

GERMINAÇÃO E ACLIMATIZAÇÃO DE *Hamatocactus setispinus*
(CACTACEAE)

PRISCILLA BRITES XAVIER

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2010**

**GERMINAÇÃO E ACLIMATIZAÇÃO DE *Hamatocactus setispinus*
(CACTACEAE)**

PRISCILLA BRITES XAVIER

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof. Janie Mendes Jasmim

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2010

**“GERMINAÇÃO E ACLIMATIZAÇÃO DE *Hamatocactus setispinus*
(CACTACEAE)”**

PRISCILLA BRITES XAVIER

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 17 de Março de 2010

Comissão examinadora:

Prof.^a Mara de Menezes de Assis Gomes (D.Sc., Biologia Vegetal) ISTCA –
FAETEC – RJ

Prof. Roberto Ferreira da Silva (D.Sc., Horticultura) UENF

Prof. Henrique Duarte Vieira (D.Sc., Produção Vegetal) UENF

Prof.^a Janie Mendes Jasmim (D.Sc., Produção Vegetal) UENF
(Orientadora)



Dedico

*Aos meus amados pais, **Eduardo** e **Aparecida**, por todo o incentivo e apoio, por serem meus exemplos de vida, por jamais permitirem que eu desanimasse e por estarem sempre presente em minha vida.*

*Ao meu querido e amado irmão, **Eduardo**, por ser meu companheiro e amigo de todas as horas, por estar sempre ao meu lado, mesmo distante, por suas brincadeiras divertidas, por nossos papos, por toda a ajuda nesta caminhada.*

*A minha querida avó paterna, **Alice** (meu anjo da guarda), por suas orações e incentivo enquanto estive por aqui. Ao meu querido avô materno, **Zico** (meu anjo da guarda), por torcer sempre por mim. E aos meus queridos avós paterno e materno, **Alfredo** e **Elcy** (meus anjos da guarda), que infelizmente não conheci, mas deixaram muitos ensinamentos e força, passados a mim por meus pais.*

“Porque, assim como desce a chuva e a neve dos céus, e para lá não tornam, mas regam a terra, e a fazem produzir, e brotar, e dar semente ao semeador, e pão ao que come”

(Isaías, 55:10)

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por ser meu refúgio e fortaleza, socorro bem presente nas tribulações, por ser o alicerce da minha vida junto com minha família e, por sempre me dar forças para eu alcançar a vitória;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, pela oportunidade de realização deste trabalho e concessão da bolsa;

À professora Mara de Menezes de Assis Gomes por ter aceitado fazer parte desta banca avaliadora;

Aos professores Henrique Duarte Vieira e Roberto Ferreira da Silva por todo o ensinamento passado ao longo dos anos, pela amizade, pela orientação, por serem sempre tão prestativos e por aceitarem fazer parte da banca avaliadora deste trabalho;

Ao professor Geraldo Gravina pela grande ajuda nas análises estatísticas;

À Janie, pela orientação e confiança depositadas em mim, pela experiência compartilhada ao longo dos anos, pelos ensinamentos e por ser muito mais que minha orientadora ou professora, mas por ser uma amiga;

À Andrezza, pela amizade verdadeira, pelo companheirismo, pelas palavras de carinho e incentivo e por estar sempre disposta a ajudar. Você é uma irmã que Deus enviou para caminhar ao meu lado nesta jornada. Te amo!

Às “meninas lá de casa”, Thays, Natalia, Renata e Jéssica, por terem sido muito mais que amigas de república, pelas queridas irmãs que vocês são além, de minha segunda família. Por todos os momentos que passamos juntas, pela amizade verdadeira, pelo carinho, apoio e incentivo. Amo vocês!

Ao Raphael, por todas as brincadeiras e momentos divertidos passados lá em casa e quando saíamos todos juntos para descontrair;

Ao Leandro, pela enorme ajuda com as análises estatísticas, além é claro, da paciência. Pelos momentos de brincadeira e descontração lá em casa;

Ao Detony pela ajuda com as medições e por ser tão prestativo;

Ao pessoal do setor de Cultura de Tecidos Vegetais, Virginia, Tarcísio, Greici, por toda a ajuda com os experimentos de germinação *in vitro*, pela orientação na condução dos trabalhos, pelas dúvidas esclarecidas, por ficar até mais tarde (e bem mais tarde) no laboratório me ajudando e fazendo companhia e, pelos momentos divertidos passados com vocês. Muito obrigado!

Ao pessoal do setor de Sementes do Laboratório de Fitotecnia, por permitir a realização dos experimentos em B.O.D., por disponibilizar os equipamentos e por toda a ajuda oferecida;

À minha família que nunca deixou de acreditar em mim, por estar sempre presente em todos os momentos, bons ou ruins, pelo incentivo, pelo carinho e amor, pela compreensão, pela dedicação e, principalmente, por ser uma família tão unida. Por isso, esta conquista é nossa! Amo muito vocês!

Enfim, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse vencer mais esta etapa da minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1- Cactaceae.....	04
2.1.1- Origem e distribuição geográfica.....	04
2.1.2- Morfologia e Botânica.....	06
2.1.3- Classificação Taxonômica.....	07
2.1.4- Usos.....	08
2.2- Propagação.....	09
2.2.1- Germinação de sementes.....	10
2.2.1.1- Fatores que afetam o processo germinativo.....	10
2.2.1.2- Armazenamento de sementes.....	13
2.2.2- Germinação <i>in vitro</i>	15

2.3- Substratos.....	17
2.3.1- Substratos utilizados para germinação em germinadores.....	17
2.3.2- Meios de cultura utilizados para germinação <i>in vitro</i>	18
2.4- Aclimatização.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1- Material Vegetal.....	23
3.2- Germinação <i>in vitro</i> de sementes de <i>Hamatocactus setispinus</i>	24
3.2.1- Desinfestação das sementes.....	24
3.2.2- Determinação do tipo de fotoblastismo.....	26
3.2.3- Germinação <i>in vitro</i> de <i>Hamatocactus setispinus</i> em diferentes meios de cultura.....	26
3.3- Germinação de sementes de <i>Hamatocactus setispinus</i> em condições de câmara de germinação.....	28
3.3.1- Efeito do polvilho antisséptico.....	28
3.3.2- Efeito da temperatura e substrato.....	29
3.4- Armazenamento de sementes de <i>Hamatocactus setispinus</i>	30
3.5- Emergência de <i>Hamatocactus setispinus</i> em casa-de-vegetação....	31
3.5.1- Substratos.....	31
3.6- Aclimatização de plântulas obtidas <i>in vitro</i>	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1- Características dos frutos e sementes.....	34
4.2- Desinfestação das sementes.....	35
4.3- Determinação do tipo de fotoblastismo.....	35
4.4- Germinação <i>in vitro</i> de <i>Hamatocactus setispinus</i> em diferentes meios de cultivo.....	36
4.5- Efeito do polvilho antisséptico e da temperatura.....	42
4.6- Efeito da temperatura e substrato.....	48
4.7- Armazenamento de sementes de <i>Hamatocactus setispinus</i>	55

4.8- Emergência de <i>Hamatocactus setispinus</i> em casa-de-vegetação....	58
4.9- Aclimatização das plântulas obtidas <i>in vitro</i>	61
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
APÊNDICE.....	82

RESUMO

XAVIER, P.B.; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Março de 2010; Germinação e aclimatização de *Hamatocactus setispinus* (Cactaceae); Professora Orientadora: Janie Mendes Jasmim. Conselheiros: Henrique Duarte Vieira, Virginia Silva Carvalho.

O objetivo deste trabalho foi determinar o fotoblastismo da espécie, o comprimento e largura dos frutos, número de sementes por fruto e peso de 1000 sementes e avaliar os efeitos do polvilho antisséptico e de diferentes temperaturas e substratos, do tempo de armazenamento na germinação das sementes de *Hamatocactus setispinus*, de diferentes meios de cultivo e concentrações de carvão ativado na sua germinação *in vitro*, bem como avaliar a aclimatização das plântulas, a emergência em casa-de-vegetação. As sementes são fotoblásticas positivas, os frutos mediam $8,60 \pm 0,50$ mm de comprimento e $9,03 \pm 0,50$ mm de largura, com média de 174 ± 33 sementes com $1,38 \pm 0,02$ mm de comprimento e $1,05 \pm 0,04$ mm de largura e, o peso de 1000 sementes foi 0,066 g. O experimento sobre o efeito do polvilho antisséptico constituiu-se num esquema fatorial (3x2x2), sendo três substratos (três folhas de papel, duas folhas e areia), duas temperaturas (25 e 35°C) e dois métodos de proteção das sementes

(sem e com polvilho antisséptico), em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições de 50 sementes. A temperatura de 25°C foi melhor para índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (Tm), percentagem de germinação e comprimento da raiz e o substrato duas folhas de papel proporcionou os melhores resultados para IVG, Tm e percentagem de germinação e, por isso, ambos são recomendados para a realização de testes de germinação. Verificou-se que o uso de polvilho não é recomendado. O experimento sobre o efeito de diferentes temperaturas e substratos constituiu-se num esquema fatorial (4x3), sendo quatro temperaturas (20, 25, 30 e 35°C) e três substratos (duas folhas de papel, areia e vermiculita), em DIC com quatro repetições de 50 sementes. A temperatura de 25°C e o substrato duas folhas de papel apresentaram os melhores resultados. O experimento sobre o armazenamento das sementes constituiu-se em DIC com sementes armazenadas de 1 a 10 meses em sacos de papel sob temperatura ambiente. A cada 30 dias foram realizados testes de germinação com quatro repetições de 50 sementes. O percentual de germinação não reduziu com o tempo de armazenamento obtendo-se uma média de 96%. O experimento sobre a germinação *in vitro*, constituiu-se num esquema fatorial (6x2), sendo seis meios de cultivo (MS; MS ½ força; 1 e 0,5 g L⁻¹ de Peter's[®] CalMag (15-05-15); MS mais 10% de água de coco e; água e ágar) e duas concentrações de carvão ativado (0 e 3 g L⁻¹), em DIC com 10 repetições. O meio 1 g L⁻¹ de Peter's[®] apresentou os melhores resultados. Verificou-se que o uso de carvão não é recomendado. O experimento sobre a emergência em casa-de-vegetação constituiu-se num esquema fatorial (7x2), sendo sete substratos (Biomix Floreira[®] (S1); Plantmax[®] HT (S2); Biomix[®] + areia (S3); Plantmax[®] + areia (S4); Biomix[®] + vermiculita (S5); Plantmax[®] + vermiculita (S6) e Biomix[®] + areia + vermiculita (S7)) e dois métodos de proteção das sementes (sem e com polvilho), em blocos ao acaso com cinco repetições de 50 sementes. Os substratos S1, S3, S5 e S7 apresentaram os melhores resultados. Não se recomenda o uso de polvilho. Quatro experimentos com plântulas dos meios de cultivo Peter's[®] 1 e 0,5 g L⁻¹, sem e com carvão, foram realizados em blocos ao acaso com dois substratos (Biomix[®] e Biomix[®] + areia). Os substratos utilizados na aclimatização não diferiram entre si. Plântulas provenientes dos meios Peter's[®] 1 e 0,5 g L⁻¹ com carvão apresentaram melhores resultados.

ABSTRACT

XAVIER, P.B.; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; March 2010; Germination and acclimatization of *Hamatocactus setispinus* (Cactaceae); Supervisor: Janie Mendes Jasmim. Counsellors: Henrique Duarte Vieira, Virginia Silva Carvalho.

The aim of this study was to determine the species photoblastism, the length and width of fruits, number of seeds per fruit, and the weight of 1000 seeds and to evaluate the effects of the antiseptic powder, different temperatures and substrates and seed storage on the germination of *Hamatocactus setispinus*, different culture media and activated charcoal concentrations on its *in vitro* germination, as well as to evaluate the acclimatization of the seedlings, the emergence in the greenhouse. The seeds are positive photoblasts, the fruits were 8.60 ± 0.50 mm long and 9.03 ± 0.50 mm wide with an average of 174 ± 33 seeds, which were $1.38 \pm 0,02$ mm long and 1.05 ± 0.04 mm wide and the weight of 1000 seeds was 0.066 g. The experiment on the effect of antiseptic powder consisted of a factorial experiment (3x2x2) with three substrates (three sheets of paper, two sheets and sand), two temperatures (25 and 35°C) and two seed protection methods (with and without antiseptic powder) in a completely

randomized design (CRD) with four replications of 50 seeds. The temperature of 25°C was the best for the index of germination speed (IGS), mean germination time (T_m), germination percentage and root length and two sheets of paper substrate provided the best results for IGS, T_m and germination percentage and therefore, both are recommended for germination tests. It was found that the use of antiseptic powder is not recommended. The experiment on the effect of different temperatures and substrates consisted of a factorial experiment (4x3), with four temperatures (20, 25, 30 and 35°C) and three substrates (two sheets of paper, sand and vermiculite), in CRD with four replications of 50 seeds. The temperature of 25°C and two sheets of paper substrate had the best results. The experiment on seed storage was in CRD with seeds stored from 1 to 10 months in paper bags at room temperature. Every 30 days were carried out germinations tests with four replications of 50 seeds. The percentage of germination is not reduced with the storage time resulting in an average of 96%. The experiment on *in vitro* germination, consisted of a factorial experiment (6x2), with six culture media (MS; ½ strength MS; 1 and 0.5 g L⁻¹ of Peter's® CalMag (15-05-15); MS plus 10% coconut water; water and agar) and two concentrations of activated charcoal (0 and 3 g L⁻¹) in CRD with 10 replications. The 1 g L⁻¹ of Peter's medium had the best results. It was found that the use of charcoal is not recommended. The experiment on seed emergence in the greenhouse consisted of a factorial experiment (7x2), with seven substrates (Biomix Floreira® (S1); Plantmax® HT (S2); Biomix® + sand (S3); Plantmax® + sand (S4); Biomix® + vermiculite (S5); Plantmax® + vermiculite (S6) and Biomix® + sand + vermiculite (S7)) and two seed protection methods (with and without powder) in randomized blocks with five replications of 50 seeds. The substrates S1, S3, S5 and S7 had the best results. The use of the antiseptic powder is not recommended. Four experiments with seedlings of the Peter's® 1 and 0.5 g L⁻¹ culture media, with and without charcoal, were carried out in randomized blocks with two substrates (Biomix® and Biomix® + sand). The substrates used in acclimatization did not differ. Seedlings from Peter's® 1 and 0.5 g L⁻¹ culture media with charcoal had the best results.

1. INTRODUÇÃO

As cactáceas são plantas pertencentes à família Cactaceae que conta com aproximadamente 1500 espécies de plantas com os mais diversos usos, desde o ornamental, na alimentação e com finalidades medicinais (Pardo, 2002; Fuentes, 2005). Entretanto, o principal uso das cactáceas é como plantas ornamentais. A variedade de espécies utilizadas para este fim é enorme como, por exemplo, plantas do gênero *Ferocactus*, *Mammillaria*, *Echinocereus*, *Notocactus*, *Rebutia*, *Sulcorebutia*, *Schlumbergera*, *Thelocactus* entre várias outras (Bell, 2001). A espécie *Hamatocactus setispinus* destaca-se no comércio de cactos ornamentais em função de suas características de ciclo curto, crescimento rápido e florescimento ao longo do ano.

Dentre os métodos de propagação dessas plantas, aquele por meio da germinação de sementes destaca-se como um método muito importante, pois permite o aproveitamento da diversidade genética das populações (Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes, 2000), facilitando a escolha de características desejáveis a partir da seleção de genótipos como, por exemplo, para a produção de biomassa, qualidade dos frutos, tolerância a fatores promotores de estresse, etc (Altare et al., 2006).

Vários fatores influenciam a germinação das sementes, porém, em meio àqueles extrínsecos à semente, a temperatura, a umidade e a luz são de grande

importância (Toledo e Marcos Filho, 1977; Carvalho e Nakagawa, 2000). Em razão de um grande número de espécies de cactos estarem ameaçadas de extinção, é muito importante que sejam conhecidos os requisitos necessários para a germinação das sementes, de modo a compreender a ação desses fatores ambientais nesta etapa importante do ciclo de vida destas plantas (Rojas-Aréchiga et al., 1997).

Apesar da maioria das espécies de cactáceas não serem exigentes em tratamentos culturais, muitas espécies apresentam crescimento lento e baixa germinação de sementes (Medeiros et al., 2006), com isso, há a necessidade de estudos com o intuito de transpor as barreiras que acarretam estes problemas.

Uma técnica que se destaca por propiciar aumento na taxa de crescimento além de produzir plantas livres de patógenos é a cultura de tecidos (Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes, 2000), a qual vem sendo utilizada na propagação de cactos, a fim de suprir a demanda comercial (Fráguas et al., 2004).

Após o processo de germinação *in vitro* e em germinadores, antes que as novas plantas sejam retiradas destas condições, elas devem passar por uma fase de aclimatização, pois suas estruturas ainda não estão aptas para manter sua sobrevivência fora dessas condições. Neste processo, a escolha do substrato ideal também exerce grande influência. Em geral, eles devem ter boa porosidade e capacidade de aeração, ter água facilmente disponível e ser ricos em nutrientes (Bailey et al., 1999; Carrijo et al., 2002).

Objetivos:

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de *Hamatocactus setispinus* *in vitro* e em germinadores, a emergência das plântulas em casa-de-vegetação e a aclimatização das plântulas provenientes da germinação *in vitro*.

Os objetivos específicos foram:

- Caracterizar os frutos e sementes de *Hamatocactus setispinus*;
- Determinar o tipo de fotoblastismo da espécie;
- Avaliar a germinação *in vitro* de sementes de *Hamatocactus setispinus* em diferentes meios de cultivo com e sem a adição de carvão ativado;
- Avaliar o efeito do polvilho antisséptico na proteção de sementes de *Hamatocactus setispinus*;

- Avaliar a germinação de sementes de *Hamatocactus setispinus* em diferentes substratos sob diferentes regimes de temperatura constante;
- Avaliar a germinação das sementes após períodos de armazenamento em laboratório sob temperatura ambiente;
- Avaliar a emergência das plântulas de *Hamatocactus setispinus*, em diferentes substratos, em casa-de-vegetação;
- Avaliar o efeito de diferentes substratos no processo de aclimatização das plântulas provenientes da germinação *in vitro*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Cactaceae:

2.1.1- Origem e distribuição geográfica

As plantas da família Cactaceae podem ser encontradas em praticamente todo o planeta, mas principalmente nos ecossistemas desérticos, com altas temperaturas e déficit hídrico. Entretanto, algumas exceções como, por exemplo, a espécie *Rhipsalis* sp podem ser encontradas em ambientes de florestas úmidas. Sua distribuição engloba praticamente todo o continente Americano, desde o Canadá até o sul do Chile, enquanto que algumas espécies podem ser encontradas em Madagascar e em países da África e no Sri-Lanca (Takane et al., 2009). Algumas espécies foram introduzidas em outros continentes após o descobrimento da América e apesar de existirem poucos registros fósseis de cactos, especialistas consideram a zona tropical seca da América do Sul como o provável centro de origem desta família (Becerra, 2000). À medida que foi ocorrendo sua diversificação, os cactos foram invadindo quase todos os ambientes naturais da América, desde as selvas úmidas da América Central até os desertos mais

secos do Peru, florestas caducifólias e temperadas e, algumas espécies ainda conseguiram se estabelecer em regiões onde neva no inverno (Becerra, 2000).

A família Cactaceae conta com aproximadamente 110 gêneros e 1500 espécies. O México é considerado o país com maior diversidade dessa família, apresentando aproximadamente 52 destes gêneros e 850 espécies, sendo que 18 gêneros (34%) e 715 espécies (84%) existem unicamente neste país (Becerra, 2000).

A espécie *Hamatocactus setispinus* (Figura 1a) é originária do sul do Texas, nos Estados Unidos e, Coahuila, Nuevo Leon e Tamaulipas, no México. Pertence à subfamília Cactoideae a qual é caracterizada pela ausência de folhas. É uma planta globular atingindo de 7 a 12 cm de altura e 5 a 9 cm de diâmetro, apresenta costelas bem evidentes e sinuosas em número de 12 a 15. Suas flores são amarelas com a base avermelhada, de 3,8 a 5,2 cm de comprimento e 3 a 4,3 cm de diâmetro, os frutos são redondos, vermelhos, indeiscentes e carnudos na maturidade (Figura 1b), geralmente com 11 a 15 cm de comprimento e 10 a 14 cm de diâmetro. Suas sementes são bem pequenas e enrugadas com cerca de 1,3 a 1,7 mm de comprimento e 0,5 a 0,8 mm de diâmetro (Figura 1c, d). Além do nome *Hamatocactus setispinus*, pode-se encontrar na literatura o sinônimo *Thelocactus setispinus* para esta espécie (Anderson, 2008).

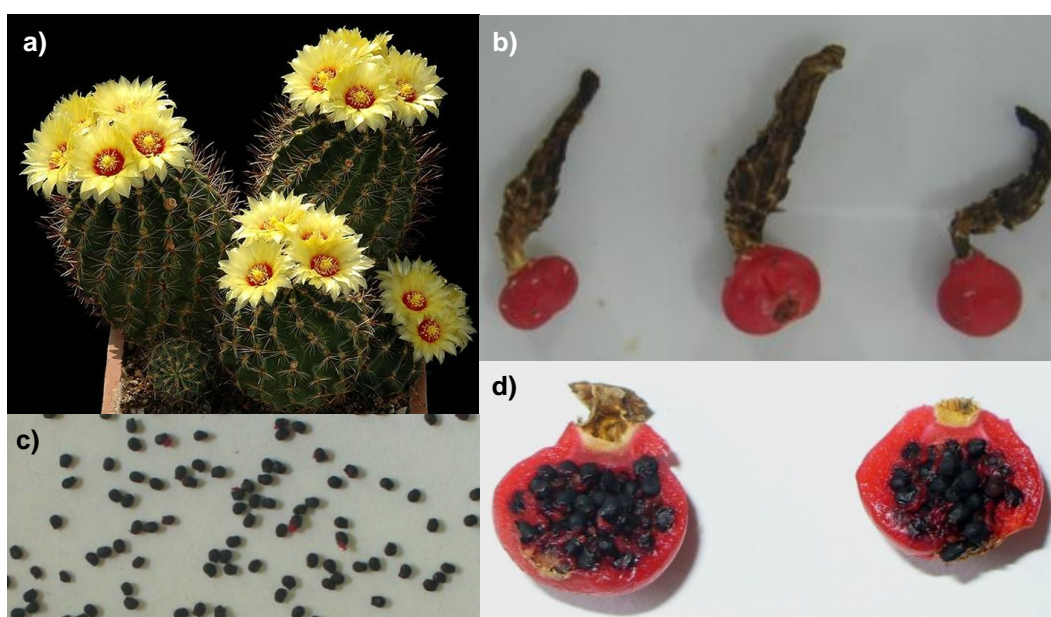


Figura 1- *Hamatocactus setispinus*: a) planta florescendo; b) frutos; c) e d) sementes.

2.1.2 – Morfologia e Botânica

Segundo Joly (1991), as cactáceas, em geral, apresentam as seguintes características morfológicas:

Os cactos são plantas caracteristicamente sem folhas desenvolvidas, suas folhas são fortemente suculentas, porém há exceções como, por exemplo, *Pereskia* que possui folhas normais. O caule é verde e de formas variadas, consta basicamente de um eixo que pode ser pouco alongado e globoso, como em *Melocactus* e *Notocactus*; alongado e com gomos longitudinais, como em *Cereus* e *Pilocereus*; achatado no plano do eixo maior, segmentado ou não, como em *Opuntia* e *Epiphyllum*; ou excepcionalmente cilíndrico, em *Rhipsalis*. Seus caules são revestidos por espinhos, dispostos espiraladamente em grupos, substituindo as folhas que, em certos gêneros (*Opuntia*) se desenvolve nas porções juvenis, mas logo caem, em outros, o caule é normal com limbo desenvolvido e persistente (*Pereskia*).

As flores são isoladas, em sua maioria, excepcionalmente grandes, coloridas, formadas por inúmeros segmentos, destes os mais externos são verdes e calicinos enquanto que, os mais internos são coloridos e petalóides, soldados em maior ou menor extensão na base. O androceu é constituído por numerosos estames que, em alguns gêneros como *Opuntia*, podem apresentar movimentos de elevação, causados por irritação dos filetes. Ovário sempre ínfero, multicarpelar e unilocular, geralmente com placenta carnosa e muitos óvulos mergulhados. O fruto baciforme, em geral grande e colorido, normalmente vermelho, é procurado por pássaros e pelo homem por apresentar a polpa doce. Alguns exemplos são figo-da-índia, palma, quipá (*Opuntia*), mandacaru (*Cereus*), coroa-de-frade (*Melocactus*), flor-de-maio (*Zygocactus*), rainha-da-noite (*Epiphyllum*) e outros.

