



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

BRUNO BASTOS LINHARES SOBRINHO

**RESPOSTAS DO *Melocactus violaceus* A DIFERENTES NÍVEIS DE
LUMINOSIDADE E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES**

**São Cristóvão
2023**

BRUNO BASTOS LINHARES SOBRINHO

**RESPOSTAS DO *Melocactus violaceus* A DIFERENTES NÍVEIS DE
LUMINOSIDADE E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Augusto Almeida Santos

**São Cristóvão
2023**



ATA DA SESSÃO DE APRESENTAÇÃO DA MONOGRAFIA
Resolução Nº 197/2009/CONEPE - BACHARELADO

A Banca Examinadora, composta pelo Prof. Dr. Paulo Augusto Almeida Santos; Profa. Dra. Ane Marcela das Chagas Mendonça e Prof. Dr. Carlos Dias da Silva Júnior, sob a presidência do primeiro, reuniu-se às 14:00 horas do dia 03/05/2023, para avaliar a monografia, sob o título: "RESPOSTAS DE *Melocactus violaceus* A DIFERENTES NÍVEIS DE LUMINOSIDADE E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES" apresentado pelo discente do Curso de Graduação de Ciências Biológicas - Bacharelado, Bruno Bastos Linhares Sobrinho, matrícula nº 201700063487 na UFS. Dando início às atividades, o Presidente da Sessão passou a palavra para o discente proceder à apresentação da monografia. A seguir, a primeira examinadora fez comentários e arguiu o discente, que dispôs de igual período para responder aos questionamentos. O mesmo procedimento foi seguido com o segundo examinador. Dando continuidade aos trabalhos, o Presidente da Banca Examinadora agradeceu os comentários e sugestões dos membros da Banca. Encerrados os trabalhos, a Banca Examinadora reuniu-se na sala para atribuição da nota. Com base nos preceitos estabelecidos pela Resolução Nº. 197/2009/CONEPE, que normatiza a elaboração e avaliação das monografias do Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado, a Banca Examinadora decidiu aprovar o discente com média 10,0 (dez). Nada mais havendo a tratar, a Banca Examinadora elaborou esta Ata que será assinada pelos seus membros e em seguida pela discente avaliada.

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, 03 de maio de 2023.

Paulo Augusto Almeida Santos
Orientador

Prof. Dr. Paulo Augusto Almeida Santos

Ane Marcela das Chagas Mendonça
1ª. Examinadora

Profa. Dra. Ane Marcela das Chagas Mendonça

Carlos Dias da Silva Júnior
2ª. Examinador

Prof. Dr. Carlos Dias da Silva Júnior

Bruno Bastos Linhares Sobrinho
Discente avaliado

Bruno Bastos Linhares Sobrinho

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido a realização deste processo e encerramento deste ciclo tão importante.

A minha avó Ana (*in memoriam*), minha mãe Jeane, minha tia Vânia, tia Leane e minha irmã Antônia por sempre terem me incentivado e contribuído com os estudos.

Ao Professor Dr. Paulo Augusto pelos ensinamentos e orientação durante este processo e ao Sr. João por ter auxiliado no desenvolvimento do experimento com muita paciência e dedicação.

A Sandy Cavalcanti, grande irmã que a UFS me presenteou e que esteve presente durante toda a jornada desafiadora que a graduação nos trouxe. Sem ela eu não teria conseguido ir em frente e provavelmente teria desistido antes da metade.

Aos amigos que me aturaram durante esta jornada, em especial a Sara Pádua, Ádria Maria, Adson Menezes, Valdelice Barreto, Isabelle Blengini e Cecília Vieira.

A todos os colegas de turma que abandonaram o curso logo no início. Espero que vocês tenham se encontrado nesse meio tempo.

A Universidade Federal de Sergipe por todo o suporte. O Bruno de 15 anos jamais imaginaria que conseguiria ter a oportunidade de pisar em uma Universidade Federal.

“Take this job and love it. Life’s
what you make it.”

(Hannah Montana)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
1 CARACTERIZAÇÃO DA FAMÍLIA CACTACEAE	6
1.1 DIVERSIDADE E SUBFAMÍLIAS	6
1.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS	8
1.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS	9
1.4 CACTACEAE NO BRASIL	10
1.5 IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DAS CACTÁCEAS	12
2 GÊNERO <i>Melocactus</i>	13
2.1 <i>Melocactus violaceus</i>	15
3 PRODUÇÃO DE MUDAS	15
OBJETIVOS	18
OBJETIVO GERAL	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
METODOLOGIA	18
MATERIAL VEGETAL	18
EFEITO DA DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO E NUTRIENTES	19
EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE NUTRIENTES	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
Experimento I	22
Experimento II	29
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

RESUMO

A família Cactaceae Juss., pertencente às angiospermas, compreende a diversidade de cactos presentes na natureza, os quais apresentam formatos e hábitos variados. Nela estão presente espécies vegetais com adaptações morfológicas que permitem a sobrevivência das mesmas em locais quentes e secos, com destaque para a modificação foliar (espinho) e o caule suculento (cladódio), além de adaptações fisiológicas com destaque para o metabolismo ácido das crassuláceas que apresenta alternativas adaptativas no processo de fotossíntese com o intuito de evitar a perda de água. Dentro desta família o gênero *Melocactus* (Link & Otto), nativo da região nordeste do Brasil, se destaca pela presença do cefálio, estrutura que comporta os frutos e situa-se na parte terminal do cladódio (que apresenta formato globoso neste gênero). A espécie *Melocactus violaceus* apresenta ocorrência nos estados do Nordeste e encontra-se em estado vulnerável da lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção. A produção de mudas auxilia na conservação das espécies de cactáceas em ambiente controlado, podendo ser realizada por meio do beneficiamento de sementes, germinação, escolha do recipiente e substrato, cultivo sob sombrite e oferta de água com monitoramento periódico. Dentre os adubos mais utilizados, os esterco bovino e ovino destacam-se pelas características físicas e químicas que potencializam o crescimento dos vegetais. O objetivo deste trabalho foi verificar as respostas do gênero *Melocactus* a diferentes ofertas de nutrientes e diferentes níveis de sombreamento. As maiores médias de crescimento para os diferentes níveis de luminosidade foram obtidas com 25% e 50% de sombreamento. Para as diferentes ofertas de nutrientes, as variáveis altura, diâmetro do cladódio e comprimento da raiz tiveram as maiores médias no tratamento que continha 10% de esterco bovino e sombrite 25%. O substrato que continha 20% de esterco bovino e sombrite 25% proporcionou melhores resultados para o desenvolvimento das mudas com relação às variáveis de massa fresca e massa seca. Esses resultados indicam que a produção de *Melocactus violaceus* pode ser favorecida com uso de sombreamento e adubação com 10% e 20% de esterco bovino.

Palavras chave: Cacto; cabeça-de-frade; Produção de Mudanças;

INTRODUÇÃO

A família Cactaceae (Juss) está distribuída em quase todo continente americano, a maior diversidade de espécies endêmicas está concentrada nas regiões do México, sudoeste dos Estados Unidos, leste do Brasil e Cordilheira dos Andes (HUNT; TAYLOR; CHARLES, 2006; ZAPPI; TAYLOR, 2020). No Brasil está presente nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, com maior quantidade das ocorrências concentradas na região Nordeste (ZAPPI; TAYLOR, 2020).

Esta família apresenta particularidades morfológicas e fisiológicas que permitem que a planta consiga sobreviver em locais quentes e secos, com destaques morfológicos para caules suculentos (armazenamento de água) fotossintetizantes, espinhos no lugar de folhas e aspectos fisiológicos, com destaque para o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), que permite que a planta evite a perda de água realizando a abertura dos estômatos durante a noite para entrada de CO₂, fundamental para o processo fotossintético (PIMENTEL, 1998; CAVALCANTE; TELES; MACHADO, 2013; ZAPPI; TAYLOR, 2020).

Os cactos apresentam alta relevância nos processos ecológicos dos ambientes em que ocorrem, pois estabelecem relações benéficas com outras espécies. Diversos animais fazem uso destas plantas como fonte de alimento, dentre elas moscas, vespas, abelhas e morcegos, através da coleta dos recursos florais e extraflorais (PAN, 2011; CORREIA et al., 2018; PEREIRA et al., 2020). Além de servir como fonte de alimento, outras relações já foram identificadas, como a que ocorre com certas espécies de aracnídeos que usam a estrutura dos cactos como sítio de oviposição (MENDES, 2016), assim demonstrando a importância da conservação das cactáceas *in situ*.

Dentre os 128 gêneros que englobam 1.450 espécies pertencentes à família *Cactaceae* (ZAPPI; TAYLOR, 2020), o gênero *Melocactus* destaca-se pela presença do cefálio, estrutura reprodutiva que comporta os frutos e tem formato de coroa, situado acima do cladódio (NOBEL, 2002). Este gênero comporta diversas espécies endêmicas, a ocorrência em meio natural é ameaçada por diversos fatores, dentre os quais o extrativismo predatório para usos alimentares e de ornamentação (PAN, 2011) merecem destaque.

Somado a isso, fatores inerentes à biologia reprodutiva das espécies pertencentes à este gênero agravam mais ainda esta problemática, uma vez que as plântulas conseguem se propagar em meio natural apenas por reprodução sexuada, além de demorarem muito tempo para chegar à maturidade sexual e poucos indivíduos conseguem atingir à idade adulta (TAYLOR, 1991; ABREU, 2008).

O *Melocactus violaceus* (Pfeiff.) é uma espécie da família Cactaceae, endêmica no Brasil, com ocorrência confirmada em 7 estados da região Nordeste onde ocorrem nos domínios fitogeográficos da Caatinga e Mata Atlântica. Esta espécie possui o cefálio característico do gênero *Melocactus*, o que a deixa vulnerável ao extrativismo *in situ*. Esta espécie apresenta caule de formato globoso, depresso ou discoidal, epiderme de cor verde escura, costelas arredondadas ou abauladas e espinhos radiais. Tal espécie encontra-se na lista vermelha da IUCN com estado VU (vulnerável), sendo necessária a tomada de medidas de conservação (CORREIA et al., 2018; ZAPPI; TAYLOR, 2020).

Uma alternativa para a conservação de espécies que sofrem pressões antrópicas como o *Melocactus* é a produção de mudas, onde estes vegetais são cultivados em ambiente controlado. Há também outros objetivos que podem ser atendidos com a produção de mudas: paisagismo, comercialização (ornamental) e restauração de áreas degradadas. A técnica de propagação a ser utilizada deve ser adaptada à espécie vegetal com que se está trabalhando, com diversas recomendações de plantio disponíveis em literatura (SCREMIN-DIAS et al., 2006; SENAR, 2018; BRAVO FILHO; SANTANA, 2019).

O beneficiamento de sementes, germinação, transferência das plântulas e a escolha do recipiente para cultivo são algumas das etapas importantes na produção de mudas. A escolha do substrato a ser utilizado é uma etapa fundamental, onde o fornecimento de nutrientes potencializará o crescimento da planta. Na composição dos substratos utilizados, os esterco bovino e ovino vem sendo amplamente utilizados, por serem eficazes e de fácil obtenção no comércio (BRAVO FILHO; SANTANA, 2019; SENAR, 2018;).

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo verificar a resposta por meio do fornecimento de proporções distintas de esterco bovino e ovino. Além disso, será analisada também a resposta deste gênero a diferentes níveis de radiação com uso de sombrite.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1) Caracterização da família Cactaceae

1.1) Diversidade e Subfamílias

Dentro das angiospermas, a família *Cactaceae* Juss. destaca-se pela presença de características marcantes, as quais garantem a sua ocorrência em climas específicos, culminando em adaptações morfológicas próprias da família. Está distribuída em 128 gêneros e 1.450 espécies, com ocorrência predominante no continente americano - salvo algumas exceções encontradas nas regiões subtropicais da África, Madagascar e Ceilão (HUNT; TAYLOR; CHARLES, 2006; ZAPPI; TAYLOR, 2020). O maior índice de diversidade

endêmica da família concentra-se no México, na faixa sudoeste dos Estados Unidos, Cordilheira dos Andes e na região leste do Brasil (ZAPPI; TAYLOR, 2020).

No Brasil, a família apresenta ocorrências confirmadas em todas as regiões, com predominância (em quantidade de estados) na região Nordeste. Os domínios fitogeográficos vão desde a Amazônia, Caatinga, Cerrado até a Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (ZAPPI; TAYLOR, 2020). Quanto aos números de ocorrências, atualmente o Brasil apresenta 39 gêneros e cerca de 260 espécies. Desse total, 14 gêneros e 188 espécies são endêmicas e, ao considerar os usos desta família em atividades comerciais de âmbitos diversos na sociedade, é notável o risco de extinção advindo da exploração das populações naturais (PAN, 2011; ZAPPI et al., 2015).

Esta família encontra-se na ordem Caryophyllales (JUDD et al., 1999) e, atualmente, está dividida em quatro subfamílias: Cactoideae, Maihuenioideae, Opuntioideae e Pereskioideae, divisão embasada em diferenças básicas encontradas em determinados caracteres morfológicos (HUNT; TAYLOR; CHARLES, 2006; MENEZES; TAYLOR; LOIOLA, 2013; BRAVO FILHO et al., 2018).

A subfamília Pereskioideae é caracterizada pelos portes arbustivos, arbóreos ou trepadores. Diferencia-se da maioria dos cactos pela presença de folhas fotossintéticas achatadas bem desenvolvidas (algumas vezes persistentes). Possui espinhos e apresentam flores solitárias ou inflorescências, e apresenta caule não suculento. Os frutos desta subfamília são indeiscentes e de consistência suculenta. Está presente na América do Sul, Caribe e ao sul do México (ANDERSON, 2001; ESTRADA-CASTILLO et al., 2019).

