



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ALESSANDRO BORINI LONE

**TEMPERATURAS E SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES DE GENÓTIPOS DE PITAYA**

---

Londrina  
2010

**ALESSANDRO BORINI LONE**

**TEMPERATURAS E SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES DE GENÓTIPOS DE PITAYA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria  
Co- Orientador: Prof. Dr. Deonísio Destro

Londrina  
2010

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

L847t Lone, Alessandro Borini.  
Temperaturas e substratos na germinação de sementes de  
genótipos de *pitaya* / Alessandro Borini Lone. – Londrina,  
2010.

60 f. : il.

Orientador: Ricardo Tadeu de Faria.

Co-Orientador: Deonísio Destro.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade  
Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa  
de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

Bibliografia: f. 50-60.

1. Sementes – Germinação – Teses. 2. Cacto – Substratos –

ALESSANDRO BORINI LONE

**TEMPERATURAS E SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES DE GENÓTIPOS DE PITAYA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria  
Universidade Estadual de Londrina

---

Profa. Dr. Lucia Assari Sadayo Takahashi  
Universidade Estadual de Londrina

---

Profa. Dra. Conceição Aparecida Cossa  
FALM

---

Profa. Dra. Ana Odete Santos Vieira  
Universidade Estadual de Londrina

---

Eng. Agra. Dra. Adriane Marinho de Jesus  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 25 de fevereiro de 2010.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria, pela confiança e apoio no desenvolvimento do trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Sadayo Assari Takahashi, não só pela orientação, mas sobretudo pela sua amizade, apoio, e incomparável atenção e carinho.

Aos colegas: Lílian Keiko Unemoto, Gilberto Rostirolla Batista de Souza, Silvio Alexandre Pires Soubhia, Ronan Colombo, Vanessa Favetta, Braitner Luiz Giorgines Andrade, Karen Sinéia de Oliveira, Adriane Marinho de Assis e Su Mei Ju, pela contribuição no desenvolvimento do trabalho e companherismo.

À Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia e ao CNPq pela concessão de Bolsas de Estudo.

LONE, Alessandro Borini. **Temperaturas e substratos na germinação de sementes de genótipos de pitaya**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## RESUMO

Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, sendo que algumas têm demonstrado serem aptas para a comercialização. O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de sementes de cinco genótipos de pitaya em diferentes temperaturas e a germinação e emergência em diferentes substratos. Os genótipos utilizados foram: *Hylocereus undatus* (PB), *H. polyrhizus* (PV), *Selenicereus megalanthus* (PA), *Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis* (PH1) e *Hylocereus costaricensis* x *Hylocereus undatus* (PH2). As temperaturas testadas foram 15, 20, 25, 30 e 35°C e as alternadas de 15-25, 20-30 e 25-35°C; e os substratos avaliados no teste de germinação foram: papel mata-borrão, areia, casca de arroz carbonizada, casca de pínus, fibra de coco em pó e vermiculita. O teste de emergência foi conduzido em casa de vegetação utilizando os mesmos substratos do teste de germinação com exceção do papel mata-borrão. Nos testes de germinação foram avaliados a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação. No teste de emergência avaliou-se a porcentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência e o tempo médio de emergência. Em cada teste, cada tratamento foi composto de quatro repetições de 50 sementes por genótipo. Os resultados mostraram, que em PB, o resultado obtido na temperatura de 25°C não diferiu dos obtidos à 30 e 20-30°C, no entanto foi superior às demais temperaturas. Em PV, o resultado à 25°C não diferiu dos obtidos à 20 e 30°C, sendo superior aos resultados das demais temperaturas. Para PA, o melhor resultado foi obtido a 25°C. Em PH1, as temperaturas de 25, 30 e 20-30°C apresentaram resultados superiores às demais. Para PH2, o resultado obtido em 15-25°C não diferiu do obtido à 25°C, no entanto foi superior aos das demais temperaturas. Para o teste de germinação em diferentes substratos, os resultados mostraram bom desempenho na casca de arroz carbonizada para germinação de sementes de PB, PV, PA e PH1, e o papel e a areia foram mais adequados para germinação de PH2. No teste de emergência, a casca de pínus mostrou-se inadequada para emergência da maioria dos genótipos. Apenas em PH1 não houve diferença entre os substratos. Concluiu-se que os melhores resultados para os genótipos de pitaya foram obtidos a 25°C e que as temperaturas de 15 e 35°C não foram favoráveis para a germinação. Os melhores substratos para germinação dos genótipos foram papel mata-borrão, areia e casca de arroz carbonizada. Em casa de vegetação, a casca de pínus não mostrou-se adequada para emergência das plântulas.

**Palavras-chave:** Cactaceae. Fruta-dragão. *Hylocereus*. *Selenicereus*.

LONE, Alessandro Borini. **Temperatures and substrates of seeds germination of pitaya genotypes.** 2010. 69 p. Dissertation (Master's Degree of Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## ABSTRACT

Pitaya is the name given to the fruits of several cactaceae of creeper habit, and some have been demonstrating be capable for the commercialization. The objective of the work was to evaluate the seeds germination of five pitaya genotypes in different temperatures. The used genotypes were: *Hylocereus undatus* (PB), *H. polyrhizus* (PV), *Selenicereus megalanthus* (PA), *Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis* (PH1) and *Hylocereus costaricensis* x *Hylocereus undatus* (PH2). The tested temperatures were 15, 20, 25, 30 and 35°C and the alternate of 15-25, 20-30 and 25-35°C; and the substrates tested in germination teste were: blotting paper, sand, charred peel of rice, pinus peel, coconut powdered fiber and vermiculita. The emergency test was conducted at green house using the same substrates of the germination test except the blotting paper. In the germination tests were appraised the germination percentage, the germination speed index and the average time of germination. In the emergency teste were appraised the emergency percentage, the emergency speed index and the average time of emergency. In each test, each treatment was composed of four repetitions of 50 seeds for each genotype. The results showed that for seeds germination of PB, the result obtained in the temperature of 25°C didn't differ of the obtained to 30 and 20-30°C, however it was superior to the others temperatures. In PV, the result at 25°C didn't differ of the obtained to 20 and 30°C, being superior to the results of the others temperatures. For PA, the best result was obtained to 25°C. In PH1, the temperatures of 25, 30 and 20-30°C presented superiors results to the others. For PH2, the result obtained in 15-25°C didn't differ of the obtained at 25°C, however it was superior to the others temperatures. In the germination test, in different substrates, the results showed good performance of the charred peel of rice for seeds germination of PB, PV, PA and PH1, and the blotting paper and the sand were more appropriate for germination of PH2. In the emergency test, the pinus peel was inadequate for emergency of most of the genotypes. Just in PH1 there was not difference among the substrates. It was possible to conclude that the best results for the pitaya genotypes were obtained to 25°C and that the temperatures of 15 and 35°C were not favorable for the germination. The best substrates for genotypes germination were blotting paper, sand and charred peel of rice. In green house, the pinus peel was not shown appropriate for the plantules emergency.

**Keywords:** Cactaceae. Dragon fruit. *Hylocereus*. *Selenicereus*.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1** – Porcentagem de germinação de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H.undatus* (PH2) em diferentes temperaturas (°C). .....38
- Tabela 3.2** – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H. undatus* (PH2) em diferentes temperaturas (°C). .....39
- Tabela 3.3** – Tempo médio de germinação (dias) de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H.undatus* (PH2) em diferentes temperaturas (°C). .....40
- Tabela 4.1** – Porcentagem de germinação de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em laboratório. ....37
- Tabela 4.2** – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em laboratório.....48
- Tabela 4.3** – Tempo médio de germinação (dias) de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em laboratório.....49



**Tabela 4.4** – Porcentagem de emergência das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em casa de vegetação. ....50

**Tabela 4.5** – Índice de velocidade de emergência (IVE) das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em casa de vegetação. ....51

**Tabela 4.6** – Tempo médio de emergência (dias) das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus x H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis x H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em casa de vegetação. ....52

**Tabela 4.7** – Índices de correlação entre: porcentagem de germinação e porcentagem de emergência; índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE); tempo médio de germinação (TMG, dias) e tempo médio de emergência (TME, dias) para três espécies (*H. undatus* - PB; *H. polirhizus* - PV; *S. megalanthus* - PA) e dois híbridos de pitaya (*H. undatus x H. costaricensis* - PH1; *H. costaricensis x H. undatus* - PH2). ....53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
2.1 A FAMÍLIA CACTACEAE .....	10
2.1.1 Gênero <i>Hylocereus</i> .....	12
2.1.2 Espécies de <i>Hylocereus</i> com Potencial Econômico .....	14
2.1.3 Gênero <i>Selenicereus</i> .....	14
2.1.4 Espécies de <i>Selenicereus</i> com Potencial Econômico .....	15
2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS E PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PITAYA .....	16
2.3 GERMINAÇÃO DE SEMENTES .....	21
2.3.1 Temperatura.....	23
2.3.2 Substratos .....	25
2.3.3 Luz na Germinação de Sementes .....	28
2.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE SEMENTES DE CACTOS.....	30
2.5 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CACTOS .....	30
<b>3 ARTIGO A: TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE PITAYA</b> .....	34
3.1 RESUMO E ABSTRACT .....	34
3.2 INTRODUÇÃO .....	35
3.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	36
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
3.5 CONCLUSÕES .....	41
<b>4 ARTIGO B: SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE GENÓTIPOS DE PITAYA</b> .....	42
4.1 RESUMO E ABSTRACT .....	42
4.2 INTRODUÇÃO .....	43
4.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	45
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
4.5 Conclusões.....	54
<b>5 CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	55
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

Pitaya é o nome dado aos frutos de cactáceas pertencentes aos gêneros de cactos trepadores *Hylocereus* e *Selenicereus*, e também aos frutos de alguns cactos colunares do gênero *Cereus*.

Os frutos se destacam pelo sabor agradável e pela aparência exótica. Para os produtores, as vantagens são inúmeras, como bons preços dos frutos e baixo custo com tratamentos culturais, devido à rusticidade das plantas, as quais são resistentes a inúmeras doenças e pragas, pouco exigentes com a adubação e atingem o estágio de produção em pouco tempo.

Os principais produtores mundiais são Colômbia, México, Nicarágua, Vietnã e Israel. No entanto, existem produtores nos Estados Unidos e Brasil, sendo que no Brasil, as pitayas são produzidas por pequenos produtores do interior de São Paulo, Mato Grosso e Rio Grande do Sul, sendo a produção destinada em sua maioria ao mercado europeu, asiático e norte americano.

As espécies de pitaya podem ser propagadas vegetativamente, por meio de estacas, ou por sementes. A vantagem da propagação por estaca é a rapidez com que a planta atinge o estágio de produção (cerca de dois anos). No entanto, a propagação por sementes é conveniente pois as plantas originárias apresentam grande variabilidade genética, tornando possível a seleção de materiais com características desejáveis, tais como produtividade, aparência externa, coloração de polpa e melhor adaptação às diferentes condições climáticas. Desse modo, estudos sobre as exigências para a germinação de sementes das diversas espécies de pitaya são de suma importância para propagação e em programas de melhoramento genético.

São diversos os fatores que afetam a germinação das diferentes espécies, dentre eles destacam-se a temperatura, a umidade, o substrato, a concentração de gases e a luz (ausência ou presença e sua qualidade), sendo que cada espécie possui requerimentos próprios em relação a esses fatores. Desse modo o presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes de cinco genótipos de pitaya em diferentes temperaturas e substratos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A FAMÍLIA CACTACEAE

A família Cactaceae abrange quatro subfamílias: Maihuenioideae e Pereskioideae (2 gêneros contendo 19 espécies), subfamílias que apresentam folhas e porte primitivo; Opuntioideae (mais de 5 gêneros contendo 185 a 265 espécies), subfamília mais derivada; e Cactoideae (97 gêneros contendo 1000 a 2000 espécies), subfamília que apresenta morfologia complexa, plantas sem folhas e espinhos que vão de rústicos até em forma de pêlos. No total, a família Cactaceae compreende cerca de 105 gêneros com 1208 espécies classificadas e aceitas pela comunidade científica e mais 1300 espécies classificadas provisoriamente (OLDFIELD, 1997).

As cactáceas distribuem-se ao longo do continente americano desde o Canadá até a Argentina e o Chile, incluindo as regiões insulares desse continente. Encontram-se também em Madagascar, em alguns países da África continental e no Sri Lanka, onde ocorrem três espécies do gênero *Rhipsalis*, das quais duas também se encontram no Brasil e no México (PAULA; RIBEIRO, 2004).