As cactáceas podem apresentar as reações de assimilação de carbono do tipo metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) ou C3, sendo a ocorrência destas, dependente das condições ambientais em que a planta se encontra. Em estudo sobre a captação de CO₂ pelas folhas e talos em três subfamílias de cactáceas, Nobel e Hartsock (1986) observaram que sob condições de boa umidade as plantas da subfamília Pereskioideae estudadas se comportaram como plantas C3. No caso das plantas da subfamília Cactoideae, estas se comportaram como plantas do tipo CAM

enquanto que, as representantes da subfamília Opuntioideae apresentaram características de plantas C3 e CAM.

Os agentes polinizadores de cactos devem ter certa especificidade, porém não são necessariamente exclusivos destas plantas. Apesar de borboletas, beija-flores, besouros, morcegos e dípteros também serem visitantes dessas flores, as abelhas são os polinizadores mais frequentes. Alguns fatores determinam a efetividade da polinização feita por elas como a atividade voadora, o tamanho da flor, a constância de visitas e a aderência dos grãos de pólen ao seu corpo, além disso, abelhas grandes podem ser importantes polinizadores, visto que são animais generalistas e voam grandes distâncias, favorecendo a polinização cruzada com indivíduos distantes (Nobel, 2002).

2.1.3 – Classificação Taxonômica

A família Cactaceae, segundo Anderson (2008) é dividida em quatro subfamílias:

- a) Subfamília Pereskioideae: seus representantes são os mais primitivos da família Cactaceae, apresentam metabolismo CAM nos caules e metabolismo do tipo C3 nas folhas, as quais estão presentes, assim como os espinhos. São plantas arbóreas, arbustivas ou trepadeiras. Podem ser encontradas do sul do México ao longo do Caribe e América Central e, em grande parte da América do Sul e leste dos Andes.

Alguns exemplos de espécies desta subfamília são: *Pereskia aculeata*, *P. grandifolia*, *P. bahiensis*, *P. bleo*, *P. gamacho*.

- b) Subfamília Opuntioideae: são plantas arbóreas, arbustivas ou cespitosas, com o talo geralmente segmentado. Apresentam folhas, mas estas são pequenas e seus espinhos são variados. Podem ser encontradas no Canadá, na maior parte da América do Norte, Caribe e América Central e, no extremo sul da América do Sul. Alguns exemplos de gêneros desta subfamília são: *Austrocyllindropuntia*, *Brasiliopuntia*, *Cylindropuntia*, *Cumulopuntia*, *Grusonia*, *Micropuntia*, *Opuntia*, *Pereskioopsis*, *Pterocactus*, *Quiabentia*, *Tacinga*, *Tephrocactus*, *Tunilla*.

- c) Subfamília Cactoideae: apresenta uma grande diversidade morfológica com plantas arbóreas, arbustivas, trepadeiras ou epífitas, com raízes fibrosas ou tuberosas. Os caules vão de globosos a colunares, em forma de fita ou de tubérculo, geralmente não segmentados, com folhas vestigiais ou ausentes. As flores são sésseis, diurnas ou noturnas. Os frutos são deiscentes ou indeiscentes, carnosos ou secos, variáveis em tamanho e forma. As sementes são altamente variáveis com diâmetro de 0,4-5 mm, algumas com apêndices e com testa de arquitetura variável. A maioria é encontrada no Hemisfério Norte com uma espécie em Madagascar na África, *Rhipsalis baccifera*, em ilhas do Oceano Índico e no Sri Lanka. Alguns exemplos de gêneros desta subfamília são: *Cereus*, *Cleistocactus*, *Coryphantha*, *Echinocactus*, *Echinocereus*, *Echinomastus*, *Epithelantha*, *Escobaria*, *Ferocactus*, *Hylocereus*, *Leuchtenbergia*, *Lobivia*, *Mammillaria*, *Pelecyphora*, *Pilosocereus*, *Pediocactus*, *Rebutia*, *Rhipsalis*, *Sclerocactus*, *Schlumbergia*, *Stenocactus*, *Strombocactus*, *Thelocactus*, *Trichocereus*, *Turbinocarpus*.
- d) Subfamília Maihuenioideae: inclui arbustos cespitosos com metabolismo C₃, cujos caules são suculentos, curtos cilíndricos e globosos. As folhas são pequenas e persistentes, geralmente com três espinhos por auréola; as flores são terminais e solitárias, os frutos um tanto carnosos com pequenas escamas, suas sementes têm de 3-4 mm de diâmetro. São encontradas somente na Argentina e Chile. As plantas desta subfamília são pertencentes ao gênero *Maihuenia*.

2.1.4- Usos

As cactáceas são plantas que possuem usos variados, dentre eles pode-se citar o ornamental, medicinal, para alimentação, na confecção de cercas vivas, corantes entre outros. Espécies como *Pachycereus hollianus*, *Cereus hexagonos*, *Harrisia eriophora*, *Opuntia stricta* var. *dillenii*, *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* são muito usadas na confecção de cercas vivas formando uma barreira intransitável de 1,5 a 2,0 metros de altura (Pardo, 2002; Fuentes, 2005; Rodríguez-Arévalo et al., 2006).

O uso medicinal pode variar desde tratamento de inflamação vaginal, infecção urinária, gripe, problemas nos rins, no tratamento de problemas intestinais, reumatismo, problemas na coluna, antiinflamatórios (Fuentes, 2005), analgésico, para diabetes entre outros (Pardo, 2002). Dentre as espécies utilizadas para fim medicinal, pode-se citar *Opuntia ficus-indica*, *Cereus jamacaru*, *Harrisia adscendevis*, *Melocactus zehntneri*, *Opuntia palmadora*, *Pilosocereus gounellei* (Andrade et al., 2006), *Pereskia acunelata*, *Opuntia stricta*, *Rhipsalis baccifera*, *Selenicereus grandiflorus*, *Nopalea cochenillifera*, *Consolea macracantha* (Fuentes, 2005).

Para fins alimentícios, os frutos de *Pereskia acunelata* são muito utilizados na fabricação de sucos e refrigerantes (Fuentes, 2005), enquanto que outros como *Pachycereus hollianus*, *Armatocereus cartwrightianus*, *Browningia candelaris*, *Cleistocactus convergens*, *Echinopsis cuscoensis*, *E. pachanoi*, *E. peruvianus*, *E. santaensis*, *Haageocereus* sp., *Melocactus peruvianus*, *Mila caespitosa* e *Opuntia ficus-indica* são muito apreciados por seus sabores, variando do ácido até o doce (Pardo, 2002; Rodríguez-Arévalo et al., 2006).

Apesar de diferentes usos encontrados para as cactáceas, o ornamental constitui o principal deles. Dentre os principais gêneros de cactáceas cultivadas para esse fim estão *Cereus*, *Epiphyllum*, *Mammillaria*, *Nopalea*, *Opuntia*, *Stenocereus*, *Ferocactus*, *Echinocereus*, *Notocactus*, *Rebutia*, *Sulcorebutia*, *Schlumbergera*, *Thelocactus* entre vários outros (Bell, 2001; Fuentes, 2005). Pardo (2002) cita ainda *Echinopsis pachanoi*, *Lobivia pampana*, *Melocactus peruvianus*, *Mila caespitosa* e *Oroya* sp. como espécies de importância ornamental em Cuba.

2.2 – Propagação:

A necessidade de estudos sobre a propagação de plantas é justificada pela possibilidade de se obter plantas valiosas por meio de métodos artificiais, o que acarreta numa diminuição da coleta de material selvagem. A propagação de plantas pode ser feita por dois métodos: pela propagação vegetativa e pela seminífera, a qual constitui um método importante por permitir a diversidade genética das populações (Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes, 2000).

Entretanto estes dois métodos podem ser acelerados com o uso da técnica de propagação *in vitro*, que proporciona um crescimento, significativamente, mais rápido destas plantas além de uma maior quantidade (Retes-Pruneda et al., 2007).

2.2.1- Germinação de sementes

2.2.1.1 Fatores que afetam o processo germinativo

- Umidade:

O processo de germinação de sementes se inicia com a embebição de água pela semente e se completa quando uma parte do embrião, normalmente a radícula, se estende para penetrar as estruturas que o cercam (Bewley, 1997).

Diversos fatores afetam o processo de germinação, dentre estes, os mais importantes são as condições de umidade, temperatura e oxigênio (Toledo e Marcos Filho, 1977; Carvalho e Nakagawa, 2000).

A água exerce um papel extremamente importante no processo de germinação, pois com a absorção de água dá-se início a uma série de processos físicos, bioquímicos e fisiológicos no interior da semente que, na ausência de outro fator que seja limitante, resultam na emergência da plântula.

Segundo Toledo e Marcos Filho (1977), a absorção de água leva ao amolecimento dos tegumentos e aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva o que leva à ruptura dos tegumentos; facilita a penetração de oxigênio na semente, devido à absorção de água pelas paredes celulares dos tegumentos e do embrião, favorecendo a difusão dos gases; permite a hidratação do protoplasma e, se este estiver bem hidratado, permite a realização das funções normais das células vivas, como digestão, respiração, assimilação e crescimento, além de permitir a transferência dos nutrientes solúveis dos tecidos de reserva para os pontos de crescimento do embrião.

Além disso, a água permite o aumento da transmitância da luz dentro do solo arenoso o que favorece a germinação das sementes fotoblásticas positivas dos cactos (Martins, 2007).

Ramírez-Padilha e Valverde (2005) observaram a importância da disponibilidade de água na germinação de três espécies de *Neobuxbaumia*. Segundo os autores, à medida que o potencial da água do substrato diminuiu a capacidade e velocidade de germinação das sementes, para as três espécies, também diminuíram.

- Oxigênio:

Além da água, para que o processo de germinação ocorra normalmente, é necessário oxigênio, pois a respiração é muito ativa nas sementes. Em solos em que a aeração é reduzida, a germinação pode ser inibida pela limitação na difusão de oxigênio imposta por estes solos (Toledo e Marcos Filho, 1977). O substrato utilizado no teste de germinação deve permanecer úmido de maneira a fornecer às sementes a quantidade de água necessária para sua germinação e desenvolvimento. Entretanto, deve-se ter cuidado com o umedecimento do substrato para que não ocorra um decréscimo na germinação devido a uma diminuição na disponibilidade de oxigênio o que, conseqüentemente, reduz o processo metabólico, além do aumento na incidência de fungos, ocasionando a redução do vigor destas sementes (Perez et al., 1999).

- Temperatura:

Outro fator que exerce influência sobre o processo germinativo é a temperatura. Ela afeta tanto a velocidade, quanto o total e a uniformidade de germinação. Na ausência de outro fator limitante, a germinação ocorre dentro de certos limites de temperatura e seus extremos variam conforme a espécie (Toledo e Marcos Filho, 1977; Carvalho e Nakagawa, 2000).

De um modo geral, existem faixas de temperaturas que favorecem ou prejudicam o processo germinativo de acordo com a espécie. Temperaturas abaixo da mínima exigida pela espécie acarretam a não germinação da semente, o mesmo ocorre com temperaturas acima da máxima exigida. Entretanto, há também aquela em que a ação do calor provoca a morte da semente, chamada temperatura letal e, por último, a temperatura ótima em que o processo de germinação ocorre mais rapidamente (Toledo e Marcos Filho, 1977).

Segundo Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes (2000), temperaturas do ambiente abaixo de 12°C e acima de 28°C, ou seja, temperaturas extremas, não favorecem a germinação. De um modo geral, para uma ampla gama de gêneros de cactáceas, uma temperatura de 20 ± 2°C fornece uma boa taxa de germinação.

Apesar de estudos apontarem uma faixa de temperatura ideal para a germinação de cactáceas, esta varia de espécie para espécie. Para *Echinocactus platyacanthus*, uma espécie de cacto em formato de barril, Rojas-Aréchiga et al. (1998) não obtiveram diferença significativa na porcentagem de germinação utilizando as temperaturas de 20, 30 e 35°C, porém a espécie apresentou maior porcentagem de germinação a 25°C. Entretanto, para *Cephalocereus chrysacanthus*, uma espécie de cacto colunar, a máxima porcentagem de germinação foi alcançada a 30°C.

Segundo Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes (2000), para que a espécie *Hamatocactus setispinus*, objeto de estudo deste trabalho, supere 90% de germinação a temperatura ideal deve variar entre 20 e 30°C.

O uso de temperaturas alternadas fornece bons resultados, porém, na maioria das vezes, estes são semelhantes aos obtidos com temperaturas constantes. Apesar disto, a maioria dos estudos utiliza somente temperaturas constantes. Em seu trabalho, Rojas-Aréchiga et al. (1998), não observaram efeitos positivos significativos do uso de temperaturas alternadas sobre a germinação quando comparados aos resultados obtidos sob temperaturas constantes.

Martins (2007), em estudo com *Pilosocereus arrabidaei* utilizando regimes de temperaturas constantes e alternadas observou maior porcentagem e velocidade de germinação sob temperatura constante de 20°C e alternadas de 25/20°C. A autora não obteve diferença significativa entre os regimes, portanto ambos podem ser utilizados.

Apesar de estudos mostrarem resultados positivos para o uso de temperaturas alternadas, para a espécie *Melocactus bahiensis*, a utilização desse regime não foi satisfatória, como observado por Lone et al. (2007), ao testarem a temperatura alternada de 20/30°C que não promoveu a germinação das sementes.

- Luz:

Para um grande número de espécies de plantas a luz é um fator muito importante para a ocorrência da germinação (Toledo e Marcos Filho, 1977). A luz do ambiente é detectada pelo fitocromo, um pigmento fotorreceptor. Quando exposto a diferentes comprimentos de onda, o fitocromo se interconverte em duas principais formas: a forma ativa (Pfr) quando este é exposto à luz vermelha, forma esta que induz a germinação e, quando o fitocromo é exposto à luz vermelho-distante ela se converte em forma inativa (Pr) (Taiz e Zeiger, 2004).

A maioria das espécies de cactáceas estudadas apresenta fotoblastismo positivo, como, por exemplo, *Stenocereus stellatus* (Rojas-Aréchiga et al., 2001), quatro espécies de *Mammillaria* pesquisadas por Benítez-Rodríguez et al. (2004), em *Pilosocereus arrabidae* (Martins, 2007), *Trichocereus terscheckii* (Ortega-Baes e Rojas-Aréchiga, 2007), *Hylocereus setaceus* (Simão et al., 2007), além de 28 espécies estudadas por Flores et al. (2006). Porém, Ramírez-Padilha e Valverde (2005) observaram que as sementes de *Neobuxbaumia tetetzo* e *N. macrocephala* não são fotoblásticas, ou seja, elas são indiferentes à presença ou ausência de luz.

Em estudo com cactáceas colunares e em forma de barril, Rojas-Aréchiga et al. (1997), sugeriram uma relação entre a forma dos cactos e o fotoblastismo. Segundo os autores, os cactos colunares estudados são indiferentes à luz, enquanto que os cactos estudados em forma de barril são fotoblásticos positivos. Entretanto, Martins (2007) observou que *Pilosocereus arrabidae*, uma espécie de cacto colunar, apresenta fotoblastismo positivo, resultado este que contraria a associação feita anteriormente.

Normalmente sementes pequenas são fotoblásticas positivas (Hewitt, 1998) e quando estas se encontram nas camadas profundas do solo, em condições de ausência de luz, elas são incapazes de germinar. Entretanto, quando elas se encontrarem nas camadas superficiais do solo, onde são atingidas pela luz, a germinação ocorre normalmente (Silveira et al., 2004).

2.2.1.2 Armazenamento de sementes

Ao período de tempo em que uma semente se mantém viva, quando armazenada em condições adequadas, dá-se o nome de longevidade. Esta varia com o genótipo da planta, porém a conservação desse potencial fisiológico dependerá, em

sua maioria, do grau de umidade e das condições do ambiente de armazenamento (Marcos Filho, 2005).

Normalmente, a longevidade de uma semente aumenta quando esta é conservada em condições de baixa umidade e temperatura, como é o caso das sementes ortodoxas, ou seja, aquelas consideradas tolerantes ou resistentes à desidratação. Por outro lado, as sementes recalcitrantes não toleram condições de baixa umidade o que, conseqüentemente, diminui sua longevidade (Popinigis, 1985; Marcos Filho, 2005).

Pouco se sabe sobre a perda de viabilidade das sementes de cactáceas em função do período de armazenamento, principalmente sobre as condições ideais durante este processo. Para algumas espécies como, por exemplo, *Ferocactus herrerae* e *F. emoryi* após um período de armazenamento de dez anos foram obtidas taxas de germinação de 80 e 90%, respectivamente. Em contrapartida, sementes de duas espécies de *Brasilicactus* não se mostraram viáveis por um período maior do que quatro anos, onde a viabilidade caiu rapidamente após o primeiro ano (Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes, 2000).

Marques (2008) avaliando o efeito do armazenamento de sementes da cactácea *Hylocereus undatus* (pitaia) cv. CPAC – PY – 01 observou que o armazenamento das sementes em envelope de papel em câmara fria a 5°C e 90% de umidade por um período de um ano não influenciou a viabilidade destas sementes.

Sementes de *Annona crassiflora* (araticum) armazenadas por um período de 180 dias sob condições naturais de laboratório apresentaram uma taxa de emergência das plântulas de 90,67%, valor este muito próximo ao encontrado para sementes não submetidas ao armazenamento, com 89,53% (Cavalcante et al., 2007).

Avaliando o efeito de diferentes embalagens e condições de armazenamento em sementes de carqueja (*Baccharis trimera*) por um período de sete meses, Santana e Carvalho (2006) observaram que, independentemente do tipo de embalagem, sementes armazenadas em geladeira (40 a 60% de umidade e 4 a 7°C) apresentaram um percentual germinativo superior àquelas armazenadas sob condições naturais. Além disso, verificou-se que ao longo do período de conservação, sementes acondicionadas em geladeira mantiveram o mesmo percentual médio de germinação enquanto que o índice de velocidade de germinação (IVG) aumentou com o armazenamento.

Sementes de *Cratylia argentea*, mantêm seu poder germinativo alto (83%) por um período de até 12 meses sob condições ambientais, porém se o armazenamento for maior que um ano recomenda-se que este seja feito em câmara fria (5 a 10% umidade e 5 a 10°C), de modo a manter seu poder germinativo alto (Ramos et al., 2003).

Estudos sobre o comportamento de sementes de cactáceas submetidas a períodos de armazenamento ainda são muito escassos. Por isso há a necessidade de trabalhos não só avaliando o efeito do armazenamento nessas sementes, como também das condições ideais, a fim de se desenvolver técnicas eficientes na realização desta prática (Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes, 2000).

2.2.2- Germinação *in vitro*

Muitas espécies de cactáceas apresentam crescimento lento e baixa germinação de sementes. Com isso, a fim de aumentar a produção destas plantas, a propagação *in vitro* torna-se uma ferramenta imprescindível (Medeiros et al., 2006). Além disso, há um grande número de espécies ameaçadas de extinção devido à extração indiscriminada em seu habitat (CITES, 2008).

A propagação feita a partir do cultivo *in vitro* é uma técnica relativamente nova que tem como base a totipotência das células, ou seja, as células dos organismos multicelulares possuem todas as informações genéticas necessárias à regeneração de um indivíduo completo (Fráguas et al., 2004).

Esta técnica apresenta três vantagens principais: permite a produção de várias plantas a partir de um explante (célula, tecido ou órgão); permite o aumento da taxa de crescimento, além de permitir a produção de plantas livres de patógenos. Por isso, ela pode ser usada com sucesso na propagação de espécies ameaçadas ou em extinção. Entretanto, este tipo de propagação possui dois problemas principais: é uma técnica cara e; a diversidade genética é reduzida, quando se faz o uso desta técnica na propagação vegetativa (Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes, 2000).

Algumas espécies de cactos apresentam ciclos de vida longos e baixas taxas de crescimento e reprodução. Além disso, determinadas espécies não se reproduzem vegetativamente e, devido a fenômenos como autoincompatibilidade, a produção de

semente se torna escassa. Por isso, a utilização da propagação *in vitro*, pode contribuir para reduzir estes problemas (Retes-Pruneda et al., 2007).

A germinação *in vitro* comparada à germinação em condições naturais apresenta como vantagens: evitar problemas de aborto embrionário, reduzir o tempo necessário à ocorrência do processo, aumentar a taxa de germinação, além de sincronizá-la (Encina e Padilla, 1996).

Um fator muito importante e que deve ser levado em consideração a fim de melhorar a eficiência da técnica de propagação *in vitro* é o processo de desinfestação do material utilizado. Este procedimento consiste na eliminação de organismos presentes na superfície do explante e é feito pela imersão deste em soluções desinfestantes (Hartmann et al., 2002). Um dos desinfestantes mais utilizados é o hipoclorito de sódio (Chen et al., 1983; Hartmann et al., 2002). A concentração do desinfestante e o tempo, empregados no processo, podem variar conforme o tipo de propágulo e suas características.

Para a desinfestação de plantas jovens de *Mammillaria* com 2 a 4 anos, Ramirez-Malagon et al. (2007) obtiveram bons resultados com a concentração de 20% de água sanitária por 20 minutos. Em contrapartida, Medeiros et al. (2006) alcançaram uma desinfestação eficiente de sementes de *Notocactus magnificus* com uma solução de 0,25% de hipoclorito de sódio por 10 minutos, enquanto que para sementes de *Escobaria minima*, *Mammillaria pectinifera* e *Pelecyphora aselliformis*, Giusti et al. (2002) utilizaram uma solução de 3% (p/v) de hipoclorito de sódio por 20 minutos. Entretanto, Nolasco et al. (1996) utilizaram uma concentração maior por um tempo menor, 10% de hipoclorito de sódio por 5 minutos, e este procedimento se mostrou eficiente na desinfestação de sementes de *Pachycereus pringlei*. De um modo geral, Fráguas et al. (2004), sugerem uma metodologia para a germinação *in vitro* de cactáceas que usa uma concentração de hipoclorito de sódio entre 1,0 a 1,25% por 20 minutos.

Esta variação na escolha do procedimento a ser utilizado na desinfestação do material deve-se ao tipo de propágulo e nível de contaminação, que pode variar conforme as características morfológicas e anatômicas do material como, por exemplo, a presença de pêlos, que dificultam a ação do desinfestante.

2.3– Substratos

Pelo termo substrato entende-se como o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo. Além disto, este serve de suporte para as plantas, além de regular a disponibilidade de nutrientes para as raízes (Kämpf, 2000).

Os substratos mais utilizados para o desenvolvimento de cactáceas são aqueles feitos a base de casca de Pinus, fibra de coco, casca de arroz carbonizada e turfa fibrosa. Entretanto, devem ser levadas em consideração algumas características físicas e químicas. De modo geral, o tamanho ideal das partículas varia entre 0,5 a 1,0 cm, de modo a permitir uma porosidade acima de 50% e densidade superior a 100 g/ L. Por outro lado, a faixa ideal de pH varia entre 4,8 a 6,2 e a condutividade elétrica não deve exceder 0,5 mS/ cm (Takane et al., 2009).

2.3.1- Substratos utilizados para germinação em germinadores

A escolha do substrato é de suma importância para a eficiência do processo germinativo e, para isto, deve-se levar em consideração o tamanho da semente, a exigência desta em quantidade de água, sua sensibilidade ou não à luz, além da facilidade que o substrato oferece para a realização das contagens e avaliação das plântulas (Brasil, 2009). Além disso, as características físicas e químicas de cada substrato como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, entre outros que podem favorecer ou prejudicar a germinação das sementes são de grande importância. (Popinigis, 1985).

Segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), os tipos de substratos mais utilizados para o processo de germinação em laboratório são: papel, pano, areia e solo.

Lone et al. (2007) observaram que o substrato papel de filtro apresentou menor capacidade de retenção de água comparado ao substrato areia, para a germinação de sementes de *Melocactus bahiensis*, havendo a necessidade de reumedecimento após a semeadura. Além disso, a areia forneceu melhores condições para o enraizamento e, conseqüentemente, este substrato proporcionou maior altura às plântulas em relação ao papel de filtro. Entretanto, apesar do bom desempenho do substrato areia, este proporcionou certa dificuldade no manejo devido ao seu peso. Contudo, os autores

concluíram que a areia proporcionou as melhores condições para a condução do experimento.