Opuntioideae é uma subfamília caracterizada por hábitos diversos, a qual se apresenta em árvores, herbáceas e arbustos. As folhas apresentam-se efêmeras, bem reduzidas se comparadas à subfamília Pereskioideae. Apresentam espinhos e gloquídios (que são espinhos modificados que saem das aréolas), com flores laterais sésseis e solitárias - as quais têm tubos florais ausentes ou curtos - e os frutos secam quando chegam à maturidade. Apresenta distribuição em algumas partes da América do Norte, Caribe, América Central e América do Sul (ANDERSON, 2001; HUNT; TAYLOR; CHARLES, 2006).

A subfamília Maihuenioideae tem distribuição em regiões do Chile e da Argentina, e em quesito de número de espécies descritas, atualmente só são encontrados dois representantes (incluídos em um gênero). Seus espinhos (geralmente apresentam 3 por aréola) são bem definidos, folhas pequenas e persistentes (ANDERSON, 2001; VERNA, 2011;)

A subfamília Cactoideae engloba a maior parte da diversidade de espécies da família Cactaceae, e dentre as demais subfamílias, é a que mais se assemelha com a morfologia típica

dos cactos: ausência de folhas (plantas áfilas) e substituição destas por espinhos. Possui hábitos diversos, dentre os quais os arbustivos, arbóreos e epífitos. Há ausência de segmentos caulinares, com formato globoso ou colunar. As flores são sésseis e os frutos podem ser deiscentes ou indeiscentes, com constituição que varia de seco à carnosos. Está presente em regiões como Ocidente, África, Sirmão Lanka e Madagascar (ANDERSON, 2001; ARRUDA, 2011).

1.2) Aspectos Morfológicos

Os representantes da família Cactaceae apresentam caule fotossintetizante que varia na forma e pode ou não ser suculento. Os caules suculentos e fotossintetizantes são denominados cladódios, os quais podem apresentar formatos diversos, desde colunar e globos ao segmentado e afilado. Duas estruturas podem ser encontradas no corpo do cacto, os tubérculos que são estruturas que se projetam para o lado externo da planta e apresentam a provável função de sombreamento, com o intuito de evitar a perda de água pela exposição ao sol. As costelas também são projeções, com áreas de alto e baixo relevo, responsáveis pelo sombreamento da planta (pelo aumento da superfície para fotossíntese). Estas estruturas servem também como área para expansão e retração, que variam de acordo com a disponibilidade hídrica do ambiente em que se encontram. (CAVALCANTE; TELES; MACHADO, 2013; ZAPPI; TAYLOR, 2020).

Em cactos que apresentam cladódio, há uma redução significativa no número de ramos - podendo variar entre as espécies - uma vez que é evidente o aumento na suculência do caule, e isso faz com que se torne, de certa forma, inviável sustentar muitos ramos, já que estes apresentam uma maior densidade em seu peso (NOBEL, 2002). A suculência do caule advém da necessidade de armazenamento de água, pois esta família tem forte presença em regiões com baixa precipitação (ZAPPI; TAYLOR, 2020). A ausência de folhas e a presença de espinhos para ocupar o lugar das mesmas, são outros caracteres importantes que garantem a permanência destas espécies em locais com clima seco. Esta estrutura - assim como flores, folhas (em alguns casos) e tricomas - surge do meristema axilar (NOBEL, 2002; ZAPPI; TAYLOR, 2020).

As aréolas são estruturas caulinares reduzidas, presentes nos caules dos cactos. São dotadas de meristemas areolares com capacidade de gerar espinhos, tricomas, gloquídios e, eventualmente, flores. No início do desenvolvimento do cacto, esta região pode apresentar folhas vestigiais as quais à medida que o desenvolvimento procede são perdidas. Possuem ainda nesta região tricomas de cores variadas. As aréolas surgem para suprir a falta de nós -

responsáveis pela geração de estruturas diversas em outros vegetais, uma vez que possuem gemas nestas regiões e, na ausência de nós, também não há presença de entrenós. (NOBEL, 2002; VERNA, 2011; CAVALCANTE; TELES; MACHADO, 2013).

Os espinhos, que surgem como modificações foliares para suprir a necessidade de reduzir a perda de água, são provenientes das aréolas e variam em número de acordo com as espécies que o apresentam. Além da proteção contra a perda de água, servem também como uma defesa contra possíveis herbívoros/predadores. A cor pode variar de acordo com a idade do cacto, e há também variações nos formatos: cônico, aciculado e robusto, além da variação em tamanho. No início do desenvolvimento são predominantemente incolores, à medida que o desenvolvimento acontece, cores opacas tomam o lugar (NOBEL, 2002; CAVALCANTE; TELES; MACHADO, 2013; ZAPPI; TAYLOR, 2020).

Os cactos apresentam formatos variados, desde arbustivo, arbóreo, subarbustivo à epífita e geófito. São plantas perenes com flores vistosas - com simetria actinomorfa, geralmente hermafroditas e, em poucos casos, unissexuais -, ovário ínfero ou semi-ínfero, unilocular, com placentação parietal. Os estames são numerosos, com formato espiralado, inseridos no tubo floral. (ZAPPI; TAYLOR, 2020). A depender da espécie, as flores podem surgir de quaisquer aréolas presentes no corpo do cacto. Em algumas espécies de cactos do semiárido, nem todas as aréolas do corpo do cacto podem originar flores (apenas as aréolas do ápice são capazes de gerar, por exemplo) (CARNEIRO et al., 2016).

Esta família apresenta um fruto do tipo baga, que pode ser deiscente ou indeiscente, suculento e com polpa que varia entre consistência sólida ou mucilagínosa. Em geral, o fruto é suculento, e o pericarpo apresenta variações de coloração desde esverdeada até diversas outras variações (ZAPPI et al., 2015).

1.3) Aspectos Fisiológicos

Os aspectos fisiológicos que os representantes da família Cactaceae apresentam são um tanto peculiares, e auxiliam na explicação da forma como estes vegetais se adaptam com sucesso ao meio em que em geral vivem: clima seco e altas temperaturas. A primeira característica diz respeito ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), onde há uma redução da fotorrespiração, e possui uma divisão temporal e não espacial, ocorrendo durante a noite a abertura dos estômatos para a entrada de CO₂ (onde o CO₂ é fixado em oxaloacetato pela PEP carboxilase e, em seguida, convertido em malato - este ácido orgânico fica armazenado no vacúolo até a luz do dia) (PIMENTEL, 1998; REINERT; BLANKENSHIP, 2010).

Durante o dia, os estômatos se mantêm fechados para evitar a perda de água (por conta do clima muito quente e de pouca precipitação). Uma série de reações de descarboxilação destes ácidos orgânicos acontecem, para que, ao final, seja liberado CO₂ para o Ciclo de Calvin (PIMENTEL, 1998).

O cladódio, com sua estrutura suculenta, é dotado de características anatômicas diferenciadas. Possui grandes células mucilaginosas, capazes de armazenar uma grande quantidade de água, além de possuir uma espessa camada de cutícula (contendo cutina), a qual protege o corpo do vegetal contra patógenos e a alta incidência de raios solares (LENZI et al., 2012).

O crescimento das raízes na família Cactaceae também é influenciado pelo habitat no qual o vegetal se encontra. As raízes dos cactos são dispostas no solo de forma superficial, não crescendo mais do que 15 - 30cm abaixo do solo. Lateralmente as raízes podem estender-se por metros, por motivos de competição com outras espécies de plantas e também para captar melhor as raras precipitações que acontecem nos locais áridos onde ocorrem (NOBEL, 2002).

1.4) Cactaceae no Brasil

O Brasil detém o terceiro maior centro de diversidade de cactáceas do mundo e fica atrás apenas do México e dos Estados Unidos, e da parte central da Cordilheira dos Andes. Detém cerca de 39 gêneros (de um total de 180 existentes no mundo) e 260 espécies onde deste total de espécies, aproximadamente 188 são endêmicas (ZAPPI; TAYLOR, 2020). Das quatro subfamílias existentes (Cactoideae, Opuntioideae, Pereskioideae e Maihuenioideae), apenas Maihuenioideae não está presente no Brasil, pois possui distribuição apenas nos Andes, Chile e Argentina (VERNA, 2011), e Cactoideae é a mais predominante na flora nacional (PAN, 2011).

A maior ocorrência é no lado leste do Brasil, o qual abrange as regiões nordeste e a região sudeste - sendo que desta última se exclui São Paulo e parte do Rio de Janeiro (na faixa do sul) (PAN 2011; ZAPPI; TAYLOR, 2020). Esta região é conhecida como Brasil Oriental, e abrange várias das espécies de cactáceas do domínio fitogeográfico da Caatinga e dos limites compartilhados com áreas de Mata Atlântica. (PAN, 2011).

A região do Sul do Brasil, que apresenta domínios fitogeográficos apropriados para a ocorrência de cactos não epifíticos, é denominada Brasil Meridional. O local de destaque para esta região é o Rio Grande do Sul, o qual é o segundo estado mais dotado de biodiversidade de cactáceas no Brasil, ficando atrás apenas da Bahia. Os domínios fitogeográficos que

abarcam esta região são a Mata Atlântica e os Pampas (que ocorre apenas no sul do Brasil e é o mais propício entre os dois para a ocorrência das cactáceas não epifíticas, por conta da presença da vegetação rasteira). São mais típicos para esta formação vegetal os cactos terrícolas e rupícolas. Já o Paraná e Santa Catarina encontram-se no domínio fitogeográfico que compreende a Mata Atlântica, e nesse predominam os cactos epifíticos. Se comparados ao Rio Grande do Sul, possuem uma menor diversidade de Cactaceae (PAN, 2011; MARTINELLI; MORAES, 2013).

O Brasil Central engloba domínios fitogeográficos do Pantanal, florestas decíduas e do Cerrado para as cactáceas e, neste tipo de formação florestal, as cactáceas ocorrem em superfícies rochosas (areníticas e quartzíticas). Há pouca informação a respeito da diversidade de cactáceas no Brasil Central e, até o momento, foram documentadas 33 espécies (PAN, 2011).

O domínio fitogeográfico da Caatinga detém a maior quantidade de cactáceas se comparado aos demais biomas de ocorrência delas - grande número de indivíduos mas pouca variedade de espécies, sendo caracterizado por alta incidência de raios solares e baixa precipitação. As formações florestais nele presentes são arbóreas e arbustivas, relativamente baixas se comparados a outros biomas onde a chuva ocorre com mais frequência, com folhas pequenas e presença de espinhos entre as características frequentes. São encontradas em torno de 63 espécies endêmicas, e o risco de extinção - de acordo com os perigos do meio antrópicos e não antrópicos - varia de acordo com a espécie em questão e o local em na qual ocorre (formações rochosas, solos de interesse agrônomico e formações rochosas que são alvo de atividades imobiliárias), além dos demais fatores de risco que vem sendo acarretados à Caatinga ao longo dos anos - dentre os domínios fitogeográficos presentes no Brasil, este é o mais afetado em detrimento de atividades diversas, tais quais obtenção de energia e constantes desmatamentos (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003; PAN, 2011).

O Cerrado, segundo maior domínio fitogeográfico em extensão do território nacional, apresenta cerca de 29 cactáceas endêmicas e a ocorrência das espécies verifica-se em cenários diversos, desde os campos rupestres a solos ricos em ferro e afloramentos rochosos. É caracterizado por estações quentes e frias bem definidas, com ocorrência periódica de fogo, evento este cujas cactáceas não apresentam adaptação para suportar e permanecer no meio. As principais ameaças em relação às cactáceas presentes neste domínio são o pastoreio, turismo e coleta direta para fins diversos (comercialização com intuito ornamental é o principal deles) (BRASIL, 2007; PAN, 2011; ZAPPI et al., 2015).

A Mata Atlântica é um domínio fitogeográfico caracterizado pela presença de formações vegetais diversas, tais quais as florestas semidecíduais, formações vegetais pioneiras, estepe e savana. Apresenta alto nível de fragmentação, oriundo de ações antrópicas acarretadas ao longo dos anos. Apesar deste cenário preocupante, este bioma apresenta um alto índice de diversidade, com aproximadamente 20 mil espécies vegetais nele presentes e, dentre os vegetais aqui encontrados, ocorrem diversas espécies de cactos epifíticos. Apresenta cerca de 58 espécies de cactos endêmicos, sendo o segundo maior grau de endemismo entre os biomas brasileiros. Os fatores que põem em risco a permanência desta família em meio natural são, em sua grande maioria, de ação antrópica - expansão de construções, desmatamento para estabelecimento de cultivos agrônômicos, por exemplo -, além de fatores não antrópicos, como a tomada territorial por espécies invasoras (CAMPANILI; SCHÄFFER, 2010; PAN, 2011; ZAPPI et al., 2015).

O Pantanal, por sua vez, é um domínio fitogeográfico caracterizado por solos inundados em períodos anuais e perianuais, o qual tem a sua área compartilhada entre 3 países - Brasil, Bolívia e Paraguai, com maior predominância no primeiro citado, com área de ocorrência correspondente a cerca de 80% do total existente (BRASIL, 2007; TORTATO, 2018). A presença das cactáceas neste domínio fitogeográfico é pouco elucidada na literatura - com poucas espécies listadas até o momento, com registro de quatro endêmicas. A presença dos cactos se dá em superfícies rochosas, formações estas que se apresentam em acentuadas elevações em relação ao solo inundado (ocupado geralmente por plantas aquáticas típicas desta região) (PAN, 2011).

A Amazônia é o maior domínio fitogeográfico brasileiro, com predominância de floresta ombrófila na sua área de ocorrência, sendo o domínio fitogeográfico com menor ocorrência de cactáceas (DIAS, 2007). As espécies presentes são epifíticas e rupícolas, com distribuição pouco elucidada na literatura. Neste bioma ocorre apenas uma espécie endêmica (PAN, 2011).