O México é o centro de dispersão dos cactos colunares para todo o mundo, com aproximadamente 70 espécies dessas plantas cultivadas em todo o território. Na região do Vale de Tehuacán-Cuicatlán, esses cactos são usados como alimento pelas culturas indígenas desde as primeiras fases da ocupação humana (CRUZ; CASAS, 2002).

No Brasil os cactos são encontrados com maior abundância na Caatinga e nas Restingas, mas também são encontrados na Mata Atlântica, em capoeiras e matas ciliares (PAULA; RIBEIRO, 2004).

Os cactos também podem ser encontrados como epífitas ou semi-epífitas. Esses espécimes são menos resistentes à exposição direta ao sol e se desenvolvem bem à meia sombra, entre os troncos de árvores que acumulam matéria orgânica que fornece nutrientes para os mesmos (FAO, 2001). Nesse

habitat, as espécies epífitas têm problema em relação à disponibilidade hídrica (LÜTTGE, 2004).

Segundo Paula e Ribeiro (2004), os cactos são caracterizados por apresentarem caule fotossintetizante (cladódio ou filocládio) com capacidade de armazenar água e nutrientes. Nos caules encontram-se as aréolas que são constituídas de gemas axilares, espinhos e pêlos, e de onde surgem flores, frutos e ramificações. Apresentam flores noturnas ou diurnas, com numerosa tépalas e estames. As noturnas geralmente são grandes e de cores claras, polinizadas por morcegos ou mariposas. As diurnas são geralmente menores e com cores variadas, indo do branco, passando pelo amarelo, laranja, esverdeado, rosa, vermelho e violeta. Os frutos são do tipo baga e apresentam numerosas sementes lisas, escuras e geralmente envoltas pela polpa sucosa do fruto.

Uma das principais características da fisiologia das cactáceas é a presença do mecanismo de concentração de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) denominado de sistema CAM (metabolismo ácido das crassuláceas). Segundo Taiz e Zeiger (2004), no sistema CAM, a entrada do CO<sub>2</sub> na planta ocorre, através do estômato, no período da noite quando as temperaturas são mais amenas, evitando assim a perda excessiva de água pela transpiração. Esse CO<sub>2</sub> é fixado em forma de um ácido orgânico de quatro carbonos (ácido málico). Durante o dia, os estômatos se fecham, evitando a perda de água, e o ácido málico é descarboxilado liberando o CO<sub>2</sub> que é fixado em carboidrato. O sistema CAM apresenta melhor eficiência no uso da água quando comparado aos outros sistemas (C3 e C4). Normalmente a planta CAM perde de 50 a 100 g de água por grama de carbono fixado, as plantas C4 perdem de 250 a 300 g e as plantas C3 perdem 400 a 500g de água por grama de carbono fixado.

De acordo com Paula e Ribeiro (2004), os cactos são a base da cadeia alimentar de alguns ecossistemas, fornecendo frutos, néctar e pólen para aves, mamíferos, insetos e répteis, e ajudam a formação de ambientes sobre a rocha nua, permitindo o estabelecimento de outras plantas. Além disso, constituem importante fonte de água para a fauna, muitas vezes a única, como na Caatinga e nos desertos.

Os cactos também podem ser utilizados no paisagismo como cerca viva, como planta ornamental, em jardins ou em vasos, como planta forrageira para

animais e na alimentação humana, podendo ser consumido o caule ou os frutos (PAULA; RIBEIRO, 2004).

Muitos cactos possuem crescimento lento e, a maior parte do tempo, armazenam água nos seus tecidos. Esse fator dificulta os estudos sobre as espécies desse táxon, uma vez que várias delas podem passar décadas até atingirem a maturidade e, finalmente, começarem a se multiplicar de forma sexuada (FAO, 2001).

Não há como negar a habilidade dos cactos em se desenvolver e de produzir em condições de recursos hídricos limitados. Dessa forma, com as mudanças climáticas que vêm ocorrendo em todas as regiões do mundo e, principalmente, pela crescente falta de água em muitas áreas, essas plantas terão uma importância significativa para o futuro da humanidade (MIZRAHI et al., 2002).

### 2.1.1 Gênero *Hylocereus*

Existem muitas contradições sobre a classificação botânica das espécies do gênero *Hylocereus*, devido as semelhanças nas características morfológicas (MIZRAHI et al., 2004; DAUBRESSE BALAYER, 1999).

O gênero é composto por aproximadamente 16 espécies, as quais apresentam grande valor ornamental devido à beleza de suas grandes flores (15-25 cm), que abrem a noite. As flores apresentam, no geral, coloração branca e amarelo-claro, exceto nas espécies *H. stenopterus* e *H. extensus* que apresentam coloração vermelha e rosa (INNES; GLASS, 1992).

O gênero é caracterizado por cactos trepadores, freqüentemente semi-epífitos, com caule alongado, triangular e com emissão de raízes aéreas utilizadas para fixação, aréolas com espinhos curtos, flores grandes, noturnas e em forma de funil, com numerosos estames, estilete longo e cilíndrico, com estigma apresentando numerosos lóbulos, ovário e tubo com escamas foliáceas, perianto externo segmentado e petalóide, branco ou vermelho. Frutos com poucos espinhos, no entanto com presença de escamas foliáceas, sementes pequenas, negras,

grandes cotilédones, parte superior plana, oval e afunilada na base (BRITTON; ROSE, 1920).

Segundo Britton e Rose (1920), o gênero ocorre na América Central e norte da América do Sul. Entretanto, atualmente as espécies de *Hylocereus* estão distribuídas por todo o mundo (em regiões tropicais e subtropicais), sendo a espécie *H. undatus* a mais cosmopolita (LE BELLEC et al., 2006).

A rusticidade das espécies do gênero permite seu desenvolvimento em diferentes condições ecológicas. Por exemplo, no México as espécies são encontradas em locais com diferentes regimes de chuvas, entre 340 a 3500 mm.ano<sup>-1</sup>, e altitudes de até 2750 m acima do nível do mar (DE DIOS, 2004). Algumas espécies são cultivadas em regiões com temperaturas entre 38 a 40°C (BARBEAU, 1990), sendo que temperaturas abaixo de 12°C podem causar necrose nos caules (ERWIN, 1996).

As espécies de *Hylocereus*, por serem semi-epífitas, preferem ambientes de meia-sombra (condição proporcionada na natureza por árvores), embora algumas espécies se desenvolvam perfeitamente a pleno sol (*H. undatus*, *H. costaricensis* e *H. purpusii*, por exemplo) (LE BELLEC et al., 2006).

Vale ressaltar que ambientes com alta irradiação solar, altas temperaturas e suprimento de água inadequado podem provocar queimaduras nos caules. No deserto de Neveg, em Israel, as condições mais favoráveis para o crescimento e produção são encontradas em sombreamento de 30% para *H. polyrhizus* (RAVEH et al, 1997). Nas Índias Ocidentais (Guadalupe e Saint-Matin), o cultivo de *H. trigonus* só é possível com sombreamento de 50%. O excesso de água pode causar a abscisão floral (BARBEAU, 1990; LE BELLEC; RENARD, 1997).

Quando propagada por sementes, o tempo da sementeira até a frutificação pode demorar de três a sete anos, enquanto que o estágio de frutificação pode ser alcançado em um ano, em mudas provenientes de estaquia. A estaquia de pitaya é realizada com sucesso, quando se colocam para enraizar cladódios inteiros, ou segmentados, de diversos tamanhos e idades (LE BELLEC et al., 2006; CRANE; BALERDI, 2009).

## 2.1.2 ESPÉCIES DE *HYLOCEREUS* COM POTENCIAL ECONÔMICO

– *H. polyrhizus* (Web.) Britton & Rose: possui flores grandes (25-30cm), perianto externo segmentado e avermelhado, estigma com lóbulos amarelados. Fruto vermelho-escarlate, com 10-12cm de comprimento, peso de 130-350g, oblongo e coberto de escamas foliáceas de tamanho variado, polpa vermelha com muitas sementes pequenas e negras (LE BELLEC et al., 2006).

– *H. costaricensis* (Web.) Britton; Rose: apresenta hábito trepador vigoroso, provavelmente o mais vigoroso do gênero. Os ramos são esbranquiçados, flores similares às da espécie *H. polyrhizus*, fruto vermelho-escarlate com diâmetro de 10-15cm e peso de 250-600g, ovóide e coberto por escamas foliáceas que variam de tamanho. Polpa vermelho-púrpura com muitas sementes pequenas e negras. Algumas variedades existentes na Costa Rica: Lisa, Cebra e Rosa (VAILLANT et al., 2005).

– *H. undatus* (Haw.) Britton; Rose: caule longo e verde, flores grandes (29cm), perianto externo segmentado e verde (ou verde-amarelado), perianto interno segmentado branco. Fruto rosa-avermelhado, com 15-22cm de comprimento e peso de 300-800g, coberto de escamas foliáceas vermelhas e com margem esverdeada. Possui polpa branca com várias sementes pequenas e negras (LE BELLEC, 2006).

## 2.1.3 Gênero *Selenicereus*

O gênero é constituído de cactos alongados de hábito trepador, com raízes aéreas, aréolas pequenas com poucos espinhos, flores grandes, noturnas em forma de cone. Perianto interno segmentado e branco, perianto externo segmentado esverdeado, castanho ou alaranjado. Numerosas anteras divididas circularmente em dois conjuntos, estilete longo com estigma dividido em lóbulos. Frutos cobertos por espinhos decíduos, cerdas e pêlos. Muitas espécies possuem flores grandes, provavelmente, as maiores flores da família Cactaceae.



São geralmente encontrados sobre árvores, no entanto podem ser encontrados sobre arbustos, rochas e paredes. Espécies do gênero ocorrem no sul do Texas (EUA), América Central e América do Sul (BRITTON; ROSE, 1920).

#### 2.1.4 Espécies de *Selenicereus* com Potencial Econômico

- *S. megalanthus* (K.Schum. ex Vaupel) Moran: conhecida como pitaya amarela, a espécie cresce sobre árvores, formando aglomerados de ramos pendentes, os quais apresentam diâmetro de cerca de 1,5cm, são triangulares, com margens onduladas, um a três espinhos (2 a 3mm) amarelados por aréola, geralmente associados a presença de cerdas brancas. As flores podem chegar até a 38cm, longas e brancas, com segmentos internos do perianto com 11cm de comprimento e 3,5cm de largura, presença de numerosos estames e estigma com vários lóbulos (BRITTON; ROSE, 1920). Fruto ovóide, amarelo, comestível, com 11cm de comprimento e presença de poucos espinhos. A espécie ocorre na Colômbia, Equador, Peru e Bolívia (ANDERSON, 2001).

- *S. setaceus* Rizz: conhecida como pitaya-do-cerrado ou saborosa, possui cladódios de disposição colunar, articulados, apresentando, em sua maioria, três ângulos. As flores, que têm grande potencial para ornamentação, são sésses, grandes (15 a 30cm de altura por até 20cm em diâmetro), brancas com tonalidades amareladas e são polinizadas por morcegos (quiropterofilia) e mariposas (falenofilia). Os botões florais abrem-se à noite, e as flores duram apenas uma noite. Os frutos são avermelhados, tendendo para roxo (vermelho-rubi), com polpa branca, suculenta com pequenas sementes escuras, possuem de 13 a 15° Brix e rendimento de polpa em torno de 75% (JUNQUEIRA et al., 2002).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS E PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PITAYA

A família Cactaceae possui aproximadamente 35 espécies que tem potencial no cultivo para a obtenção de frutos e como planta forrageira (MIZRAHI et al., 1997). Para Kiesling (2001), cerca de 80 espécies pertencentes a 15 gêneros possuem alguma aptidão agrícola.

O produto principal para agricultura são os frutos, sendo que a grande maioria dos cactos possui frutos comestíveis. Os caules podem ser utilizados como complementos da forragem e retiram do solo grande quantidade de água, assim como minerais e vitaminas. No entanto são pobres em carboidratos, proteínas e lipídios. Pode-se citar outras aplicações na área alimentícia e medicinal (KIESLING, 2001).

As cactáceas comestíveis são classificadas em três tipos: as tunas, as pitayas (trepadoras) e as peréskias (colunares). Existem aproximadamente 100 espécies, principalmente do gênero *Opuntia*, do qual se obtêm frutos comestíveis e seu cultivo se dá principalmente em terrenos áridos, onde poucas plantas podem sobreviver (PIMIENTA-BARRIOS, 1994). A maior parte dos frutos comercializados, atualmente, pertence à espécie *Opuntia ficus-indica*, com aproximadamente 100 mil ha de plantações comerciais no mundo, sendo que 70% dessa área está no México (INGLESE et al., 2002).