Em contrapartida, Andrade et al. (2008), avaliando seis substratos na germinação de sementes de *Hylocereus undatus*, obtiveram resultados contraditórios aos encontrados por Lone et al. (2007). Eles observaram que o substrato papel de filtro proporcionou maiores valores de porcentagem de germinação quando comparado aos demais substratos. Além disso, não houve diferença significativa entre os demais substratos utilizados, Plantmax[®], vermiculita, areia, fibra de coco e a mistura de areia, solo e esterco de curral. Portanto, indicam o uso de papel de filtro como sendo o ideal para a germinação da espécie estudada.

2.3.2- Meios de cultura utilizados para germinação *in vitro*

Para o sucesso no cultivo *in vitro* é importante conhecer os requerimentos nutricionais das células e tecidos em cultura, portanto, um dos fatores que exercem influência no sucesso desta técnica é o meio de cultura onde os explantes são cultivados.

Os constituintes do meio são baseados nas exigências das plantas quanto aos nutrientes minerais, entretanto, a fim de atender necessidades específicas, algumas modificações podem ser realizadas. O meio de cultura é constituído por componentes essenciais que compreendem sais inorgânicos, fonte de carbono e energia, água, vitaminas e substâncias reguladoras do crescimento e os componentes opcionais, que podem ser aminoácidos e amidas, ácidos orgânicos e substâncias naturais complexas (Thorpe, 1981).

Dentre as substâncias complexas, a água de coco é muito utilizada no cultivo *in vitro* não só de espécies ornamentais como também de frutíferas e outras (Landa et al., 2000; Carvalho et al., 2004; Ferreira et al., 2004; Araújo et al., 2006; Figueiredo et al., 2007).

A água de coco representa aproximadamente 25% do peso do fruto e é constituída basicamente por 93% de água, 5% de açúcares, além de proteínas, vitaminas e sais minerais (Aragão, 2004). Dentre as substâncias identificadas na água de coco estão aminoácidos, ácidos orgânicos, ácidos nucleicos, açúcares, vitaminas, substâncias relacionadas ao crescimento e minerais (George et al., 2008). Nunes et al.

(2008) sugerem que o efeito da água de coco em estimular o desenvolvimento de plântulas deve-se à presença de elevados teores de glicose, frutose e sais minerais, além de hormônios vegetais. Os mesmos autores ainda observaram um aumento linear do número de folhas por plântulas de *Jatropha curcas* (pinhão-manso) em decorrência de concentrações crescentes de água de coco. Resultado semelhante foi encontrado por Araújo et al. (2006) em orquídeas cultivadas *in vitro* quando adicionado 100 mL L⁻¹ de água de coco no meio de cultura.

Entretanto, em estudo sobre a germinação *in vitro* de mangaba (*Hancornia speciosa*), Pinheiro et al. (2001) obtiveram as maiores taxas de germinação quando utilizado meio MS sólido ou líquido sem a adição de água de coco. Quando esta foi adicionada, a percentagem de germinação obtida foi muito inferior. Segundo os autores isto se deve ao fato de que no meio MS existe maior disponibilidade de macro e micronutrientes, além de vitaminas e aminoácidos necessários à germinação.

Outra substância complexa utilizada é o carvão ativado, que se trata de um pó bem fino e de cor escura usado para eliminar substâncias tóxicas produzidas pelo explante além de promover o escurecimento do meio de cultura (Guerra e Nodari, 2006).

Em estudo sobre a germinação da cactácea *Arrojadoa* spp., Dias et al. (2008) obtiveram os melhores resultados para índice de velocidade de emergência e tempo médio de germinação das sementes quando utilizaram o carvão ativado. Enquanto em estudo com *Jatropha curcas*, o uso de 1 ou 2 g L⁻¹ de carvão ativado proporcionou o máximo comprimento de raízes das plântulas (Nunes et al., 2008).

Lédo et al. (2007) avaliando o efeito de diferentes meios de cultura na germinação de mangaba, observaram que o carvão ativado, adicionado ao meio de cultura MS normal e MS meia força, proporcionou aumento no comprimento da parte aérea de 27 e 55%, respectivamente, comparado aos mesmos meios sem carvão. Segundo os autores isto é devido ao efeito benéfico que esta substância proporciona ao simular uma condição de escuro promovendo um maior alongamento da parte aérea.

Em contrapartida, o uso de carvão ativado no desenvolvimento de plântulas oriundas da germinação *in vitro*, não se mostrou eficaz no desenvolvimento da parte aérea e massa fresca total em rainha-do-abismo (*Sinningia leucotricha*), não sendo, por isso, recomendado para o cultivo *in vitro* desta espécie (Unemoto et al., 2006).

2.4– Aclimatização

O termo aclimatização nada mais é do que os processos que ocorrem para a passagem da planta que está *in vitro*, para o ambiente, ou seja, é a adaptação climática desta planta para o novo ambiente, sendo este processo todo realizado artificialmente. Entretanto, este termo, às vezes, é confundido com outro, a aclimação, que possui um significado similar, que consiste, porém, no processo pelo qual as plantas ou outros organismos se tornam ajustados a um novo clima ou situação, no entanto, este processo difere da aclimatização por ocorrer de forma natural (Guerra e Nodari, 2006).

O processo de aclimatização deve ser realizado cuidadosamente, devido à diferença existente nas condições em que as plantas se encontravam *in vitro* em relação às condições do ambiente na casa-de-vegetação. A irradiância é bem maior e a umidade do ar é muito mais baixa quando comparadas às condições *in vitro* (Hazarika, 2003). Com a transferência das plantas para a casa-de-vegetação mudanças significativas ocorrem na anatomia e morfologia de suas folhas, principalmente as relacionadas com a morfologia da epiderme, densidade das folhas, diferenciação do mesofilo, além do número e estrutura dos cloroplastos. A espessura das folhas geralmente aumenta, os estômatos mudam sua forma de circular para elípticos, entretanto, as mudanças mais importantes estão no desenvolvimento da cutícula, na formação de cera e na eficiência da regulação estomática da transpiração (Pospíšilová et al., 1999).

Deve-se considerar também que elas possuem uma baixa capacidade fotossintética, devido às suas organelas fotossintéticas ainda não estarem bem desenvolvidas. (Guerra e Nodari, 2006).

Com isso, a escolha do substrato é um fator de suma importância na aclimatização dessas plantas, a fim de que se atinja a máxima eficiência na sobrevivência das mesmas quando estas são transferidas para as condições de casa-de-vegetação. Os substratos devem ter uma porosidade entre 80 e 90%, devem ser ricos em nutrientes (Bailey et al., 1999), apresentar uma capacidade de aeração entre 10 e 30% e água facilmente assimilável de 20 a 30% (Carrijo et al., 2002).

Substratos comerciais também são muito utilizados no cultivo de plantas ornamentais, dentre eles, o Plantmax[®] é bem conhecido nesta prática. Este substrato apresenta uma porosidade total de aproximadamente 75% do volume, um espaço de

aeração de 28%, água disponível de 13%, água facilmente disponível de 11%, CTC em torno de 13 meq/dL, aproximadamente 15% de volume de matéria orgânica (Menezes Júnior e Fernandes, 1999) e pH entre 5,0 e 8,0 (Sodré et al., 2005).

Devido à existência de uma variedade de substratos, muitos trabalhos têm testado diversos tipos em busca daquele ideal para o sucesso da aclimatização. Peixoto et al. (2006), por exemplo, testaram os seguintes substratos na aclimatização de *Opuntia ficus-indica*: solo adubado; solo não adubado; solo + pó de coco (1:1 e 2:1); solo + esterco bovino (1:1 e 2:1) e solo + bioadubo (1:1 e 2:1) e observaram que os substratos à base de pó de coco e bioadubo interferiram de modo negativo no desenvolvimento das plantas, as quais apresentaram o menor crescimento em altura, além dessas plantas não terem emitido brotações. Enquanto que, os substratos solo adubado e não adubado apresentaram resultados semelhantes até 120 dias após o plantio das mudas, após este período o substrato solo adubado se sobressaiu, provavelmente, devido aos nutrientes do solo não adubado terem se esgotado. Por outro lado, os substratos que apresentaram os melhores resultados para crescimento em altura e número de brotações foram aqueles à base de esterco bovino, sendo estes recomendados pelos autores na aclimatização da espécie estudada.

Juárez e Pacerra (2002) avaliaram apenas a eficiência da aclimatização na porcentagem de sobrevivência de plântulas de *Opuntia ellisiana*, propagadas *in vitro*, e observaram que o substrato composto por matéria orgânica, areia e solo (6:3:1) mostrou-se muito eficaz proporcionando 100% de sobrevivência das plantas quando transferidas para condições de campo.

Sayed et al. (2005), avaliando três substratos, turfa; areia lavada e turfa + areia lavada (1:1), na aclimatização de *Cereus peruvianus*, obtiveram 100% de sobrevivência para os três, porém o substrato turfa pura proporcionou o maior comprimento de talo. Na aclimatização do abacaxizeiro ornamental, o uso dos substratos fibra de coco; composto a base de restos vegetais; vermiculita; fibra de coco + composto e vermiculita + composto, não mostraram diferença nas características avaliadas: índice de sobrevivência, número de folhas, altura e matéria seca.

Em estudo sobre a aclimatização de mudas de abacaxi, Moreira et al. (2006) obtiveram os melhores resultados para altura da planta e número de folhas quando utilizado composto orgânico; solo + esterco bovino ou solo + esterco bovino + Plantmax[®], em contrapartida quando testado Platmax[®]; solo ou a mistura dos dois, eles

encontraram os piores resultados para esta característica, evidenciando que o uso de matéria orgânica favorece o crescimento da parte aérea em mudas micropropagadas de abacaxi.

Entretanto, Silva et al. (2006), sugerem que a escolha do melhor substrato para ser usado na fase de aclimatização deve ser baseada na recuperação do sistema radicular. Com isso, segundo os autores, os melhores substratos na aclimatização de *Dyckia maritima* são constituídos pelas misturas de solo + areia + vermiculita (1:1:1); solo + esfagnum + casca de nozes (1:1:1) ou solo + areia + casca de nozes (7,5:1,5:1).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Material Vegetal

Frutos de *Hamatocactus setispinus* recém-colhidos, obtidos de produtor no Município de Maricá, RJ, foram utilizados para o fornecimento de sementes, os quais também foram utilizados para determinações biométricas como comprimento e diâmetro, além de contagem do número de sementes por fruto e determinação do peso de 1000 sementes.

O comprimento e largura dos frutos foram determinados com um paquímetro digital (Mitutoyo). A determinação do peso de 1000 sementes, segundo as Regras para Análise de Sementes, foi realizada em balança analítica (Mitutoyo), com 10 amostras contendo 100 sementes cada (Brasil, 2009).

Após a colheita, os frutos foram embalados em sacos de papel e transportados via correios até a universidade para a utilização nos experimentos

3.2- Germinação *in vitro* de sementes de *Hamatocactus setispinus*

3.2.1- Desinfestação das sementes

Visando determinar o procedimento mais adequado para a desinfestação superficial das sementes, foi estabelecido um ensaio composto por um esquema fatorial (2x4) com duas concentrações de hipoclorito de sódio (0,25 e 0,50%), e quatro tempos de desinfestação, sendo estes 2, 5, 10 e 15 minutos, com 10 repetições por tratamento e cinco sementes por tubo, totalizando 400 sementes.

Frutos de *H. setispinus* aos seis dias após a colheita realizada em dezembro de 2008 tiveram suas sementes cuidadosamente retiradas, para que não fossem danificadas, e esfregadas levemente em papel Kraft para a retirada da mucilagem que as envolve.

Após esta limpeza inicial, as sementes foram levadas para a câmara de fluxo laminar onde se procedeu a desinfestação.

Em condições assépticas de câmara, as sementes foram imersas nas respectivas soluções de hipoclorito de sódio sob agitação constante pelos tempos anteriormente determinados. Em seguida, efetuou-se a tríplice lavagem com água desionizada estéril por 5, 10 e 10 minutos cada. Após este procedimento, as sementes foram inoculadas em 80 tubos de ensaio cada um contendo 8 mL de meio de cultivo MS (Murashige e Skoog, 1962) suplementado com sacarose (30 g L⁻¹), vitaminas de White (10 mg L⁻¹), mio-inositol (100 mg L⁻¹) e ágar Merck® (8 g L⁻¹). Este meio foi, anteriormente, autoclavado a 121°C a 1,5 atm por 15 minutos.

Posteriormente os tubos foram levados para a sala de cultivo com lâmpadas fluorescentes de 40 W do tipo luz do dia e intensidade luminosa de 25 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, a uma temperatura de 27 \pm 2°C e fotoperíodo de 16 horas e 8 horas de escuro.

Por se tratar de uma espécie em que o comportamento germinativo da semente não é conhecido, a germinação foi monitorada diariamente até o 48º dia após a semeadura. A partir daí, foi possível estabelecer um período de avaliação da germinação para os experimentos subsequentes.

As sementes foram consideradas germinadas a partir da emissão da radícula (Benítez-Rodríguez et al., 2004; Flores et al., 2006; Ortega-Baes e Rojas-Aréchiga, 2007), sendo avaliado o seu índice de velocidade através da fórmula sugerida por Maguire (1962):

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n \quad (1)$$

onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G_1, G_2, \dots, G_n = número de sementes germinadas na primeira, segunda até a última contagem;

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da sementeira à primeira, segunda até a última contagem.

A percentagem de germinação de sementes foi avaliada considerando-se 100% de germinação para um total de 50 sementes germinadas.

O tempo médio de germinação foi avaliado segundo Edmond e Drapala (1958) pela fórmula:

$$T_m = \frac{G_1 T_1 + G_2 T_2 + \dots + G_n T_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \quad (2)$$

onde:

T_m é o tempo médio necessário para atingir a germinação máxima e;

G_1, G_2 e G_n são os números de sementes germinadas nos tempos T_1, T_2 e T_n , respectivamente.

Para a variável IVG, valores mais altos expressam resultados satisfatórios, ou seja, as sementes germinam mais rapidamente. Por outro lado, para T_m valores mais baixos exprimem melhores resultados, ou seja, a germinação máxima das sementes é atingida num intervalo de tempo menor.

Ao final do teste, os dados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio de programa Genes (Cruz, 2001). Os dados referentes à percentagem de germinação foram transformados para arcoseno $(x/100)^{1/2}$ apenas para a análise. A melhor

concentração de hipoclorito e o melhor tempo de desinfestação foram utilizados nos experimentos subsequentes.

3.2.2 – Determinação do tipo de fotoblastismo

Para a determinação do tipo de fotoblastismo da espécie, foi instalado um experimento em delineamento inteiramente casualizado com duas condições de luminosidade (na luz e no escuro), dez repetições e dois tubos por parcela; cada um contendo cinco sementes, totalizando 200 sementes, em 40 tubos. Todo o procedimento utilizado, desde a limpeza dos frutos até a inoculação das sementes, foi idêntico ao descrito no item 3.2.1. Os frutos utilizados foram colhidos em outubro de 2009. O meio de cultivo utilizado foi composto por 1 g L⁻¹ de Peter's Cal Mag (15-05-15) e suplementado apenas com sacarose (30 g L⁻¹) e ágar Vetec[®] (8 g L⁻¹).

A metodologia utilizada para a desinfestação das sementes foi de 0,50% de hipoclorito de sódio por 15 minutos.

Após o procedimento de inoculação, 20 tubos foram mantidos sob as condições da sala de cultivo sob iluminação, com lâmpadas fluorescentes de 40 W do tipo luz do dia e intensidade luminosa de 25 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, a uma temperatura de 27 \pm 2°C e fotoperíodo de 16 horas e 8 horas de escuro. Enquanto que os outros 20 tubos também foram mantidos na sala de cultivo, porém, no escuro durante todo o período de avaliação, que foi de 30 dias. Neste caso os frascos foram envoltos em camadas de pano preto e selados com fita adesiva para evitar a entrada de luz. Neste experimento não foram avaliadas as características de IVG e T_m, apenas a percentagem de germinação e determinação do fotoblastismo, os quais foram avaliados no término do período experimental. Os dados de percentagem de germinação foram transformados para arcoseno $(x/100)^{1/2}$.

3.2.3- Germinação *in vitro* de *Hamatocactus setispinus* em diferentes meios de cultivo

O experimento foi constituído num esquema fatorial 6x2, composto por seis diferentes composições de meios de cultivo (1- Meio MS; 2- Meio MS ½ força de sais minerais; 3- 1 g L⁻¹ da formulação 15-05-15 Peter's[®] CalMag; 4- 0,5 g L⁻¹ da formulação

15-05-15 Peter's[®] CalMag; 5- Meio MS com adição de 10% de água de coco; 6- água e ágar), e duas concentrações de carvão ativado (3 g L^{-1} e 0 g L^{-1}), num delineamento inteiramente casualizado com dez repetições, com um frasco cada, e 10 sementes por frasco, totalizando 120 frascos e 1200 sementes.

Os meios 1, 2 e 5 foram suplementados com sacarose (30 g L^{-1}), vitaminas de White (10 mg L^{-1}), mio-inositol ($0,1 \text{ g L}^{-1}$) e ágar Vetec[®] (8 g L^{-1}). Os meios 3 e 4 foram suplementados apenas com sacarose (30 g L^{-1}) e ágar Vetec[®] (8 g L^{-1}). O meio 6 foi suplementado apenas com ágar Vetec[®] (8 g L^{-1}).

Foram distribuídos 30 mL de meio em cada frasco de cultivo, num total de 120 frascos que foram autoclavados a 121°C e 1,5 atm por 15 minutos. A água de coco utilizada no meio foi retirada de coco verde e fresco e, inicialmente, filtrada em algodão e, em seguida, em filtro de papel para a retirada de impurezas. Posteriormente, na câmara de fluxo laminar, a água foi esterilizada em filtro Millipore de $0,22 \mu\text{m}$ e, então, adicionada ao respectivo meio de cultura após a autoclavagem.

Frutos de *H. setispinus* aos seis dias após a colheita, realizada em junho de 2009, foram abertos e suas sementes cuidadosamente retiradas e esfregadas em papel Kraft para a retirada da mucilagem. Feito isto, foram levadas para a câmara de fluxo laminar e desinfestadas com solução de 0,50% de hipoclorito de sódio em constante agitação por 15 minutos. Após este procedimento foi feita a tríplice lavagem em água desionizada autoclavada por 5, 10 e 10 minutos cada. Em seguida, as sementes foram inoculadas nos frascos de cultivo contendo 30 mL dos meios de cultivo descritos acima, fechados com tampas plásticas e envoltos em filme de PVC.

Os frascos contendo as sementes foram mantidos em sala de cultivo com lâmpadas fluorescentes de 40 W do tipo luz do dia e intensidade luminosa de $25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, a uma temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 16 horas e 8 horas de escuro.

Por um período de 60 dias foram realizadas 20 avaliações (uma a cada três dias), onde foram monitorados o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo médio de germinação (Tm) e a percentagem de germinação pelas fórmulas descritas anteriormente. As sementes foram consideradas germinadas a partir da emissão da radícula. Ao final deste período, foram avaliados o comprimento da raiz e da parte aérea, com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo), e a contagem do número de raízes, e os dados submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2001).

Os dados de percentagem de germinação foram transformados para arcoseno $(x/100)^{1/2}$.

3. 3- Germinação de sementes de *Hamatocactus setispinus* em condições de câmara de germinação

3. 3. 1- Efeito de polvilho antisséptico

Visando avaliar o efeito do polvilho antisséptico na proteção da semente após a limpeza, prática utilizada pelo produtor, sobre a germinação, foi realizado um experimento num esquema fatorial (3x2x2), constituído de três substratos (duas folhas de papel de germinação, três folhas de papel de germinação e areia lavada e autoclavada), duas temperaturas (25 e 35 °C) e dois métodos de proteção das sementes (com e sem polvilho antisséptico), em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições de 50 sementes cada, totalizando 2400 sementes.

Onze dias após a colheita, realizada em dezembro de 2008, os frutos foram abertos e suas sementes cuidadosamente retiradas e esfregadas em papel Kraft para a retirada de sua mucilagem. Posteriormente, as sementes foram imersas em solução de 10% de água sanitária Q-bon[®] (2,5% de cloro ativo) por 20 segundos, e retirado o excesso da solução, que é o procedimento usado pelo produtor. Metade do número de sementes foi polvilhada com polvilho antisséptico Gramado[®] (0,352 g de ácido salicílico, 17,602 g de enxofre, 3,0 g de ácido bórico e 11,735 g de óxido de zinco).

Este período de onze dias correspondeu ao intervalo entre o recebimento dos frutos e o preparo dos materiais para a instalação do experimento. Para todos os experimentos de germinação em câmaras tipo B.O.D. subsequentes, foi utilizado este mesmo intervalo.

Os substratos foram preparados como segue: a areia foi lavada e autoclavada a 121°C e 1,5 atm por 2 horas; os substratos duas e três folhas de papel para germinação foram umedecidos com água desionizada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel (Brasil, 2009). Os substratos foram colocados em caixas plásticas transparentes do tipo gerbox, onde posteriormente as sementes foram semeadas.

As caixas foram mantidas em germinadores a temperaturas constantes de 25 e 35°C e fotoperíodo de 8 horas e 16 horas de escuro segundo Martins (2007). Foram monitorados diariamente durante 48 dias, o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo médio de germinação (Tm), segundo as equações descritas anteriormente no item 3.2.1, e o percentual de sementes germinadas, sendo estas consideradas a partir da emissão da radícula. Como este foi um experimento inicial, as avaliações foram feitas diariamente, além de se tratar de uma espécie em que não se conhece o comportamento germinativo. Posteriormente foi definido o período de avaliação.

Ao final do período, foram medidos o comprimento da parte aérea e da raiz e os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2007). Os dados de percentagem de germinação foram transformados para arcoseno $(x/100)^{1/2}$.

3.3.2- Efeito da temperatura e substrato

A partir dos resultados obtidos no experimento anterior sobre o efeito do polvilho antisséptico, foi instalado um experimento em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições num esquema fatorial 4x3, constituído por 4 temperaturas constantes (20, 25, 30 e 35°C) e 3 substratos (areia lavada e autoclavada, 2 folhas de papel para germinação e vermiculita) com 50 sementes por repetição, num total de 2400 sementes.

Após 11 dias da colheita dos frutos, realizada em outubro de 2009, as sementes passaram pelo procedimento de retirada da mucilagem, entretanto não foram polvilhadas com polvilho, devido ao resultado do experimento anterior. As sementes foram semeadas em caixas plásticas transparentes do tipo gerbox contendo os substratos descritos acima, em seguida foram mantidas em germinadores a temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35°C e fotoperíodo de 16 horas e 8 horas de escuro por um período de 30 dias. No experimento inicial, o fotoperíodo adotado foi segundo Martins (2007), entretanto pôde-se observar que para esta espécie este fotoperíodo não foi o ideal; as plântulas ficaram sem coloração, por isso adotou-se o mesmo fotoperíodo utilizado nos experimentos *in vitro*.

As sementes foram consideradas germinadas a partir da emissão da radícula. Durante este período foram feitas 10 avaliações (uma a cada três dias) onde foram monitorados o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo médio de germinação (Tm) e a percentagem de germinação. E ao final deste período, foram medidos o comprimento da parte aérea e da raiz, e os dados submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2001). Os dados de percentagem de germinação foram transformados para arcoseno $(x/100)^{1/2}$.

3.4- Armazenamento de sementes de *Hamatocactus setispinus*

Visando avaliar a longevidade e germinação das sementes após período de armazenamento, foram feitos testes de germinação a cada trinta dias por um período de 10 meses.

As sementes foram obtidas a partir de frutos com 11 dias de colhidos, as quais passaram pelo procedimento de retirada da mucilagem e posterior imersão em solução de 10% de água sanitária Q-boa[®] (2,5% de cloro ativo) por 20 segundos, como é feito pelo produtor. Ao final do procedimento de limpeza, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em laboratório em local seco e fresco à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) e umidade relativa em torno de 60% para posterior teste de germinação.

A cada 30 dias, as sementes foram retiradas das condições de armazenamento e semeadas em caixas plásticas transparentes do tipo gerbox com duas folhas de papel para germinação e mantidas em germinadores à temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 16 horas e 8 horas de escuro por um período de 30 dias.