1.5) Importância Ecológica das cactáceas

Além do vasto uso antrópico relacionado à aspectos medicinais, ornamentais e culinários, a família Cactaceae apresenta relevante papel nos ecossistemas naturais, pois estabelece relações diversas com outros organismos que compartilham do mesmo ambiente, o que abarca um amplo espectro de animais que a utiliza como fonte de alimento (PAN, 2011; CORREIA et al., 2018).

Diversas espécies dentro das Cactaceae são visitadas por agentes polinizadores. Estes agentes buscam por recursos florais e extraflorais, que servem de fonte de energia para os mesmos. Espécies do gênero *Pilosocereus*, em área de Caatinga, são visitadas por agentes biológicos diversos, dentre eles moscas, besouros, morcegos, vespas, abelhas e esperanças, o que mostra a relevância ecológica e importância de políticas de conservação para tal gênero em ambientes de ocorrência natural (PEREIRA et al., 2021).

Além da relação com os polinizadores, a família Cactaceae apresenta um vasto espectro de interações ecológicas nos ambientes naturais, dentre os quais a serventia de fonte de matéria para construção de ninhos e até local estratégico para nidificação de determinados grupos animais (PAN, 2011).

A família Cactaceae apresenta forte influência na permanência de outros grupos animais no ambiente terrestre, tal como os aracnídeos, que fazem uso da estrutura morfológica dos cactos como local de esconderijo, para reprodução e oviposição - aranhas tecelãs e caçadoras habitantes de cladódios diversificados, que variam entre formatos cilíndricos, mistos e aplanados, o que destaca as cactáceas como um importante ambiente para colonização do grupo animal citado (MENDES, 2016).

Formigas e lagartos são grupos com fortes relações ecológicas com espécies do gênero *Melocactus*. Em um estudo realizado com duas espécies - *M. glaucescens* e *M. paucispinus*-, foi evidenciado o uso dos seus frutos como fonte de alimento por estes dois grupos de animais, que, ao dispersarem as sementes após o consumo do fruto, acabavam contribuindo para a ocorrência da planta em outros locais, o que demonstra a importância desta relação planta-herbívoros para que as duas continuem sobrevivendo em ambientes naturais (FONSECA; FUNCH; BORBA, 2012).

Relações como estas que foram apresentadas acima mostram a importância de conservar as espécies de cactos nos locais de ocorrência para manutenção do equilíbrio dos habitats, pois há uma relação de dependência entre o animal que consome algum dos recursos - morcegos e beija-flores, por exemplo - e a consequente perpetuação do vegetal beneficiada pela atividade do animal, o qual acaba dispersando as sementes em outros locais ou até mesmo realizando a polinização, atividade esta essencial para alguns grupos de cactos, como é visto no gênero *Melocactus* cuja a reprodução nos habitats naturais ocorre de maneira sexuada (ABREU, 2008; PAN, 2011).

2) O gênero *Melocactus*

O gênero *Melocactus* (LINK & OTTO), conhecido por variados nomes populares como coroa-de-frade, tamborete de sogra e cabeça-de-frade - devido a estrutura do céfalo - é

composto atualmente por 38 espécies (CORREIA et al., 2018; BRAVO FILHO, 2019) com distribuição geográfica significativamente peculiar, que compreende as regiões México, Caribe, Venezuela, Peru e Brasil, onde possui ocorrência nos domínios fitogeográficos compreendidos pelo Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Amazônia, distribuída pelas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (ZAPPI; TAYLOR, 2020).

Em quesito de diversidade, o Brasil é considerado o maior detentor de espécies, sendo 23 no total, com 21 endêmicas (CORREIA et al., 2018; TAYLOR; ZAPPI, 2020). Dentre as regiões brasileiras já citadas, o Nordeste se destaca por deter a maior quantidade de estados com a presença de espécies do gênero, onde há ocorrência nos 9 estados pertencentes à região. Dentre eles, o estado da Bahia é considerado o maior detentor de diversidade destas espécies, totalizando 18 sendo que 10 delas são endêmicas (ZAPPI; TAYLOR, 2020).

As espécies deste gênero desenvolvem-se em substrato do tipo rupícola e terrícola, e quanto aos aspectos morfológicos apresentam-se na forma de vida de erva, subarbusto e suculenta (ZAPPI; TAYLOR, 2020). Dá-se destaque a estrutura do cefálio, o qual é classificado como terminal, e que serve como estrutura protetora das flores (TAYLOR, 1991), responsáveis pela reprodução das espécies presentes e advém do meristema apical caulinar (ABREU, 2008). O crescimento vegetativo é cessado quando o cefálio inicia o seu desenvolvimento, e a partir deste evento, apenas esta estrutura continua a crescer, assim para atingir essa etapa reprodutiva estima-se cerca de uma década (TAYLOR, 1991; CORREIA et al., 2018).

Esta característica morfológica (cefálio), que confere certa exuberância a estas espécies, é um dos motivos principais para o uso deste gênero na sociedade, que é a ornamentação. Além disso, as espécies também possuem utilização na medicina popular e fabricação de doces, por exemplo, atividades estas que são responsáveis pela degradação das populações naturais (SANCHES; FERREIRA; BOSQUE, 2007), uma vez que a remoção deles do hábitat onde se encontram, prejudica fortemente a permanência em meio natural - grande parte das espécies estão incluídas no Livro Vermelho da Flora do Brasil, que descreve o risco de extinção das mesmas. As espécies presentes nele são *Melocactus azureus*, *M. ferreophilus*, *M. conoideus*, *M. deinacanthus*, *M. glaucescens*, *M. lanssensianus*, *M. pachyacanthus*, *M. violaceus* e *M. paucispinus* (MARTINELLI; MORAES, 2013).

Um outro fator a ser levado em consideração é que o gênero *Melocactus* se reproduz apenas de forma sexuada em meio natural, o tempo reprodutivo é muito longo e, além disso, poucos espécimes conseguem chegar até a idade reprodutiva (a cada 10 mil sementes que germinam naturalmente, estima-se que apenas uma chega à fase adulta). Estes são aspectos

que agravam ainda mais o extrativismo deste gênero em meio natural (TAYLOR, 1991; ABREU, 2008).

2.1) *Melocactus violaceus*

Melocactus violaceus (Pfeiff.) é uma espécie da família Cactaceae, endêmica no Brasil, com ocorrência confirmada em 7 estados da região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe) e em 3 estados do Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro). Ocorrem em domínios fitogeográficos que compreendem a Caatinga e a Mata Atlântica e nos tipos de vegetação sobre campos rupestres, carrasco e caatinga (TAYLOR; ZAPPI, 2022).

A morfologia desta espécie (com forma de vida suculenta ou subarborescente) é característica do gênero *Melocactus*, com destaque para estrutura do cefálio que possui coloração diferenciada do restante da planta, usualmente apresenta pilosidade densa, situa-se na região apical e frequentemente culmina na produção de flores. Esta espécie apresenta caule de formato globoso, depresso ou discoidal, epiderme de cor verde escura, costelas arredondadas ou abauladas e espinhos radiais (TAYLOR; ZAPPI, 2022).

M. violaceus consta na lista vermelha da IUCN como VU (estado vulnerável) com populações em decréscimo e severamente fragmentadas (BRAUN et al., 2017). Dentre as ameaças que colocam em risco a existência desta espécie em ambiente natural se destacam a expansão de áreas agrícolas, remoção de restingas e perda de hábitat (MARTINELLI; MORAES, 2013).

M. violaceus tem despertado forte interesse para a realização de estudos diversos, entre os quais testes de diferentes níveis de temperatura para encontrar a melhor condição para a produção eficiente de mudas (ZAMITH; CRUZ; RICHERS, 2013) e experimentos com diferentes condições de germinação com foco na produção de plântulas (BRAVO FILHO; SANTANA, 2020), além de estudos de germinação in vitro (IMIDIO, 2019). Estas aplicações apresentam-se como fortes aliadas para a conservação desta espécie frente à degradação da mesma em ambiente natural e da biodiversidade.

3) Produção de Mudanças

A produção de mudas reúne técnicas práticas para propagação de espécies vegetais para atender objetivos diversos: objetivo ornamental, muito forte no âmbito econômico (aspecto cultural muito presente na região nordeste), artesanato, uso próprio, arborização de cidades, restauração de áreas degradadas, dentre vários outros (SCREMIN-DIAS et al., 2006;

BRAVO FILHO; SANTANA, 2019). Além destes aspectos, a produção de mudas pode servir como um meio de conservação de espécies que apresentam vulnerabilidade alarmante - em linhas gerais, muito próximas da extinção em seu hábitat natural (*in situ*) (BRAVO FILHO; SANTANA, 2019).

Desta forma, através das técnicas disponíveis de propagação - baseadas nas reproduções naturais inerentes a cada espécie, que podem ser sexuada (através da união dos gametas masculino e feminino) ou assexuada (onde a multiplicação se dá através de partes vegetativas presentes nas plantas, como galhos, folhas ou raízes com capacidade de brotamento) (CORREIA et al., 2012). A depender da espécie em questão, é designado o método mais apropriado, e os espécimes são cultivados em ambiente controlado (*ex situ*) (SENAR, 2018).

O método de produção de mudas por sementes é realizado de acordo com a espécie trabalhada, com diversas recomendações de plantio disponíveis na literatura. O primeiro passo a ser realizado é a obtenção das sementes (SENAR, 2018). Estas podem ser compradas em locais apropriados ou retiradas diretamente do fruto, sendo que neste último caso deverá ser feito o correto beneficiamento com a retirada das sementes, transporte, lavagem e secagem, e o tempo de armazenamento até a ocorrência do plantio vai depender do tipo de semente: ortodoxa (que pode ser armazenada por mais tempo) ou recalcitrante (que não pode ser armazenada por muito tempo para que a viabilidade não seja perdida) (SENAR, 2018; BRAVO FILHO; SANTANA, 2019).

A próxima etapa diz respeito à semente, onde a semente será colocada em um substrato para que a germinação aconteça. A escolha do substrato é crucial, uma vez que deve-se encontrar a melhor composição possível para o crescimento da planta (KLEIN, 2015; SENAR, 2018). Aspectos físicos (textura e estrutura), químicos e biológicos do substrato devem ser compatíveis com a muda que se quer cultivar, além da disponibilidade de nutrientes e ausência de patógenos (KLEIN, 2015).

Há diversas opções de substratos e adubos disponíveis, com ofertas distintas de nutrientes. São alternativas comerciais comuns: o adubo esterco bovino, os substratos vermiculita e casca de arroz carbonizada, mas também há outras substâncias que podem participar da composição desses substratos, tais quais o lodo de esgoto (biossólido), a casca de pinus, compostagem, bagaço de cana-de-açúcar e fibra de coco. Este largo espectro de opções pode ser utilizado em pesquisas acadêmicas para avaliação da melhor alternativa para o crescimento de determinado vegetal, como também podem ser utilizados para a

comercialização de mudas (KLEIN, 2015; SENAR, 2018; BRAVO FILHO; SANTANA, 2019).

Dentre os compostos citados, os esterco bovino e ovino têm grande utilização na produção de mudas de cactos. Estes esterco melhoram os atributos químicos e físicos do solo no qual são utilizados, fornecendo diversos nutrientes para o crescimento da planta, dentre eles o nitrogênio, o fósforo e o potássio (AMORIM, 2002; SILVA, 2018).

Além disso, nestes substratos com aplicação de esterco notam-se melhorias relacionadas ao pH, porosidade e teor de matéria orgânica, sendo uma melhor alternativa quando comparado ao fertilizante sintético. Ao potencializar a fertilidade do solo, a planta apresentará um melhor crescimento quando cultivada no mesmo. Apesar de tais características positivas para a produção de mudas, a agroindústria brasileira investe pouco na produção e venda de esterco bovino (SILVA, 2018).

Diversos estudos vêm sendo feitos para avaliar a qualidade das plantas da família Cactaceae adubadas com esterco bovino, dentre esses um com a pitaya, demonstrou menor perda de frutos quando cultivadas com o mesmo (DUARTE et al., 2017) e o xique-xique que apresenta elevado crescimento nos solos acrescidos com esterco bovino e ovino (NEVES et al., 2016). A palma forrageira também foi avaliada em estudos, sendo uma forte aliada na alimentação de rebanhos das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, com melhor desempenho no crescimento, acúmulo de massa seca e formação de brotos quando tratados com esterco bovino e ovino (PEREIRAZ et al., 2012).

O recipiente a ser utilizado para a alocação dos substratos e das sementes varia, podendo ser potes de polipropileno (comumente de 200ml) ou bandejas multicelulares (JORGE et al., 2020). A semeadura deve ser feita nestes recipientes, onde as sementes são colocadas para germinar no substrato, que deve ser molhado com determinada periodicidade e acondicionado em local adequado à fisiologia da espécie (se tratando de ambiente controlado, devem ser acondicionados em estufas com sombrite), e o processo de germinação deve ser acompanhado no decorrer dos dias (SENAR, 2018). A quantidade de sementes varia, em média usam-se 25 por recipiente ou célula, e os recipientes devem ser observados periodicamente para verificar quantas sementes germinaram (BRAVO FILHO; SANTANA, 2019), e a germinação vai ser considerada com a protrusão da radícula ou parte aérea.

Em seguida à germinação, as plântulas devem ser transplantadas (chamado também de repicagem) para outros recipientes, processo este que deve ser feito em ambiente de sombra para evitar eventuais danos ao vegetal. O substrato para o qual a plântula será destinada deve

ser preparado, molhado e formatado para comportar a mesma de forma que fique bem acondicionada e resistente (SENAR, 2018).