Os frutos das cactáceas trepadoras, denominadas desta forma devido ao hábito de crescimento, no qual necessitam de um suporte físico (tutoradas), são conhecidas na América Latina como pitaya ou pitahaya. Diferente dos frutos das tunas, as pitayas apresentam pequenas sementes digeríveis e não apresentam os espinhos típicos das tunas, que provocam problemas durante a colheita e manejo dos frutos. As cascas podem ou não ter espinhos, porém se removem facilmente durante a maturação. *Hylocereus undatus* é a espécie de cactos trepadora mais distribuída no mundo (NERD et al., 2002).

A pitaya, conhecida como fruta dragão (dragon fruit), cresce em ambientes tropicais. Algumas espécies têm demonstrado serem aptas para a comercialização, dentre as quais se destacam a *Hylocereus undatus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca), a *H. polyrhizus* (fruto oblongo, com casca

vermelha e polpa vermelha), cultivada principalmente em Israel e a *H. costaricensis* (fruto globoso, com casca vermelha e polpa vermelha) (MIZRAHI et al., 1997).

A reprodução da pitaya pode ser por meio de sementes ou vegetativa. As plantas obtidas por sementes podem assemelhar-se a qualquer um dos progenitores, a ambos, ou a nenhum (PIMENTA, 1990). A propagação da pitaya por sementes é conveniente porque se obtém material com diferente informação genética, apresentando características diversas que podem ser aproveitadas. As plantas originadas através de propagação sexuada apresentam, portanto, grande variabilidade, o que torna possível a seleção de materiais com características desejáveis, tais como produtividade, aparência externa, coloração de polpa e melhor adaptação às diferentes condições climáticas (ANDRADE et al., 2008).

Muitas das espécies não são auto-compatíveis, necessitando de fecundação cruzada (MERTEN, 2003). No entanto a pitaya amarela (*Selenicereus megalanthus*) é autógama (WEISS et al., 1995), assim como algumas variedades de *Hylocereus undatus* provenientes da Ásia (MERTEN, 2003). A desvantagem das variedades autógamas é que o fruto proveniente de uma autofecundação é freqüentemente menor do que aquele proveniente de cruzamento (MERTEN, 2003).

Segundo Weiss et al. (1995), o peso do fruto tem correlação positiva com o número de sementes viáveis. Quanto maior o sucesso da polinização, maior será o peso do fruto (MERTEN, 2003). A polinização manual é simples, basta remover as anteras de uma flor e tocar o estigma de uma outra ou retirar o pólen com auxílio de escova ou pincel (WEISS et al., 1995).

Os frutos destas espécies são de tamanho variado, podendo alcançar até um quilo e possuem brácteas (NERD; MIZRAHI, 1997; NERD et al., 2002). As cascas são geralmente vermelhas, no entanto a cor da polpa pode variar de vermelho-púrpura até o branco. A polpa é suculenta e contém numerosas sementes. O índice de maturação mais determinante é a cor da casca (NERD et al., 1999). Aspectos importantes no momento da colheita, além da cor, é o conteúdo de sólidos solúveis, acidez e o tempo que transcorre da floração até a colheita (aproximadamente 32 dias). Os frutos do gênero *Hylocereus* resistem até sete dias

à temperatura ambiente (NERD et al., 1999) e em temperaturas de 10-12°C é possível armazenar durante 14 dias. O tempo de armazenamento pode ser maior em temperaturas mais baixas, porém na transferência para temperatura ambiente, os frutos tendem a desenvolver sintomas de dano por frio, como o escurecimento da casca (NERD; MIZRAHI, 1999).

Além da pitaya vermelha, a amarela (*Selenicereus megalanthus*) também é comercializada e possui hábito trepador, porém pertencente a outro gênero. O cultivo ocorre em grande parte na Colômbia e Israel, sendo originária da América do Sul. A casca é de cor amarela e a polpa de cor branca com inúmeras sementes pequenas e pretas (NERD; MIZRAHI, 1997). A pitaya amarela é que apresenta melhor qualidade quando a maturação é total, que ocorre quando todo o fruto apresenta a cor amarela (NERD; MIZRAHI, 1998). Igualmente, a pitaya amarela é sensível a danos causados pelo frio (NERD; MIZRAHI, 1999).

A pitaya amarela é o fruto proveniente de cactos que apresenta o sabor mais agradável, por isso é a que apresenta os melhores preços na comercialização (MIZRAHI et al. 1997; ORTIZ, 1999 citado por NERD et al., 2002).

Plantas do gênero *Hylocereus* começam a produzir dois a três anos após o plantio e atingem o máximo de produção com cinco anos (JACOBS, 1999). Plantas de *H. polyrhizus* tem produção estimada, em Israel, de 16 toneladas por ha no segundo ano após o plantio (RAVEH et al., 1997). No Vietnã a produção pode chegar a 30 toneladas por ha (MIZRAHI et al., 1997) e de 10 a 12 toneladas na Nicarágua (JACOBS, 1999). Donadio e Sader (2009) relatam que em meados da década de 90, a Nicarágua produziu pouco mais de 3 mil toneladas e exportou cerca de 200mil dólares da fruta, enquanto o México, com uma área plantada estimada de 5 mil ha, exportou apenas para o Japão, por via aérea, cerca de 3 mil caixas de 3,2 Kg.

Para a pitaya vermelha, no México, ao final da década de 90, os preços chegaram a US\$ 2,5 por Kg, enquanto na Nicarágua os preços ficaram entre US\$ 3 a US\$ 5 por Kg para exportação para Europa. No Brasil, a pitaya vermelha produzida no país atinge bons preços, dependendo do período, sendo no início e fim de safra maiores, até mais de US\$ 11 por Kg, enquanto no pico pode descer a US\$ 3 por Kg (DONADIO; SADER, 2009).

Nos Estados Unidos existem apenas 10 a 15 ha de plantações comerciais de pitaya e todas localizadas no sul da Califórnia. A maior plantação é de 7 ha e o restante das plantações são menores que 1 ha (MERTEN, 2003). Ainda segundo esse autor, a demanda por pitaya nos EUA é maior que a produção e o preço pago pelo Kg de *Hylocereus* sp. aos produtores varia entre US\$ 13 e US\$ 22.

Quanto a pitaya amarela, a Colômbia é o grande centro de produção, com cerca de 100 ha (já foi 1.000 ha) da fruta que é exportada praticamente só por esse país, desde meados da década de 90. O custo de formação de 1 ha é de cerca de US\$ 11,5 mil, com produtividade média de 12 ton.ha<sup>-1</sup>. A Colômbia exporta cerca de 300 toneladas a cada ano, para países europeus, Brasil, Canadá e Japão (DONADIO; SADER, 2009).

No Brasil, a pitaya amarela vem sendo importada da Colômbia e comercializada em supermercados de Brasília a US\$ 10 o Kg, mas já existem cultivos protegidos com produção comercial dessa espécie no Rio Grande do Sul (PITAYA, 2001 citado por JUNQUEIRA et al., 2002). Donadio e Sader (2009) afirmam que o preço do quilograma da fruta pode passar de US\$ 28.

Existem também pequenas áreas de produção de pitaya vermelha no estado de São Paulo, localizadas na região de Catanduva. De maneira geral, na região Sudeste, a produção dessas frutas ocorre durante os meses de dezembro a maio (BASTOS et al., 2006).

Segundo Hessen e Téllez (1995), a produção pode alcançar aproximadamente 20 toneladas por ha por ano no 5º e 6º anos de cultivo, quando ocorre a estabilização podendo ser mantida por 15 a 20 anos, se bem manejada. Em Ma'abarot, Israel, a produção chegou a 34 ton.ha<sup>-1</sup> no 5º ano de implantação de pomares (NERD et al., 2002).

No Cerrado brasileiro, existem algumas espécies, como a pitaya-do-cerrado (*Selenicereus setaceus*), que vegetam naturalmente sobre maciços rochosos, troncos de árvores e solos arenosos de campos rupestres de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Tocantins. Em regiões agrícolas do Cerrado de Minas Gerais e de Goiás essas plantas são comumente mantidas sobre muros, troncos e cercas, e os frutos são usados como laxante e o suco concentrado dos cladódios, como depurativo para o sangue e em trabalhos de parto (JUNQUEIRA et al. 2002).

No geral, os frutos das pitayas são ricos em vitaminas, auxiliam o processo digestivo, são preventivos do câncer de colón e do diabetes, ajudam a neutralizar substâncias tóxicas como metais pesados, reduzem os níveis de colesterol e as altas pressões do sangue (DAM, 2006).

Outra utilização da pitaya é a obtenção de corantes naturais. A partir de alguns clones de *Hylocereus polyrhizus* tem-se obtido corantes púrpuras de carácter único, denominados de hylocerenin e iso-hylocerenin (WYBRANIEC et al. 2001). Stintzing et al. (2000), separaram 10 betacianinas a partir de frutos de *H. polyrhizus*. Diferente das antocianinas, a cor dos pigmentos (betalaínas) se mantém em uma amplitude de pH maior. Essa propriedade é ideal para seu uso como corante em produtos alimentícios de baixa acidez (STINTZING et al., 2000). Devido à diversidade estrutural das betacianinas (vermelho-púrpura) e das betaxantinas (amarelo-laranja), as cactáceas representam uma fonte promissora de corantes naturais (STINTZING et al., 1999 apud STINTZING et al., 2000). Em comparação com a beterraba, onde também são encontradas betalainas, o fruto do cacto oferece uma gama de cores que, devido ao seu carácter natural, podem ser utilizadas livres de certificação (STINTZING et al., 2002).

Entre outros estudos, Majdoub et al. (2001), caracterizaram os polissacarídeos da casca do fruto, considerando a extração de pectina como uma possibilidade para o aproveitamento da casca.

Com seu conteúdo de açúcares utilizáveis, alto conteúdo de vitamina C, conteúdo mineral, a presença de polifenóis e aminoácidos, sabor e cor agradáveis, os frutos dos cactos têm um futuro promissor na utilização para fabricação de alimentos funcionais. Grande parte dos estudos em cactáceas tem o enfoque no estudo dos frutos de *Opuntia* sp. e pouco se tem estudado, tanto dos frutos como dos aspectos agrônômicos das cactáceas colunares e trepadoras (ESQUIVEL, 2004).

Considerando o alto potencial dos frutos para uso industrial, assim como os indícios do seu valor nutricional, é importante ampliar a investigação neste campo e assim poder fomentar o aproveitamento destes tipos de frutos de origem latino-americano (ESQUIVEL, 2004).

### 2.3 GERMINAÇÃO DE SEMENTES

A germinação de sementes é uma das fases críticas para o estabelecimento das plantas em condições naturais. Fisiologicamente, a germinação inicia-se com a embebição de água pela semente, seguida da retomada do crescimento do embrião quiescente e terminando com a protrusão de alguma parte deste através do tegumento. Na maioria dos casos, o primeiro órgão a emergir é a raiz primária. O processo de germinação inicia-se com o ressurgimento das atividades metabólicas que foram quase que paralisadas após a maturação da semente (BEWLEY; BLACK, 1982).

Cada semente tem seu requerimento para germinação. Pode ser que numa população de uma espécie haja um mesmo requerimento para um grande percentual de suas sementes. Em geral, há um sinergismo, sendo um fator limitante acompanhado de outros limitantes adjuntos. Quando ocorrem condições ambientais favoráveis excepcionais, há um sincronismo de rompimento combinado a superação dos limitantes e uma grande explosão de germinação daquela espécie pode ocorrer, assim como de outras que tenham semelhantes requerimentos (FERREIRA et al., 2001). Também, não podem ser descartadas diferenças de material genético e/ou condições ambientais no período de formação do fruto e da semente, pois pode alterar os requerimentos ecofisiológicos para germinação (WULFF, 1995).

Durante o seu desenvolvimento, a semente de uma angiosperma passa por três fases distintas: histodiferenciação ou morfogênese inicial, expansão celular concomitante à fase de acúmulo de reserva, e a fase final, que corresponde ao dessecação (THAKER, 1999). O dessecação constitui um evento integrante do processo do desenvolvimento da maioria das sementes, especialmente as ortodoxas (KERMODE et al., 1986). Nesse grupo, o desenvolvimento só se completa quando a semente apresenta baixos teores de umidade. Provavelmente, o dessecação tenha um papel fundamental na interrupção dos processos de desenvolvimento essenciais para a germinação, pois a re-hidratação de sementes quiescentes conduz à germinação (BEWLEY; BLACK, 1994).

A disponibilidade de água é um dos fatores essenciais para desencadear a germinação. Durante esse processo, a absorção de água promove o amolecimento do tegumento, o aumento do embrião e dos tecidos de reserva, favorecendo a ruptura do tegumento, a difusão gasosa e a emergência da raiz primária. Proporciona, ainda, a diluição do protoplasma, permitindo a difusão de hormônios e, conseqüentemente, ativação de sistemas enzimáticos e, com isso, desenvolvem-se a digestão, a translocação e a assimilação das reservas, resultando no crescimento do embrião (MARCOS FILHO, 1986).