As sementes foram consideradas germinadas a partir da emissão da radícula. Durante este período foram realizadas 10 avaliações (uma a cada três dias), onde foram monitorados o índice de velocidade de germinação (IVG), o tempo médio de germinação (Tm) e a percentagem de germinação. Ao final deste período, foram medidos o comprimento da parte aérea e da raiz, e os dados submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2001).

O delineamento utilizado para os testes de germinação mensais foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes cada, totalizando 200 sementes para cada experimento.

3.5- Emergência de *Hamatocactus setsipinus* em casa-de-vegetação

3.5.1- Substratos

Com o objetivo de avaliar a germinação de sementes de *H. setsipinus* em casa-de-vegetação foi instalado um experimento num esquema fatorial (7x2), constituído por sete substratos (1- Biomix Floreira[®]; 2- Plantmax[®] hortaliças HT; 3- Biomix[®] + areia (1:1, v/v); 4- Plantmax[®] + areia (1:1, v/v); 5- Biomix[®] + vermiculita fina (1:1, v/v); 6- Plantmax[®] + vermiculita fina (1:1, v/v); 7- Biomix[®] + areia + vermiculita fina (1:1:1, v/v/v)) e dois métodos de proteção das sementes (com e sem polvilho antisséptico), em delineamento de blocos ao acaso com 5 repetições de 50 sementes cada, totalizando 3500 sementes.

As sementes foram obtidas a partir de frutos com 11 dias de colhidos, sendo a colheita realizada em junho de 2009, e os procedimentos de limpeza destas foram os mesmos descritos para os experimentos anteriores em germinadores, como é feito pelo produtor. Em seguida, metade do número de sementes foi polvilhada com polvilho antisséptico. Posteriormente, as sementes foram semeadas em vasos plásticos com capacidade para 0,5 L de substrato.

Foram feitas 20 avaliações (uma a cada três dias) por um período de 60 dias onde foi monitorado o índice de velocidade de emergência (IVE) pela seguinte fórmula sugerida por Maguire (1962):

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n \quad (3)$$

onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, \dots, E_n = número de plântulas emergidas na primeira, segunda até a última contagem;

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda até a última contagem.

O tempo médio de emergência (T_m) foi avaliado segundo a equação descrita anteriormente no item 3.2. 1. O percentual de emergência foi avaliado considerando-se 100% de emergência para um total de 50 plântulas emergidas, sendo estas consideradas a partir de sua emergência no substrato. Além disso, durante o período experimental foi verificada a temperatura na casa-de-vegetação com o auxílio de um termômetro.

A casa-de-vegetação é revestida com cobertura de plástico leitoso (100 μ) e sombrite 70%.

Ao final do período, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2001).

3.6- Aclimatização das plântulas obtidas *in vitro*

Foram instalados quatro experimentos para promover a aclimatização das plântulas provenientes da germinação *in vitro*, estes foram desenvolvidos em casa-de-vegetação com cobertura de plástico leitoso (100 μ) e sombrite 70%. O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos foi de blocos ao acaso com 2 substratos (1- Biomix Floreira[®]; 2- Biomix Floreira[®] + areia).

O primeiro experimento foi realizado com as plântulas obtidas a partir da germinação em meio de cultivo Peter's[®] CalMag 1 g L⁻¹ sem carvão ativado constituído de 3 repetições com 2 vasos por parcela e 11 plântulas por vaso, totalizando 66 plântulas. O segundo com plântulas obtidas da germinação em meio de cultivo Peter's[®] CalMag 1 g L⁻¹ com carvão ativado constituído de 3 repetições com 2 vasos por parcela e 12 plântulas por vaso, num total de 72 plântulas. O terceiro com plântulas obtidas da germinação em meio de cultivo Peter's[®] 0,5 g L⁻¹ sem carvão ativado constituído de 3 repetições com 2 vasos por parcela e 12 plântulas por vaso, num total de 72 plântulas. E, por último, um experimento com plântulas obtidas da germinação em meio de cultivo

Peter's® 0,5 g L⁻¹ com carvão ativado constituído de 3 repetições com 2 vasos por parcela e 11 plântulas por vaso, totalizando 66 plântulas.

As plântulas foram retiradas do meio de cultivo e o excesso de meio removido das raízes, em seguida elas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 0,5 L de substrato e levadas para a casa-de-vegetação. Durante o período experimental de três meses, foi verificada a temperatura, com o auxílio de um termômetro e, a intensidade luminosa com o aparelho Light meter LI-COR (modelo LI – 189).

Ao final dos três meses foram avaliados o percentual de sobrevivência, comprimento e diâmetro da parte aérea, comprimento do sistema radicular, número de raízes, matéria fresca e seca da parte aérea e de raízes. Para a medição do comprimento da parte aérea desconsiderou-se os espinhos e a medição do diâmetro da parte aérea foi feita na porção superior da planta (parte mais succulenta). As raízes foram separadas da parte aérea, acondicionadas em sacos de papel separados e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada a 70°C por 72 horas. Ao final deste período foi feita a pesagem em balança analítica da parte aérea e das raízes, obtendo-se a matéria seca de ambas. Os dados obtidos nos quatro experimentos foram submetidos à análise de variância conjunta e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SAEG (SAEG, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Características dos frutos e sementes

O comprimento e a largura média de 30 frutos de *Hamatocactus setispinus* foram, respectivamente, de $8,60 \pm 0,50$ mm e $9,03 \pm 0,50$ mm (Figura 2a) e média de 174 ± 33 sementes por fruto. As sementes apresentaram comprimento e diâmetro médio de $1,38 \pm 0,02$ mm e $1,05 \pm 0,04$ mm, respectivamente, em 50 sementes analisadas (Figura 2b)

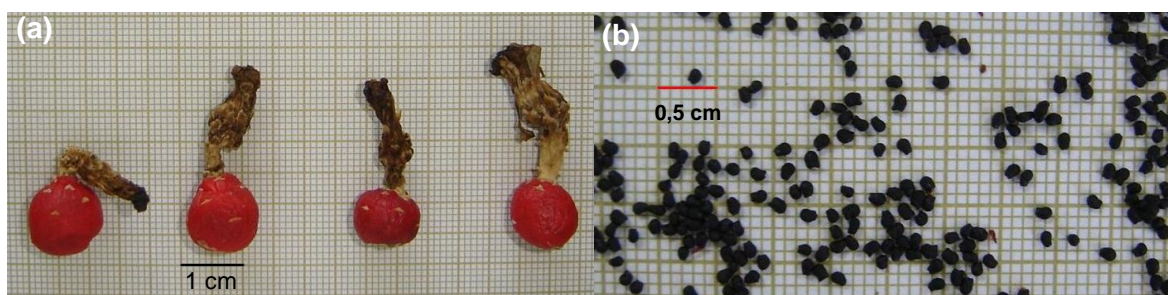


Figura 2- Frutos (a) e sementes (b) de *Hamatocactus setispinus*.

O peso de 1000 sementes, determinado segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), foi de $0,066 \pm 0,0042$ g.

4.2- Desinfestação das sementes

Nenhum dos tratamentos avaliados para desinfestação das sementes, nos experimentos *in vitro*, apresentou diferença significativa para as variáveis avaliadas índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (Tm) e percentagem de germinação, ou seja, pode-se utilizar tanto 0,25 quanto 0,50% de hipoclorito de sódio por qualquer um dos quatro tempos de desinfestação testados (2, 5, 10 e 15 minutos). Porém, determinou-se a metodologia de 0,50% de hipoclorito de sódio por 15 minutos para todos os experimentos *in vitro* subsequentes, devido à ocorrência de contaminação de três tubos referentes à metodologia de 0,25% de hipoclorito de sódio nos tempos de 2, 5 e 10 minutos e um na concentração de 0,50% por 5 minutos. Portanto, como a concentração de 0,50% apresentou menor número de frascos contaminados e o tempo de 15 minutos não apresentou contaminação em ambas as concentrações, esta metodologia foi estabelecida para os experimentos.

4.3- Determinação do tipo de fotoblastismo

As sementes que ficaram expostas à luz apresentaram germinação média de 88% enquanto que, aquelas que permaneceram no escuro apresentaram 0% de germinação (Figura 3a), o que indica que esta espécie apresenta fotoblastismo positivo, como observado para outras espécies de cactos como, por exemplo, *Ferocactus peninsulæ* (Yang et al., 2003); *Opuntia tomentosa* (Olvera-Carrillo et al., 2003); *Opuntia ficus-indica* (Altare et al., 2006); *Pilosocereus catinigiola* (Meiado et al., 2008); quatro espécies do gênero *Mammillaria* (Rojas-Aréchiga, 2008) entre outras espécies.

Além disso, ao término deste período no escuro, os frascos foram expostos à luz por três semanas e, ao final, apresentaram germinação média de 77% (Figura 3b), o que reforça a determinação dessas sementes como fotoblásticas positivas, ou seja, dependem da luz para germinar.

Alguns autores sugerem ainda uma relação entre o fotoblastismo positivo e sementes pequenas, nas quais este mecanismo permite que germinem nas camadas superficiais do solo, evitando que elas germinem nas camadas mais profundas e consumam suas pequenas reservas antes de alcançarem a superfície do solo (Hatmann et al., 2002; Ramírez-Padilha e Valverde, 2005; Flores et al., 2006; Ortega-Baes e Rojas-Aréchiga, 2007).

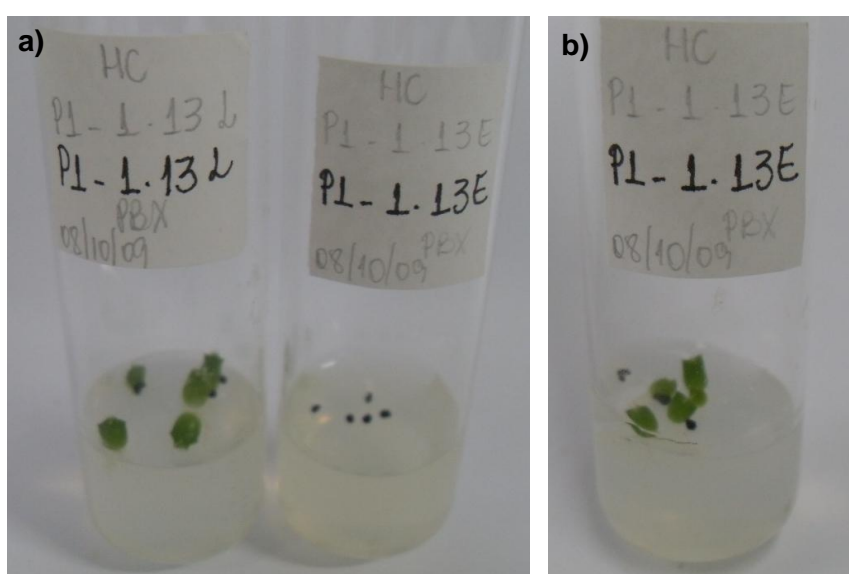


Figura 3- Germinação *in vitro* de *Hamatocactus setispinus* sob duas condições de luminosidade: a) sob intensidade luminosa de $25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (P1- 1.13 L) e no escuro (P1- 1.13 E); b) plântulas obtidas a partir da germinação das sementes do frasco P1- 1.13 E, após exposição à luz por três semanas.

4.4- Germinação *in vitro* de *Hamatocactus setispinus* em diferentes meios de cultivo

A germinação das sementes iniciou-se seis dias após a semeadura *in vitro*. Para oito espécies de cactos do gênero *Turbinicarpus*, o início da germinação *in vitro* foi aos 14 dias (Dávila-Figueroa et al., 2005), o mesmo foi observado para *Pilosocereus robinii* (Quiala et al., 2009), enquanto que, para *Arrojadoa* spp (cactácea rabo-de-raposa) a germinação teve início com oito dias após a semeadura (Dias et al., 2008).

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), os melhores resultados foram obtidos com os meios Peter's 1 g L^{-1} (meio 3) e água e ágar (meio 6), sem a adição de carvão ativado, obtendo-se 0,91 e 0,96 semente germinada por dia, respectivamente. Os piores valores de IVG foram obtidos com os meios MS normal (meio 1) e MS com adição de 10% de água de coco (meio 5), independentemente da adição de carvão (Tabela 1). O menor tempo médio de germinação (T_m) foi obtido com os meios 3 e 6, sem carvão ativado, com médias de 12,67 e 11,07 dias para germinação, respectivamente. Os maiores valores de T_m foram obtidos com o Meio 5, independentemente do uso de carvão, com médias de 27,67 e 25,66 dias, respectivamente, sem e com carvão (Tabela 1). De modo geral, o uso do carvão não mostrou diferença para esta característica, resultado diferente do encontrado por Dias et al. (2008), onde menores valores de T_m foram observados nos meios acrescidos desta substância.

Não houve diferença entre os meios nem no uso de carvão ativado para a percentagem de sementes germinadas, exceto para o meio 1 que apresentou os piores resultados para esta variável, com ou sem carvão (Tabela 1). Rosas-López e Collazo-Ortega (2004) avaliando três diferentes meios de cultura na germinação de *Polaskia chichipe* e *Echinocactus platyacanthus* (água e ágar; MS 50% de sais minerais e; MS 100% de sais minerais) também obtiveram os piores valores de percentagem de germinação em meio MS com 100% dos sais minerais. Segundo os autores, esta concentração de sais diminui o potencial hídrico no meio, o que, conseqüentemente, reduziu a disponibilidade de água, imprescindível para a germinação. Ainda segundo estes autores, o meio composto apenas por água e ágar não só apresentou maior percentagem de germinação, como também maior IVG, devido ao maior potencial hídrico do meio comparado com outros meios. A mesma relação entre a concentração de sais no meio e o seu potencial hídrico é feita por Santos (2009). Segundo Lassocinski, citado por Hartmann et al. (2002), plantas nativas de desertos, como as cactáceas, têm células com baixo potencial hídrico e, por isso, precisam ser cultivadas em meios de cultura com potencial osmótico relativamente baixo.

Tabela 1- Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (Tm), percentual de germinação de sementes de *Hamatocactus setispinus* obtidas a partir de germinação *in vitro* em meios de cultivo MS (1), MS ½ força de sais minerais (2), 1 g L⁻¹ da formulação 15-05-15 Peter's® CalMag (3), 0,5 g L⁻¹ da formulação 15-05-15 Peter's® CalMag (4), MS com adição de 10% de água de coco (5) e água e ágar (6), sem (0 g L⁻¹) e com (3 g L⁻¹) carvão ativado

Meios de Cultura	IVG			Tm			Germinação (%)		
	Sem Carvão	Com Carvão	Média	Sem Carvão	Com Carvão	Média	Sem Carvão	Com Carvão	Média
1	0,34 Ca	0,35 CDa	0,34	19,37 Ba	15,33 BCb	17,35	58 Ba	44 Ba	50
2	0,57 Ba	0,53 BCa	0,55	15,62 BCa	18,16 Ba	16,89	76 ABa	74 Aa	76
3	0,91 Aa	0,77 Ab	0,84	12,67 Ca	11,42 Ca	12,04	94 Aa	74 Aa	85
4	0,51 BCb	0,77 Aa	0,64	18,74 Ba	13,83 BCb	16,28	79 ABa	77 Aa	77
5	0,34 Ca	0,31 Da	0,33	27,67 Aa	25,66 Aa	26,67	79 ABa	69 Aba	74
6	0,96 Aa	0,64 ABb	0,80	11,07 Ca	14,34 BCa	12,71	90 Aa	79 Aa	85
Média	0,61	0,56	0,58	17,52	16,46	16,99	79	69	74
CV (%)		25,31			23,14			15,42	

Letras maiúsculas comparam meios de cultivo e minúsculas comparam a adição de carvão. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O uso de carvão ativado no meio proporcionou os melhores resultados para comprimento da parte aérea (CPA) (Tabela 2). Uma das vantagens do carvão ativado é sua capacidade de adsorver substâncias secretadas pelo explante ou presentes no meio de cultura, que podem inibir o crescimento (Hartmann et al., 2002). Resultado semelhante foi encontrado por Bellintani et al. (2007) para duas espécies de bromélias, onde o uso do carvão no meio de cultura apresentou plantas com maior comprimento da parte aérea. Porém, os autores recomendam que o uso do carvão não se prolongue por muito tempo durante o cultivo *in vitro*, porque ele pode interferir no crescimento das plantas, por indisponibilizar elementos que são essenciais ao seu crescimento.

O meio 3 acarretou maior CPA, enquanto que as plântulas no meio 6 apresentaram os menores valores (Tabela 2), devido, provavelmente, ao fato deste meio não apresentar nutrientes para o crescimento da plântula. A presença de água apenas acelerou a germinação, entretanto para que esta continuasse o seu desenvolvimento seriam necessários nutrientes no meio de cultura. Resultados semelhantes foram obtidos para *Oncidium nanum* e *Cattleya forbesii*, onde o meio simplificado com adubo comercial (NPK 6-6-8), apresentou plantas com maior comprimento da parte aérea comparado ao meio MS com 100% dos sais minerais (Unemoto et al., 2007).

As plântulas no meio 3 sem carvão apresentaram melhores resultados para comprimento de raiz (CR) (Tabela 2), e número de raízes (NR) enquanto que, no meio 6 foram obtidos os menores valores para estas características, independentemente do uso de carvão ativado no meio, possivelmente em virtude de sua ausência de nutrientes. De modo geral, para a variável CR a adição de carvão não se mostrou favorável, porém para NR o uso ou não deste no meio não mostrou diferença, exceto para o meio 3 que foi melhor sem carvão (Tabela 2).

Em estudo com sementes de *Cattleya loddigessi*, Moraes et al. (2009) também obtiveram melhores resultados para comprimento e número de raízes em meios suplementados com formulações minerais solúveis comerciais. Eles observaram maiores valores de comprimento das raízes das plântulas em meio de cultura suplementado com o fertilizante Kristalon laranja (NPK: 6-12-36) e melhores resultados para número de raízes com o meio de cultura suplementado com o fertilizante Hyponex (NPK: 6,5-6-19), quando estes foram comparados aos resultados obtidos no meio MS com 50% dos sais minerais.

Tabela 2- Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e número de raízes (NR) de plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas a partir de germinação *in vitro* em meios de cultivo MS (1), MS ½ força de sais minerais (2), 1 g L⁻¹ da formulação 15-05-15 Peter's® CalMag (3), 0,5 g L⁻¹ da formulação 15-05-15 Peter's® CalMag (4), MS com adição de 10% de água de coco (5) e água e ágar (6), sem (0 g L⁻¹) e com (3 g L⁻¹) carvão ativado

Meios de Cultivo	CPA (mm)			CR (mm)			Nº Raízes		
	Sem Carvão	Com Carvão	Média	Sem Carvão	Com Carvão	Média	Sem Carvão	Com Carvão	Média
1	4,04 Cb	7,05 Ca	5,55	6,21 Ca	5,09 CDa	5,65	1,72 CDa	1,78 Ba	1,75
2	4,23 Cb	9,78 ABa	7,00	7,48 BCa	8,39 Aba	7,93	2,26 BCb	2,85 Aa	2,56
3	7,70 Ab	11,24 Aa	9,47	11,36 Aa	8,99 Ab	10,18	3,84 Aa	3,36 Ab	3,60
4	6,06 ABb	9,32 Ba	7,69	9,51 ABa	7,23 ABCb	8,37	2,88 Ba	3,10 Aa	2,99
5	4,42 BCb	9,23 Ba	6,82	8,28 BCa	6,09 BCb	7,18	1,84 CDa	1,49 BCa	1,67
6	3,50 Cb	5,37 Da	4,43	3,45 Da	2,89 Da	3,17	1,30 Da	1,02 Ca	1,16
Média	4,99	8,67	6,83	7,71	6,45	7,08	2,31	2,27	2,29
CV (%)		18,95			29,47			22,48	

Letras maiúsculas comparam meios de cultivo e minúsculas comparam a adição de carvão. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Visando a obtenção de plântulas capazes de sobreviver e de dar continuidade ao seu desenvolvimento, formando plantas com aptidão comercial, recomenda-se a utilização do meio constituído por 1 g L⁻¹ de Peter's CalMag (15-05-15) (meio 3), já que este apresentou os melhores resultados para as características avaliadas, nas condições descritas. Por outro lado, como a adição de carvão ativado no meio não apresentou diferença em relação ao sem carvão ou teve efeito negativo, para a maioria das características, exceto para CPA, que foi a única característica em que a adição de carvão se mostrou favorável, e, além disso, trata-se de um produto caro, recomenda-se avaliar se a relação custo-benefício justifica o seu uso na germinação *in vitro* desta espécie.

4.5- Efeito do polvilho antisséptico e da temperatura

A germinação das sementes teve início aos sete dias após a sementeira, em todos os substratos para a temperatura de 25°C. O mesmo período de tempo foi observado para *Melocactus bahiensis* sob temperaturas de 25 e 30°C (Lone et al., 2007). Por outro lado, para a temperatura de 35°C a germinação se iniciou oito dias após a sementeira para os substratos 3 e 2 folhas de papel para germinação e, dez dias para o substrato areia. Meiado et al. (2008) também observaram o início da germinação mais cedo sob temperatura de 25°C comparada a 30°C, iniciando-se a 3 e 5 dias após a sementeira, respectivamente, para *Pilosocereus catingicola*.

O índice de velocidade de germinação (IVG) variou em função da temperatura. Os melhores resultados foram observados a 25°C, independentemente do substrato utilizado (Tabela 3). Para as espécies *Melocactus bahiensis* e *Pilosocereus catingicola*, a temperatura de 25°C também se mostrou melhor (Lone et al., 2007 e Meiado et al., 2008). Segundo Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes (2000), a temperatura ideal para a germinação da maioria das espécies de cactáceas está em torno de 25°C. Para esta variável, o melhor substrato foi aquele com duas folhas de papel para germinação, sob temperatura de 25°C, enquanto que, para 35°C o melhor substrato foi aquele com três folhas de papel. Provavelmente este resultado deve-se ao menor ressecamento observado com o substrato três folhas de papel comparado a duas folhas de papel para germinação. Lone et al. (2009) não encontraram diferença entre os substratos com uma folha de papel e a areia para IVG, em duas espécies de cactáceas do gênero *Rhipsalis*.

De modo geral, o uso do polvilho antisséptico nas sementes não apresentou diferença para IVG (Tabela 3).

A temperatura de 25°C também apresentou os melhores resultados para a variável tempo médio de germinação (Tm) independentemente do substrato e do uso de polvilho. Dentre os substratos testados, aquele com duas folhas de papel para germinação se mostrou melhor que os demais sob temperatura de 25°C, com média de 8,65 dias para germinação. A 35°C, os substratos com três e com duas folhas foram melhores que a areia (Tabela 3).

Tabela 3- Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio para germinação (Tm) de sementes de *Hamatocactus setispinus* não tratadas (sem) e tratadas (com) com polvilho antisséptico, nos substratos com três folhas de papel para germinação (S1), duas folhas de papel (S2) e areia (S3), sob temperaturas constantes de 25 e 35°C

Polvilho	Temperatura (°C)	IVG				Tm			
		Substratos							
		S1	S2	S3	Média	S1	S2	S3	Média
Sem	25	4,16 aB <u>a</u>	5,63 aA <u>a</u>	4,76 aB <u>a</u>	4,85	11,53 bA <u>a</u>	8,65 bB <u>b</u>	11,51 bA <u>b</u>	10,56
	35	2,42 bA <u>a</u>	1,70 bB <u>b</u>	1,69 bB <u>a</u>	1,94	16,16 aB <u>a</u>	16,90 aB <u>b</u>	22,09 aA <u>a</u>	18,38
	Média	3,29	3,67	3,23	3,40	13,85	12,78	16,80	14,47
Com	25	4,27 aA <u>a</u>	4,32 aA <u>b</u>	4,39 aA <u>a</u>	4,33	11,81 bA <u>a</u>	11,82 bA <u>a</u>	13,43 bA <u>a</u>	12,35
	35	1,85 bA <u>b</u>	2,32 bA <u>a</u>	1,94 bA <u>a</u>	2,04	17,66 aB <u>a</u>	18,91 aA <u>Ba</u>	20,87 aA <u>a</u>	19,15
	Média	3,06	3,32	3,17	3,19	14,74	15,37	17,15	15,75
	CV (%)	10,68				7,63			

Letras minúsculas na vertical comparam temperatura; letras maiúsculas na horizontal comparam substrato e; letras minúsculas sublinhadas na vertical comparam polvilho antisséptico dentro da mesma temperatura. Médias seguidas pelas mesmas letras como descrito não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a espécie *Coleocephalocereus fluminensis*, o substrato papel (duas folhas) proporcionou menor T_m a 25°C comparado ao ágar, com média de 8,51 dias (Almeida, 2008). Por outro lado, para *Pilosocereus catingicola*, sob temperatura de 25°C e com o substrato papel (duas folhas) resultaram em um T_m de 7,80 dias para germinação, comparado à temperatura de 30°C com média de 10,89 dias (Meiado et al., 2008), sendo estes resultados semelhantes aos observados na presente pesquisa com duas folhas de papel e temperatura de 25°C.