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Verificar a resposta fisiológica da espécie *Melocactus violaceus* a diferentes níveis de luminosidade e disponibilidade de nutrientes;

Objetivos Específicos:

- Analisar o crescimento de *Melocactus violaceus* a diferentes sombreamentos;
- Investigar o efeito de diferentes formulações de substrato no crescimento da espécie *Melocactus violaceus*;
- Correlacionar as variáveis luminosidade e concentrações de nutrientes no crescimento de *Melocactus violaceus*;

METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fisiologia Vegetal e na estufa agrícola do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Sergipe, Brasil S10°55'33.6"/W37°06'16.72".

Material Vegetal

A primeira etapa consistiu na germinação das sementes de *Melocactus violaceus* no substrato vermiculita (Figura 1), semeadas em potes plásticos, mantidos sob sombrite 70% (250mL). As plantas permaneceram nessas condições durante 60 dias.



Figura 1: Pote com sementes de *Melocactus violaceus* germinadas (Fonte: LINHARES SOBRINHO, 2021).

Efeito de diferentes níveis de radiação

Plantas de *M. violaceus* foram cultivadas em diferentes níveis de irradiância, conforme os tratamentos abaixo:

- Sem sombrite;
- Sombrite 25%;
- Sombrite 50%;
- Sombrite 70%;

As plantas foram mantidas em recipientes plásticos com tampa (250 mL), contendo substrato composto por areia, terra vegetal e esterco de ovelha (proporção 9:9:2) na estufa agrícola, sob sombrite 70%, sombrite 50%, sombrite 25% e sem sombrite (Figura 2), e foram regadas semanalmente. Cada tratamento foi composto por 10 repetições, cada repetição constituída por 3 plantas em cada pote, totalizando 40 potes e 120 plantas.

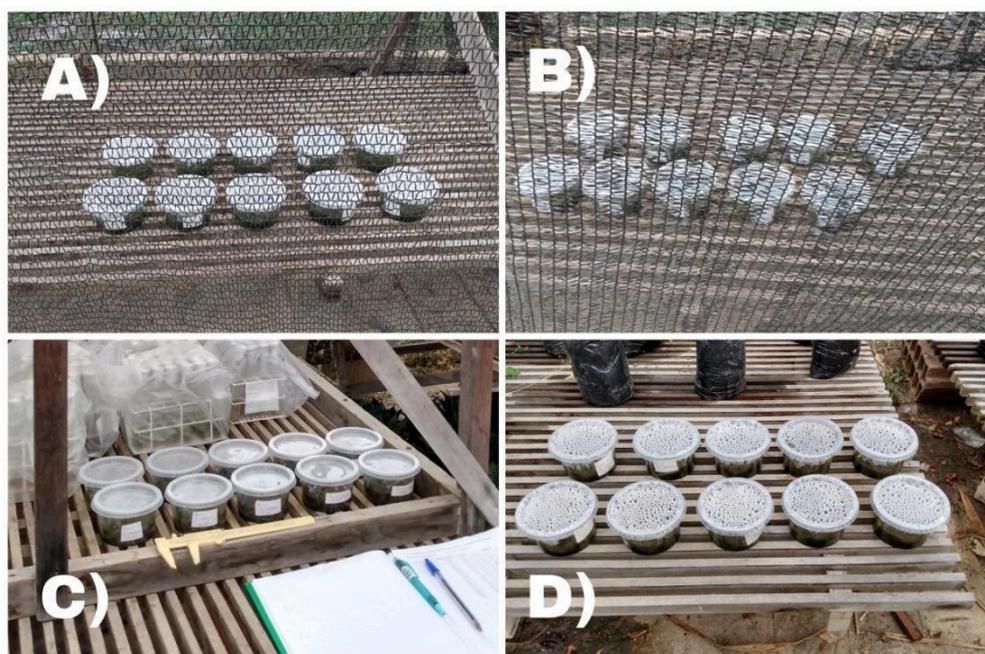


Figura 2: Mudas alocadas nos diferentes tratamentos: A) Sombrite 25%; B) Sombrite 50%; C) Sombrite 75% e D) Sem sombrite. (Fonte: LINHARES SOBRINHO, 2021)

O experimento foi conduzido por 120 dias e, a cada 30 dias, as seguintes variáveis foram analisadas: sobrevivência, altura e diâmetro do cladódio. Ao final do experimento foram avaliados o comprimento da maior raiz, a massa fresca e seca do cladódio e do sistema

radicular. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa SISVAR e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Efeito da oferta de nutrientes

Após a etapa anterior, foram verificados que os ambientes que proporcionaram maiores taxas de crescimento foram os sombrites 25% e 50%. Desta forma, estes dois ambientes foram selecionados para esta segunda etapa de composição de substrato. Plantas de *Melocactus violaceus* foram cultivadas em substrato vermiculita durante 60 dias (Figura 3). Após os 60 dias, as plântulas foram transplantadas para diferentes substratos, conforme o quadro 1.



Figura 3: Plantas de *Melocactus violaceus* germinadas no período de 60 Dias (Fonte: LINHARES SOBRINHO, 2022).

Quadro 1: Proporções dos compostos utilizados na formulação dos substratos e sombrite utilizado

Tratamentos	Areia	Esterco de boi	Esterco de ovelha	Terra vegetal	Sombrite
1	40%	20%	0%	40%	50%
2	45%	10%	0%	45%	50%
3	45%	10%	0%	45%	25%
4	40%	0%	20%	40%	25%
5	40%	0%	20%	40%	50%

6	45%	0%	10%	45%	25%
7	45%	0%	10%	45%	50%
8	40%	20%	0%	40%	25%
9	50%	0%	0%	50%	25%
10	50%	0%	0%	50%	50%

As plantas foram mantidas em recipientes plásticos com tampa (250 mL) na estufa agrícola sob os sombrites 25% e 50% e foram regadas semanalmente. O experimento foi composto por 10 tratamentos, contendo 10 repetições em cada um, cada repetição constituída por 1 planta em cada pote, totalizando 100 potes e 100 plantas.

O experimento foi conduzido por 120 dias e, a cada 30 dias, as seguintes variáveis foram analisadas: sobrevivência, altura e diâmetro do cladódio. Ao final do experimento foram avaliados o comprimento da maior raiz, a massa fresca e seca do cladódio e do sistema radicular.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Análise de substratos

A análise dos substratos foi realizada no Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS). As amostras dos substratos utilizados no experimento foram preparadas e enviadas para o ITPS. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Análise de Substratos

Parâmetros	Substratos				
	100% A + TV	10% EB	20% EB	10% EO	20% EO
pH(H ₂ O)	5,91	7,06	7,37	6,80	7,38
Ca + Ma (cmolc/dm ³)	2,31	5,79	6,84	6,53	8,20

Ca (cmolc/dm ³)	1,99	4,73	5,04	5,50	5,10	
Al (cmolc/dm ³)	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	
Na (cmolc/dm ³)	0,179	1,23	2,76	0,791	4,52	
K ⁺ (cmolc/dm ³)	0,04	2,34	6,18	1,73	3,26	
P (mg/dm ³)	6,50	33,8	61,0	77,0	170	
M.O (g/dm ³)	7,56	18,3	25,8	20,6	30,7	
Mg (cmolc/dm ³)	0,32	1,06	1,80	1,03	3,10	
H + Al (cmolc/dm ³)	1,05	ND	ND	0,857	ND	
S.B. (cmolc/dm ³)	2,53	9,36	15,8	9,05	16,0	
CTC (cmolc/dm ³)	3,58	9,36	15,8	9,91	16,0	
PST (%)	5,00	13,1	17,5	7,98	28,3	
V (%)	70,7	100	100	91,3	100	
C/N (%)	0,44/0, 22	1,06/0, 27	1,5/0,2 6	1,20/0,2 6	1,78/0,22	
N total (%N)	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	
Granulometria (%)	Areia	86,78	77,96	77,96	78,37	78,37
	Silte	11,75	12,18	16,00	14,16	15,34
	Argila	1,47	9,86	6,04	7,47	6,29

EB = Esterco Bovino; EO = Esterco Ovino; *pH (H₂O)- pH em água; Na- Sódio, K⁺- Potássio e P- fósforo (método Mehlich -1); Mg Magnésio, Ca- Cálcio e Al- Alumínio (método KCL); M. O.- Matéria orgânica (método WB (colorimétrico)); H + Al- Hidrogênio + Alumínio (método SMP); SB- Soma de Bases Trocáveis; CTC- Capacidade de Troca de Cátions; PST- Porcentagem de Sódio Trocável; V- Índice de Saturação de Bases; C/N- Relação Carbono/Nitrogênio (método MPOACF); N total- Nitrogênio Total (método MAPA); Granulometria (método Densímetro de Bouyoucos); (A=Areia, LE=Lodo de esgoto, TV=Terra vegetal).
Elaboração do autor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Experimento I: Efeito de diferentes níveis sombreamento no crescimento do *Melocactus violaceus*

Ao final do experimento, a taxa de sobrevivência não apresentou diferença significativa, com altos valores de sobrevivência (99% de sobrevivência). Isso demonstra que a espécie consegue sobreviver nos diferentes níveis de luminosidade analisados no experimento.

As maiores médias de altura foram das plantas que estavam sob os tratamentos de sombrite de 50% (T2) e sombrite de 25% (T3) (Figura 4), seguido do tratamento que estava sob sombrite de 70% (T1). A menor altura, por sua vez, foi observada nas plantas que estavam sob o tratamento de sol pleno (T4) (Figura 5). As diferenças entre os tratamentos foram significativas a partir dos 30 dias.

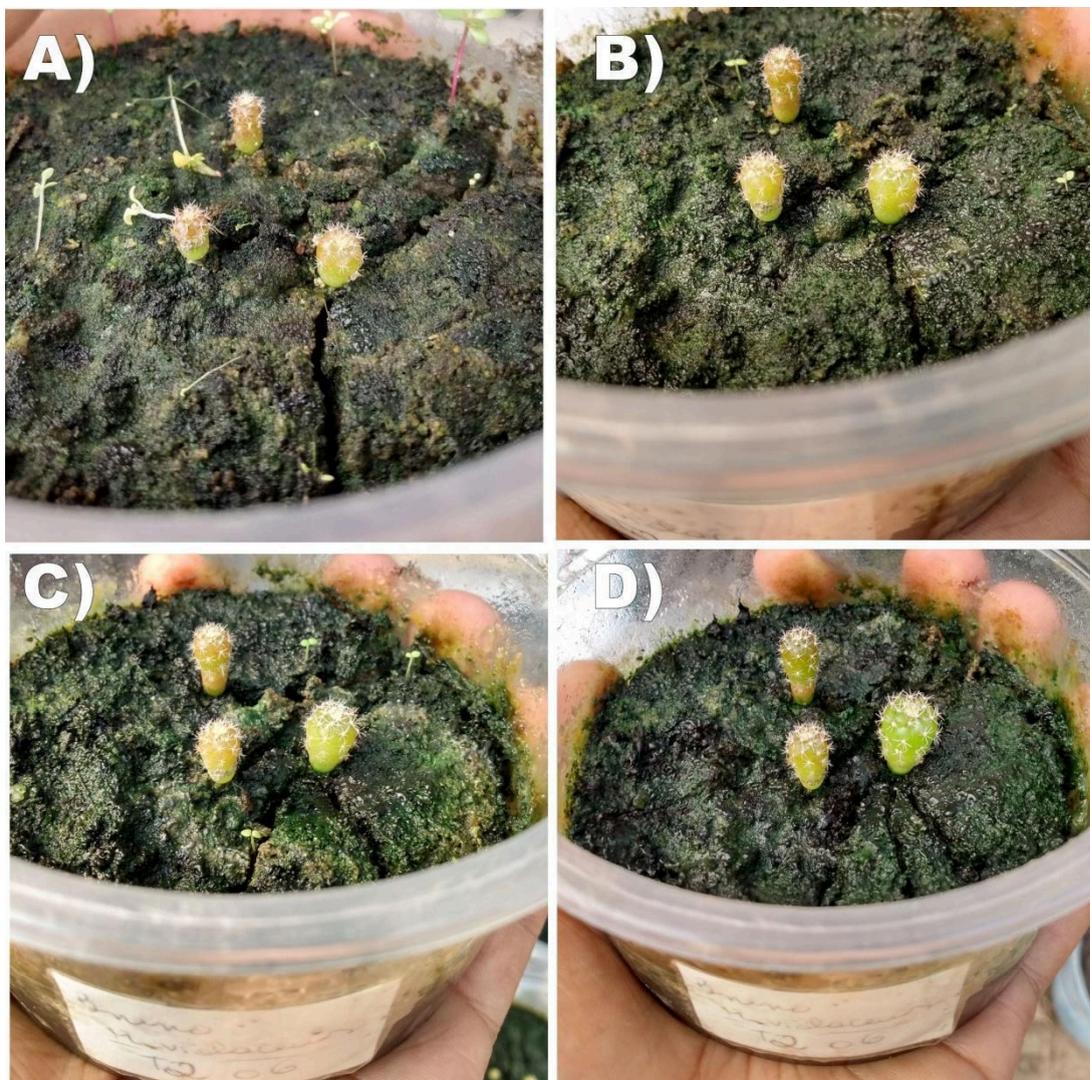


Figura 4: Desenvolvimento do *Melocactus violaceus* ao longo dos meses em diferentes níveis de sombreamento, T206 (Sombrite 50%). A) 30 dias; B) 60 dias; C) 90 dias; D) 120 dias. (Fonte: LINHARES SOBRINHO, 2022).