O conhecimento das condições ideais para a germinação da semente de uma determinada espécie é de fundamental importância, principalmente, pelas respostas diferenciadas em função de diversos fatores, como viabilidade, dormência, condições de ambiente, envolvendo água, luz, temperatura, oxigênio e ausência de agentes patogênicos, associados ao tipo de substrato para sua germinação (BRASIL, 1992; BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Luz, ausência ou presença, e sua qualidade, temperatura e suas alternâncias, concentração de gases e água em torno dos diásporos são fatores ambientais mais comuns que regulam a germinação (SCHUPP; FUENTES, 1995; GHERSA et al. 1992; BASKIN; BASKIN, 1998). É comum haver interação entre os fatores acima mencionados, sendo a interação entre luz e temperatura uma das mais importantes (TAYLORSON; HENDRICKS, 1972; FRANKLAND; TAYLORSON, 1983), tanto quanto esta temperatura for constante (TOOLE et al., 1956; TOLEDO et al., 1990) quanto seja ela flutuante ou alternada (THOMPSON, 1974; ESASHI; TSUKADA, 1978; THOMPSON; GRIME, 1983).

Em estudos de germinação, a habilidade que sementes possuem de germinar sob a influencia de fatores abióticos é uma característica crucial para a sobrevivência e perpetuação dessas espécies (CECCON et al., 2006). Um dos meios utilizados para se determinar o nível de qualidade das sementes é o teste padrão de germinação, o qual é realizado sob condições de temperatura e substrato ideais para cada espécie (GOMES; BRUNO, 1992).

De acordo com Krzyzanowski et al. (1999), desde que sejam seguidas as instruções estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes, o teste de germinação fornece informações sobre o potencial de uma amostra para



germinar sob condições ótimas de ambiente, além de ser padronizado com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância.

A comercialização de sementes é feita com base nos resultados de testes de laboratório, principalmente o de germinação, que deve ser conduzido em condições ideais para a espécie e que possibilitem a sua padronização, essencial para se ter reprodutibilidade de resultados (BRASIL, 1992). Neste teste, a temperatura, a umidade, o substrato e a forma de semente adotada são fatores que exercem grande influência nos resultados, que devem expressar o potencial máximo de germinação do lote (MARCOS FILHO, 2005).

Os resultados dos testes de germinação também podem trazer informações sobre a biologia das sementes e, conseqüente entendimento sobre padrões e processos que influenciam a comunidade, tais como o estabelecimento de plântulas, a sucessão e a regeneração natural das comunidades biológicas (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1993).

### 2.3.1 Temperatura

A temperatura exerce grande influência sobre a velocidade e porcentagem final da germinação. Intracelularmente, a temperatura influencia as reações bioquímicas que determinam o processo germinativo, pois há uma seqüência programada de reações químicas cujos sistemas enzimáticos apresentam exigências térmicas próprias (MARCOS FILHO, 2005). As baixas temperaturas podem reduzir as taxas metabólicas até que as vias essenciais ao início da germinação não possam mais operar (HENDRICKS; TAYLORSON, 1976), enquanto as altas acarretam diminuição no suprimento de aminoácidos livres, da síntese de RNA e de proteínas, assim como decréscimo na velocidade das reações metabólicas (RILEY, 1981).

A temperatura influi na velocidade de absorção de água e modifica a velocidade das reações químicas que irão mobilizar ou degradar as reservas armazenadas e a síntese de várias substâncias para o crescimento das plântulas (BEWLEY; BLACK, 1994), e também pode provocar alterações na membrana

plasmática (THOMPSON, 1974; HENDRICKS; TAYLORSON, 1976). Dessa forma, estudos que abordam aspectos ecofisiológicos da germinação são essenciais para o entendimento do sucesso do estabelecimento das espécies em campo, que são determinados pela faixa de condições ambientais toleradas pelas sementes durante a germinação (MALUF; MARTINS, 1991).

A germinação será mais rápida e o processo mais eficiente, quanto maior for a temperatura, dentro de certos limites. A temperatura ótima, para a maioria das espécies cultivadas, encontra-se entre 20-30°C. Abaixo da temperatura ótima há redução da velocidade do processo, o que pode também levar a uma redução no total de germinação. Os limites extremos de temperatura e a ótima, constituem-se nas chamadas temperaturas cardinais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os limites extremos da temperatura de germinação fornecem informações de interesse biológico e ecológico, pois sementes de diferentes cultivares germinam em faixas distintas de temperatura, sendo que a ótima é aquela na qual a mais alta percentagem ocorre no menor espaço de tempo (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Em geral as temperaturas máximas cardinais estão entre 35 e 40°C (MARCOS FILHO, 1986).

Existem espécies que a germinação de suas sementes é favorecida quando submetidas à temperatura constante (LIMA et al., 1997); outras exigem alternância de temperatura (SALOMÃO et al., 1995) e existem ainda espécies que germinam indiferentemente em temperaturas constantes ou alternadas (ALBUQUERQUE et al., 1998).

Sementes de muitas espécies, principalmente as menos domesticadas, requerem flutuação diária de temperatura para germinar adequadamente. Embora esse requerimento esteja associado à dormência da semente, a alternância da temperatura pode acelerar a germinação em sementes não-dormentes (MALAVASI, 1988).

### 2.3.2 Substratos

O substrato pode ser considerado como qualquer material em que as sementes são semeadas e desenvolvem-se e exerce função semelhante à do solo, ou seja, dar sustentação à planta e fornecer água, nutrientes e oxigênio. Para a escolha do substrato destinado à produção de mudas, deve-se levar em conta fatores como: ordem econômica (custo, disponibilidade, qualidade e facilidade de manuseio), química (pH e em nível de fertilidade do material) e física do material (características desejáveis como textura e densidade, que interferem na aeração, capacidade de retenção de umidade e agregação do substrato). Na fase de germinação de sementes, a fertilidade não é fator determinante em virtude do fato de que, nesta fase, são utilizadas as reservas contidas nas sementes (WENDLING et al., 2002).

Segundo Aguiar et al. (1993), os substratos em geral têm como principal função dar sustentação às sementes, tanto do ponto de vista físico como químico, e são constituídos por três frações, a física, a química e a biológica. As frações físico-químicas são formadas por partículas minerais e orgânicas, contendo poros que podem ser ocupados por ar e água e, a fração biológica pela matéria orgânica. Em função do tamanho e exigências ecofisiológicas das sementes quanto à umidade e luz, cada substrato é utilizado de maneira que ofereça maior praticidade nas contagens e avaliações das plântulas, mantendo a capacidade de suprir as condições ideais no decorrer do teste de germinação (POPINIGIS, 1985).

Segundo Popinigis (1985), a estrutura, a aeração, a capacidade de retenção de água e o grau de infestação de patógenos são as principais características do substrato que podem interferir no processo germinativo.

Nos testes de germinação, o substrato deve permanecer uniformemente úmido, a fim de suprir as sementes da quantidade de água necessária para sua germinação e desenvolvimento. O excesso de água pode acarretar aceleração da deterioração, com condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, enquanto a falta de água pode interromper processos metabólicos importantes. Contudo, a adição de água no decorrer do teste deve ser evitada, para não alterar as condições de germinação, tornando

essencial o controle da quantidade inicial a ser adicionada ao substrato. Essa quantidade depende da natureza e dimensão do substrato e, principalmente, das exigências de cada espécie (FIGLIOLIA et al., 1993; MARCOS FILHO, 2005).

Na escolha do material a ser utilizado como substrato, deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade ou não à luz, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento e a avaliação das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993).

Há vários substratos que são usados para testes de germinação de sementes, todos com algumas vantagens ou desvantagens. Em placas de petri ou caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox), o papel de filtro é comumente usado, apresentando vantagens como fácil observação das sementes e da emergência da radícula, dispensa manipulações especiais, embora possa ser facilmente inundado com acréscimo excessivo de solução umidificante. Segundo Figliolia et al. (1993), o excesso de umidade provoca um decréscimo na germinação, pois dificulta a respiração e reduz todo o processo metabólico resultante, além de aumentar a incidência de fungos, levando à redução na viabilidade. Também podem secar facilmente, particularmente nos testes a temperaturas mais altas. Além disto, deve ser usado papel de boa qualidade, para evitar problemas de toxidez (FERREIRA et al., 1994).

O uso de ágar de boa qualidade na concentração de 1% evita os problemas de eventual seca, inundação, transparência ou dificuldades de visualização, sendo bastante vantajoso. Rolos de papel tem a vantagem de dificilmente secar, mas necessitam de maior manuseio na instalação e observações, além de ser impossível seu uso para verificação de fotoblastismo na germinação. O uso de areia, que não apresenta estes inconvenientes, torna mais difícil a observação de sementes em germinação, dificultando bastante quando os diásporos são pequenos (ROSA; FERREIRA, 1998; 1999).

Outros substratos também vêm sendo utilizados em testes de germinação e para obtenção de mudas, como a casca de arroz, carbonizada ou não, usada como material único ou como componente de mistura para a germinação e produção de mudas de diversas plantas como o meloeiro (*Cucumis melo*) (BEZERRA; BEZERRA, 2001), tomateiro (*Lycopersicon lycopersicum*) (RESENDE et al., 2005), quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) (MODOLO;

TESSARIOLI NETO,1999), cajueiro (*Anacardium occidentale*) (BEZERRA et al., 2002) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (FERREIRA et al., 1999). Klein et al. (2002), afirmam que a casca de arroz carbonizada melhora a disponibilidade de água e a porosidade de aeração, auxiliando o processo germinativo.

Embora não esteja descrita ou prescrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), a vermiculita também vem sendo recomendada como um excelente substrato para germinação de sementes. A vermiculita permite o desenvolvimento mais adequado de plântulas durante o teste de germinação, em função do maior contato entre as sementes e o substrato, além de ser um bom condicionador do solo, por melhorar as suas propriedades físico-químicas e hídricas (FIGLIOLIA et al., 1993).

Segundo Machado Neto et al. (2005), a casca de pínus apresenta boas características físicas e biológicas, podendo ser utilizada como substrato. Segundo esses autores, a casca de pínus apresenta retenção de água inversamente proporcional a sua granulometria, apresenta bom equilíbrio químico e em teste de germinação com sementes de alface, pepino, tomate e rabanete (*Lactuca sativa*, *Cucumis sativus*, *Lycopersicon lycopersicum* e *Raphanus sativus*), não foi verificado sintomas alelopáticos.

A fibra de coco também vem se destacando como substrato por ser altamente porosa, por possuir ótimo balanço entre aeração e capacidade de retenção de água, além de apresentar elevada estabilidade física. Uma das empresas produtora ressalta que as vantagens da fibra de coco são: elevada porosidade total e capacidade de aeração (possibilitam melhor enraizamento e melhor desenvolvimento de mudas e plantas); boa capacidade de retenção de água disponível (evita necessidade de muitas regas); produto não sujeito aos riscos da compostagem; excepcional propriedade de re-hidratação, com ótima absorção; estrutura física altamente estável, resistente ao tempo; material homogêneo e de baixa densidade aparente; isento de sementes de ervas daninhas, pragas e doenças; ecologicamente sustentável e renovável (AMAFIBRA, 2006).

### 2.3.3 Luz na Germinação de Sementes

A luz é necessária para a germinação de sementes de algumas espécies, as quais são chamadas fotoblásticas positivas, outras são fotoblásticas negativas, isto é, germinam melhor quando há limitação de luz, existindo ainda, as indiferentes, que não apresentam sensibilidade à luz. As sementes da maioria das plantas cultivadas germinam tanto na presença como na ausência de luz, embora sementes não fotoblásticas possam exigir a presença de luz quando mantidas sob condições ambientais desfavoráveis. A classificação das sementes no que diz respeito à sensibilidade à luz é importante para a condução dos testes de germinação (VILLIERS, 1972; MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

A percepção da qualidade da luz pelas plantas ocorre através do fitocromo que corresponde a uma classe de pigmentos, constituído de cinco formas distintas. O fitocromo B é responsável pela percepção da razão V:VE (Vermelho:Vermelho Extremo - razão entre fluências de 655-665nm e de 725-735nm) da luz e pela indução da germinação de sementes (TAKAKI, 2001).

Nas sementes a radiação luminosa atua ativando ou desativando o fitocromo presente no eixo embrionário. A forma ativa desse pigmento, que é convertida pelo comprimento de onda de 660nm (luz vermelha), libera ou induz a formação de citocinina que, agindo de modo antagônico aos inibidores, permite às giberelinas desempenharem várias funções relacionadas ao processo germinativo, como a mobilização de reservas para o embrião (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; BEWLEY; BLACK, 1994).