O uso de polvilho antisséptico proporcionou maiores valores de T_m a 25°C e, por isso, seu uso não foi bom para esta característica (Tabela 4). Provavelmente esta camada formada ao redor das sementes pelo polvilho dificultou a absorção de água aumentando o tempo para germinação destas.

Para percentagem de germinação, a temperatura de 25°C também apresentou os melhores resultados. Nesta temperatura não houve diferença entre os substratos testados, enquanto que a 35°C o substrato com três folhas de papel proporcionou maior percentagem de germinação para as sementes não tratadas com polvilho, mas foi o pior substrato para sementes tratadas com polvilho, a 35°C. De modo geral, o uso do polvilho antisséptico nas sementes não teve influência no percentual de germinação, exceto nos substratos com duas folhas de papel e com areia na temperatura de 35°C, resultando em maior percentagem de germinação do que observada no substrato com três folhas (Tabela 4).

Guedes et al. (2009) avaliando a germinação de sementes de *Cereus jamacaru*, não encontraram diferença entre os substratos rolo de papel, entre e sobre papel na percentagem de germinação. Segundo os autores, as diferentes capacidades de retenção de água dos substratos influenciaram a velocidade de embebição da semente e, conseqüentemente, o tempo médio de germinação, o que também foi observado nos resultados acima. Em estudo sobre a germinação de duas espécies de cactáceas do gênero *Rhipsalis*, os substratos areia e papel não apresentaram diferença entre si para a percentagem de germinação, entretanto o substrato areia apresentou menor valor de T_m para *R. floccosa* (Lone et al. 2009), o que reforça a afirmação sobre a velocidade de embebição das sementes.

Tabela 4- Percentual de germinação de sementes de *Hamatocactus setispinus* não tratadas (sem) e tratadas (com) com polvilho antisséptico, nos substratos com três folhas de papel para germinação (S1), duas folhas de papel (S2) e areia (S3), sob temperaturas constantes de 25 e 35°C

Germinação (%)					
Substratos					
Polvilho	Temperatura (°C)	S1	S2	S3	Média
Sem	25	86 aA <u>a</u>	89 aA <u>a</u>	96 aA <u>a</u>	90
	35	74 aA <u>a</u>	51 bB <u>b</u>	64 bA <u>Ba</u>	63
	Média	80	70	80	77
Com	25	87 aA <u>a</u>	88 aA <u>a</u>	91 aA <u>a</u>	89
	35	58 bB <u>b</u>	84 aA <u>a</u>	74 bA <u>a</u>	72
	Média	73	86	83	81
CV (%)			6,25		

Letras minúsculas na vertical comparam temperatura; letras maiúsculas na horizontal comparam substrato e; letras minúsculas sublinhadas na vertical comparam polvilho antisséptico dentro da mesma temperatura. Médias seguidas pelas mesmas letras como descrito não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A temperatura de 35°C proporcionou os melhores resultados para comprimento da parte aérea (CPA), independentemente do substrato e do uso ou não de polvilho nas sementes (Tabela 5). Não houve variação em função da temperatura e do uso de polvilho para o substrato areia, o qual apresentou médias superiores às do substrato papel (três e duas folhas) (Tabela 5). Esse substrato forneceu melhores condições para o enraizamento das plântulas comparado ao papel, além disso, observou-se menor capacidade de retenção de água para o substrato papel, tanto para três quanto para duas folhas, e, por isso, foi necessário umedecê-lo novamente durante o teste. Em *Melocactus bahiensis*, o substrato areia também se mostrou superior ao papel, entretanto, o único inconveniente apontado pelos autores foi o peso desse substrato na caixa gerbox comparado ao papel (Lone et al., 2007).

O uso de polvilho antisséptico proporcionou melhores resultados para CPA apenas para o substrato areia, em ambas as temperaturas. Em contrapartida, para as sementes nos substratos com três e duas folhas de papel, o uso do polvilho foi indiferente (Tabela 5).

Para o CR, a melhor temperatura foi de 25°C. O substrato areia se mostrou melhor em ambas as temperaturas testadas com ou sem polvilho que não resultou em diferença para esta característica (Tabela 5).

Com base nos resultados obtidos neste experimento, podemos concluir que a temperatura de 25°C é mais adequada e recomenda-se a utilização do substrato com duas folhas de papel, visto que ao final do teste de germinação as plântulas não são aclimatizadas e, por isso considerou-se apenas as características de IVG, Tm e percentagem de germinação das sementes. A utilização de polvilho antisséptico não é recomendada para esta espécie.

Tabela 5- Comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas a partir da germinação de sementes não tratadas (sem) e tratadas (com) com polvilho antisséptico, nos substratos com três folhas de papel para germinação (S1), duas folhas de papel (S2) e areia (S3), sob temperaturas constantes de 25 e 35°C

		CPA (mm)				CR (mm)			
		Substratos							
Polvilho	Temperatura (°C)	S1	S2	S3	Média	S1	S2	S3	Média
Sem	25	2,72 bBa _u	2,30 bBa _u	3,92 bAb _u	2,98	2,21 aBa _u	1,61 aCa _u	3,27 aAa _u	2,36
	35	3,15 aCa _u	3,94 aBa _u	4,97 aAb _u	4,02	1,24 bBa _u	1,41 aABa _u	1,93 bAa _u	1,53
	Média	2,94	3,12	4,45	3,50	1,73	1,51	2,60	1,95
Com	25	1,95 bBb _u	2,43 bBa _u	5,81 aAa _u	3,40	1,72 aBb _u	1,92 aBa _u	3,45 aAa _u	2,37
	35	3,22 aBa _u	3,17 aBb _u	5,42 aAa _u	3,93	1,27 aBa _u	1,31 bBa _u	2,36 bAa _u	1,64
	Média	2,59	2,80	5,62	3,67	1,50	1,62	2,91	2,01
CV (%)		7,92				16,09			

Letras minúsculas na vertical comparam temperatura; letras maiúsculas na horizontal comparam substrato e; letras minúsculas sublinhadas na vertical comparam polvilho antisséptico dentro da mesma temperatura. Médias seguidas pelas mesmas letras como descrito não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4.6- Efeito da temperatura e substrato

O início da germinação das sementes variou em função das temperaturas e dos substratos. As sementes semeadas nos substratos papel e areia sempre começaram a germinar no mesmo período em todas as temperaturas, porém aquelas semeadas em vermiculita iniciaram o processo mais tarde. Sob as temperaturas de 20 e 30°C, as sementes começaram a germinar com 12 dias após a semeadura nos substratos papel e areia enquanto que, na vermiculita a germinação se iniciou com 15 dias. Sob temperatura de 25°C, nos substratos papel e areia, as sementes iniciaram a germinação com seis dias e em vermiculita com nove dias. Sob temperatura de 35°C as sementes começaram a germinar com nove dias nos substratos papel e areia e, com 12 dias em vermiculita.

As sementes sob a temperatura de 25°C apresentaram os maiores valores de IVG e menores de Tm, independentemente do substrato, enquanto que os menores valores de IVG foram observados nas sementes sob a temperatura de 35°C e os maiores valores de Tm sob 30 e 35°C, em todos os substratos testados (Tabela 6). Para a germinação de sementes de *Pilosocereus arrabidae*, maiores valores de velocidade e percentagem de germinação foram obtidos a 20°C, porém a germinação foi completamente inibida sob temperaturas extremas de 10, 35 e 40°C (Martins, 2007). Segundo Rojas-Aréchiga e Vásquez-Yanes (2000), temperaturas extremas, ou seja, abaixo de 12°C e acima de 28°C não favorecem a germinação de cactáceas.

O substrato papel proporcionou os maiores valores de IVG nas quatro temperaturas avaliadas, enquanto que os menores valores foram obtidos com o substrato vermiculita (Tabela 6). De modo geral, não houve diferença entre os substratos para a variável Tm, exceto nas temperaturas de 30 e 35°C onde a vermiculita foi pior (Tabela 6), ocasionando valores mais elevados. Para *Rhipsalis floccosa*, os substratos papel e areia não diferiram entre si para IVG, apresentando maiores médias que a vermiculita, no entanto, para *R. pilocarpa*, esses três substratos não apresentaram diferença. O mesmo foi observado para valores de Tm, para esta espécie, onde o substrato recomendado foi pó de fibra de coco com menor tempo para germinação. Por outro lado, para *R. floccosa*, o melhor substrato foi areia com menor Tm enquanto que, papel, vermiculita e pó de fibra de coco não diferiram entre si (Lone et al., 2009).

Tabela 6- Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio para germinação (Tm) de sementes de *Hamatocactus setispinus* nos substratos com duas folhas de papel para germinação (S1), areia (S2) e vermiculita (S3), sob temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35°C

Temperatura	IVG				Tm			
	Substratos							
	S1	S2	S3	Média	S1	S2	S3	Média
20°C	2,18 Ba	1,78 Bb	1,68 Bb	1,88	19,23 Aa	19,00 Ba	20,02 Ba	19,42
25°C	3,94 Aa	3,43 Ab	2,87 Ac	3,41	11,69 Ba	11,20 Ca	13,16 Ca	12,01
30°C	1,92 Ba	1,53 Bb	0,79 Cc	1,41	21,85 Ab	22,29 Ab	27,32 Aa	23,82
35°C	1,36 Ca	0,92 Cb	0,36 Dc	0,88	21,31 Ab	21,35 ABb	26,64 Aa	23,10
Média	2,35	1,91	1,43	1,90	18,52	18,46	21,78	19,59
CV (%)	8,86				7,35			

Letras maiúsculas comparam temperaturas e minúsculas comparam substratos. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores percentuais de germinação foram obtidos na temperatura de 25°C, enquanto que a 35°C foram obtidos os mais baixos percentuais em todos os substratos testados (Tabela 7). O mesmo foi observado em experimento com *Ferocactus recurvus*, no qual o maior percentual germinativo foi alcançado à temperatura de 25°C (Rojas-Aréchiga et al., 1998), não havendo diferenças entre os resultados sob 15, 20, 30 e 35°C, que proporcionaram as menores percentagens de germinação, por volta de 25%, o mesmo sendo observado para *Echinocactus platyacanthus*. No mesmo trabalho, para *Ferocactus robustus*, a melhor temperatura foi de 30°C, não ocorrendo diferença de germinação nas temperaturas de 20, 25 e 35°C. Essas cactáceas, assim como a espécie estudada na presente pesquisa, são de formato em barril e apresentaram uma faixa de temperatura ótima para germinação muito similar e relativamente alta comparada à faixa encontrada para cactáceas colunares, que ficou entre 15 e 30°C, tendo germinado até mesmo a 10°C (40%) (Rojas-Aréchiga et al., 1998). Segundo estes autores, sementes de cactos no formato de barril são menos tolerantes a baixas temperaturas do que sementes de cactos colunares, o que reforça a idéia de que as sementes daqueles em forma de barril necessitam de luz para germinar, enquanto que aquelas dos cactos colunares são indiferentes (Rojas-Aréchiga et al., 1997).

Cactos no formato de barril germinam na superfície do solo, devido ao requerimento de luz para o processo, por isso, estão sujeitos a temperaturas mais altas, enquanto que cactos colunares germinam em regiões mais profundas no solo, as quais não apresentam luz, mas suas temperaturas são mais baixas (Rojas-Aréchiga et al., 1997). Um exemplo para esta associação pode ser *Pilosocereus arrabidae*, uma espécie de cacto colunar, a qual apresentou melhores percentuais de germinação sob a temperatura de 20°C, enquanto que, sob temperaturas de 35 ou 40°C a germinação foi completamente inibida (Martins, 2007).

Para *Hylocereus setaceus*, uma espécie de cacto epífita, a temperatura de 25°C proporcionou 100% de germinação das sementes, porém esta não diferiu da temperatura de 30°C (Simão et al., 2007).

Tabela 7- Percentual de germinação de sementes de *Hamatocactus setispinus* nos substratos com duas folhas de papel para germinação (S1), areia (S2) e vermiculita (S3), sob temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35°C

Germinação (%)				
Substratos				
Temperatura	S1	S2	S3	Média
20°C	67 Ba	64 Aa	64 Aa	66
25°C	83 Aa	74 Aab	72 Ab	76
30°C	79 Aa	66 Ab	42 Bc	61
35°C	52 Ca	36 Bb	18 Cc	34
Média	71	60	49	60
CV (%)	4,69			

Letras maiúsculas comparam temperaturas e minúsculas comparam substratos. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença no percentual de germinação de sementes entre os substratos a 20°C, mas a 25, 30 e 35°C, a vermiculita apresentou as médias mais baixas, enquanto que o papel para germinação proporcionou as mais altas (Tabela 7). A temperatura de 25°C proporcionou os maiores valores para percentagem de germinação tanto no substrato papel quanto na areia, por outro lado as temperaturas de 20 e 30°C não diferiram entre si, mas apresentaram as médias mais baixas para ambos os substratos (Tabela 7). No entanto, para as espécies *Rhipsalis floccosa* e *Rhipsalis pilocarpa*, os substratos papel e areia não diferiram entre si a 25°C, mas a vermiculita apresentou as médias mais baixas para esta variável (Lone et al., 2009). Entretanto, para a germinação de sementes de *Hylocereus undatus*, as maiores médias foram obtidas no substrato papel, enquanto areia e vermiculita não apresentaram diferença entre si (Andrade et al., 2008).

No substrato papel, os melhores resultados de CPA foram obtidos a 30 e 35°C, porém para a areia as melhores temperaturas foram 25, 30 e 35°C, enquanto que, para vermiculita as temperaturas de 25 e 35°C proporcionaram melhores valores de CPA (Tabela 8). Contudo, o substrato vermiculita foi o que se mostrou melhor nas quatro temperaturas (Tabela 8). Sob temperatura de 30°C, o substrato papel causou maiores valores de CR. A vermiculita foi o melhor substrato para CR nas temperaturas de 20, 25 e 30°C, entretanto sob 25°C, esta não diferiu da areia. Sob temperatura de 35°C os substratos não diferiram entre si (Tabela 8). Esses resultados podem estar relacionados às características da vermiculita que, segundo Souza et al. (2007), além de ser um substrato leve e de fácil manuseio, apresenta boa capacidade de absorção de água e não necessita ser reumedecida diariamente, características estas que proporcionam bom desempenho germinativo das sementes.

Em diferentes espécies são relatados resultados semelhantes aos descritos acima. Em estudo sobre a germinação de sementes de *Adenantha pavonina*, Souza et al. (2007) observaram que temperaturas mais altas como 30 e 35°C, proporcionaram maiores valores de comprimento de plântulas e, que nestas temperaturas os substratos areia e vermiculita se mostraram superiores ao pó de coco. Por outro lado, para germinação de flor-de-seda (*Calotropis procera*), a areia causou melhores resultados no comprimento das plântulas do que a vermiculita, enquanto que, com papel, os resultados obtidos foram os mais baixos (Silva et al., 2009). Também em germinação

Tabela 8- Comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR), em milímetros, de plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas a partir de germinação nos substratos com duas folhas de papel para germinação (S1), areia (S2) e vermiculita (S3), sob temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35°C

Temperatura	CPA (mm)				CR (mm)			
	Substratos							
	S1	S2	S3	Média	S1	S2	S3	Média
20°C	2,51 Cc	3,54 Bb	4,87 Ca	3,67	2,11 Bb	2,44 Bb	3,57 Ba	2,70
25°C	2,72 BCc	4,73 Ab	5,83 Aa	4,43	1,90 Bc	3,32 Ab	4,48 Aa	3,23
30°C	3,14 ABc	4,59 Ab	5,15 BCa	4,29	2,77 Ab	2,91 ABab	3,23 Ba	2,97
35°C	3,44 Ac	4,56 Ab	5,60 ABa	4,53	2,22 Ba	2,47 Ba	2,50 Ca	2,39
Média	2,95	4,36	5,36	4,22	2,25	2,79	3,45	2,82
CV (%)	7,27				9,27			

Letras maiúsculas comparam temperaturas e minúsculas comparam substratos. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

de *Phoenix roebelenii* (Iossi et al., 2003) observou-se que o comprimento da raiz, não diferiu entre plântulas dos substratos areia e vermiculita, que foram superiores aos obtidos com esfagno e serragem.

Levando em consideração que na condução do teste de germinação as plântulas não são aclimatizadas, foram consideradas apenas as variáveis IVG, Tm e percentagem de germinação das sementes para determinação da melhor temperatura para germinação que, para essas características foi a de 25°C. Por outro lado, para IVG, o substrato papel apresentou valores mais altos, enquanto que para Tm e percentagem de germinação este não diferiu da areia, logo ambos os substratos podem ser usados na condução do teste de germinação nas condições descritas. Entretanto, recomenda-se a utilização do substrato duas folhas de papel por ser mais barato e pela facilidade de manuseio na condução do teste, comparado à areia.

4.7- Armazenamento de sementes de *Hamatocactus sestipinus*

Houve rápida resposta das sementes à presença de umidade e pode-se dizer que as sementes desta espécie não apresentaram dormência, pois assim que as condições favoráveis à germinação foram oferecidas o processo se iniciou.

Não foi possível estabelecer uma curva de regressão entre o tempo de armazenamento e os valores das características avaliadas (Tabela 9). O IVG, Tm, CPA e CR variaram de forma diferente em função do tempo de armazenamento, enquanto não houve diferença significativa entre os percentuais de germinação observados nos diferentes tratamentos.

Sementes armazenadas por sete meses apresentaram os maiores valores de IVG, enquanto que, para aquelas armazenadas por 6 e 10 meses observaram-se os menores valores (Tabela 9). Os menores valores de Tm foram obtidos com sementes armazenadas por 1, 2, 3, 7 e 9 meses. Por outro lado, observaram-se os maiores valores de Tm em sementes armazenadas por 10 meses (Tabela 9).

O percentual de germinação não foi afetado pelo armazenamento das sementes, obtendo-se germinação média de 96% (Tabela 9). Sementes de *Stenocereus stellatus* armazenadas em sacos de papel sob temperatura ambiente, apresentaram maior percentagem de germinação com período de armazenamento de 41 meses, comparado com a germinação após armazenamento por seis meses (Rojas-Aréchiga et al., 2001).

Por outro lado, o aumento do período de armazenamento de sementes de *Mammillaria huiquilopochtli* ocasionou diminuição do percentual de germinação, em sementes armazenadas à temperatura ambiente por períodos de 3, 15, 27 e 39 meses, obtendo-se a maior percentagem de germinação, 90%, com sementes armazenadas por três meses, enquanto que a menor foi encontrada aos 39 meses de armazenamento com 9,7% de sementes germinadas (Flores-Martínez et al., 2008). Sementes de pitaya vermelha não apresentaram diferença na percentagem de germinação em função do ambiente (temperatura ambiente; câmara seca e fria) e período de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias), atingindo médias acima de 73% (Andrade et al., 2005).

Plântulas oriundas de sementes armazenadas por nove meses apresentaram maiores valores de CPA, em contrapartida, foram observados os menores valores para

plântulas obtidas a partir de sementes armazenadas por um mês (Tabela 9). Os maiores valores de CR foram obtidos para sementes armazenadas por três meses, em contrapartida, o armazenamento por 1, 4 e 10 meses proporcionou menores valores de CR (Tabela 9).

Os resultados oscilaram bastante somente permitindo afirmar que estas sementes podem ser estocadas para posterior utilização.

Tabela 9- Médias por agrupamento para índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio para germinação (Tm), percentual de germinação de sementes, comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas a partir da germinação de sementes armazenadas à temperatura ambiente de 1 a 10 meses (tempo) em sacos de papel

Tempo	IVG	Tm	Germinação (%)	CPA (mm)	CR (mm)
1	7,18 b	7,16 d	98 a	2,19 f	1,41 d
2	7,42 b	7,13 d	100 a	2,70 e	1,83 c
3	6,96 b	7,31 d	94 a	3,03 c	2,68 a
4	6,36 c	8,22 c	95 a	2,87 d	1,61 d
5	6,40 c	8,16 c	93 a	2,86 d	1,78 c
6	5,82 d	9,09 b	94 a	2,80 d	1,84 c
7	8,60 a	7,16 d	96 a	3,09 c	2,31 b
8	6,16 c	8,53 c	94 a	3,29 b	2,37 b
9	6,97 b	7,21 d	95 a	3,73 a	2,20 b
10	5,40 d	10,17 a	96 a	2,56 e	1,58 d
Média	6,73	8,01	96	2,91	1,96
CV (%)	5,27	4,68	1,93	5,38	6,88

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade.

4.8- Emergência de *Hamatocactus setispinus* em casa-de-vegetação

A emergência das plântulas provenientes de sementes tratadas com polvilho antisséptico, teve seu início mais tardio do que aquelas que não foram tratadas, em todos os substratos utilizados. De modo geral, plântulas oriundas de sementes não tratadas com polvilho iniciaram a emergência entre 9-12 dias, enquanto que aquelas oriundas de sementes tratadas iniciaram o processo entre 15-18 dias.

O início da emergência varia entre as espécies e até dentro do mesmo gênero. Para sementes de *Schlumbergera truncata* (flor-de-maio), a emergência teve início cinco dias após a semeadura em cinco substratos testados (Leal et al., 2007), para *Melocactus actinacanthus* o processo iniciou-se com sete dias (Matos et al., 2005). No entanto, para as espécies *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus gounellei* e *Melocactus bahiensis* a emergência se iniciou entre 9-13 dias no substrato areia (Cavalcanti e Resende, 2007).

O uso de polvilho antisséptico na proteção das sementes resultou em valores de IVE significativamente mais baixos, e de Tm significativamente mais altos, em todos os substratos (Tabela 10).

Para as sementes não tratadas com polvilho, o percentual de emergência foi mais alto, exceto nos substratos Plantmax[®] (S2) e Plantmax[®] + areia (S4), nos quais os valores observados não diferiram entre sementes tratadas e não tratadas (Tabela 10).

Os valores mais altos de IVE, para as sementes não tratadas com polvilho antisséptico, foram obtidos nos substratos Biomix[®] (S1), Biomix[®] + areia (S3), Biomix[®] + vermiculita (S5), e vermiculita + Biomix[®] + areia (S7) (Tabela 10). Por outro lado, os substratos S2 e S4 proporcionaram os valores mais baixos de IVE (Tabela 10).

Resultados semelhantes foram obtidos para *Melocactus deinacanthus*, com substrato a base de areia e terra vegetal (Sanches et al., 2007).

Para sementes tratadas com polvilho, os maiores valores de IVE foram obtidos nos substratos S2, S3 e S7 (Tabela 10).

Não houve diferença entre os substratos para Tm, exceto para os substratos S2 e S4 que apresentaram os valores mais altos, para sementes não tratadas (Tabela 10). Entretanto, para sementes tratadas, o substrato S7 apresentou os menores valores de Tm, enquanto que o S4, novamente, apresentou valores mais altos (Tabela 10).

Tabela 10- Médias por agrupamento para índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio para emergência (Tm) e percentual de emergência de plântulas de *Hamatocactus setispinus* não tratadas (sem) e tratadas (com) com polvilho antisséptico em casa-de-vegetação nos substratos Biomix Floreira[®] (S1), Plantmax[®] hortaliças HT (S2), Biomix[®] + areia (S3), Plantmax[®] + areia (S4), Biomix[®] + vermiculita fina (S5), Plantmax[®] + vermiculita fina (S6) e Biomix[®] + areia + vermiculita fina (S7)

Substratos	IVE			Tm			Emergência (%)		
	Sem Polvilho	Com Polvilho	Média	Sem Polvilho	Com Polvilho	Média	Sem Polvilho	Com Polvilho	Média
S1	2,63 A	0,54 C	1,58	16,32 B	32,51 B	24,41	78 Aa	32 Bb	55
S2	1,96 C	1,14 A	1,55	20,26 A	29,74 C	25,00	74 Aa	64 Aa	69
S3	2,92 A	1,27 A	2,09	15,94 B	30,45 C	23,20	86 Aa	70 Ab	78
S4	1,87 C	0,82 B	1,35	19,07 A	35,76 A	27,41	65 Aa	54 Aa	60
S5	2,76 A	0,34 C	1,55	14,87 B	31,01 C	22,94	76 Aa	18 Cb	47
S6	2,27 B	0,52 C	1,39	16,49 B	33,19 B	24,84	70 Aa	30 Bb	50
S7	2,64 A	1,16 A	1,90	15,98 B	27,37 D	21,67	75 Aa	57 Ab	66
Média	2,43 a	0,83 b	1,74	16,99 b	31,43 a	24,21	75	46	61
CV (%)		15,03			9,36			8,99	

Letras maiúsculas comparam substratos e minúsculas comparam polvilho. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott- Knott a 5% de probabilidade.