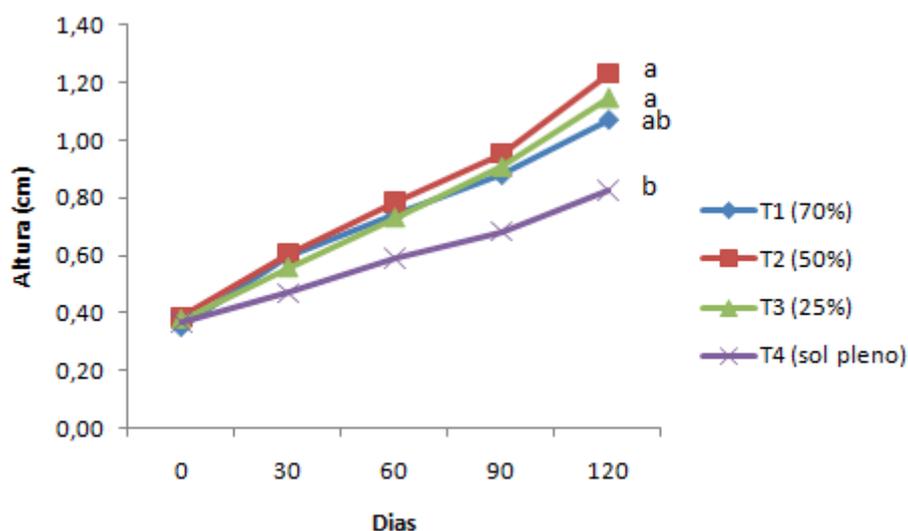


Figura 5: Altura média de plantas de *Melocactus violaceus* cultivados em diferentes níveis de sombreamento. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tais resultados apresentam similaridade com o estudo feito por Lone et al. (2009) com produção de mudas da espécie *Melocactus bahiensis*, onde as maiores taxas de crescimento em altura foram obtidas com sombrite de 70% e 50%. Os resultados alcançados no experimento corroboram também com o estudo feito por Colombo et al. (2018) onde foi realizado o cultivo de mudas de taioba, que apresentaram maiores taxas de crescimento nos tratamentos com sombrite 18% e 50%. Oliveira (2022), analisando o emprego de técnicas de manejo de suculentas identificou o sombreamento de 50% como o mais eficiente na produção de mudas de espécies de cactáceas.

Com relação a variável diâmetro do cladódio, as maiores médias foram verificadas nos tratamentos T3 (com sombrite 25%) (Figura 6) e T2 (com sombrite 50%), seguido do tratamento T1 (com sombrite 70%). O tratamento que apresentou menor crescimento foi o T4 (com sol pleno) (Figura 7). Houve diferença significativa a partir dos 30 dias.

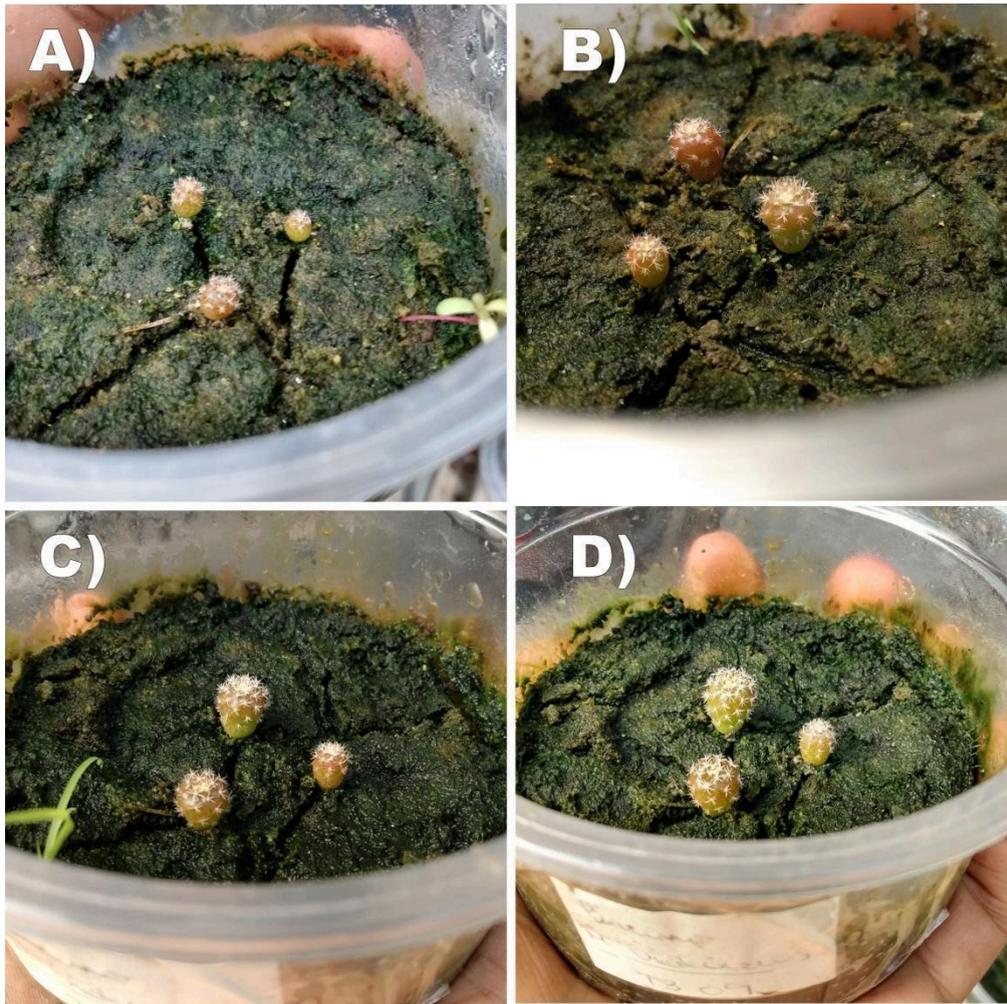


Figura 6: Desenvolvimento do *Melocactus violaceus* ao longo dos meses em diferentes níveis de sombreamento, T309 (Sombrite 25%). A) 30 dias; B) 60 dias; C) 90 dias; D) 120 dias. (Fonte: LINHARES SOBRINHO, 2022).

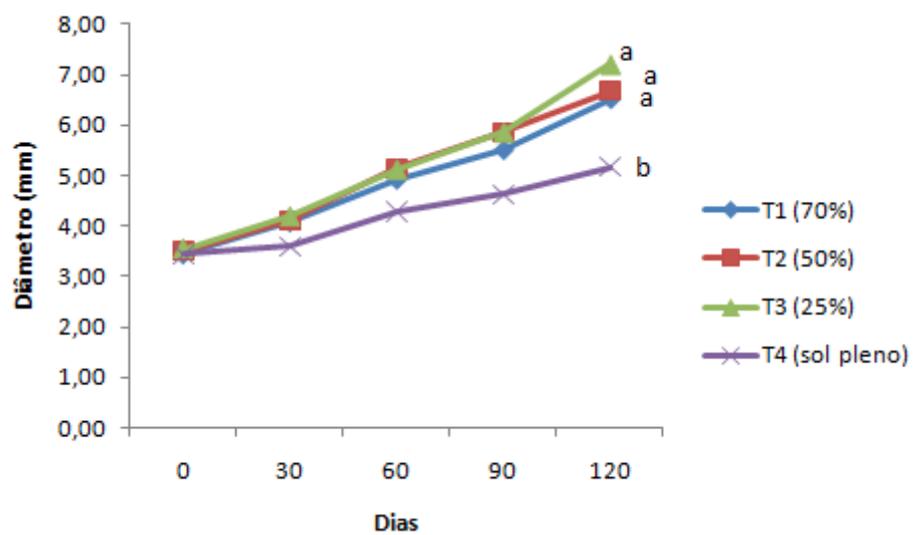


Figura 7: Diâmetro médio de plantas de *Melocactus violaceus* cultivados em diferentes níveis de sombreamento. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Lone et al. (2009) observaram resultados similares em seu estudo de cultivo de *Melocactus bahiensis* em diferentes níveis de sombreamento, encontrando as maiores médias de crescimento em diâmetro para os tratamentos de sombrite 20% e sombrite 50%. Cavalcante et al. (2011) obtiveram resultados similares com o cultivo de Pitaya, onde os sombrites 50% e 75% apresentaram as maiores taxas de crescimento em altura e diâmetro, tendo as menores taxas apresentadas nas mudas que ficaram em sol pleno.

Ao final dos 120 dias houve o desmonte dos tratamentos, onde foram calculadas a massa fresca, seca e comprimento da maior raiz (Figura 8). O tratamento que obteve maior valor foi o T3 (sombrite 25%), seguido do T2 (sombrite 50%), T1 (sombrite 70%) e, por último, o T4 (sol pleno) que obteve o menor valor (Figura 9).



Figura 8: Representação dos tratamentos desmontados de *Melocactus violaceus* submetidos a diferentes níveis de sombreamento ao final de 120 dias. (Fonte: LINHARES SOBRINHO, 2022).

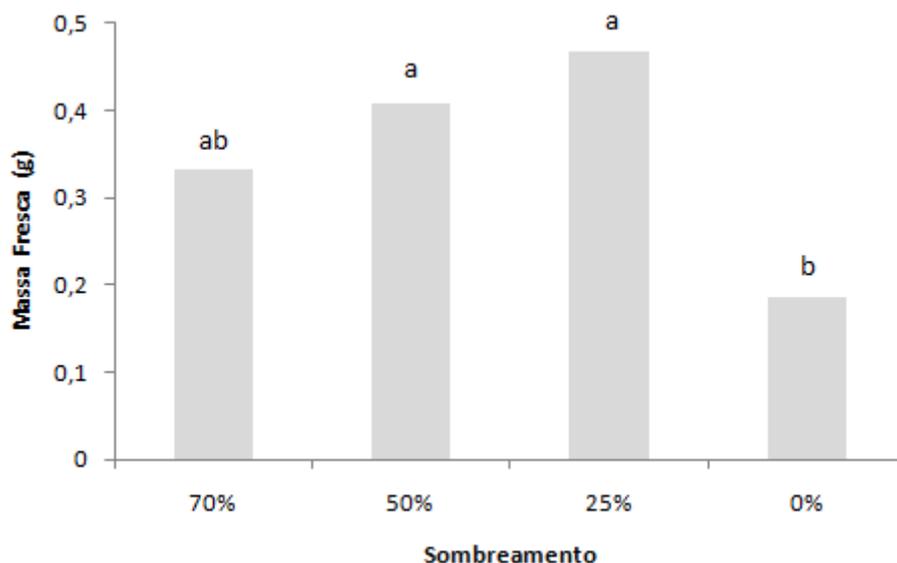


Figura 9: Massa fresca de *Melocactus violaceus* cultivada em estufa agrícola sob diferentes níveis de sombreamento, com diferença significativa entre os sombrites 25%, 70% e sem sombrite. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tais resultados apresentam similaridade com o estudo realizado por Nogueira Neto (2020) que avaliou diferentes níveis de sombreamento no desenvolvimento de espécies da Caatinga, onde 16 espécies apresentaram melhor desempenhos de mudas plantadas sob os sombrites de 30% (Angico, Aroeira, Juazeiro, Jurema-de-embira, Pereiro e Trapiá), 30% e 50% (Mofumbo, Pau-mocó e Sabiá), 50% (Jucá, Jurema-branca e Pajeú) 50% e 70% (Cumarú, Mororó e Timbaúba) e 70% (Pacotê).

A massa fresca apresentou diferença significativa entre os tratamentos com 50 e 70% de sombrite e o pleno sol, evidenciando que o sombrite auxiliou no crescimento inicial de *Melocactus*.

O comprimento da maior raiz apresentou diferença significativa entre os tratamentos de sombrite 25%, 50% e sem sombreamento, e sombrite 70%, o que mostra que 25% de sombreamento proporcionou condições favoráveis para o crescimento da raiz.

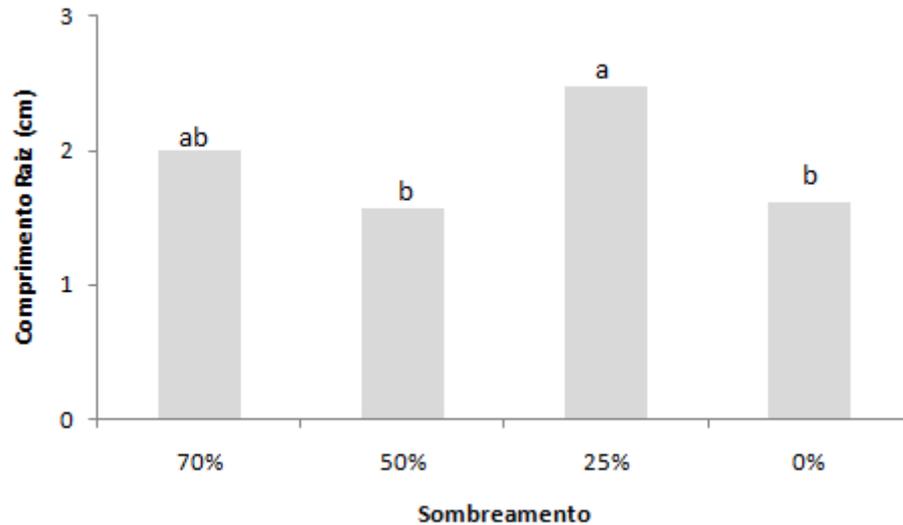


Figura 10: Comprimento da maior raiz do *Melocactus violaceus* cultivado sob diferentes níveis de sombreamento durante 120 dias. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As médias para massa seca não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, com média geral de 0,104g.

Uma explicação para as maiores taxas de crescimento terem sido observadas nos tratamentos em sombrite 50% e 25% diz respeito ao investimento que a planta faz no crescimento em altura devido à menor incidência solar. Locais sombreados possuem maior incidência dos comprimentos de onda de luz solar referentes ao vermelho-extremo, fazendo com que a planta cresça longitudinalmente, alongando o caule, para potencializar a interceptação da luz (TAIZ & ZEIGER, 1998). Nota-se que locais sombreados proporcionam para as plantas incremento de massa na parte aérea e na raiz (massa total), mesmo havendo redução da incidência luminosa e de temperatura. Resultados similares foram encontrados por Nogueira et al. (2020), onde o cultivo de mudas de açázeiro-solteiro apresentou melhor desempenho de crescimento em altura e massa total para os tratamentos de 50% e 75% de sombreamento.