Aparentemente, o fitocromo está sempre associado ao funcionamento das membranas biológicas, regulando, provavelmente, sua permeabilidade e controlando dessa maneira, o fluxo de inúmeras substâncias dentro das células e entre elas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em relação à luz vermelha, Thomas (1974) destaca que existe efeito semelhante desta com a luz branca no que se refere à composição espectral e características de absorção do fitocromo.

A sensibilidade da semente ao efeito da luz varia de acordo com a qualidade, a intensidade luminosa e tempo de irradiação, bem como com o período e temperatura de embebição (TOOLE, 1973; LABOURIAU, 1983).

Em espécies florestais, mais do que nas ornamentais, estudos têm se dedicado a avaliar o efeito da qualidade da luz sobre a germinação. Em *Mimosa scabrella*, *Chorisia speciosa*, *Tabebuia avellanedae* e *Esenbeckia leiocarpa*, a germinação das sementes é maior no escuro, decrescendo na seguinte ordem: luz vermelha, azul, branca e vermelha- distante (DIAS et al., 1992). Sementes de *Mimosa bimucronata* apresentam maior velocidade de germinação na luz branca (GRANDE; TAKAKI, 1998). Já sementes de *Peltophorum dubium* não apresentaram diferença na percentagem de germinação, quando exposta a luz branca, vermelha, vermelha- extrema e ausência de luz (PEREZ et al., 1999).

Segundo as Regras para Análise de Sementes, a intensidade da luz para satisfazer às exigências de todas as sementes sensíveis à luz deve ser de 750 a 1250 lux, e para as sementes não sensíveis à luz a intensidade pode ser de 250 lux (BRASIL, 1992).

A luz nem sempre é fator limitante para a germinação de sementes (FIGLIOLIA et al., 1993), mas sua presença pode contribuir para atenuar problemas causados pelo baixo potencial de água no solo e os efeitos de temperaturas superiores à ótima (MARCOS FILHO, 2005). Por meio das diferentes formas do fitocromo (phy), a semente pode perceber a luz de fluência muito baixa e ter sua germinação inibida pela luz branca de fluência alta (fitocromo A - phyA) ou pela ação do fitocromo B (phyB), perceber a razão vermelho:vermelho extremo e ter a germinação promovida (TAKAKI, 2005).

Em geral, a luz é necessária para a germinação de sementes pequenas (THOMPSON; GRIME, 1983; BEWLEY; BLACK, 1994, ROSA; FERREIRA, 2001), cujas espécies estão associadas a ambientes abertos (BASKIN ; BASKIN, 1971) ou perturbados (FENNER, 1995).

## 2.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE SEMENTES DE CACTOS

Sementes de cactos apresentam grande variação na forma, tamanho, estrutura, características embrionárias e coloração da testa (ROJAS-ARÉCHIGA; VÁZQUEZ-YANES, 2000). Em geral sementes maduras apresentam as seguintes estruturas: testa, embrião, endosperma, perisperma (em muitos grupos primitivos), arilo (no qual caracteriza as sementes da subfamília Opuntioideae), funículo e hilo (ELIZONDO-ELIZONDO et al, 1994). Algumas espécies também apresentam carúnculo (gênero *Pereskia*) e rafe (*Mammillaria erectacantha*) (FITTKAU, 1968). O número de sementes produzidas por fruto pode ser de mais de 1.000 por fruto (*Pilosocereus chrysacanthus*), ou somente algumas poucas sementes (uma a cinco sementes por fruto em *Epithelantha* e *Pereskia aculeata*) (LODÉ, 1995; PEDRONI; SÁNCHEZ, 1997). Até mesmo dentro de uma espécie o número de sementes por fruto pode ter grande variação. Zimmer (1966), citado por Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes (2000) verificou em seu trabalho que alguns frutos de *Epiphyllum anguliger* continham 1.500 sementes, enquanto outros apresentavam 5.500, dependendo da idade, do número de flores e do tamanho da planta.

Del Castillo (1988) verificou em seu trabalho que alguns frutos de *Ferocactus histrix* continham 2.200 sementes, enquanto outros frutos apresentavam apenas 300. Otero e Meyrán (1966) verificaram que frutos de *Echinocereus pulchellus* continham 40 a 100 sementes por fruto, enquanto León de la Luz e Domínguez-Cadena (1991) verificaram 52 a 1.566 sementes por fruto de *Stenocereus gummosus* e Weiss et al. (1995) 100 a 500 sementes por fruto em *Selenicereus megalanthus* (pitaya amarela).

## 2.5 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CACTOS

A propagação de cactos por sementes é um importante método por possibilitar a diversidade genética da população e manutenção das espécies.



Estudos sobre a germinação das sementes e estabelecimento das mudas são importantes para entender as estratégias reprodutivas, e para propagação artificial e conservação (ROJAS-ARÉCHIGA; VÁZQUEZ-YANES, 2000).

Segundo Herold (1982), existe grande variedade no processo germinativo e nos fatores envolvidos na germinação das sementes de cactáceas, constituindo quase uma ciência própria, existindo sementes que germinam com facilidade ou dificuldade, no escuro ou à luz, com época determinada para germinar ou germinando em qualquer época. Ainda segundo o mesmo autor, as sementes de cactáceas podem ser divididas em dois grupos: as que exigem pouco calor, e germinam à temperatura ambiente, e as que requerem calor forte e contínuo. Para o primeiro grupo, a temperatura variável pode ser proveitosa; para o segundo grupo, deve ser mantida homogênea e intensa, mesmo que por meios artificiais, como em estufas.

Segundo Paula e Ribeiro (2004), o tempo de germinação das sementes de cactáceas varia de acordo com a espécie, podendo ser imediata ou levar até meses. Os cactos epífitos costumam ter uma germinação mais rápida, e, em alguns casos, as sementes começam a germinar dentro do fruto maduro, como acontece em algumas espécies de *Disocactus*.

Olmos (1978) descreve que a germinação de espécies da família Cactaceae ocorre de sete a 10 dias, porém em algumas situações pode acontecer dentro de 24 h ou prolongar-se durante semanas ou meses.

Em relação à viabilidade das sementes em condições de armazenamento, Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes (2000) relatam em sua revisão sobre germinação de cactos que algumas espécies do gênero *Ferocactus* (*Ferocactus herrerae* e *F. emoryi*) mantêm a porcentagem de germinação em 80 e 90%, respectivamente, após 10 anos, e a espécie *Coryphanta odorata* apresentou germinação de 100% após sete anos da colheita das sementes. Verificaram ainda que as sementes de algumas espécies apresentam alta viabilidade após quatro anos de armazenamento, como *Haageocereus turbidus*, *Oreocereus erectocylindrica* e *Eulychnia castanea*. No entanto Andrade et al. (2005) relatam que *Hylocereus undatus* (pitaya de polpa branca) apresentou queda de viabilidade de suas sementes após 28 dias de armazenamento em câmara fria.

De acordo com Kindersley (1982), a propagação por semente de cactáceas é fácil de ser obtida, se a mesma for razoavelmente fresca, precisando de umidade, mas sem excesso, e a semente deve ser superficial, ou seja, a semente não deve ser enterrada.

Verificou-se em diversos trabalhos que a temperatura ótima para germinação de semente de cactos, é normalmente, em torno de 25°C (NOBEL, 1988; ROJAS-ARÉCHIGA; VÁZQUEZ-YANES, 2000; LONE et al., 2007), variando de 15°C para o cacto colunar *Oreocereus trolii* (ZIMMER, 1969, apud ROJAS-ARÉCHIGA; VÁZQUEZ-YANES, 2000), a 33°C para *Pereskia aculeata* (DAU; LABOURIAU, 1974), um cacto com folhas e porte primitivo.

Outros trabalhos mostraram que existe uma amplitude maior em relação a temperatura para a germinação de cactos epífitos, como mostra o trabalho de Bachthaler (1990), com cacto epífita *Schlumbergera truncata* (flor-de-maio), obtendo 100% de germinação em tempo médio de aproximadamente 10 dias em temperaturas entre 20°C e 25°C, utilizando areia como substrato. Simão et al. (2007) verificaram que a temperatura ótima para a germinação do cacto epífita *H. setaceus* está entre 25°C e 30°C.

Arias e Lemus (1984) constataram que sementes de *Melocactus caesius* Went. (Cactaceae) apresentaram grande amplitude em relação a temperatura, germinando entre 22°C e 43°C. Simão et al. (2007) obtiveram altas porcentagens de germinação em temperaturas que variaram de 15° a 40°C com o cacto epífita *Hylocereus setaceus*.

A grande diferença existente entre as temperaturas para a germinação de sementes de cactos está diretamente ligada ao padrão de distribuição geográfica das espécies. Por exemplo, espécies de regiões tropicais germinam melhor em temperaturas mais altas em relação às espécies de clima temperado (ROJAS-ARÉCHIGA; VÁZQUEZ-YAÑES, 2000).

A luz é outro fator que pode afetar a germinação de sementes de cactos. Rebouças e Santos (2007) verificaram ausência de germinação de sementes de *Melocactus caesius* (Cactaceae) em ausência de luz. Esses autores constataram que houve incremento na germinação com o aumento do fotoperíodo, atingindo máxima germinabilidade com 12 horas de luz. A ausência de germinação em ambiente escuro também foi evidenciada por Ortega-Baes e Rojas-Aréchiga

(2007) para *Trichocereus terscheckii* (Cactaceae). No entanto Dau e Labouriau (1974) e Pedroni e Sánchez (1997) obtiveram germinação indiferente à luz em uma gama extensiva de temperaturas em *Pereskia aculeata* (Cacatceae). Isso mostra que existe um amplo comportamento germinativo dentro das cactáceas em relação à luz.

Existem indícios da relação entre a morfologia do cacto com sua resposta germinativa à luz. Rojas-Aréchiga et al. (1998) afirmam que espécies globulares de cactos precisam de luz para germinar, enquanto espécies colunares germinam bem no escuro. No entanto, McDonough (1964) verificou que duas espécies de cactos colunares, *Carnegiea gigantea* e *Lemaireocereus thurberi* requerem luz para germinação de suas sementes.

O tipo de substrato utilizado também exerce influência na germinação de sementes de cactos. Andrade et al. (2008) em seu trabalho com germinação de sementes de *H. undatus* (pitaya) em diferentes substratos, obtiveram germinações mais elevadas em papel em relação à fibra de coco e a vermiculita, porém não obtiveram bons resultados com areia. No entanto, Lone et al. (2007), trabalhando com sementes *Melocactus bahiensis* (Cactaceae), obtiveram bons resultados utilizando areia como substrato. A areia também foi o substrato padrão para a germinação de diversas espécies de cactos utilizado por Cavalcanti e Resende (2007). Para as espécies de cactos epífitos *Rhipsalis floccosa* e *Rhipsalis pilocarpa*, Lone et al. (2009) obtiveram bons resultados no teste de germinação utilizando casca de arroz carbonizada.

### 3 ARTIGO A: TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE PITAYA

#### 3.1 RESUMO E ABSTRACT

**Resumo** – Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, sendo que algumas têm demonstrado boa aceitação para a comercialização. O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de sementes cinco genótipos de pitaya em diferentes temperaturas. Os genótipos utilizados foram: *Hylocereus undatus* (PB), *H. polyrhizus* (PV), *Selenicereus megalanthus* (PA), *Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis* (PH1) e *Hylocereus costaricensis* x *Hylocereus undatus* (PH2). As temperaturas testadas foram 15, 20, 25, 30 e 35°C e as alternadas de 15-25, 20-30 e 25-35°C, com fotoperíodo de 12 horas e papel mata-borrão como substrato. Cada tratamento foi composto de quatro repetições de 50 sementes. Durante 30 dias foram avaliados a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação. Os resultados mostraram que para germinação de sementes de PB, o resultado obtido na temperatura de 25°C não diferiu dos obtidos à 30 e 20-30°C, no entanto foi superior às demais temperaturas. Em PV, o resultado à 25°C não diferiu dos obtidos à 20 e 30°C, sendo superior aos resultados das demais temperaturas. Para PA, o melhor resultado foi obtido a 25°C. Em PH1, as temperaturas de 25, 30 e 20-30°C apresentaram resultados superiores às demais. Para PH2, o resultado obtido em 15-25°C não diferiu do obtido à 25°C, no entanto foi superior aos das demais temperaturas. Concluiu-se que os melhores resultados para os genótipos de pitaya foram obtidos a 25°C e que as temperaturas de 15 e 35°C não foram favoráveis para a germinação.