Os substratos não diferiram entre si para percentagem de emergência, para sementes não tratadas (Tabela 10). Por outro lado, quando estas foram tratadas com polvilho antisséptico, os substratos S2, S3, S4 e S7 apresentaram maior percentual de emergência, enquanto que o substrato Biomix[®] + vermiculita (S5) apresentou o pior valor (Tabela 10).

Para a germinação de sementes de *Schlumbergera truncata* em diferentes substratos, os maiores valores de IVG e percentual de germinação foram obtidos com os substratos Rendmax[®] Floreiras + xaxim (1:1) e Rendmax[®] Floreiras (100%) (Leal et al., 2007), substrato este a base de turfa, casca de Pinus e vermiculita, assim como substrato Biomix[®] Floreira.

De acordo com os resultados obtidos, não se recomenda o tratamento das sementes com polvilho antisséptico, devido à redução da velocidade de emergência e ao aumento no tempo médio para que ela ocorra, além do percentual de plântulas emergidas. Observou-se que todos os substratos que continham Biomix[®] Floreira na composição apresentaram, de maneira geral, melhores resultados para IVE e Tm, quando as sementes não eram tratadas com polvilho, enquanto que, para o percentual de plântulas emergidas os substratos não diferiram entre si. Por outro lado, aqueles que continham Plantmax[®] proporcionaram os piores resultados para as características avaliadas.

4.9- Aclimatização das plântulas obtidas *in vitro*

Para todos os quatro experimentos realizados na aclimatização das plântulas, a sobrevivência destas foi de 100%.

Não houve diferença entre os substratos avaliados para as características diâmetro da parte aérea (DPA) (Tabela 11), número de raízes (NR) (Tabela 12), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca de raiz (MFR) (Tabela 13), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca de raiz (MSR) (Tabela 14).

Houve interação dos tratamentos substrato x meio de cultivo de procedência para as características comprimento de parte aérea (CPA) (Tabela 11) e comprimento da raiz (CR) (Tabela 12).

Plântulas provenientes do meio de cultivo Peter's® CalMag 1 g L⁻¹ com carvão ativado apresentaram maior CPA quando cultivadas no substrato Biomix® Floreira (S1), enquanto que aquelas provenientes dos meios de cultivo Peter's® 1 e 0,5 g L⁻¹ com carvão apresentaram maior CPA (Tabela 11). Por outro lado, o meio Peter's® 0,5 g L⁻¹ sem carvão ativado proporcionou os menores valores de CPA para as plantas cultivadas em ambos os substratos testados (Tabela 11). O substrato Biomix® Floreira + areia (S2) proporcionou os maiores valores de CPA para as plantas provenientes dos meios de cultivo Peter's® 1 g L⁻¹ sem carvão e Peter's® 0,5 g L⁻¹ com carvão (Tabela 11). Para os demais meios não houve diferença entre os substratos testados para esta característica (Tabela 11).

Os meios Peter's® 1 e 0,5 g L⁻¹ com carvão proporcionaram os maiores valores de DPA, enquanto que o meio Peter's® 0,5 g L⁻¹ sem carvão proporcionou os menores valores de DPA para as plantas no substrato S1 (Tabela 11). No substrato S2, as plantas provenientes do meio Peter's® 0,5 g L⁻¹ sem carvão tiveram os menores valores de DPA, por outro lado, os demais meios não diferiram entre si e proporcionaram os maiores valores de DPA (Tabela 11).

O CR das plantas não diferiu em função dos meios de cultivo *in vitro* de sua procedência, para plantas cultivadas no substrato S1. Porém, para aquelas cultivadas no substrato S2, o meio Peter's® 1 g L⁻¹ com carvão foi melhor que o Peter's® 0,5 g L⁻¹ sem carvão (Tabela 11). O substrato S2 proporcionou maiores valores de CR apenas nas plantas oriundas do meio Peter's® 1 g L⁻¹ com carvão, para plantas oriundas dos demais meios, não houve diferença entre os substratos testados (Tabela 12).

Tabela 11- Comprimento da parte aérea (CPA) e diâmetro da parte aérea (DPA) de plântulas de *Hamatocactus setipinus* obtidas a partir de germinação *in vitro* nos meios de cultivo Peter's 1 g L⁻¹ e Peter's 0,5 g L⁻¹ sem (0 g L⁻¹) e com (3 g L⁻¹) carvão ativado após três meses de aclimatização nos substratos Biomix Floreira[®] (S1) e Biomix Floreira[®] + areia (S2)

		CPA (mm)			DPA (mm)		
		Substrato			Substrato		
Meio	Carvão	S1	S2	Média	S1	S2	Média
Peter's 1 g L ⁻¹	Sem	21,94 Bb	23,27 Ba	22,61	13,64 Ba	14,29 Aa	13,97
	Com	26,12 Aa	26,67 Aa	26,40	15,33 Aa	15,59 Aa	15,46
Peter's 0,5 g L ⁻¹	Sem	19,07 Ca	20,06 Ca	19,57	12,00 Ca	12,16 Ba	12,08
	Com	23,12 Bb	25,66 Aa	24,39	14,65 ABa	15,39 Aa	15,02
Média		22,56	23,91	23,24	13,91	14,36	14,14
CV (%)		2,24			3,86		

Letras maiúsculas comparam meios e, minúsculas comparam substratos. Médias seguidas pela mesma letra como descrito não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12- Comprimento da raiz (CR) e número de raízes (NR) de plântulas de *Hamatocactus setipinus* obtidas a partir de germinação *in vitro* nos meios de cultivo Peter's 1 g L⁻¹ e Peter's 0,5 g L⁻¹ sem (0 g L⁻¹) e com (3 g L⁻¹) carvão ativado após três meses de aclimatização nos substratos Biomix Floreira[®] (S1) e Biomix Floreira[®] + areia (S2)

		CR (mm)			NR		
		Substrato			Substrato		
Meio	Carvão	S1	S2	Média	S1	S2	Média
Peter's 1 g L ⁻¹	Sem	32,32 Aa	35,89 ABa	34,11	3,64 Aa	3,70 Aa	3,67
	Com	29,76 Ab	39,46 Aa	34,61	2,53 Ba	2,44 Ba	2,49
Peter's 0,5 g L ⁻¹	Sem	27,17 Aa	28,39 Ba	27,78	2,08 Ca	2,14 Ba	2,11
	Com	33,78 Aa	33,66 ABa	33,72	2,30 BCa	2,43 Ba	2,37
Média		30,76	34,35	32,56	2,64	2,68	2,66
CV (%)		11,96			4,93		

Letras maiúsculas comparam meios e, minúsculas comparam substratos. Médias seguidas pela mesma letra como descrito não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Plântulas provenientes do meio Peter's® 1 g L⁻¹ sem carvão apresentaram maiores valores de NR independentemente do substrato avaliado (Tabela 12).

Em ambos os substratos testados, os valores de MFPA de plantas provenientes dos meios Peter's® 1 e 0,5 g L⁻¹ com carvão não diferiram entre si e foram maiores, e os valores de MFPA daquelas oriundas do meio Peter's® 0,5 g L⁻¹ sem carvão foram menores (Tabela 13).

Não houve diferença entre os meios de origem das plantas para a característica MFR quando cultivadas no substrato S1, porém para aquelas cultivadas no substrato S2, oriundas dos meios Peter's® 1 g L⁻¹ sem e com carvão não diferiram entre si, e tiveram os maiores valores para esta característica (Tabela 13).

As características MSPA e MSR, não diferiram, em nenhum dos substratos testados, independentemente do meio de cultivo *in vitro* de origem (Tabela 14).

Como não houve diferença entre os substratos testados para a maioria das características avaliadas, pode-se utilizar qualquer um dos dois substratos na aclimatização de plântulas desta espécie, nas condições experimentais descritas.

As plantas procedentes dos meios de cultivo Peter's® CalMag 1 e 0,5 g L⁻¹ com carvão ativado apresentaram maior crescimento na aclimatização, em ambos os substratos de cultivo, durante o período experimental avaliado, do que aquelas procedentes dos mesmos meios, porém sem adição de carvão. As plantas oriundas dos meios de cultivo Peter's® CalMag 1 e 0,5 g L⁻¹ não diferiram entre si para a maioria das características.

Cabe ressaltar que as diferenças observadas nas plantas durante a aclimatização em função do uso do carvão no meio de cultivo de procedência, são detectadas apenas por meio de medições detalhadas, não sendo percebidas pelo exame do aspecto visual das plantas (Figura 4).

No experimento de germinação *in vitro*, observou-se que o uso de carvão ativado foi prejudicial, resultado este contrário ao observado no experimento de aclimatização. Levando-se em consideração a produção em grande escala, para que se possa fazer uma recomendação sobre o uso deste na germinação *in vitro* desta espécie, visando à posterior aclimatização das plântulas para uso comercial, seria aconselhável prolongar o tempo de avaliação da aclimatização para averiguar se plântulas provenientes de meios de cultivo *in vitro* contendo carvão persistiriam com resultados superiores na aclimatização.

Tabela 13- Matéria fresca de parte aérea (MFPA) e matéria fresca de raiz (MFR) de plântulas de *Hamatocactus setipinus* obtidas a partir de germinação *in vitro* nos meios de cultivo Peter's 1 g L⁻¹ e Peter's 0,5 g L⁻¹ sem (0 g L⁻¹) e com (3 g L⁻¹) carvão ativado após três meses de aclimatização nos substratos Biomix Floreira[®] (S1) e Biomix Floreira[®] + areia (S2)

Meio	Carvão	MFPA (g)			MFR (g)		
		Substrato			Substrato		
		S1	S2	Média	S1	S2	Média
Peter's 1 g L ⁻¹	Sem	1,45 BCa	1,62 Ba	1,54	0,0238 Aa	0,0332 Aa	0,0285
	Com	2,06 Aa	2,07 Aa	2,07	0,0174 Aa	0,0194 ABa	0,0184
Peter's 0,5 g L ⁻¹	Sem	1,11 Ca	1,14 Ca	1,23	0,0118 Aa	0,0101 Ba	0,0110
	Com	1,73 ABa	1,93 ABa	1,83	0,0176 Aa	0,0135 Ba	0,0156
Média		1,59	1,69	1,64	0,0177	0,0191	0,0184
CV (%)		9,27			33,42		

Letras maiúsculas comparam meios e, minúsculas comparam substratos. Médias seguidas pela mesma letra como descrito não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14- Matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca de raiz (MSR) de plântulas de *Hamatocactus setipinus* obtidas a partir de germinação *in vitro* nos meios de cultivo Peter's 1 g L⁻¹ e Peter's 0,5 g L⁻¹ sem (0 g L⁻¹) e com (3 g L⁻¹) carvão ativado após três meses de aclimatização nos substratos Biomix Floreira[®] (S1) e Biomix Floreira[®] + areia (S2)

		MSPA (g)			MSR (g)		
		Substrato			Substrato		
Meio	Carvão	S1	S2	Média	S1	S2	Média
Peter's 1 g L ⁻¹	Sem	0,0474 Aa	0,0556 Aa	0,0515	0,0036 Aa	0,0053 Aa	0,0045
	Com	0,0657 Aa	0,0613 Aa	0,0635	0,0035 Aa	0,0045 Aa	0,0040
Peter's 0,5 g L ⁻¹	Sem	0,0555 Aa	0,0398 Aa	0,0477	0,0036 Aa	0,0026 Aa	0,0031
	Com	0,0569 Aa	0,0675 Aa	0,0622	0,0033 Aa	0,0043 Aa	0,0038
Média		0,0564	0,0561	0,0563	0,0035	0,0042	0,0039
CV (%)		26,08			35,40		

Letras maiúsculas comparam meios e, minúsculas comparam substratos. Médias seguidas pela mesma letra como descrito não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

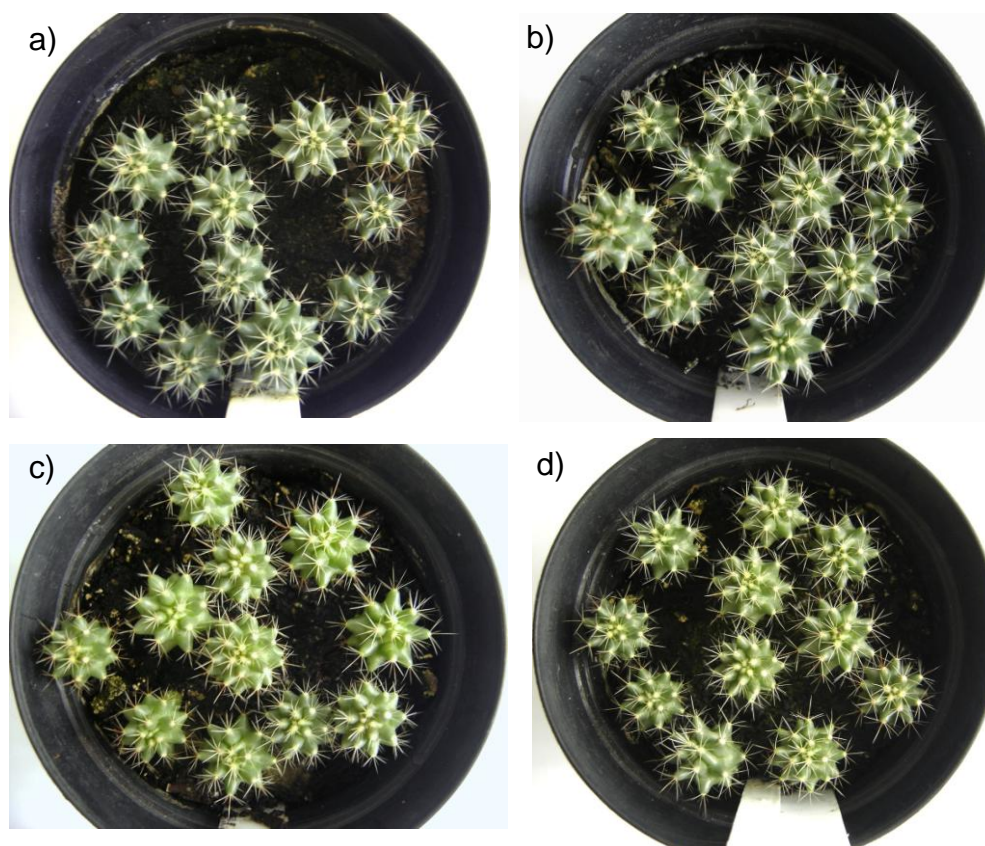


Figura 4- Plântulas de *Hamatocactus setispinus*: a) provenientes do meio de cultivo Peter's[®] CalMag 1 g L⁻¹ sem carvão ativado e b) Peter's Calmag 1 g L⁻¹ com carvão ativado; c) provenientes do meio de cultivo Peter's[®] CalMag 0,5 g L⁻¹ sem carvão ativado e d) com carvão ativado aos três meses de aclimatização.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Em virtude da importância ornamental da espécie *Hamatocactus setispinus*, inicialmente foram determinados o comprimento e largura dos frutos, número de sementes por fruto e peso de 1000 sementes, assim como o tipo de fotoblastismo da espécie, além de terem sido realizados experimentos para avaliar a germinação *in vitro* em diferentes meios de cultivo e concentrações de carvão ativado, o efeito do polvilho antisséptico na germinação das sementes, assim como o efeito de diferentes regimes de temperatura constante e diferentes substratos, o armazenamento das sementes por um período de 10 meses, a emergência em casa-de-vegetação em diferentes substratos e a aclimatização de plântulas obtidas da germinação *in vitro*.

O comprimento e o diâmetro médio dos frutos de *H. setispinus* foram, respectivamente, de $8,60 \pm 0,50$ mm e $9,03 \pm 0,50$ mm. O número médio de sementes por fruto foi de 174 ± 33 . As sementes apresentaram comprimento e diâmetro médio de $1,38 \pm 0,02$ mm e $1,05 \pm 0,04$ mm, respectivamente. O peso de 1000 sementes foi de 0,066 g.

O experimento para determinação do tipo de fotoblastismo foi constituído por um delineamento inteiramente casualizado com duas condições de luminosidade (luz e

escuro) e 10 repetições, com dois tubos por parcela, e cinco sementes por tubo. As sementes que permaneceram no escuro não germinaram, enquanto foi observado um percentual de 88% de germinação naquelas expostas à luz, sendo, portanto, classificadas como fotoblásticas positivas.

O experimento sobre a germinação *in vitro* em diferentes meios de cultivo e concentrações de carvão ativado constituiu-se num esquema fatorial (6x2), sendo seis meios de cultivo (MS; MS ½ força de sais minerais; 1 g L⁻¹ da formulação 15-05-15 Peter's® CalMag (3); 0,5 g L⁻¹ da formulação 15-05-15 Peter's® CalMag (4); MS com adição de 10% de água de coco e; água e ágar) e duas concentrações de carvão ativado (0 e 3 g L⁻¹), em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições de 10 sementes cada. O meio constituído por 1 g L⁻¹ de Peter's CalMag (15-05-15) apresentou os melhores resultados para as características avaliadas. Por outro lado, o uso de carvão ativado acarretou os piores resultados ou não apresentou diferença para a maioria das características.

O experimento sobre o efeito do polvilho antisséptico constituiu-se num esquema fatorial (3x2x2), sendo três substratos (três folhas de papel para germinação, duas folhas e areia), duas temperaturas (25 e 35°C) e dois métodos de proteção das sementes (sem e com polvilho antisséptico), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes não tratadas com polvilho e germinadas em duas folhas de papel para germinação apresentaram os melhores resultados para a maioria das características.

O experimento sobre o efeito de diferentes temperaturas e substratos constituiu-se num esquema fatorial (4x3), sendo quatro regimes constantes de temperatura (20, 25, 30 e 35°C) e três substratos (duas folhas de papel para germinação, areia e vermiculita), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes germinadas a 25°C em duas folhas de papel apresentaram os melhores resultados.

O experimento sobre o armazenamento das sementes constituiu-se num delineamento inteiramente casualizado com um período de 1 a 10 meses de armazenamento das sementes em sacos de papel sob temperatura ambiente. Ao final de cada mês foi realizado um experimento constituído por quatro repetições de 50 sementes cada. O armazenamento não reduziu o percentual de germinação obtendo-se de 93 a 100 % de sementes germinadas.

O experimento sobre a emergência em casa-de-vegetação constituiu-se num esquema fatorial (7x2), sendo sete substratos (Biomix Floreira[®] (S1), Plantmax[®] hortaliças HT (S2), Biomix[®] + areia (S3), Plantmax[®] + areia (S4), Biomix[®] + vermiculita fina (S5), Plantmax[®] + vermiculita fina (S6) e Biomix[®] + areia + vermiculita fina (S7)) e dois métodos de proteção das sementes (sem e com polvilho antisséptico), em blocos ao acaso com cinco repetições de 50 sementes cada. Os substratos S1, S3, S5 e S7 podem ser utilizados com sucesso na emergência das plântulas. O polvilho antisséptico reduziu a percentagem de emergência e a velocidade da emergência e, aumentou o tempo médio para que ela ocorra.

O experimento sobre a aclimatização das plântulas obtidas *in vitro*, foi constituído por quatro experimentos separados, sendo que, para todos eles, o delineamento foi em blocos ao acaso, onde se avaliou dois substratos (Biomix Floreira[®]; Biomix Floreira[®] + areia). O primeiro experimento foi realizado com as plântulas obtidas a partir da germinação em meio de cultivo Peter's[®] CalMag 1 g L⁻¹ sem carvão ativado constituído de 3 repetições com 2 vasos por parcela e 11 plântulas por vaso. O segundo com plântulas obtidas da germinação em meio de cultivo Peter's[®] CalMag 1 g L⁻¹ com carvão ativado constituído de 3 repetições com 2 vasos por parcela e 12 plântulas por vaso. O terceiro com plântulas obtidas da germinação em meio de cultivo Peter's[®] 0,5 g L⁻¹ sem carvão ativado constituído de 3 repetições com 2 vasos por parcela e 12 plântulas por vaso. O quarto com plântulas obtidas da germinação em meio de cultivo Peter's[®] 0,5 g L⁻¹ com carvão ativado constituído de 3 repetições com 2 vasos por parcela e 11 plântulas por vaso. Não houve diferença entre os substratos avaliados na aclimatização das plântulas. Os meios de cultivo Peter's[®] CalMag 1 e 0,5 g L⁻¹ com carvão ativado foram os melhores meios para a maioria das características avaliadas e não diferiram entre si.

Com base nos resultados acima, conclui-se que:

- As sementes de *Hamatocactus setispinus* são fotoblásticas positivas;
- O meio de cultivo *in vitro* constituído de 1 g L⁻¹ de Peter's CalMag (15-05-15) sem carvão ativado, com sacarose (30 g L⁻¹) e ágar Vetec[®] (8 g L⁻¹) foi o melhor para germinação desta espécie;

- O polvilho antisséptico não deve ser usado no tratamento das sementes desta espécie;
- Recomenda-se o uso da temperatura de 25°C e de duas folhas de papel como substrato na condução de testes de germinação em B. O. D. para esta espécie;
- As sementes podem ser armazenadas para posterior germinação;
- Os substratos Biomix[®] Floreira (S1), Biomix[®] Floreira + areia (S3), Biomix[®] Floreira + vermiculita (S5) e Biomix[®] Floreira + areia + vermiculita (S7) podem ser utilizados com êxito na emergência das plântulas;
- Plântulas provenientes da germinação *in vitro* nos meios de cultivo constituídos de 1 ou 0,5 g L⁻¹ de Peter's[®] CalMag (15-05-15) com carvão ativado, sacarose (30 g L⁻¹) e ágar Vetec[®] (8 g L⁻¹) apresentaram os melhores resultados para CPA, DPA, CR e MFPA e, não diferiram dos demais meios de procedência para MFR, MSPA e MSR nas condições descritas neste trabalho.
- O substrato Biomix Floreira[®] ou a mistura (Biomix Floreira[®] + areia) podem ser utilizados na aclimatização de plântulas de *Hamatocactus setispinus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, T. M. H. (2008) *Características físicas, germinação e conservação de sementes de cactáceas nativas da costa fluminense*. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Seropédica – RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, 82p.
- Altare, M., Trione, S., Guevara, J. C., Cony, M. (2006) Stimulation and promotion of germination in *Opuntia ficus-indica* seeds. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 8: 91-100.
- Anderson, E. F. (2008) *The cactus family*. 3. ed. Portland: Timber Press, 776p.
- Andrade, C. T. S., Marques, J. G. W., Zappi, D. C. (2006) Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 8:36-42.
- Andrade, R. A., Oliveira, I. V. M., Martins, A. B. G. (2005) Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de pitaya vermelha. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27:168-170.
- Andrade, R. A., Oliveira, I. V. M., Silva, M. T. H., Martins, A. B. G. (2008) Germinação de *Pitaya* em diferentes substratos. *Revista Caatinga*, 21:71-75.