O tratamento sem sombrite (sol pleno) apresentou a menor taxa de crescimento possivelmente por conta do fenômeno denominado de fotoinibição (BARBER & ANDERSON, 1992). Este fenômeno é caracterizado como um fator de estresse para as plantas quando estas são expostas a altos níveis de radiação solar, ultrapassando a capacidade de utilização da luz para a fotossíntese. Tal processo resulta na redução de incorporação de massa pelas plantas, o que também pode explicar a menor massa fresca também ter sido apresentada no tratamento de sol pleno. Lone et al. (2009) encontraram em

seu estudo com a espécie *Melocactus bahiensis* tratadas sob diferentes níveis de sombreamento resultados que corroboram com a presente pesquisa. Por meio deste estudo foi possível observar que ambientes sombreados promoveram maiores valores em altura e o excesso de luz (para as plantas tratadas sob sol pleno) resultou em um menor crescimento.

Experimento II: Efeito de diferentes tipos de substratos no crescimento de *Melocactus violaceus*

A taxa de sobrevivência não apresentou diferença significativa, com altos valores de sobrevivência (98% de sobrevivência).

O crescimento em altura apresentou diferença significativa a partir dos 30 dias, nesse ponto pode-se observar a diferença entre o tratamento 3 (que obteve a maior média) e o tratamento 4 (que obteve a menor média). Nota-se que o uso de 10% de esterco bovino potencializou o crescimento do tratamento 3 e, em contrapartida, 20% do esterco ovino promoveu menor crescimento (tratamento 4). Tal resultado mostra que o uso de 20% de esterco ovino torna-se uma concentração prejudicial para a planta. Aos 90 dias as plantas mantidas sem adubação apresentaram murcha e não se recuperaram conforme a figura 11.

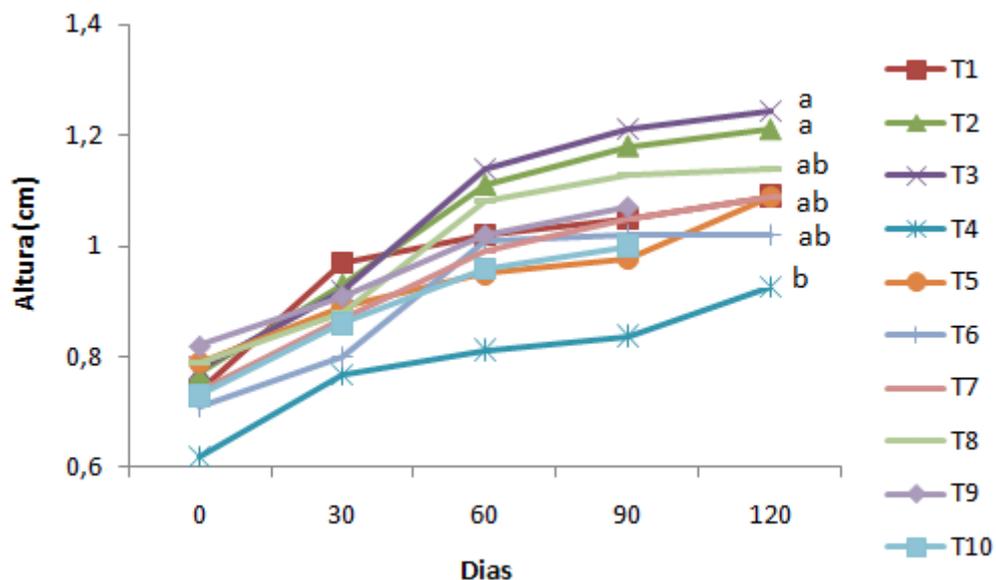


Figura 11: Altura média de plantas de *Melocactus violaceus* cultivados em diferentes tipos de substratos durante 120 dias. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A variável diâmetro do cladódio apresentou diferença significativa a partir dos 60 dias, nesse ponto pode-se observar a diferença entre o tratamento 3 (que obteve a maior média) e o tratamento 4 (que obteve a menor média). Nota-se que o uso de 10% de esterco bovino

também potencializou o crescimento em diâmetro do tratamento 3 e, em contrapartida, 20% do esterco ovino promoveu menor crescimento. Tal resultado mostra que o uso de 20% de esterco ovino torna-se uma concentração desfavorável para a planta. Aos 90 dias as plantas mantidas sem adubação apresentaram murcha e não se recuperaram conforme a figura 12.

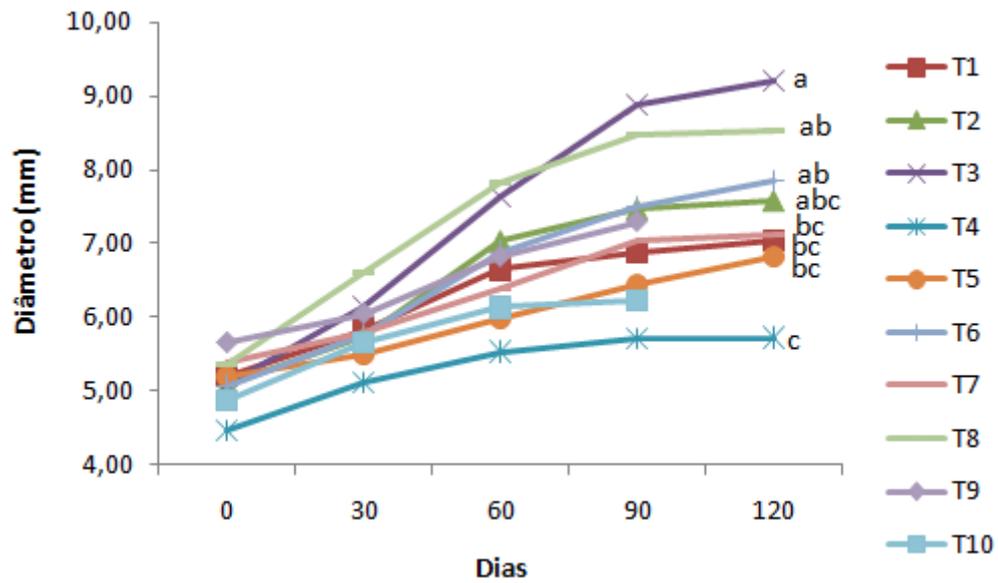


Figura 12: Diâmetro médio de plantas de *Melocactus violaceus* cultivados em diferentes tipos de substratos. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

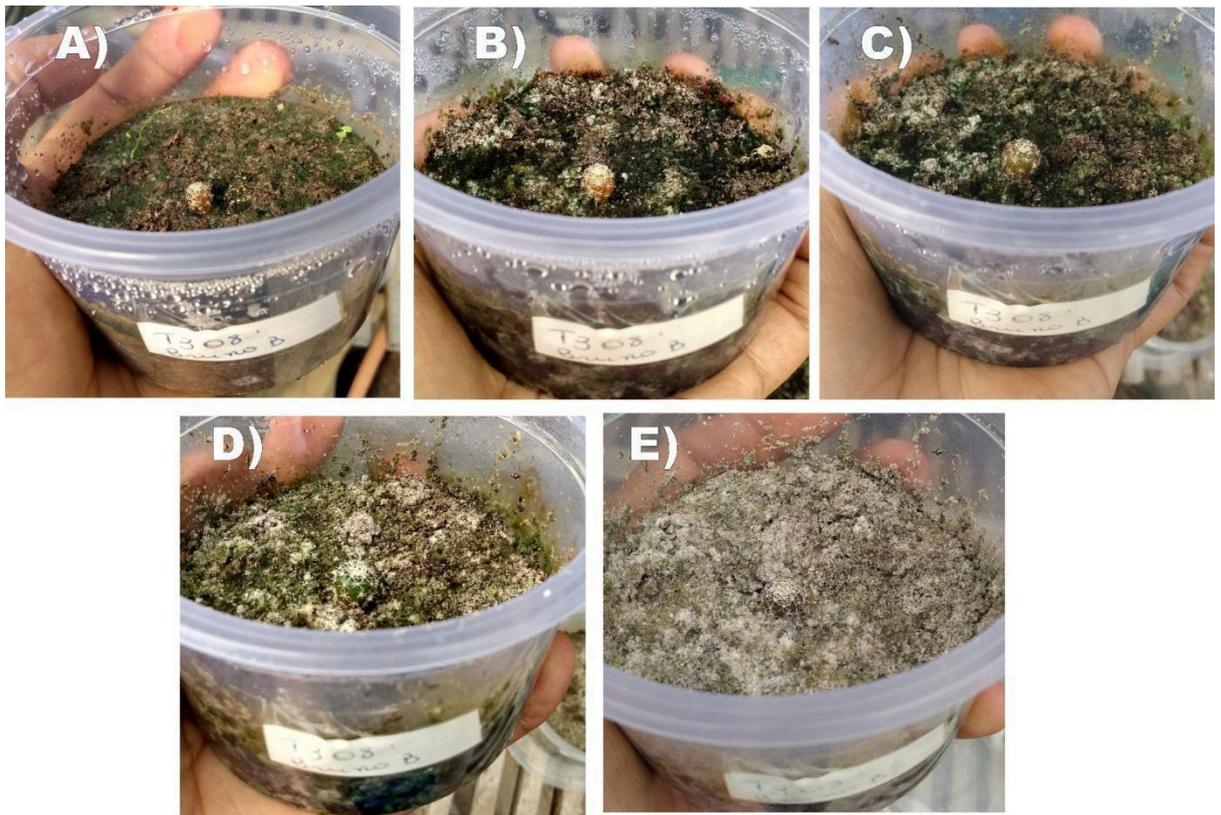


Figura 13: Desenvolvimento do *Melocactus violaceus* em diferentes substratos ao longo dos meses, Tratamento 3. A) 0 dias; B) 30 dias; C) 60 dias; D) 90 dias; E) 120 dias; (Fonte: LINHARES SOBRINHO, 2022).

Aos 120 dias, houve o desmonte do experimento (Figura 14) para serem medidas a massa fresca, massa seca e comprimento da maior raiz. A maior média para massa fresca foi para o tratamento 8, ao qual foi adicionado 20% de esterco bovino e a menor média foi apresentada pelo tratamento 4, ao qual foi adicionado 20% de esterco ovino, conforme a Figura 15. Tais resultados mostram que o uso de 20% de esterco ovino torna-se uma concentração não favorável para a planta, uma vez que o crescimento foi inibido. Os tratamentos T9 e T10 foram retirados das análises pois sobreviveram apenas até a coleta de 90 dias.



Figura 14: Tratamentos desmontados de *Melocactus violaceus* submetidos a diferentes concentrações de substratos ao final de 120 dias. (Fonte: LINHARES SOBRINHO, 2022).

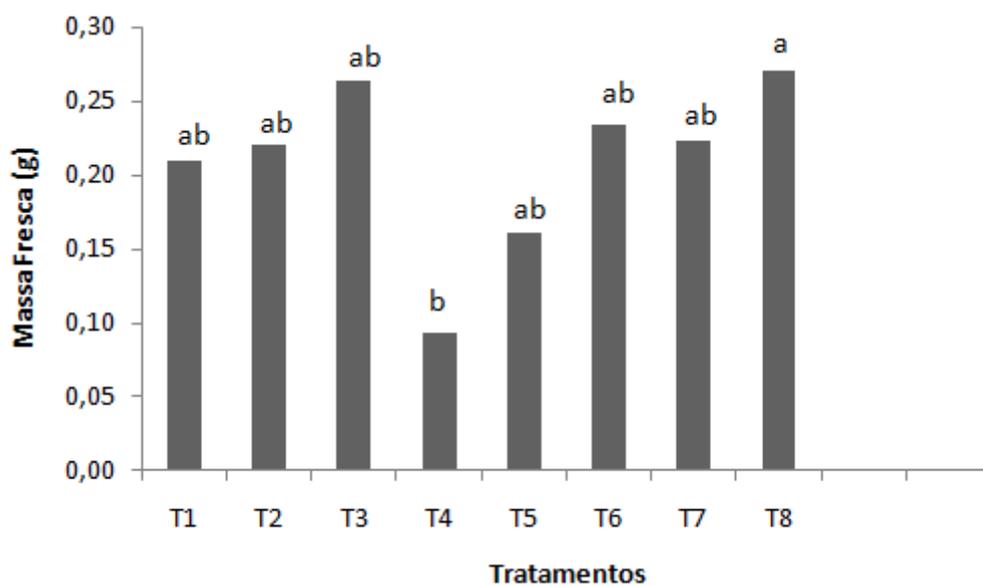


Figura 15: Gráfico representando a massa fresca do *Melocactus violaceus* analisada ao final de 120 dias. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O tratamento 8 (20% de esterco bovino) apresentou maior média para a massa seca, diferindo do tratamento 4 ao qual foi adicionado 20% de esterco ovino (Figura 16). Tais resultados mostram que a adição de 20% de esterco ovino inibiu o crescimento.

