Sociedad Botánica de México**. Mexico, v. 81, p. 7-16, 2007.
- RESENDE, S. V.; LIMA-BRITO, A.; SANATANA, R. F. Influência do substrato e do enraizamento na aclimatização de *Melocactus glaucescens* Buining & Bredoro propagados in vitro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 6, p. 803-809, 2010.
- SANCHES, L. V. C.; FERREIRA, M. J. C. L.; BOSQUE, G. Teste de emergência e avaliação de desenvolvimento do cacto *Melocactus deinacanthus* em diversos tipos de substratos. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Garça, v. 7, n. 12. 2007.
- SARSTEDT, M.; MOOI, E. **A concise guide to market research**. the Process, data, and methods using IBM SPSS statistics. 2. ed. Berlin: Springer, 2014.
- SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF : Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

SILVA, I. C. **Crescimento de plantas de mandacaru (*Cereus* sp.) em diferentes substratos.** 2007. 44 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Biologia, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza.

TAYLOR, N. P. The genus *Melocactus* in Central and South America. **Bradleya**, Great Britain, v. 9, p. 1-80, 1991.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. **Cacti of Eastern Brazil.** Kew: Royal Botanic Gardens, 2004. 499 p.

ZAMITH, L. R.; CRUZ, D. D.; RICHERS, B. T. T. The effect of temperature on the germination of *Melocactus violaceus* Pfeiff. (cactaceae), a threatened species in restinga sandy coastal plain of Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, Rio de Janeiro, v. 85, n. 2, p. 615-622, 2013.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, M. R.; LAROCCA, J. **Cactaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1558>>. Acesso em: 12 de out. 2020.

Embrapa

Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