- Aragão, W. M. (2004) A importância do coqueiro anão-verde: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2000/artigo.2004-12-07.2461636373/> em 20/01/09.
- Araújo, A. G., Pasqual, M., Villa, F., Costa, F. C. (2006) Água de coco e polpa de banana no cultivo *in vitro* de plântulas de orquídea. *Revista Ceres*, 53:608-613.
- Bailey, D. A., Fonteno, W. C., Nelson, P. V. (1999) Greenhouse substrates and fertilization. Raleigh: North Carolina State University. <http://www.ces.ncsu.edu/depts/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf> em 15/02/09.
- Becerra, R. (2000) Las cactáceas, plantas amenazadas por su belleza. *Biodiversitas*, 6:1-5.
- Bell, S. A. (2001) *Cultivar Cactus y otras suculentas em interiores y en invernaderos*. Editorial El DRAC, S. L., Madrid, 167p.
- Bellintani, M. C., Lima, C. C., Brito, A. L., Santana, J. R. F., Dornelles, A. L. C. (2007) Estabelecimento *in vitro* de *Orthophytum mucugense* e *Neoregelia mucugensis*, bromélias endêmicas da Chapada Diamantina, Bahia – Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 5:1101-1103.
- Benítez-Rodríguez, J. L., Orozco-Segovia, Rojas-Aréchiga, M. (2004) Light effect on seed germination of four *Mammillaria* species from the Tehuacán-Cuiclatán valley, central Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 49:11-17.
- Bewley, J. D. (1997) Seed germination and dormancy. *Plant Cell*, 9:1055-1066.
- Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2009). *Regras para Análise de Sementes*. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 399p.
- Carrijo, O. A., Liz, R. S., Makishima, N. (2002) Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, 20:533-535.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 588p.
- Carvalho, J. M. F. C., Cartaxo, G., Costa, J. N., Vidal, M. S., Santos, J. W. (2004) Indução *in vitro* de superbrotamento em gemas de espécies do gênero *Agave*. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 8:869-873.
- Cavalcante, T. R. M., Naves, R. V., Braga Filho, J. R., Silva, L. B. (2007) Influência de substratos e do armazenamento de sementes sobre a emergência e crescimento de plântulas de araticum (Annonaceae). *Bioscience Journal*, 23:11-20.

- Cavalcanti, N. B. e Resende, G. M. (2007) Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), facheiro (*Pilosocereus plachycladus* Ritter), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Webwr EX K.Schum.) Bly. EX Rowl.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* Britton e Rose). *Revista Caatinga*, 20:28-35.
- Chen, Z., Evans, D. A., Sharp, W. R., Ammirato, P. V., Sondahl, M. R. (1983) *Handbook of plant cell culture – perennial crops*. v. 6 McGraw-Hill Publishing Company, New York, 506p.
- CITES, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2008): <http://www.cites.org> em 05/01/09.
- Cruz, C. D. (2001) *Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa, 648p.
- Dávila-Figueroa, C. A., Rosa-Carrillo, M. L., Pérez-Molphe-Balch, E. (2005) *In vitro* propagation of eight species or subspecies of *Turbinicarpus* (Cactaceae). *In vitro Cellular Developmental Biology – Plant*, 41:540-545.
- Dias, M. M., Nietsche, S., Pereira, M. C. T., Matrangolo, C. A. R. (2008) Emergência e desenvolvimento da cactácea rabo-de-raposa (*Arrojadoa* spp) em diferentes meios de cultura e recipientes. *Revista Ceres*, 55:117-123.
- Edmond, J. B e Drapala, W. J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 71:428-434.
- Encina, C. L., Padilla, I. G. (1996) A propósito de semillas: <http://www.ciencias.uma.es/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS33/semilla33.html> em 06/09/09.
- Ferreira, D. F. (2007) *Sistemas para análise de variância para dados balanceados*. SISVAR versão 5.1. Lavras: UFLA (Software).
- Ferreira, M. G. R., Cárdenas, F. E. N., Carvalho, C. E. S., Carneiro, A. A., Damião Filho, C. F. (2004) Indução de calos embriogênicos em explantes de cupuaçuzeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26:372-374.
- Figueiredo, M. A., Paiva, R., Souza, A. C, Porto, J. M. P., Nogueira, G. F., Soares, F. P. (2007) Indução *in vitro* de calus em duas espécies de maracujazeiro nativo. *Revista Brasileira de Biociências*, 5:288-290.

- Flores, J., Jurado, E., Arredondo, A. (2006) Effect of light on germination of seeds of Cactaceae from the Chihuahuan desert, Mexico. *Seed Science Research*, 16:149-155.
- Flores-Martínez, A., Manzanero, G. I., Rojas-Aréchiga, M., Mandujano, M. C., Golubov, J. (2008) Seed age germination responses and seedling survival of an endangered cactus that inhabits cliffs. *Natural Areas Journal*, 28:51-57.
- Fráguas, C. B., Pereira, A. R., Rodrigues, V. A., Ferreira, E. A., Pasqual, M. (2004) *Propagação in vitro de espécies ornamentais*. Lavras: UFLA/FAEPE (Boletim).
- Fuentes, V. R. (2005) Etnobotánica de Cactaceae em Cuba. *Instituto de Investigaciones em Fruticultura Tropical*, Ministerio de la Agricultura, C. Habana, p.15-24.
- George, E. F., Hall, M. A., De Klerk, G. J. (2008) *Plant propagation by tissue culture*. Volume 1 – The Background. 3. ed. New York: Springer, 501p.
- Giusti, P., Vitti, D., Fiocchetti, F., Colla, G., Saccardo, F., Tucci, M. (2002) *In vitro* propagation of three endangered cactus species. *Scientia Horticulturae*, 95:319-332.
- Guedes, R. S., Alves, E. U., Gonçalves, E. P., Bruno, R. L. A., Braga Júnior, J. M., Medeiros, M. S. (2009) Germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. em diferentes substratos e temperaturas. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31:159-164.
- Guerra, M. P. e Nodari, R. O. (2006) *Introdução ao conceito da biotecnologia*. CCA/UFSC, Florianópolis, 40p.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies Jr., F. T., Geneve, R. L. (2002) *Plant propagation – principles and practices*. 7. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 880p.
- Hazarika, B. N. (2003) Acclimatization of tissue-cultured plants. *Current Science*, 85:1704-1712.
- Hewitt, N. (1998) Seed size and shade-tolerance: a comparative analysis of North American temperate trees. *Oecologia*, 114:432-440.
- Iossi, E., Sader, R., Pivetta, K. F. L., Barbosa, J. C. (2003) Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). *Revista Brasileira de Sementes*, 25:63-69.
- Joly, A. B. (1991) *Botânica – Introdução à taxonomia vegetal*. 10. ed. São Paulo: Editora Nacional, 777p.

- Juárez, M. C. e Passera, C. B. (2002) *In vitro* propagation of *Opuntia ellisiana* Griff. and acclimatization to field conditions. *Bio Cell*, 26:319-324.
- Kämpf, A. N. (2000) *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agropecuária, 254p.
- Landa, F. S. L., Paiva, R., Oliveira-Paiva, P. D., Bueno Filho, J. S. S. (2000) Indução *in vitro* de calos em explantes foliares de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb) *Ciência e Agrotecnologia*, 24:56-63.
- Leal, L., Biondi, D., Nunes, J. R. S. (2007) Propagação por sementes de *Schlumbergera truncata* (Haw.) Moran (flor-de-maio) em diferentes substratos. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 29:277-280.
- Lédo, A. S., Seca, G. S. V., Barboza, S. B. S. C., Silva Junior, J. F. (2007) Crescimento inicial de magabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes meios de germinação *in vitro*. *Ciência e Agrotecnologia*, 31:989-993.
- Lone, A. B., Takahashi, L. S. A., Faria, R. T., Unemoto, L. K. (2007) Germinação de *Melocactus bahiensis* (Cactaceae) em diferentes substratos e temperaturas. *Scientia Agraria*, 8:365-369.
- Lone, A. B., Molo, C. X., Takahashi, L. S. A., Unemoto, L. K. (2009) Germinação de sementes de *Rhipsalis* em diferentes substratos. *Scientia Agraria*, 10:419-422.
- Maguire, J. D. (1962) Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2:176-177.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 495p.
- Marques, V. B. (2008) *Propagação seminífera e vegetativa de pitaia (Hylocereus undatus (Haw.) Britton & Rose)*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 85p.
- Martins, L. S. T. (2007) *Germinação de sementes de Pilosocereus arrabidaei (Lem.) Byl. & Row (Cactaceae) de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Rio de Janeiro – RJ, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica, 65p.
- Matos, J., González-Torres, L. R., Palmarola, A., Areces, F., Mederos, R., Torres, A., Ballate, D. (2005) Manejo *ex situ* de *Melocactus actinacanthus*. *Memorias del Taller Conservación de Cactus Cubanos*. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Santa Clara. Feijoo, 63-65.

- Medeiros, L. A., Ribeiro, R. C. S., Gallo, L. A., Oliveira, E. T., Demattê, M. E. S. P. (2006) *In vitro* propagation of *Notocactus magnificus*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 84:165-169.
- Meiado, M. V., Albuquerque, L. S. C., Rocha, E. A., Leal, I. R. (2008) Efeito de luz e da temperatura na germinação de sementes de *Pilosocereus cattingicola* subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*, 5:9-12.
- Menezes Júnior, F. O. G. e Fernandes, H. S. (1999) Substratos comerciais e com esterco de curral na produção de mudas de couve-flor. *Revista Brasileira de Agrociência*, 5:7-11.
- Moraes, C. P., Diogo, J. A., Pedro, N. P., Canabrava, R. I., Martini, G. A., Marteline, M. A. (2009) Desenvolvimento *in vitro* de *Cattleya loddigesii* Lindley (Orchidaceae) utilizando fertilizantes comerciais. *Revista Brasileira de Biociências*, 7: 67-69.
- Moreira, M. A., Carvalho, J. G., Pasqual, M., Fráguas, C. F., Silva, A. B. (2006) Efeito de substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Pérola. *Ciência e Agrotecnologia*, 30:875-879.
- Murashige, T. e Skoog, F. (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15:473-497.
- Nobel, P. S. e Hartsock, T. L. (1986) Leaf and stem CO₂ uptake in the three subfamilies of the Cactaceae. *Plant Physiology*, 80:913-917.
- Nobel, P. S. (2002) *Cacti: biology and uses*. California: University of California Press, 280p.
- Nolasco, H., Vega-Villasante, F., Romero-Schmidt, H. L., Diaz-Rondero, A. (1996) The effects of salinity, acidity, light and temperature on the germination of seeds of cardón (*Pachycereus pringlei* (S. Wats.) Britton & Rose, Cactaceae). *Journal of Arid and Environments*, 33:87-94.
- Nunes, C. F., Pasqual, M., Santos, D. N., Custódio, T. N., Araújo, A. G. (2008) Diferentes suplementos no cultivo *in vitro* de embriões de pinhão-manso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43: 9-14.
- Olvera-Carrillo, Y., Márquez-Guzmán, J., Barradas, V. L., Sánchez-Coronado, M.E., Orozco-Segovia, A. (2003) Germination of the hard seed coated *Opuntia tomentosa* S. D., a cacti from the México valley. *Journal of Arid Environments*, 55:29-42.

- Ortega-Baes, P. e Rojas-Aréchiga, M. (2007) Seed germination of *Trichocereus terscheckii* (Cactaceae): light, temperature and gibberellic acid effects. *Journal of Arid Environments*, 69:169-176.
- Pardo, O. (2002) Etnobotánica de algunas cactáceas y suculentas del Perú. *Revista Chilena de Flora y Vegetación*, año 5. <http://www.chlorischile.cl>
- Peixoto, M. J. A., Carneiro, M. S. S., Souza, P. Z., Diniz, J. D. N., Souto, J. S., Campos, F. A. P. (2006) Desenvolvimento de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., em diferentes substratos, após micropropagação *in vitro*. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 28:17-20.
- Perez, S. C. J. G. A., Fanti, S. C., Casali, C. A. (1999) Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. *Bragantia*, 58:57-68.
- Pinheiro, C. S. R., Medeiros, D. N., Macêdo, C. E. C., Alloufa, M. A. I. (2001) Germinação *in vitro* de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) em diferentes meios de cultura. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23:413-416.
- Popinigis, F. (1985) *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 285p.
- Pospíšilová, J., Tichá, I., Kadleček, P., Haisel, D., Plzáková, Š. (1999) Acclimatization of micropropagated plants to *ex vitro* conditions. *Biologia Plantarum*, 42:481-497.
- Quiala, E., Matos, J., Montalvo, G., Feria, M., Chávez, M., Capote, A., Pérez, N., Bárbon, R., Kowalski, B. (2009) *In vitro* propagation of *Pilosocereus robinii* (Lemaire) Byles et Rowley, endemic and endangered cactus. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 11:18-25.
- Ramirez-Malagon, R., Borodanenko, A., Barrera-Guerra, J. L., Ochoa-Alejo, N., Aguilar-Ramirez, I., Perez-Moreno, L., Nuñez-Palenius, H. G. (2007) *In vitro* propagation of ten threatened species of *Mammillaria* (Cactaceae). *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*, 43:660-665.
- Ramírez-Padilha, C. A. e Valverde, T. (2005) Germination responses of three congeneric cactus species (*Neobuxbaumia*) with differing degrees of rarity. *Journal of Arids and Environments*, 61:333-343.
- Ramos, A. K. B., Souza, M. A., Pizarro, E. A. (2003) *Algumas informações sobre a produção e o armazenamento de sementes de Cratylia argentea*. Circular Técnica, Embrapa – Planaltina, Distrito Federal, 25:1-4.

- Retes-Pruneda, J. L.; Valadez-Aguilar, M. L.; Pérez-Reyes, M. E.; Pérez-Molphe-Balch, E. (2007) Propagación *in vitro* de especies de *Echinocereus*, *Escontria*, *Mammillaria*, *Melocactus* y *Polaskia* (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 81:9-16.
- Rodríguez-Arévalo, I., Casas, A., Lira, R., Campos, J. (2006) Uso, manejo y procesos de domesticación de *Pachycereus hollianus* (f.a.c. Weber) buxb. (Cactaceae), en el valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Interciencia*, 31:677-685.
- Rojas-Aréchiga, M., Orozco-Segovia, A., Vásquez-Yanes, C. (1997) Effect of light on germination of seven species of cacti from the Zapotitlán Valley in Puebla, México. *Journal of Arid Environments*, 36:571-578.
- Rojas-Aréchiga, M., Vásquez-Yanes, C., Orozco-Segovia, A. (1998) Seed response to temperature of Mexican cacti species from two life forms: an ecophysiological interpretation. *Plant Ecology*, 135:207-214.
- Rojas-Aréchiga, M., Vásquez-Yanes, C. (2000) Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments*, 44:85-104.
- Rojas-Aréchiga, M., Casas, A., Vásquez-Yanes, C. (2001) Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlán valley, central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 49:279-287.
- Rojas-Aréchiga, M. (2008) Efecto del ácido giberélico em la germinación de cuatro especies del género *Mammillaria* del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Boletín de la Sociedade Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*, 5:21-23.
- Rosas-López, U., Collazo-Ortega, M. (2004) Conditions for the germination and the early growth of seedlings of *Polaskia chichipe* (Goss.) Backeberg and *Echinocactus platyacanthus* Link and Otto fa. *grandis* (Rose) Bravo-Hollis (Cactaceae) *International Journal of Experimental Botany*, 53:213-220.
- SAEG, Sistema para análises estatísticas, versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes – UFV, Viçosa.
- Sanches, L. V. C., Ferreira, M. J. C. L., Bosque, G. (2007) Teste de emergência e avaliação de desenvolvimento do cactos *Melocactus deinacanthus* em diversos tipos de substratos. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 12 (sem número de páginas).

- Santana, A. M. S., Carvalho, R. I. N. (2006) Viabilidade e capacidade de armazenamento de sementes de carqueja coletadas em três municípios no Paraná. *Scientia Agraria*, 7:15-20.
- Santos, D. S. (2009) *Micropropagação da bromélia ornamental Acanthostachys strobilacea (Schultz F.) Klotzsch e a influência do etileno*. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade vegetal e meio ambiente) – São Paulo – SP, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, 121p.
- Sayed, S. S., Abou-Dahad, T. A., Youssef, E. M. A. (2005) *In vitro* propagation of cactus (*Cereus peruvianus* L.). *Arab Journal of Biotechnology*, 8:169-176.
- Silva, A. L. L., Franco, E. T. H., Walter, J. M., Bisognin, D. A., Calgaroto, N. S. (2006) Aclimatização de clones de *Dyckia maritima* em diferentes substratos – Bromeliaceae. *Revista Brasileira de Agrociência*, 12:495-498.
- Silva, J. R., Medeiros, M. A. A., Nascimento, I. J. B., Ribeiro, M. C. C, Nunes, G. H. S. (2009) Temperatura e substrato na germinação de sementes de flor-de-seda. *Revista Caatinga*, 22:175-179.
- Silveira, F. A. O., Negreiros, D., Fernandes, G. W. (2004) Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxiflora* (A. St.-Hil.) DC> (Melastomataceae) *Acta Botanica Brasilica*, 18:847-851.
- Simão, E., Socolowski, F., Takaki, M. (2007) The epiphytic Cactaceae *Hylocereus setaceus* (Salm-Dic ex DC.) Ralf Bauer seed germination is controlled by light and temperature. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50:655-662.
- Sodré, G. A., Corá, J. E., Brandão, I. C. S. F. L., Serôdio, M. H. C. F. (2005) Características químicas de substratos utilizados na produção de mudas de cacauzeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27:514-516.
- Souza, E. B., Pacheco, M. V., Matos, V. P., Ferreira, R. L. C. (2007) Germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. *Revista Árvore*, 31:437-443.
- Taiz, L. e Zeiger, E. (2004) *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 719p.
- Takane, R. J., Pivetta, K. F. L., Yanagisawa, S. S. (2009) *Cultivo Técnico de Cactos e Suculentas Ornamentais*. Fortaleza: GrafHouse, 172p.
- Thorpe, T. A. (1981) *Plant Tissue Culture – Methods and Applications in Agriculture*. New York: Academic Press, 379p.

- Toledo, F. F., Marcos Filho, J. (1977) *Manual das Sementes: Tecnologia da Produção*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 224p.
- Unemoto, L. K., Faria, R. T., Meneguice, B., Assis, A. M. (2006) Estabelecimento de um protocolo para propagação *in vitro* de rainha-do-abismo, *Sinningia leucotricha* (Hoehne) Moore- (Gesneriaceae). *Acta Scientiarum Agronomy*, 28:503-506.
- Unemoto, L. K., Faria, R. T., Vieira, A. O. S., Dalio, R. J. D. (2007) Propagação *in vitro* de orquídeas brasileiras em meio de cultura simplificado. *Revista Brasileira Agrociência*, 13:267-269.
- Yang, X., Pritchard, H. W., Nolasco, H. (2003) Effects of temperature on seed germination in six species of mexican Cactaceae. *In*: Smith, R. D., Dickie, J. B., Linington, S. H., Pritchard, H. W., Probert, R. J. *Seed conservation: turning science into practice*. Royal Botanic Gardens: Corwell Press, 575-588.

APÊNDICE

Quadro 1A – Temperaturas mínima e máxima (°C) semanal dentro da casa-de-vegetação durante o período experimental (dois meses) de germinação de sementes de *Hamatocactus setispinus* em diferentes substratos

Semana	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)
1	18,0	38,0
2	22,7	42,7
3	22,0	42,0
4	23,3	43,3
5	18,3	38,3
6	19,5	39,5
7	18,0	38,0
8	19,5	39,5
9	25,0	35,0
Média	20,7	39,6

Quadro 2A – Temperaturas mínima e máxima (°C) e umidade relativa (UR) semanal dentro da casa-de-vegetação durante o período experimental (três meses) de aclimatização das plântulas provenientes da germinação *in vitro*

Semana	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	UR (%)
1	26,6	29,1	62
2	24,3	30,5	59
3	22,9	25,6	69
4	24,0	30,4	58
5	19,7	29,4	66
6	24,5	28,5	66
7	22,2	31,3	58
8	25,3	29,8	62
9	24,8	30,3	64
10	26,1	30,0	66
11	21,9	25,9	69
12	28,1	32,1	61
13	24,7	31,1	63
Média	24,2	29,5	63

Quadro 3A – Intensidade luminosa semanal dentro da casa-de-vegetação durante o período experimental (três meses) de aclimatização das plântulas provenientes da germinação *in vitro*

Semana	Intensidade luminosa (μmol)
1	32,7
2	176,6
3	215,6
4	157,6
5	89,6
6	204,2
7	169,1
8	123,4
9	133,5
10	163,7
11	212,1
12	159,2
13	123,4
Média	150,8

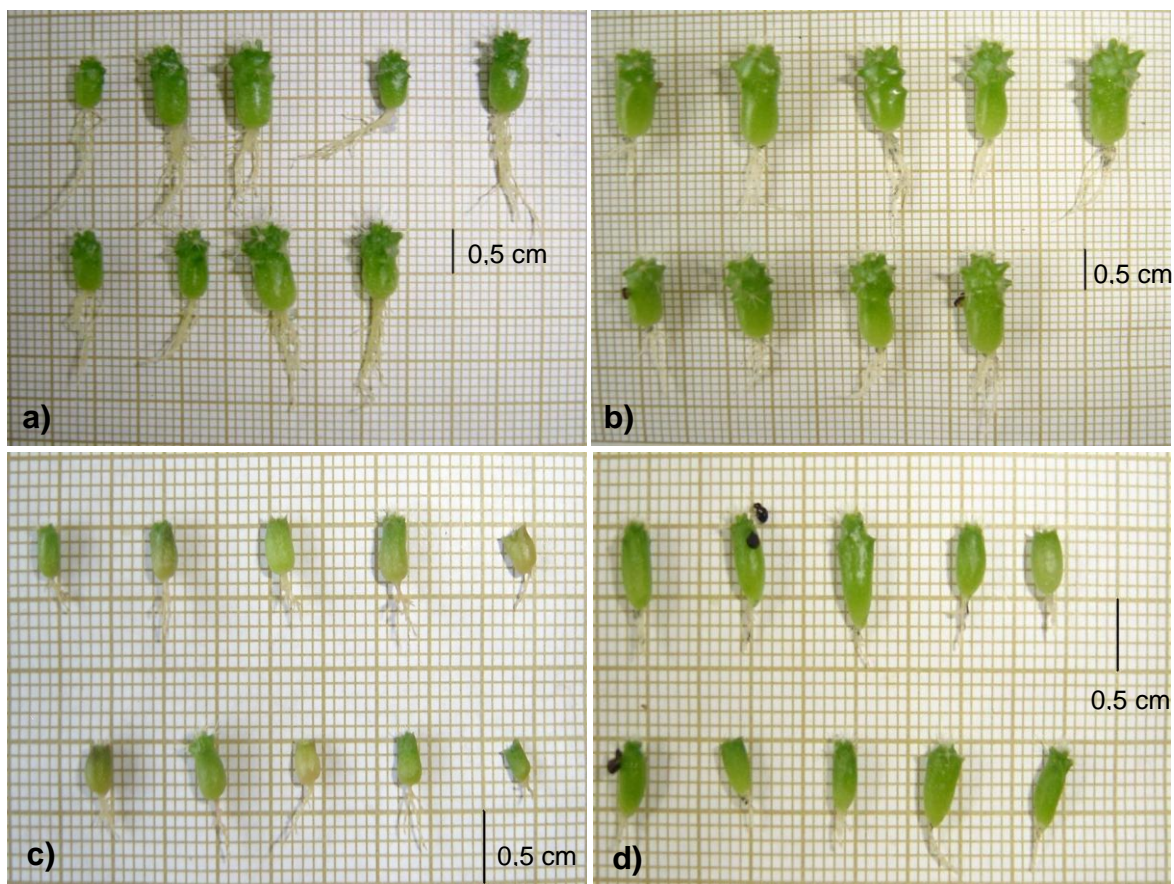


Figura 1A- Plântulas de *Hamatocactus setispinus* oriundas de germinação *in vitro* em meios de cultivo: a) 1 g L⁻¹ da formulação 15-05-15 Peter's® CalMag (meio 3) sem carvão ativado; b) com carvão ativado; c) água e ágar (meio 6) sem carvão ativado e; d) com carvão ativado.