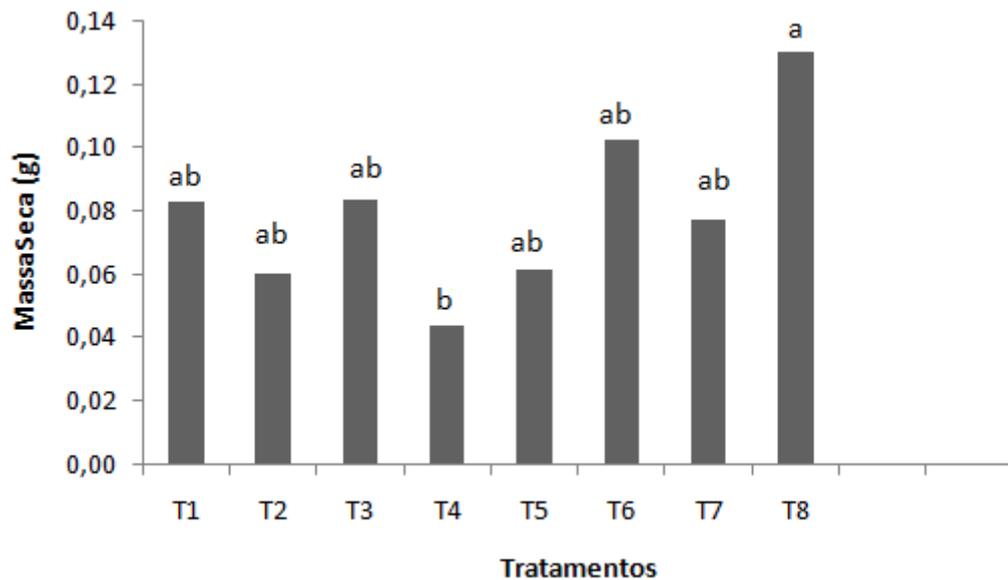


Figura 16: Gráfico representando a massa seca do *Melocactus violaceus* analisada ao final de 120 dias. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A maior média para a variável de comprimento da maior raiz (Figura 17) foi apresentada pelo tratamento 3, ao qual foi adicionado 10% de esterco bovino. A menor média, por sua vez, foi apresentada pelo tratamento 4, ao qual foi adicionado 20% de esterco ovino. Tais resultados mostram que o uso de esterco bovino em concentração de 10% promove melhor crescimento da raiz e a concentração de 20% de esterco ovino inibiu o crescimento.

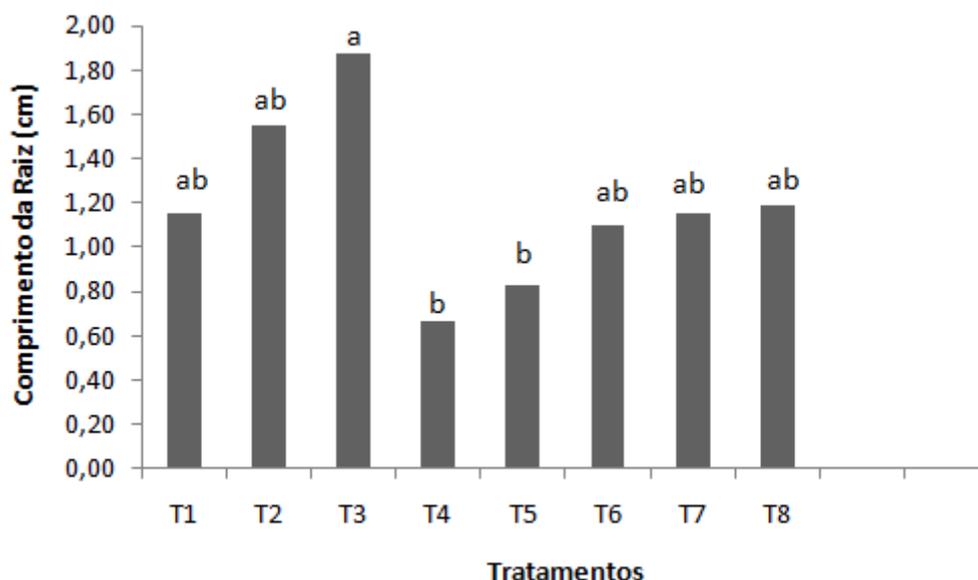


Figura 17: Gráfico representando o comprimento da maior raiz do *Melocactus violaceus* analisada ao final de 135 dias,

Nota-se que as maiores médias para altura e diâmetro do cladódio, massa fresca, massa seca e comprimento da maior raiz foram obtidas dos tratamentos que continham esterco bovino no substrato, mostrando melhor desempenho se comparado ao ovino. A proporção 10% de esterco bovino e sombrite 25% proporcionou melhores resultados para a comprimento da maior raiz, diâmetro do cladódio e altura média das plantas, enquanto a proporção de 20% de esterco bovino e sombrite 25% proporcionaram melhores resultados para massa fresca total e massa seca total.

Ao comparar com os substratos onde não foram adicionados adubos bovino ou ovino e que continha apenas areia lavada e terra vegetal, notou-se morte das plantas aos 120 dias de experimento. As condições fornecidas proporcionaram sobrevivência das mesmas até os 90 dias, onde as mesmas tornaram-se menos túrgidas e acabaram morrendo.

Tais resultados mostram a influência do uso de adubos em proporções adequadas no crescimento das mudas, já que estes fornecem nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, dentre eles o fósforo (P) e potássio (K) (AMORIM, 2002; SILVA, 2018). Por conta destas características, o esterco bovino é bastante utilizado por diversos produtores de mudas.

As quantidades de Sódio (Na), Fósforo (P) e Potássio (K) podem ter afetado o crescimento das mudas presentes nos tratamentos. A adição de esterco aos substratos promove um aumento dos componentes químicos no meio, dentre os quais o sódio e o potássio, favorecendo então o crescimento de mudas (SILVA, 2018), o que pode explicar as

taxas de crescimento observadas no presente estudo. Os tratamentos de controle (T9 e T10) possuíam menores concentrações destes compostos químicos, o que pode ter contribuído para a murcha e morte das mudas aos 90 dias.

As maiores diferenças foram encontradas nos tratamentos contendo 10% de Esterco Bovino e 20% de Esterco ovino. Para o Sódio a diferença na concentração foi de 1,23 cmolc/dm^3 para o tratamento contendo 10% de esterco bovino e 4,52 cmolc/dm^3 para o tratamento contendo 20% de esterco ovino. Estes resultados refletem no crescimento dos tratamentos 3 e 4, que continham 10% de esterco bovino e 20% de esterco ovino em seus substratos, respectivamente. Leão (2019), em seu estudo de substituição de potássio por sódio no crescimento de mudas, identificou 500 mg/dm^3 (que equivale a 2,17 cmolc/dm^3) como prejudicial para o desenvolvimento de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea*), onde os tratamentos que continham essa quantidade apresentaram plantas com sinais de necrose na parte aérea. Tais resultados corroboram com o presente estudo e mostram que o sódio, quando ultrapassa a quantidade de 2 cmolc/dm^3 traz resultados não satisfatórios para o desenvolvimento das mesmas, tornando-se tóxico.

A presença de sódio em substratos utilizados para cultivo influencia diretamente no crescimento das plantas, onde altas concentrações acabam trazendo consequências negativas para a composição dos mesmos, tais quais a redução da fertilidade, alteração das propriedades físicas (reduzindo a permeabilidade da água do solo para camadas mais profundas), desestruturação e aumento da densidade do solo, por exemplo (SCHOSSLER et al., 2012).

Tais características negativas interferem no crescimento dos vegetais (SCHOSSLER et al., 2012), o que pôde ser observado no Tratamento 4 do presente estudo (com concentração de Na 4,52 cmolc/dm^3), o qual apresentou menor taxa de crescimento em altura, diâmetro, massa fresca, massa seca e comprimento da maior raiz. Em contrapartida, a concentração de 1,23 cmolc/dm^3 apresentou-se menos prejudicial, uma vez que apresentou maiores taxas de crescimento para o Tratamento 3 em relação às variáveis de altura, diâmetro e comprimento da maior raiz.

Para o Potássio a diferença na concentração foi de 2,34 cmolc/dm^3 para o tratamento 3 e 3,26 cmolc/dm^3 para o tratamento 4. Vale ressaltar que, para o Tratamento 8, o potássio apresentou concentração maior do que estas duas citadas, com 6,18 cmolc/dm^3 , tratamento este que obteve melhor desempenho de crescimento se comparado ao tratamento 4, apesar do maior valor na concentração deste nutriente. Carvalho et al. (2020) desenvolveram um

estudo que avaliou o efeito do Potássio no crescimento de mudas de Euterpe, concluindo que este elemento promoveu melhores condições de crescimento para as plântulas, que apresentaram melhores características biométricas e de qualidade.

O Potássio é um elemento essencial para as plantas, auxiliando no crescimento das mesmas. Esse íon possui função de regular o potencial osmótico nas células vegetais, bem como ativação de enzimas que atuam na respiração e fotossíntese (TAIZ et al., 2017). O uso deste elemento na produção de substratos para produção de mudas traz benefícios diversos, dentre eles o aumento no tamanho das mesmas (IPI, 2013). Tal característica permite elucidar explicações para os resultados do presente estudo, uma vez que o Tratamento 8 (que apresentou maior concentração do nutriente K) obteve maiores taxas de massa fresca e massa seca se comparados aos demais tratamentos.

O Fósforo, por sua vez, apresentou maiores diferenças entre as concentrações dos tratamentos 4 (170 mg/dm^3) e 3 ($33,8 \text{ mg/dm}^3$), onde os maiores desempenhos de crescimento nas variáveis avaliadas foram obtidos pelo tratamento 3. Este elemento tem importância no funcionamento das plantas, uma vez que participa de processos fisiológicos, dentre eles a produção de ATP onde este elemento se apresenta como parte fundamental na constituição desta molécula energética (TAIZ et al., 2017).

Corrêa et al. (2002) utilizaram diferentes concentrações de fósforo na produção de mudas de acerola, onde 450 mg/dm^3 apresentou-se como a melhor concentração para o desenvolvimento das mesmas. Silva (2019), em seu estudo de produção de mudas da espécie *Acrocarpus fraxinifolius* utilizou diferentes concentrações de fósforo, onde 450 mg/dm^3 apresentou melhor desempenho no crescimento das mesmas. Tais resultados divergem do presente estudo, uma vez que a maior concentração de fósforo estava no tratamento 4, que obteve menor crescimento. Uma possível explicação é que diferentes espécies de plantas reagem de forma diferente ao fósforo, além de que os demais componentes do substrato podem interferir uns nos outros ocasionando inibição na ação de algum dos elementos.

Os esterco bovino e ovino são amplamente recomendados como alternativas para potencializar o cultivo de mudas. Neves et al. (2016) recomendam, para o cultivo de xique-xique, os esterco ovino e bovino para um desenvolvimento satisfatório das mudas. Souza et al. (2019) realizaram um estudo de campo que objetivou entrevistar produtores rurais de Palma Forrageira em Taperoá e verificar o tipo de adubo mais utilizado nesta região, concluindo que 54% dos produtores fazem uso do esterco bovino por este promover maior sucesso na produção de mudas desta espécie.

Saraiva (2014) realizou um estudo com Palma Forrageira, onde foram aplicados diferentes tipos de adubos aos substratos, dentre eles os esterco ovino e bovino. Foram obtidos melhores resultados para os substratos contendo esterco bovino, onde as produções da espécie palma forrageira foram mais satisfatórias. Tais resultados apresentam semelhança com o presente estudo, que obteve resultados positivos para o crescimento de *Melocactus violaceus* para as concentrações 10% e 20% de esterco bovino.

Duarte et al. (2017) desenvolveram um estudo com a aplicação de diferentes substratos contendo esterco bovino com o intuito de analisar o desempenho da produtividade da Pitaya. Tal estudo observou que o uso de esterco bovino associado ao esterco de galinha proporcionou melhor desenvolvimento das plantas, que apresentaram frutos de melhor qualidade.

Lisboa et al. (2018) verificaram que o uso de esterco bovino em proporções entre 21% e 28% proporcionam melhoria na composição química do substrato, fornecendo condições apropriadas para o crescimento de mudas de *Handroanthus heptaphyllus*. Acima destas proporções os esterco acabam alterando o substrato negativamente, tornando-o tóxico ao ponto de inibir o crescimento e/ou causar mortalidade das plantas. Este estudo enfatiza a importância da utilização de esterco animal em concentrações ideais pois, quando este aspecto é atendido, proporciona melhoria físico-química do substrato além de estimular a atividade microbiana.

Morais et al. (2012) realizaram um estudo onde o esterco ovino apresentou-se como uma alternativa menos prejudicial para o crescimento da jaqueira, se comparado aos esterco caprino e bovino também utilizados em outros tratamentos. No entanto, concluíram que o uso de substratos contendo estes esterco não é recomendado para o plantio de jaqueira. Tais resultados mostram que diferentes espécies podem responder de forma diferente às alternativas de adubos presentes no mercado, uma vez que o esterco ovino apresentou-se como um adubo menos prejudicial.

Resultados semelhantes foram observados para o crescimento de mudas de caju, onde diferentes proporções de esterco ovino foram fornecidos nos tratamentos (0, 10, 20, 30 e 40%), onde o melhor desempenho foi apresentado pelo tratamento contendo a concentração de 40% do esterco (FARIAS et al., 2021). Se comparado ao presente estudo, onde 20% de esterco ovino proporcionou menores taxas de crescimento para o *Melocactus violaceus*, isso mostra que, a depender da espécie utilizada, diferentes tipos de esterco podem trazer desenvolvimentos diferentes para as mudas.

Apesar do fornecimento de nutrientes importantes para as mudas ao fazer uso de esterco, outros fatores devem ser analisados ao fazer uso destes adubos em substratos. O desenvolvimento da muda em substratos contendo esterco bovino ou ovino pode sofrer influência direta da alimentação do animal que originou o esterco. Animais que pastoreiam regiões salinas ou que consomem sais minerais em excesso nas rações que lhes são fornecidas, acabam tornando o esterco com concentrações elevadas em sais, o que traz prejuízos para o desenvolvimento das mudas ocasionando queima e até morte dos espécimes. Nestes casos, o uso de esterco não é indicado na produção de mudas por prejudicar o desenvolvimento das mesmas (CAVALCANTI JUNIOR; CHAVES, 2001).

Além do fator associado ao fornecimento de nutrientes em concentrações ideais e da alimentação animal, os aspectos físicos do substrato devem ser levados em consideração. Klein et al. (2015) destacam a importância de se utilizar substratos com textura e estrutura ideais que sejam compatíveis com a muda a ser cultivada.