**Palavras-chave:** Cactaceae. Fruta-dragão. *Hylocereu*. *Selenicereus*.

**Abstract** – Pitaya is the name given to the fruits of several cactaceae of creeper habit, and some have been demonstrating good acceptance for the commercialization. The objective of the work was to evaluate the seeds germination of five pitaya genotypes in different temperatures. The used genotypes were: *Hylocereus undatus* (PB), *H. polyrhizus* (PV), *Selenicereus megalanthus* (PA), *Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis* (PH1) and *Hylocereus costaricensis* x *Hylocereus undatus* (PH2). The tested temperatures were 15, 20, 25, 30 and 35°C and the alternate of 15-25, 20-30 and 25-35°C, with photoperiod of 12 hours and blotting paper as substrate. Each treatment was composed of four repetitions of 50 seeds for each genotype. During 30 days were appraised the germination percentage, the germination speed index and the average time of germination. The results showed that for seeds germination of PB, the result obtained in the temperature of 25°C didn't differ of the obtained to 30 and 20-30°C, however it was

superior to the others temperatures. In PV, the result at 25°C didn't differ of the obtained to 20 and 30°C, being superior to the results of the others temperatures. For PA, the best result was obtained to 25°C. In PH1, the temperatures of 25, 30 and 20-30°C presented superiors results to the others. For PH2, the result obtained in 15-25°C didn't differ of the obtained at 25°C, however it was superior to the others temperatures. It was possible to conclude that the best results for the pitaya genotypes were obtained to 25°C and that the temperatures of 15 and 35°C were not favorable for the germination.

**Keywords:** Cactaceae. Dragon fruit. *Hylocereus*. *Selenicereus*.

### 3.2 INTRODUÇÃO

Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, os quais apresentam pequenas sementes digeríveis e cascas que podem ter ou não espinhos, porém se removem facilmente durante a maturação (NERD et al., 2002). Algumas espécies têm demonstrado boa aceitação para comercialização, dentre as quais se destacam-se *Hylocereus undatus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca), a *Hylocereus polyrhizus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa vermelha), *Hylocereus costaricensis* (fruto globoso, com casca vermelha e polpa vermelha) e *Selenicereus megalanthus* (fruto oblongo, com casca amarela e polpa branca) (MIZRAHI et al., 1997; NERD et al., 2002).

As diversas espécies de pitaya são originárias do continente americano e se encontram distribuídas nos países da Costa Rica, Equador, Peru, Venezuela, Panamá, Uruguai, Brasil, Colômbia e México, sendo os dois últimos os principais produtores mundiais (ANDERSON, 2001; CANTO, 1993; VAILLANT et al., 2005).

A reprodução da pitaya pode ser de modo vegetativo ou por sementes. A propagação por sementes é conveniente, principalmente em programas de melhoramento, porque se obtém materiais com diferentes informações genéticas, apresentando características diversas que podem ser aproveitadas. As plantas originadas através de propagação sexuada apresentam, portanto, grande variabilidade, o que torna possível a seleção de materiais com

características desejáveis, tais como produtividade, aparência externa, coloração de polpa e melhor adaptação às diferentes condições climáticas (ANDRADE et al., 2008).

As sementes de diferentes espécies apresentam comportamento variável para a temperatura, e estudos sobre a influência da mesma na germinação das sementes são essenciais para se entender os aspectos ecofisiológicos e bioquímicos desse processo (LABOURIAU, 1983; BEWLEY; BLACK, 1994). Maluf e Martins (1991) afirmam que estudos que abordam aspectos ecofisiológicos da germinação são essenciais para o entendimento do sucesso do estabelecimento das espécies em campo, que são determinados pela faixa de condições ambientais toleradas pelas sementes durante a germinação.

O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de sementes de cinco genótipos de pitaya em diferentes temperaturas.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual de Londrina (PR), utilizando sementes de diferentes genótipos de pitaya, extraídas de frutos adquiridos de colecionadores particulares da região de Londrina e de produtores da região de São Paulo e de Bogotá, Colômbia. Os genótipos utilizados foram compostos de três espécies e dois híbridos: *Hylocereus undatus* (Haworth) Britton; Rose (PB – pitaya branca), *Hylocereus polyrhizus* (F.A.C. Weber) Britton; Rose (PV – pitaya vermelha), *Selenicereus megalanthus* (K.Schum. ex Vaupel) Moran) (PA – pitaya amarela), (*Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis* (PH1 – pitaya híbrida 1) e *Hylocereus costaricensis* x *Hylocereus undatus*) (PH – pitaya híbrida 2).

Os frutos foram despulpados manualmente com auxílio de uma colher e, em seguida, acondicionada em recipiente plástico contendo água (2L) e açúcar (25g.L<sup>-1</sup> de sacarose), e deixada em repouso por 48 horas em temperatura ambiente para fermentar, facilitando a extração das sementes.

Após esse período, a solução foi peneirada em água corrente de modo a eliminar os resíduos da polpa e reter somente as sementes. Em seguida

foram postas para secar à sombra, sobre papel de filtro, durante 48 horas em temperatura ambiente. Após esse procedimento, as sementes foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas durante 20 dias em câmara fria (6-9°C, 75% U.R.), sendo então homogeneizadas antes da montagem do experimento.

Foram testadas as temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C e as alternadas de 15-25, 20-30 e 25-35°C em fotoperíodo de 12h, e intensidade luminosa de 923 lux ( $\pm 8,5$ ) ( $16,6\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1} \pm 0,15$ ), condições obtidas através da utilização de germinadores. Foi utilizado como substrato uma folha de papel mata-borrão umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. O papel foi acondicionado em caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox), e foram semeadas 50 sementes por caixa. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento para cada genótipo.

As avaliações do teste ocorreram diariamente durante 30 dias e foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram emissão do hipocótilo. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), que foi calculado de acordo com a fórmula descrita por Maguirre (1962), e tempo médio de germinação (dias), calculado segundo Lima et al. (2006).

Os valores de porcentagem de germinação foram transformados em arco seno  $(x/100)^{0,5}$  para sua normalização e, assim como para os demais valores, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a porcentagem de germinação de PB as temperaturas entre 15 a 30°C e as alternadas 15-25 e 20-30°C apresentaram valores elevados em relação à 35 e 25-35°C. Em PV apenas a temperatura de 35°C mostrou resultado inferior em relação às demais temperaturas. Em PA também observaram-se valores

inferiores nas temperaturas de 35 e 25-35°C. Para essas três espécies de pitaya verificou-se queda na porcentagem de germinação na temperatura de 35°C, podendo essa temperatura estar próxima da temperatura limite para a germinação de sementes dessas espécies. Segundo Marcos Filho (1986) as temperaturas máximas para a germinação de sementes da maioria das plantas cultivadas estão entre 35 e 40°C. No entanto, nos híbridos (PH1 e PH2), não observou-se diferença nas temperaturas avaliadas, mostrando que a temperatura limite para a germinação das sementes destes, provavelmente, estejam acima de 35°C, havendo, portanto, maior amplitude de temperatura para germinação de suas sementes em relação às espécies avaliadas (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1** – Porcentagem de germinação de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H.undatus* (PH2) em diferentes temperaturas (°C).

Temperaturas	PB	PV	PA	PH1	PH2
15	95 a*	86 a	75 ab	73 <sup>ns</sup>	97 <sup>ns</sup>
20	97 a	91 a	69 ab	81	97
25	98 a	91 a	88 a	85	99
30	92 a	86 a	70 ab	78	96
35	50 b	40 b	30 c	80	94
15-25	97 a	85 a	63 b	76	99
20-30	93 a	80 a	70 ab	81	97
25-35	30 b	82 a	22 c	72	99
<b>CV(%)</b>	9,88	6,53	14,05	6,63	7,13

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup>Não significativo.

Simão et al. (2007) também obtiveram amplo limite para germinação de sementes de *Hylocereus setaceus* (Cactaceae), obtendo altas porcentagens de germinação (acima de 70%) em temperaturas que variaram de 15 a 40°C, atingindo 100% na temperatura de 25°C. Esses mesmos autores ainda verificaram acentuada queda na porcentagem de germinação (de mais de 70% indo



para menos de 20%) entre as temperaturas de 40 a 45°C. No entanto Guedes et al. (2009), trabalhando com sementes de *Cereus jamacaru* (Cactaceae) verificaram que a temperatura de 30°C foi a que apresentou os melhores resultados, em relação à 25°C e à 20-30°C.

Para o IVG, em PB a temperatura de 25°C apresentou média elevada em relação às demais, não diferindo estatisticamente das temperaturas de 30°C e 20-30°C. Em PV a temperatura de 25°C também foi a que apresentou a maior média, não diferindo estatisticamente das temperaturas de 20 e 30°C. Em PA, a temperatura de 25°C também foi a que apresentou valor superior para IVG em relação às demais. Para as espécies avaliadas observou-se que as temperaturas de 35 e 25-35°C apresentaram os menores valores para IVG. Para PH1 as temperaturas de 25, 30 e 20-30°C apresentaram os maiores valores de IVG. Em PH2, a temperatura de 15-25°C apresentou o maior valor médio de IVG, não diferindo da temperatura de 25°C. Para os híbridos a temperatura de 15°C foi a que apresentou os menores valores médios de IVG (Tabela 3.2).

**Tabela 3.2** – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H. undatus* (PH2) em diferentes temperaturas (°C).

Temperaturas	PB	PV	PA	PH1	PH2
15	3,63 c*	6,61 d	3,84 cd	4,19 d	5,71 e
20	5,78 b	10,92 ab	5,37 c	7,02 b	9,44 d
25	7,29 a	12,37 a	9,16 a	10,28 a	15,15 ab
30	6,69 ab	11,20 ab	5,37 c	10,37 a	14,86 bc
35	2,49 d	3,65 e	1,48 e	7,32 b	9,93 d
15-25	3,99 c	8,01 cd	3,40 d	4,70 cd	16,48 a
20-30	6,39 ab	9,99 bc	7,12 b	9,31 a	13,98 bc
25-35	1,35 e	9,17 bc	0,92 e	5,89 bc	13,49 c
<b>CV(%)</b>	9,73	10,60	15,41	9,31	5,35

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Bewley e Black (1994) a temperatura influi na velocidade de absorção de água e modifica a velocidade das reações químicas que irão mobilizar ou degradar as reservas armazenadas e a síntese de várias substâncias

para o crescimento das plântulas. Desse modo, baixas temperaturas podem reduzir a velocidade dessas reações, reduzindo a velocidade de germinação de sementes, como verificado a 15°C no presente trabalho, e temperaturas altas podem interferir na síntese protéica também ocasionando redução na velocidade de germinação (HENDRICKS; TAYLORSON, 1976; RILEY, 1981), como verificado a 35 e 25-35°C.

Em relação ao tempo médio de germinação (TMG), em PB a menor média (7,1 dias) foi obtida a 25°C, caracterizando uma germinação em menos dias, não diferindo das temperaturas de 30 e 20-30°C. Para essa espécie as médias de TMG variaram de 7,1 dias em 25°C a 13,5 dias em 15°C. Em PV as médias variaram entre 4,4 dias em 25°C a 7,0 dias em 15°C, com os menores tempos médios de germinação observados a 20 e 25°C (4,5 e 4,4 dias), não diferindo estatisticamente de 30°C (4,9 dias). Em PA o menor valor médio de TMG foi observado em 25°C (5,3 dias), não diferindo das temperaturas de 20 e 20-30°C.

Em PH1 os melhores resultados foram obtidos nas temperaturas de 25, 30, e 20-30°C, com médias de 4,5, 4,2 e 5,0 dias respectivamente. Em PH2 o valor médio mais baixo de TMG, caracterizando germinação mais rápida, foi observado na temperatura de 15-25°C (2,2 dias), não diferindo de 25, 30 e 20-30°C. Para os híbridos, a temperatura de 15°C, acrescida da 15-25°C para PH1, foram as que apresentaram as germinações mais tardias, ficando entre 8,6 e 9,4 dias respectivamente para PH1, e de 7,8 dias em 15°C para PH2 (Tabela 3.3).

**Tabela 3.3** – Tempo médio de germinação (dias) de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhyzus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H.undatus* (PH2) em diferentes temperaturas (°C).

Temperaturas	PB	PV	PA	PH1	PH2
15	13,47 d*	7,03e	11,49cd	9,44c	7,82 d
20	8,69b	4,54a	7,25ab	6,23b	4,30c
25	7,11a	4,39a	5,28a	4,48a	2,31 ab
30	7,57 ab	4,86ab	7,56b	4,21a	2,30ab
35	11,10c	6,39de	10,51 cd	6,51b	4,07c
15-25	12,39d	6,13cd	9,74c	8,61c	2,16a
20-30	7,96 ab	4,93ab	6,13 ab	5,04a	2,56 ab
25-35	13,16d	5,56bc	12,47 d	7,17b	2,81 b
CV(%)	5,38	6,03	9,87	6,28	7,37

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em seu trabalho com germinação de *Melocactus bahiensis* (Cactaceae), Lone et al. (2007) obtiveram valores de TMG que variaram de 16 dias a 20°C, 7,5 dias a 25°C, até 7,1 a 30°C, valores próximos aos encontrados no presente trabalho para PB em 25 e 30°C (7,1 e 7,6 dias, respectivamente) e para PA a 30°C (7,6 dias).