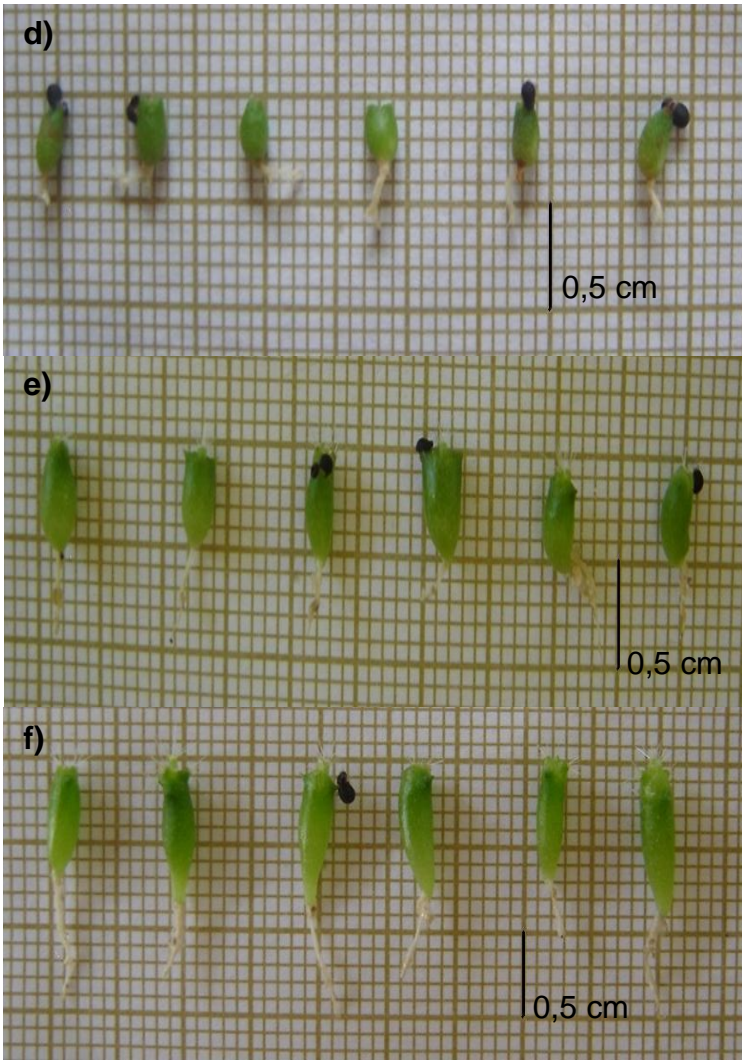
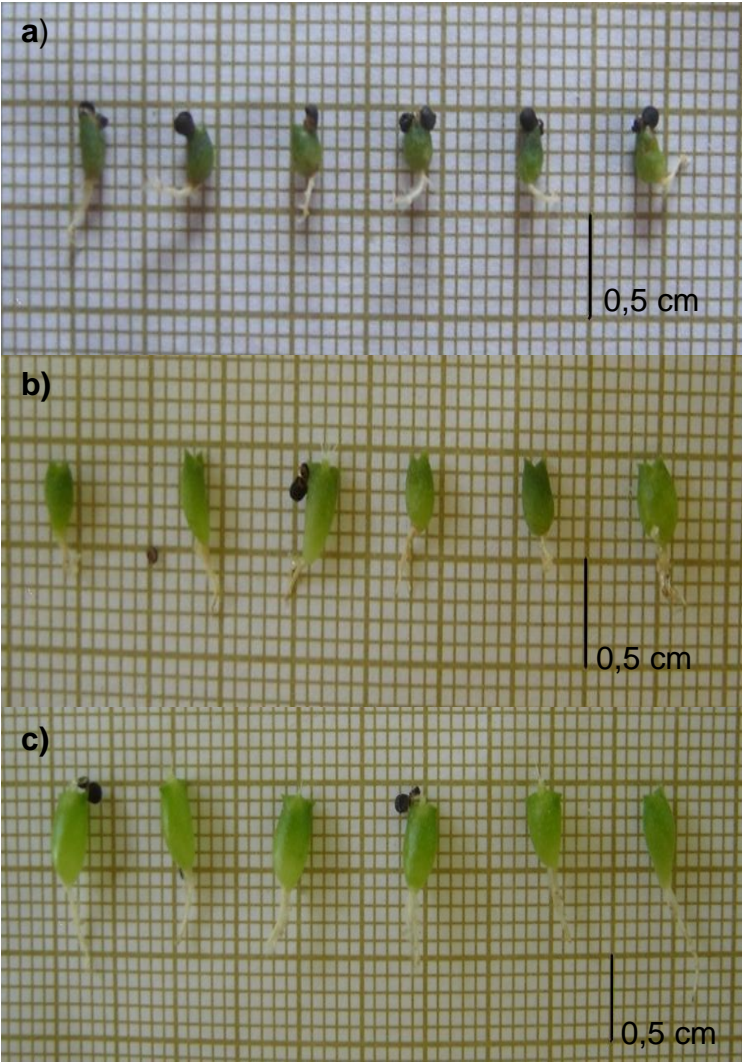


Figura 2A, Cont.

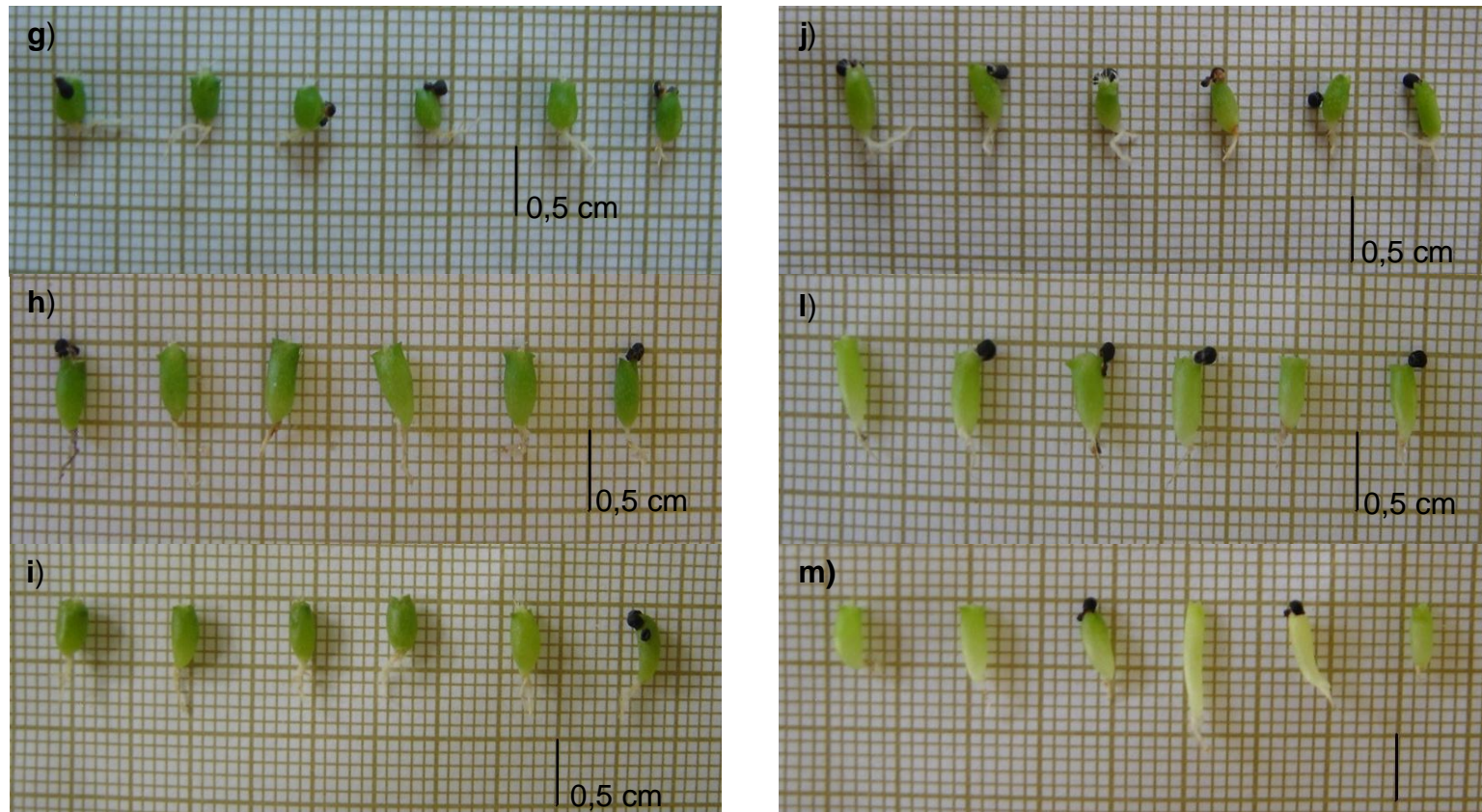


Figura 2A- Plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas a partir de germinação em diferentes substratos e temperaturas: a) papel, b) areia e c) vermiculita a 20°C; d) papel, e) areia e f) vermiculita a 25°C; g) papel, h) areia e i) vermiculita a 30°C; j) papel, l) areia e m) vermiculita a 35°C.

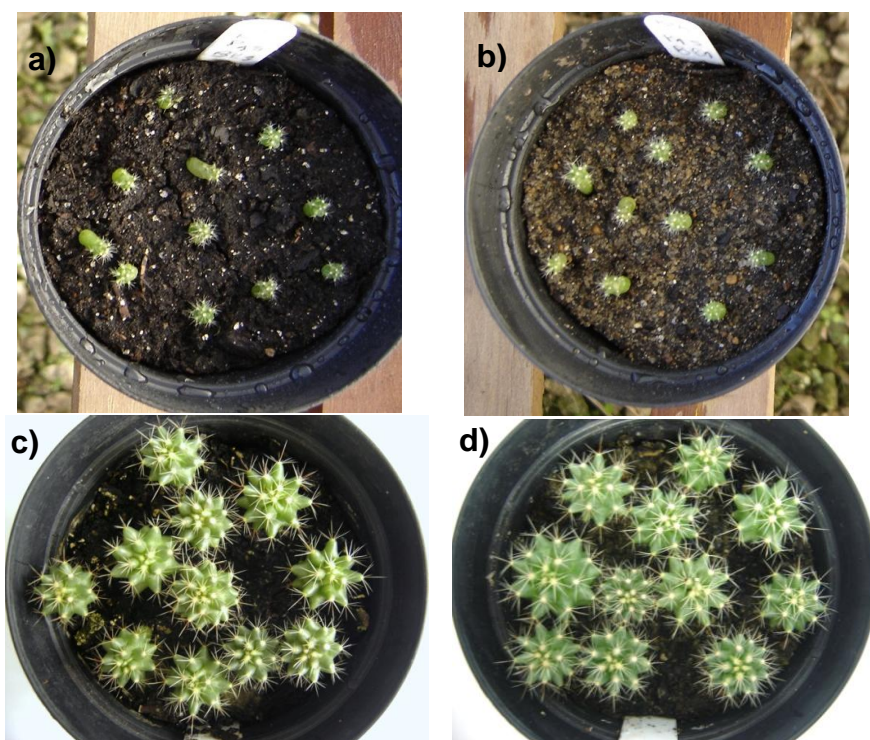


Figura 3A- Plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas por germinação *in vitro* em meio de cultivo Peter's 1g L^{-1} sem carvão ativado: a) em substrato Biomix® Floreira e b) Biomix® Floreira + areia no início do processo de aclimatização; c) e d) aos três meses nos mesmos substratos.

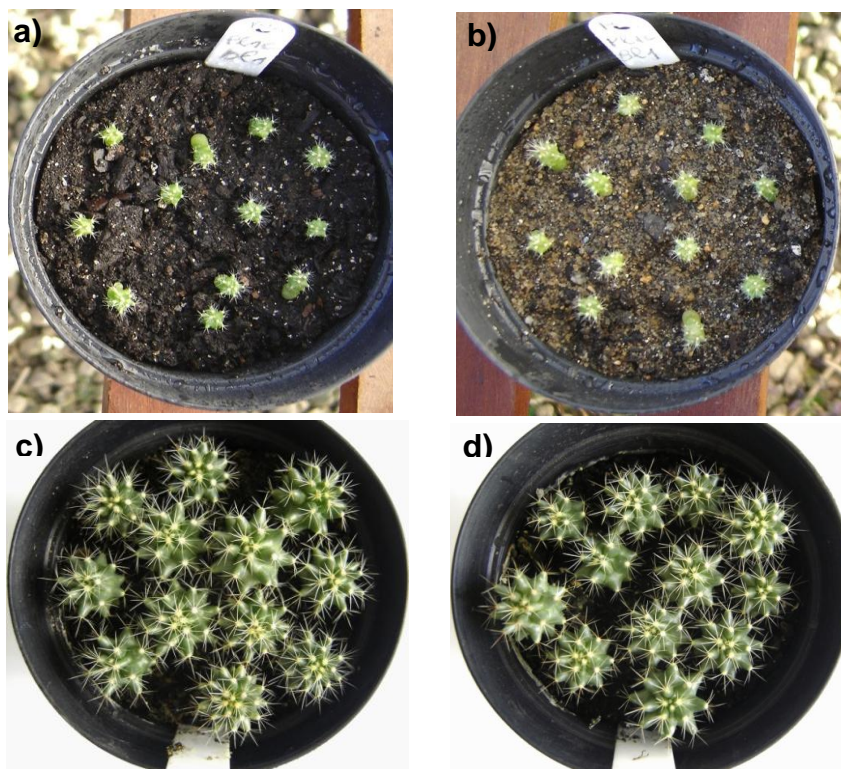


Figura 4A- Plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas por germinação *in vitro* em meio de cultivo Peter's 1g L^{-1} com carvão ativado: a) em substrato Biomix® Floreira e b) Biomix® Floreira + areia no início do processo de aclimatização; c) e d) aos três meses nos mesmos substratos.

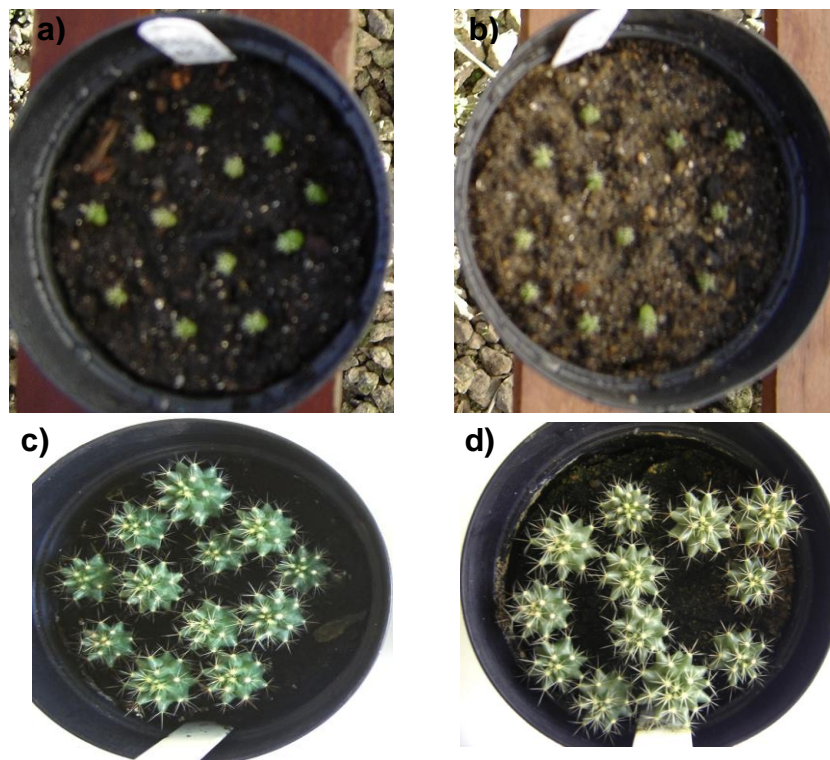


Figura 5A- Plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas por germinação *in vitro* em meio de cultivo Peter's $0,5\text{g L}^{-1}$ sem carvão ativado: a) em substrato Biomix® Floreira e b) Biomix® Floreira + areia no início do processo de aclimatização; c) e d) aos três meses nos mesmos substratos.

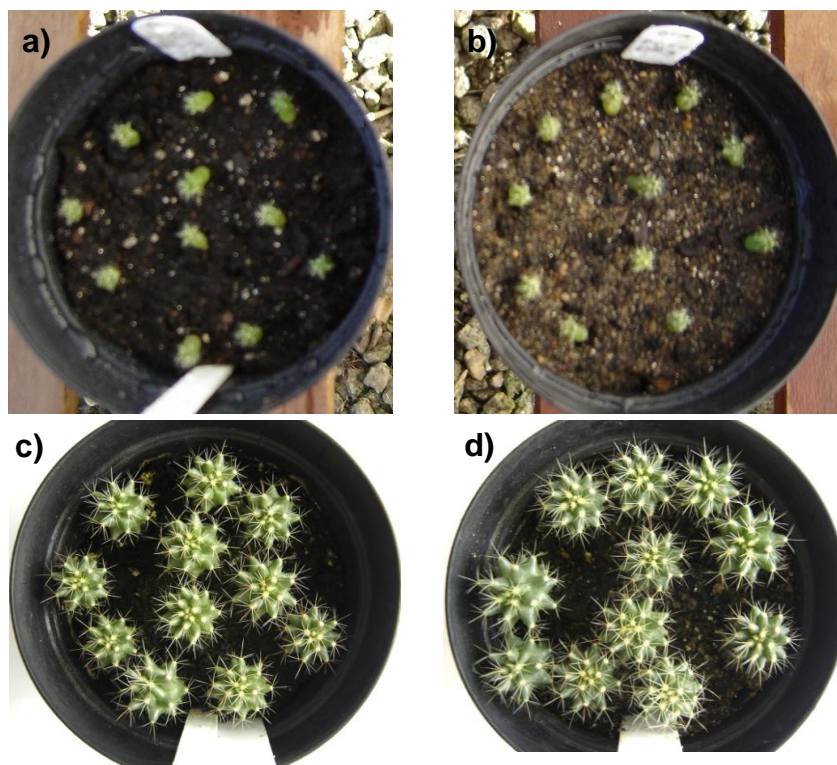


Figura 6A- Plântulas de *Hamatocactus setispinus* obtidas por germinação *in vitro* em meio de cultivo Peter's $0,5\text{g L}^{-1}$ com carvão ativado: a) em substrato Biomix® Floreira e b) Biomix® Floreira + areia no início do processo de aclimatização; c) e d) aos três meses nos mesmos substratos.

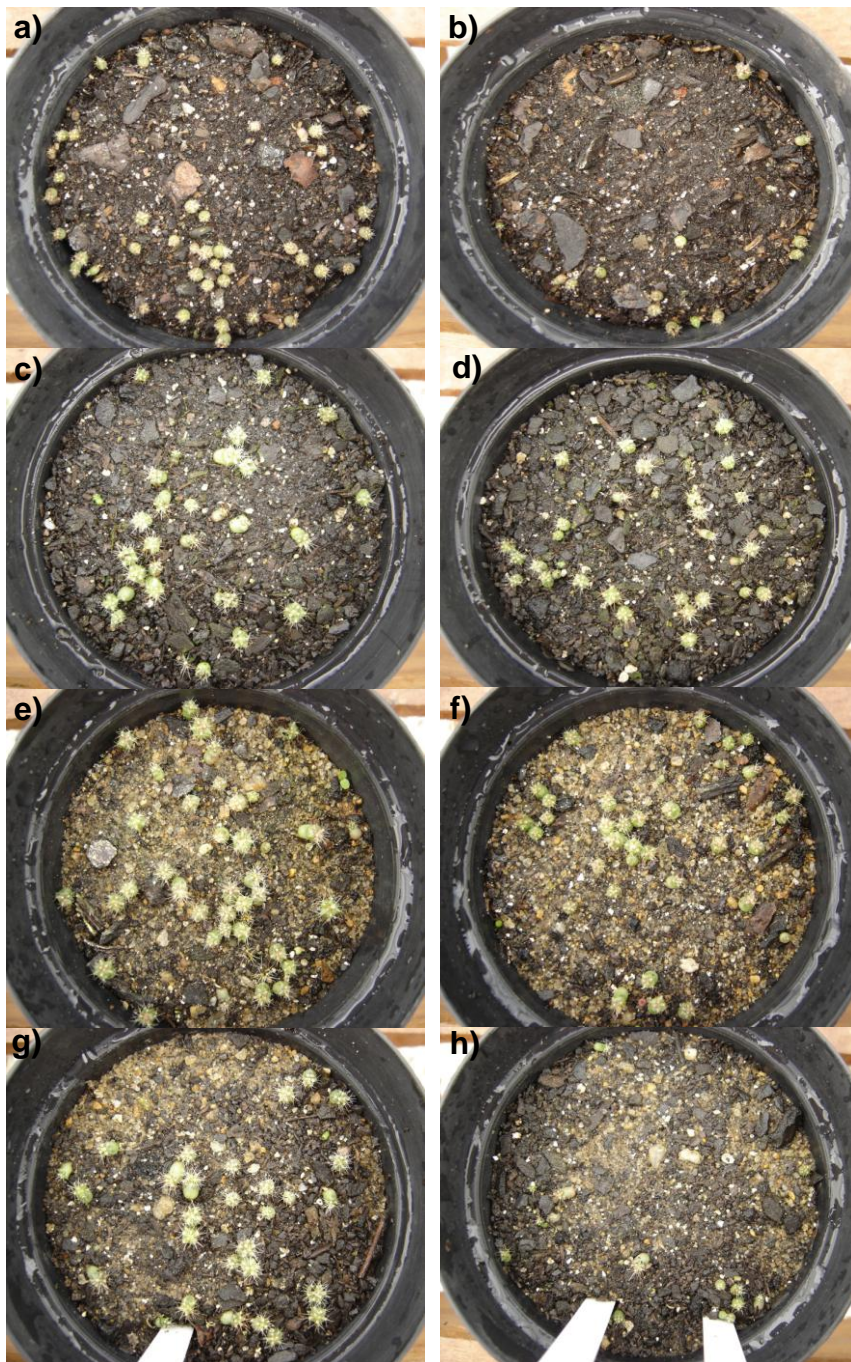


Figura 7A, Cont.

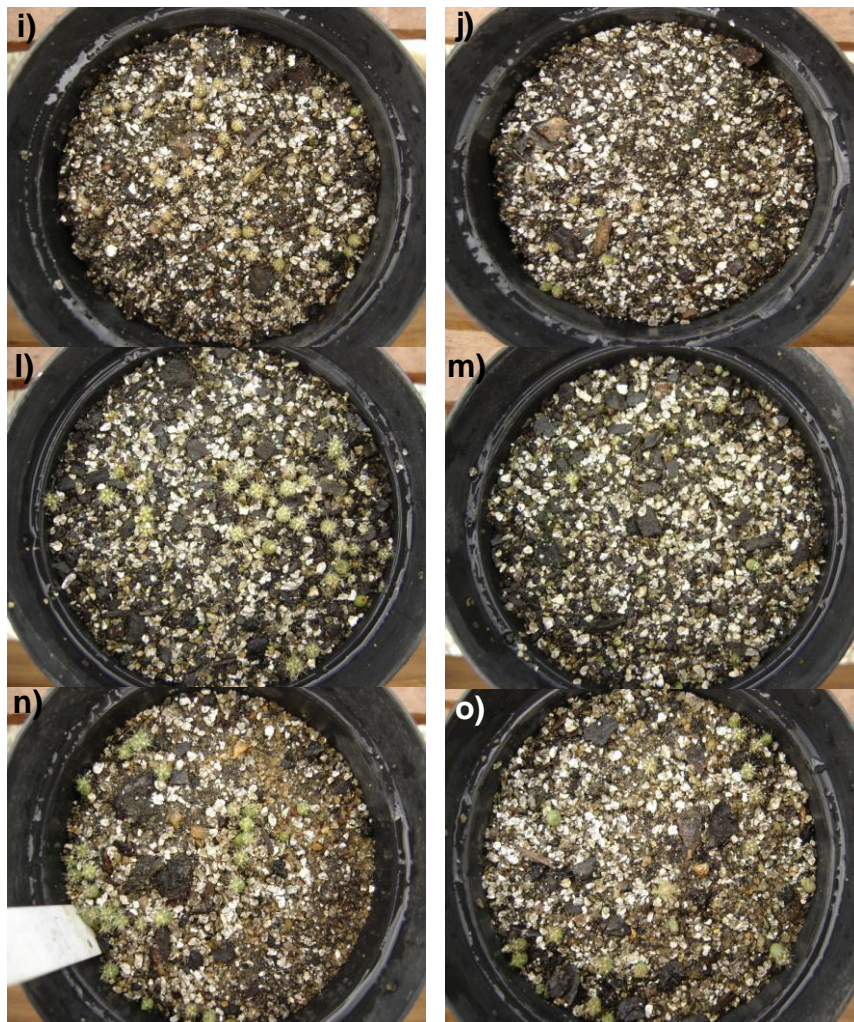


Figura 7A- Emergência de plântulas de *Hamatocactus setispinus* em casa-de-vegetação, a partir de sementes não tratadas com polvilho antisséptico nos substratos: a) Biomix[®] Floreira, c) Plantmax[®], e) Biomix[®] + areia, g) Plantmax[®] + areia, i) Biomix[®] + vermiculita, l) Plantmax[®] + vermiculita e, n) Biomix[®] + areia + vermiculita e; b), d), f), h), j), m) e o) a partir de sementes tratadas com polvilho antisséptico nos respectivos substratos mencionados.