CONCLUSÃO

Para o desenvolvimento de *Melocactus violaceus* submetidos a diferentes níveis de sombreamento, as mudas obtiveram melhores resultados no tratamento com os sombrites de 25% e 50%. O substrato que continha 10% de esterco bovino e sombrite 25% proporcionou melhores resultados para o desenvolvimento das mudas com relação às variáveis de altura, diâmetro do cladódio e comprimento da maior raiz. O substrato que continha 20% de esterco bovino e sombrite 25% proporcionou melhores resultados para o desenvolvimento das mudas com relação às variáveis de massa fresca e massa seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABREU, D. D. S. **Germinação e Morfo-Anatomia do desenvolvimento em *Melocactus ernestii* Vaupel e *M. paucispinus* Heimen & R.J. Paul (Cactaceae)**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2008.

AMORIM, A. C. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Unesp, 2002.

ANDERSON, E. F., **The Cactus Family**, Timber Press, 777p., 2001.

ARRUDA, E. **Histogênese de Segmentos Caulinares de Espécies de Opuntioideae (Cactaceae)**. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2011.

BARBER, J; ANDERSON, B; **Too much of a good thing: light can be bad for photosynthesis.** Trends in Biochemical Sciences, 17:61-66, 1992.

BRANDÃO, G. H. A. **Alcaloides de *Melocactus zehntneri* (Cactaceae): extração sustentável e atividade farmacológica.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Biodiversidade do cerrado e pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), 540p., Brasil, 2007.

BRAVO FILHO, E. S.; SANTANA, M. C.; ALMEIDA, P. A. S.; RIBEIRO, A. S. Levantamento etnobotânico da família Cactaceae no estado de Sergipe. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 12, n.1, p. 41-53. 2018.

BRAVO FILHO, E. S.; SANTANA, M. C. Germinação de sementes e produção de mudas de cabeças-de-frade (*Melocactus zehntneri* e *Melocactus violaceus* - Cactaceae): alternativa sustentável para conservação da espécie. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA** Fortaleza, Brasil, v. 13, n. 2, p.40-54. 2019.

BRAVO FILHO, E. S. **Propagação e conservação ex situ de *Melocactus sergipensis* (Cactaceae), espécie endêmica e criticamente ameaçada de extinção.** Tese (doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe. Brasil, 2019.

BRAUN, P. MACHADO, M., TAYLOR, N.P. & ZAPPI, D. ***Melocactus violaceus* (amended version of 2013 assessment).** The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T40925A121501259. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T40925A121501259.en>. Acesso em 8 de Junho de 2022.

CAMPANILI, M.; SCHÄFFER, W. B. Mata Atlântica: manual de adequação ambiental. Brasília: MMA/SBF, 96p. Brasil, 2010.

CARVALHO, P. H. da S.; SANTOS, R. S. dos; ANDRADE NETO, R. de C.; LUNZ, A. M. **P. Avaliação de doses de potássio na produção de mudas de *Euterpe precatoria*.** Embrapa Acre, 2020.

CARNEIRO, A. M.; FARIAS-SINGER, R.; RAMOS, R. A.; NILSON, A. D. **Cactos do Rio Grande do Sul.** Fundação zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 224p. Brasil, 2016.

CAVALCANTE, A.; TELES, M.; MACHADO, M. **Cactos do Semiárido do Brasil: Guia Ilustrado.** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Campina Grande, 2013.

CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. G.; JUNIOR, G. B. S.; NETO, R. F.; CAVALCANTE, L. F. Adubação Orgânica e Intensidade Luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da *Pitaya* em Bom Jesus. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 970-982, Setembro 2011

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CHAVEZ, J. C. M. Produção de mudas de cajueiro. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2001. 43p.

COLOMBO, J. N.; PUIATTI, M.; ALTOÉ, L. M.; HADDADE, I. R.; VIEIRA, J. C. B.; Desempenho da taioba cultivada sob diferentes materiais de cobertura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 13, n. 4., 2018 Doi: <<https://doi.org/10.5039/agraria.v13i4a5580>>

CORRÊA, F. O.; SOUZA, C. A. S.; CARVALHO, J. G.; MENDONÇA, V. Fósforo e Zinco no desenvolvimento de mudas de aceloreira. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 793-796, Dezembro 2002.

CORREIA, D.; SILVA, I. C.; NASCIMENTO, E. H. S.; MORAIS, J. P. S. Produção de Mudas de Mandacaru. **Circular Técnica 39**. EMBRAPA, Fortaleza, 2012.

CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S.; GOMES FILHO, A. A. H.; LIMA, M. L. B.; ALMEIDA, J. V. F. **Melocactus**. Embrapa Agroindústria-Fortaleza, documento 179, 23p. Brasil, 2018.

DIAS, B. **Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. Ministério do Meio Ambiente (MMA), 17p. Brasil, 2007.

DUARTE, M. H.; QUEIROZ, E. R.; ROCHA, D. A.; COSTA, A. C.; ABREU, C. M. P. Quality of pitaya (*Hylocereus undatus*) submitted to organic fertilization and stored under refrigeration. Braz. J. **Food Technol.**, v. 20, e2015115, 2017.

ESTRADA-CASTILLO, S.; NEGRITTO, M. A.; FERNANDEZ-ALONSO, J. L.; CARBONÓ-DELAHOZ, E. Las especies de *Pereskia* (*Pereskioideae*, *Cactaceae*) en Colombia. **Caldasia** v. 41, n. 2, p. 289–300. Colômbia, 2019.

FARIAS, O. R.; NOBRE, R. G.; OLIVEIRA, F. S.; SILVA, L. A.; CRUZ, J. M. F. L. Produção e qualidade de porta-enxertos de cajueiro-anão-precoce sob diferentes doses de esterco ovino. *Acta Biológica Catarinense* 2021 Jan-Mar;8(1):35-43.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35:1039-1042, 2011.

FONSECA, R. B. S.; FUNCH, L. S.; BORBA, E. L. Dispersão de sementes de *Melocactus glaucescens* e *M. paucispinus* (*Cactaceae*), no Município de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina - BA. **Acta Botanica Brasilica** v. 2, n. 2, p. 481-492. Brasil, 2012.

GHEIHY H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados** ISBN 978-85-420-0948-4 Fortaleza - CE, 2016

GUIMARÃES, D. T.; MARTÍNEZ, M. G.; FERREIRA, L. T.; SILVA, M. M. A. **Germinação in vitro e desenvolvimento inicial de coroa-de-frade (*Melocactus zehntneri*)**. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências - CONAPESC. Brasil, 2016.

HUNT, D.; TAYLOR, N.; CHARLES, G. **The New Cactus Lexicon**. DH books, Milborne Port. 382p, 2006.

IMIDIO, A. M. **Germinação de sementes e aspectos etnobotânicos de *Melocactus violaceus* Pfeiff no estado de Sergipe**. Universidade Federal de Sergipe. Dissertação de mestrado, 2017. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/4230>>.

IPI - International Potash Institute. **Potássio, o elemento da qualidade na produção agrícola**. 38 p., 2013.

JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. C.; RESENDE, F. V.; COSTA, E.; SILVA, J.; GUEDES, I. M. R. **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças**. Embrapa Hortaliças, 30p. Brasília, 2020.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Plant Systematics: A Phylogenetic Approach**. Sinauer Associates, Inc., Sunderlande, Massachusetts, EUA, 1999.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, p. 43-63, 2015.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco, 822p. Brasil, 2003.

LEÃO, F. A. N. **Crescimento de plantas jovens de açaízeiro influenciado pela substituição do suprimento de potássio pelo sódio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço, 2019.

LENZI, M. GRAIPEL, M. E.; MATOS, J. Z.; FRAGA, A. M.; ORTH, A. I. Dispersão zoocórica e hidrocórica marítima de *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw.(Cactaceae) **Biotemas**, v.25, n.1, p. 47-53. Brasil, 2012.

LISBOA, Alysson Canabrava et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* em substrato com esterco bovino. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018.

LONE, B. A.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T.; DESTRO, D. Desenvolvimento vegetativo de *Melocactus bahiensis* (Cactaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, 56(2): 199-203, 2009.

MACHADO, M., TAYLOR, N.P., BRAUN P., ZAPPI, D. ***Melocactus zehntneri* (amended version of 2013 assessment)**. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T152094A121521664. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T152094A121521664.en>.

MARCELINO, M. M., SILVA, M. A. S.; SILVA, T. G. L.; JUVINO, E. O. R. S.; MARIZ, S. R. **Propriedades fitoterapêuticas da *Melocactus zehntneri* (coroa-de-frade): uma revisão integrativa**. III Conbracis, Brasil, 2018.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1º Edição, 1100p. Brasil, 2013.

MENDES, Z. R. **Contribuições da família Cactaceae Juss. para a diversidade de aranhas na**

Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, SP, Brasil. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 96p. Brasil, 2016.

MENEZES, M. O. T.; TAYLOR, N. P.; LOIOLA, M. I. B. Flora do Ceará, Brasil: Cactaceae. **Rodriguésia**, Fortaleza, v. 64. n. 4, 774p. Brasil, 2013.

MORAIS, F.A.; GOES, G. B.; COSTA, M. E.; MELO, I. G. C.; VERAS, A. R. R.; CUNHA, G. O. Fontes e proporções de esterco na composição de substratos para produção de mudas de jaqueira **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 7, 2012, pp. 784-789 Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco, Brasil

NEVES, A. M. B; NOBRE, F. V.; FONSECA, J. R. R.; MEDEIROS, M. C.; BELCHIOR FILHO, V. **O Xiquexique e outros cactis forrageiros**. SEBRAE, Natal, RN. 16., 2016.

NOBEL, S. **Cacti: biology and uses**. University of California, 2002.

NOGUEIRA NETO, F. A. **Desenvolvimento e Classificação de Mudanças de Espécies Arbóreas da Caatinga em Função do Sombreamento**. Monografia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2020.

NOGUEIRA, R. S.; LUNZ, A. M. P.; OLIVEIRA, J. B.; ARAÚJO, C. S.; NETO, R. C. A.; CARVALHO, P. H. S. Diferentes Níveis de Sombreamento no crescimento inicial de mudas de Açaízeiro-solteiro. **III Seminário da Embrapa Acre de iniciação científica e pós-graduação**. Acre, 2020.

OLIVEIRA, O. D. **Manejo de Suculentas como Alternativa a Produção Urbana - Relato de Experiência**. Monografia. Areia, 2022.

PEREIRA, M. R. S.; SILVA, T. G.; RAMOS, G. J. A.; CORREIA, C. C. Visitantes florais em duas espécies do gênero *Pilosocereus* (Cactaceae Juss.) em área de Caatinga. **Diversitas Journal**. Santana do Ipanema/AL. v. 6, n. 1, p. 584-600. Brasil, 2021.

PEREIRAZ, E. M.; PEREIRA, F. H. F.; LINS, H. A.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; FERREIRA, A. A. Fontes de esterco e concentrações de nutrientes na solução nutritiva na produção e qualidade de brotos de palma forrageira. **Revista Verde**, v.7, n.4, p.226-231. Mossoró, RN, 2012.

PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DAS CACTÁCEAS (PAN). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio. Brasil, 2011.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de Carbono na Agricultura**, p. 36-38, UFRRJ. Brasil, 1998.

REINERT, F.; BLANKENSHIP, R.E. Evolutionary aspects of crassulacean acid metabolism. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 359-368. 2010.

SANCHES, L. V. C.; FERREIRA, M. J. C. L.; BOSQUE, G. Teste de emergência e avaliação de desenvolvimento de cactos *Melocactus deinacanthus* em diversos tipos de substratos. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 7, n. 12. Brasil, 2007.

SARAIVA, F. M. **Desenvolvimento e acúmulo de nutrientes de palma forrageira (Nopalea) em diferentes sistemas de cultivo**. 104 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAUILINO, A. C. Salinidade: efeitos na fisiologia e nutrição mineral de plantas. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1563, 2012.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. **Produção de mudas de espécies florestais nativas : manual**. Rede Sementes do Pantanal - 2, Campo Grande, MS : Ed. UFMS, 59p. Brasil, 2006.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural **Reflorestamento: produção de mudas florestais no bioma amazônico**. Coleção Senar, 1º Edição. 116p. Brasília, 2018.

SILVA, M. S. **Efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018.

SILVA, I. O. F. **Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Acrocarpus fraxinifolius* Mart. produzidas em diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde. 82p., 2019.

SOUZA, J. T. A.; NASCIMENTO, M. G. R.; FIGUEREDO, J. P.; NÁPOLES, F. A. M.; ANDRADE, F. H. A. Caracterização técnico-produtiva do sistema de cultivo de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 6, n. 2, p. 64-71, abr./jun. 2019. ISSN 2358-6303.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2.ed. Massachusetts, Publishers Sunderland. p. 483-516, 1998.

TAIZ, L; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal - 6ª Edição. p. 342, Porto Alegre, 2017.

TAYLOR, N. P. **The genus *Melocactus* (Cactaceae) in Central and South America**. **Bradleya**, v.9, p.1-8, 1991.

TORTATO, F. R. **Resumo executivo da proposta de criação do mosaico de unidades de conservação do Pantanal Norte**. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Diretoria de Criação e Manejo de Unidades de Conservação, 27p. Brasil, 2018.

VERNA, C.A. **Estrutura e vascularização da região areolar em cactos com folha**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 70p. São Paulo, Brasil, 2011.

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. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, p. 615-622 v. 2, n. 85, 2013.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.P. ***Cactaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.*** Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB1591>>. Acesso em: 08 jun. 2022

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, M.R.; LAROCCA, J. Cactaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB70>>. Acesso em: 26 mai. 2020

ZAPPI D.; TAYLOR, N. Cactaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB70>>. Acesso em: 12 mai. 2020