Para a germinação de sementes dos genótipos de pitaya verificou-se que os melhores resultados foram obtidos em torno de 25°C, apresentando certa variação entre as espécies e os híbridos. Verificou-se também que a temperatura de 35°C não foi favorável para germinação de sementes dos genótipos avaliados. Para PB os melhores resultados foram encontrados em 25°C não diferindo de 30 e 20-30°C. PV apresentou os melhores resultados também a 25°C, não diferindo de 20 e 30°C. Em PA o melhor resultado foi à 25°C, para PH1, em 25, 30 e 20-30°C, e para PH2 em 15-25°C não diferindo dos resultados obtidos em 25°C.

Diversos autores verificaram que a temperatura ótima para a germinação de sementes de diversas espécies de cactos é, normalmente, em torno de 25°C (NOBEL, 1988; ROJAS-ARÉCHIGA; VÁZQUEZ-YANES, 2000; LONE et al., 2007), podendo ocorrer exceções, como para o cacto colunar *Oreocereus trolii*, que apresenta temperatura ótima à 15°C (ZIMMER, 1969, apud ROJAS-ARÉCHIGA; VÁZQUEZ-YANES, 2000) e para *Pereskia aculeata*, um cacto com folhas e porte primitivo, que apresenta germinação à 33°C (DAU; LABOURIAU, 1974).

### 3.5 CONCLUSÃO

Os melhores resultados para o teste de germinação dos genótipos de pitaya foram obtidos a 25°C. As temperaturas de 15 e 35°C não foram favoráveis para a germinação dos genótipos.

## 4 ARTIGO B: SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE GENÓTIPOS DE PITAYA

### 4.1 RESUMO E ABSTRACT

**Resumo** – Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, sendo que algumas têm demonstrado boa aceitação para a comercialização. O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de sementes e emergência de plântulas de cinco genótipos de pitaya em diferentes substratos. Os genótipos utilizados foram: *Hylocereus undatus* (PB), *H. polyrhizus* (PV), *Selenicereus megalanthus* (PA), *Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis* (PH1) e *Hylocereus costaricensis* x *Hylocereus undatus* (PH2). Os substratos avaliados no teste de germinação foram: papel mata-borrão, areia, casca de arroz carbonizada, casca de pínus, fibra de coco em pó e vermiculita. Foi utilizado fotoperíodo de 12 horas e temperatura constante de 25°C. Durante 30 dias foram avaliados a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação. O teste de emergência foi conduzido em casa de vegetação com cobertura plástica e sombreamento de 80%, utilizando os mesmos substratos do teste de germinação com exceção do papel mata-borrão. Durante 30 dias foram avaliados a porcentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência e o tempo médio de emergência. Cada tratamento foi composto de quatro repetições de 50 sementes para cada genótipo em ambas as etapas. No teste de germinação, os resultados mostraram bom desempenho da casca de arroz carbonizada para germinação de sementes de PB, PV, PA e PH1, e o papel e a areia foram mais adequados para germinação de PH2. No teste de emergência, a casca de pínus mostrou-se inadequada para emergência da maioria dos genótipos. Apenas em PH1 não houve diferença entre os substratos. Concluiu-se que, em laboratório, os melhores resultados para os genótipos de pitaya foram obtidos em papel mata-borrão, areia e casca de arroz carbonizada. Em casa de vegetação, a casca de pínus não mostrou-se adequada para os genótipos de pitaya.

**Palavras-chave:** Cactaceae. Fruta-dragão. *Hylocereus*. *Selenicereus*.

**Abstract** – Pitaya is the name given to the fruits of several cactaceae of creeper habit, and some have good acceptance for the commercialization. The objective of the work was to evaluate the seeds germination and plantules emergency of five pitaya genotypes in different substrates. The used genotypes were: *Hylocereus undatus* (PB), *H. polyrhizus* (PV), *Selenicereus megalanthus* (PA), *Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis* (PH1) and *Hylocereus costaricensis* x *Hylocereus undatus* (PH2). The evaluated substrates in the germination test were: Blotting paper, sand, charred peel of rice, pinus peel, coconut powdered fiber and

vermiculita. It was used fotoperíodo of 12 hours and constant temperature of 25°C. During 30 days which were appraised the germination percentage, the germination speed index and the average time of germination. The emergency test was conducted at green house with plastic covering and shading of 80%, using the same substrates of the germination test except the blotting paper. During 30 days were appraised the emergency percentage, the emergency speed index and the average time of emergency. Each treatment was composed of four repetitions of 50 seeds for each genotype in both stages. In the germination test, the results showed good performance of the charred peel of rice for seeds germination of PB, PV, PA and PH1, and the blotting paper and the sand were more appropriate for germination of PH2. In the emergency test, the pinus peel was inadequate for emergency of most of the genotypes. Just in PH1 there was not difference among the substrates. It was possible to conclude that, in laboratory, the best results for the pitaya genotypes were obtained in blotting paper, sand and charred peel of rice. In green house, the pinus peel was not shown appropriate for the pitaya genotypes.

**Keywords:** Cactaceae. Dragon fruit. *Hylocereus*. *Selenicereus*.

#### 4.2 INTRODUÇÃO

Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, os quais apresentam pequenas sementes digeríveis e cascas que podem ter ou não espinhos, porém se removem facilmente durante a maturação (NERD et al., 2002). Algumas espécies têm demonstrado boa aceitação para a comercialização, dentre as quais se destacam a *Hylocereus undatus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca), a *Hylocereus polyrhizus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa vermelha), *Hylocereus costaricensis* (fruto globoso, com casca vermelha e polpa vermelha) e *Selenicereus megalanthus* (fruto oblongo, com casca amarela e polpa branca) (MIZRAHI et al., 1997; NERD et al., 2002).

As diversas espécies de pitaya são originárias do continente americano e se encontram distribuídas nos países da Costa Rica, Equador, Peru, Venezuela, Panamá, Uruguai, Brasil, Colômbia e México, sendo os dois últimos os principais produtores mundiais (ANDERSON, 2001; CANTO, 1993; VAILLANT et al., 2005).

A reprodução da pitaya pode ser de modo vegetativo ou por meio de sementes. A propagação por sementes é conveniente, principalmente em

programas de melhoramento, porque se obtém materiais com diferentes informações genéticas, apresentando características diversas que podem ser aproveitadas. As plantas originadas através de propagação sexuada apresentam, portanto, grande variabilidade, o que torna possível a seleção de materiais com características desejáveis, tais como produtividade, aparência externa, coloração de polpa e melhor adaptação às diferentes condições climáticas (ANDRADE et al., 2008).

Existe uma grande variação no comportamento germinativo apresentado pelas diferentes espécies em relação ao tipo de substrato utilizado, sendo, portanto, importante a seleção do mesmo para se garantir melhores resultados em um teste de germinação e obtenção de plântulas (FANTI; PEREZ, 1999).

Os substratos utilizados nos testes de germinação apresentam grande influência na germinação, pois fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, grau de infestação por patógenos, entre outros, podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (POPINIGIS, 1985). Na escolha do substrato, deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência em relação à umidade, sensibilidade ou não à luz, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento e a avaliação das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993).

O substrato deve manter uma proporção adequada entre a disponibilidade hídrica e aeração, o qual não deve ser umedecido em excesso para evitar que uma película de água envolva a semente, restringindo a penetração de oxigênio (SCALON et al., 1993).

Dentre os substratos mais utilizados e prescritos em Brasil (1992) estão o papel e a areia, entretanto, podem ser encontrados no mercado substratos alternativos que já estão sendo utilizados em testes e pesquisas na área florestal como a fibra de coco em pó (PACHECO et al., 2006), a casca de arroz carbonizada (STRINGHET et al., 2005) e a vermiculita (SILVA; AGUIAR, 2004; LOPES; PEREIRA, 2005; HIRANO; POSSAMAI, 2008), substrato de origem mineral.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes, em laboratório, e emergência de plântulas, em casa de vegetação, de cinco genótipos de pitaya em diferentes substratos.

#### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Fitotecnia e na casa de vegetação da Universidade Estadual de Londrina (PR), utilizando sementes de diferentes genótipos de pitaya, extraídas de frutos adquiridos de colecionadores particulares da região de Londrina e de produtores da região de São Paulo e de Bogotá, Colômbia. Os genótipos utilizados foram compostos de três espécies e dois híbridos: *Hylocereus undatus* (Haworth) Britton; Rose (PB – pitaya branca), *Hylocereus polyrhizus* (F.A.C. Weber) Britton; Rose (PV – pitaya vermelha), *Selenicereus megalanthus* (K.Schum. ex Vaupel) Moran) (PA – pitaya amarela), (*Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis* (PH1 – pitaya híbrida 1) e *Hylocereus costaricensis* x *Hylocereus undatus*) (PH2 – pitaya híbrida 2).

Os frutos foram despulpados manualmente com auxílio de uma colher e, em seguida, acondicionada em recipiente plástico contendo água (2L) e açúcar (25g.L<sup>-1</sup> de sacarose), e deixada em repouso por 48 horas em temperatura ambiente para fermentar, facilitando a extração das sementes.

Após esse período, a solução foi peneirada em água corrente de modo a eliminar os resíduos da polpa e reter somente as sementes. Em seguida as sementes foram postas para secar à sombra, sobre papel de filtro, durante 48 horas em temperatura ambiente. Após esse procedimento, as sementes foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas durante 20 dias em câmara fria (6-9°C, 75% U.R.), sendo então homogeneizadas antes da montagem do experimento.

Os substratos avaliados no teste de germinação foram: papel mata-borrão, areia, casca de arroz carbonizada (CAC), casca de pinus, fibra de coco em pó e vermiculita. Os substratos, à exceção do papel, foram postos para secar em estufa com ventilação forçada a 65°C por 24h. Após a secagem, os substratos foram acondicionados em caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox), até a metade do volume da caixa e, para o papel filtro, foi utilizada uma folha por caixa. O papel mata-borrão foi umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. Os demais substratos foram umedecidos a 60% da

capacidade máxima de retenção de água (BRASIL, 1992). Após o umedecimento, foram colocadas 50 sementes por caixa.

As caixas foram mantidas em germinador do tipo B.O.D. com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas com intensidade luminosa de 1007 lux ( $\pm 80$ ) ( $18,1\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1} \pm 1,4$ ). As avaliações do teste ocorreram diariamente durante 30 dias e foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram emissão do hipocótilo. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), que foi calculado de acordo com a fórmula descrita por Maguirre (1962), e tempo médio de germinação (TMG - dias), calculado segundo Lima et al. (2006).

O teste de emergência foi realizado no período de março a abril de 2009, e foram utilizados os mesmos substratos, com exceção do papel mata-borrão. Os substratos foram acondicionados em vasos plásticos com 12cm de altura, 16cm de diâmetro superior, 12cm de diâmetro inferior e 1,8L de volume e postos sobre bancada em estufa com cobertura plástica e tela de polietileno de coloração preta com retenção solar de 80% ( $\pm 1,73$ ), calculado através de medidas realizadas com auxílio de um luxímetro. Durante o período de avaliação, a média das temperaturas máximas foi de 40°C ( $\pm 1,51$ ) e a média das temperaturas mínimas foi de 19°C ( $\pm 1,64$ ), valores obtidos através do uso de termômetro de coluna dupla de mercúrio. Foram semeadas 50 sementes por vaso, e realizadas regas manuais diárias com utilização de mangueira na quantidade de 105mL ( $\pm 5$ ) por vaso, quantidade medida através do uso de um vaso, das mesmas dimensões dos que continham os substratos, cujos orifícios basais, para drenagem, foram fechados com massa plástica, e posto ao acaso em meio ao experimento.

As avaliações foram diárias durante 30 dias e consideradas emergentes as plântulas com parte aérea superior a 5 mm. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE), e tempo médio de emergência (TME - dias).

O delineamento experimental nas duas etapas foi o inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento para cada genótipo.

Para comparação entre o teste de germinação e emergência, foi realizado teste de correlação entre as variáveis.



Os valores de porcentagem de germinação e emergência foram transformados em arco seno  $(x/100)^{0,5}$  para sua normalização e, assim como para os demais valores, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

#### 4.4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Para porcentagem de germinação, em PB, observou-se que os substratos papel, areia, casca de arroz carbonizada (CAC) e vermiculita apresentaram resultados superiores ao coco, não diferindo estatisticamente da casca de pínus. Nas demais espécies e híbridos não houve diferença estatística para porcentagem de germinação observando-se médias de 76 a 88% em PV, 60 a 76% em PA, 68 a 80% em PH1 e de 96 a 99% em PH2 (Tabela 4).

**Tabela 4.1** – Porcentagem de germinação de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em laboratório.

Substratos*	PB	PV	PA	PH1	PH2
Papel	89a**	88 <sup>ns</sup>	75 <sup>ns</sup>	79 <sup>ns</sup>	99 <sup>ns</sup>
Areia	90a	87	74	80	99
CAC	92a	87	73	79	96
Pínus	84ab	85	77	77	98
Coco	75b	76	60	71	97
Verm	91a	88	76	68	96
CV(%)	5,33	6,99	8,92	6,38	5,05

Substratos: Papel mata-borrão, areia, casca de arroz carbonizada (CAC), casca de pínus, fibra de coco em pó e vermiculita (Verm).

\*\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados apresentados sem transformação.

<sup>ns</sup> Não significativo.

As maiores médias para o IVG foram obtidas nos substratos papel, areia e CAC (13,46, 14,35 e 14,85 respectivamente) em relação aos demais substratos para PB. Em PV o CAC apresentou maior média de IVG (11,57) em relação às médias da casca de pínus e do coco, não diferindo estatisticamente para os demais substratos. Em PA a CAC apresentou a maior média para IVG (7,02) em relação ao coco e vermiculita, não diferindo das médias obtidas nos demais substratos. Para PH1, a CAC também apresentou maior valor médio para IVG (11,00) sobre o coco, vermiculita e casca de pínus. No entanto, em PH2, os melhores resultados de IVG foram obtidos em papel e areia. Os resultados de IVG mostraram também que o coco não foi adequado para as espécies e híbridos avaliados (Tabela 4.2).

**Tabela 4.2** – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em laboratório.

Substratos*	PB	PV	PA	PH1	PH2
Papel	13,46 a**	11,15 ab	5,75 ab	10,65 ab	14,87 a
Areia	14,35 a	10,89 ab	5,96 ab	10,70 ab	15,41 a
CAC	14,85 a	11,57 a	7,02 a	11,00 a	13,50 b
Pínus	10,78 b	8,83 bc	5,48 ab	8,76 bc	10,69 d
Coco	7,74 c	6,47 c	2,76 c	6,66 d	12,01 c
Verm	10,28 b	9,68 ab	5,23 b	6,82 cd	12,88 bc
CV(%)	6,42	11,6	13,59	9,64	3,39

\*Substratos: Papel mata-borrão, areia, casca de arroz carbonizada (CAC), casca de pínus, fibra de coco em pó e vermiculita (Verm).

\*\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao TMG, os substratos papel, areia e CAC apresentaram os melhores resultados para PB e PV em relação aos demais substratos, ou seja, apresentaram os menores valores para tempo médio de germinação. Para PA, o substrato CAC foi o que apresentou o menor valor para TMG em relação aos demais substratos. Para PH1 o menor TMG foi obtido em papel e CAC em relação á casca de pínus, coco e vermiculita, não diferindo da

média obtida em areia. Para PH2, a areia mostrou o menor TMG em relação à CAC, casca de pínus, coco e vermiculita, não diferindo do valor obtido em papel. Os resultados do TMG mostraram que, novamente, o coco não foi adequado para germinação de sementes das espécies e híbridos avaliados (Tabela 4.3).

**Tabela 4.3** – Tempo médio de germinação (dias) de sementes das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em laboratório.

Substratos*	PB	PV	PA	PH1	PH2
Papel	3,80 a**	4,45 a	7,40 b	3,97 a	3,43 ab
Areia	3,69 a	4,51 a	7,34 b	4,11 ab	3,30 a
CAC	3,56 a	4,28 a	5,56 a	3,97 a	3,71 bc
Pínus	4,62 b	5,44 b	7,65 b	4,70 b	4,81 e
Coco	5,20 b	6,66 c	12,41 c	5,75 c	4,22 d
Verm	4,86 b	5,03 ab	7,90 b	5,41 c	3,88 cd
CV(%)	8,27	6,99	8,73	6,48	4,18

\*Substratos: Papel mata-borrão, areia, casca de arroz carbonizada (CAC), casca de pínus, fibra de coco em pó e vermiculita (Verm).

\*\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Andrade et al. (2008), em seu trabalho com germinação de sementes *Hylocereus undatus* em diferentes substratos, também obtiveram bons resultados no teste de germinação utilizando papel como substrato, em relação à fibra de coco e a vermiculita, porém não obtiveram bons resultados com o substrato areia. No entanto Varela et al. (2005), trabalhando com germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium Nitens*), Albuquerque (1998), com sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa*) e Lone et al. (2007), com sementes de *Melocactus bahiensis* (Cactaceae), obtiveram bons resultados utilizando areia como substrato na germinação.

A casca de arroz carbonizada também mostrou bons resultados nos testes de germinação, e mostrou facilidade no manuseio, por ser leve e por apresentar coloração escura (preta), que serve de contraste, facilitando as avaliações das germinações, pois o hipocótilo apresentou coloração clara, que variou do branco ao verde-claro.

Lone et al. (2009) também obtiveram bons resultados nos testes de germinação de *Rhipsalis floccosa* e *Rhipsalis pilocarpa* (Cactaceae) com a utilização de casca de arroz carbonizada.

Durante a execução do teste de germinação, observou-se o desenvolvimento de fungos sobre algumas sementes semeadas em fibra de coco, fato que pode ter afetado negativamente a germinação e, conseqüentemente, os resultados obtidos nesse substrato. Lone et al. (2009) também não recomendam a utilização da fibra de coco em pó como substrato para a germinação, em condições de laboratório, das duas espécies de *Rhipsalis* avaliadas em seu trabalho, devido aos péssimos resultados obtidos neste substrato.

Em relação ao teste de emergência, para a porcentagem de emergência em PB, obteve-se 100% de germinação em vermiculita, valor esse que não diferiu estatisticamente dos valores obtidos em CAC e em coco (99% para ambos os substratos). Em PV, PA e PH1 não houve diferença estatística entre as médias dos diferentes substratos, ficando essas entre 69 a 92% em PV, 44 a 71% em PA e entre 69 a 82% em PH1. Para PH2, a vermiculita apresentou média superior à casca de pínus, não diferindo estatisticamente para os demais substratos (Tabela 4.4).

**Tabela 4.4** – Porcentagem de emergência das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhizus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em casa de vegetação.

Substratos*	PB	PV	PA	PH1	PH2
Areia	93b**	69 <sup>ns</sup>	44 <sup>ns</sup>	69 <sup>ns</sup>	87 ab
CAC	99ab	92	55	78	94 ab
Pínus	92b	81	45	80	75b
Coco	99ab	82	71	80	93 ab
Verm	100 a	92	61	82	97 a
CV(%)	7,12	16,47	16,86	7,16	11,81

\*Substratos: Areia, casca de arroz carbonizada (CAC), casca de pínus, fibra de coco em pó e vermiculita (Verm).

\*\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados apresentados sem transformação.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Em relação ao IVE, o substrato casca de pínus apresentou os menores valores em PB e PH2 (6,44 e 6,38 respectivamente), os demais substratos não diferiram estatisticamente entre si em PB e PH2. Para PV, o substrato CAC apresentou média superior a areia, não diferindo para os demais substratos. Para PA, o coco apresentou média de IVE superior à areia, CAC e casca de pínus. Em PH1, não houve diferença estatística entres as médias de IVE nos diferentes substratos (Tabela 4.5).

**Tabela 4.5** – Índice de velocidade de emergência (IVE) das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhyzus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em casa de vegetação.

Substratos*	PB	PV	PA	PH1	PH2
Areia	14,75a**	8,88b	2,79bc	8,31 <sup>ns</sup>	15,20a
CAC	17,41a	15,26a	3,31bc	8,89	18,00a
Pínus	6,44b	9,40ab	1,51c	7,89	6,38b
Coco	17,85a	11,45ab	5,87a	10,24	16,81a
Verm	16,98a	11,55ab	4,32ab	9,77	17,86a
CV(%)	12,27	25,33	24,68	20,3	16,96

\*Substratos: Areia, casca de arroz carbonizada (CAC), casca de pínus, fibra de coco em pó e vermiculita (Verm).

\*\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Para o TME, a casca de pínus apresentou valores elevados em relação aos demais substratos para PB, PA e PH2, sendo que as médias dos demais substratos não diferiram entre si. Em PV e PH1 não houve diferença estatística entre as médias dos diferentes substratos, ficando essas entre 4,11 a 5,50 dias para PV e entre 5,07 a 6,55 dias para PH1.

Durante a execução do teste de emergência, observou-se ressecamento superficial da casca de pínus durante o intervalo entre as regas. Esse ressecamento pode ter causado indisponibilidade temporária de água para as sementes, sendo que as mesmas foram semeadas sobre a superfície dos

substratos, o que poderia explicar os resultados inferiores obtidos nesse substrato (Tabela 4.6).

**Tabela 4.6** – Tempo médio de emergência (dias) das espécies *H. undatus* (PB), *H. polirhyzus* (PV) e *S. megalanthus* (PA), e dos híbridos *H. undatus* x *H. costaricensis* (PH1) e *H. costaricensis* x *H. undatus* (PH2) em diferentes substratos, em casa de vegetação.

Substratos*	PB	PV	PA	PH1	PH2
Areia	3,64a**	4,65 <sup>ns</sup>	10,36 a	5,16 <sup>ns</sup>	3,62 a
CAC	3,35 a	4,11	10,63 a	5,25	3,32 a
Pínus	10,11 b	5,50	17,22 b	6,55	9,08 b
Coco	3,46 a	5,09	7,42 a	5,07	3,33 a
Verm	3,50 a	5,27	8,81 a	5,20	3,05 a
CV(%)	40,01	31,31	16,47	24,74	43,61

\*Substratos: Areia, casca de arroz carbonizada (CAC), casca de pínus, fibra de coco em pó e vermiculita (Verm).

\*\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

Diferente do observado em laboratório, a fibra de coco em pó apresentou bons resultados em casa de vegetação, em todos os genótipos avaliados, provavelmente por não ter apresentado a contaminação por fungos que apresentou no laboratório. Provavelmente as condições ambientais encontradas na casa de vegetação não favoreceram o desenvolvimento dos fungos.

A vermiculita é um substrato que vem sendo utilizado com bons resultados para a germinação de sementes de espécies florestais (FIGLIOLIA et al., 1993; SILVA et al., 2002), bem como, mais recentemente, o pó de coco (LACERDA, 2003). Ambos os substratos são leves, de fácil manuseio, com boa capacidade de absorção de água e proporcionam bom desempenho germinativo de sementes (PACHECO et al., 2006). A areia, apesar dos bons resultados, é muito pesada, o que pode dificultar o manuseio (FIGLIOLIA et al., 1993), além de exigir mesas e bancadas mais reforçadas.

Em relação às correlações entre o teste de germinação e o de emergência, observaram-se valores baixos para todas as variáveis em PB, sendo próximos de zero entre %G e %E, e entre IVG e IVE, mostrando que a resposta germinativa em laboratório foi diferenciada em relação à obtida em casa de vegetação. Baixos valores de coeficiente de correlação também foram observados em PV entre %G e %E, e entre IVG e IVE, entretanto foi verificada correlação significativa entre TMG e TME, mostrando que para o tempo médio de germinação e emergência (dias) a resposta germinativa, entre os diferentes substratos, foi similar nos dois ambientes, laboratório e casa de vegetação (Tabela 4.7).

**Tabela 4.7** – Índices de correlação entre: porcentagem de germinação e porcentagem de emergência; índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE); tempo médio de germinação (TMG, dias) e tempo médio de emergência (TME, dias) para três espécies (*H. undatus* - PB; *H. polirhizus* – PV; *S. megalanthus* - PA) e dois híbridos de pitaya (*H. undatus* x *H. costaricensis* - PH1; *H. costaricensis* x *H. undatus* - PH2).

Genótipos <sup>o</sup> ▣	%G·x·%E▣	IVG·x·IVE▣	TMG·x·TME▣
PB <sup>o</sup>	-0,002 <sup>o</sup>	0,010 <sup>o</sup>	0,179 <sup>o</sup>
PV <sup>o</sup>	0,141 <sup>o</sup>	0,285 <sup>o</sup>	0,607* <sup>o</sup>
PA <sup>o</sup>	-0,769 <sup>o</sup>	-0,534 <sup>o</sup>	-0,426 <sup>o</sup>
PH1 <sup>o</sup>	-0,717 <sup>o</sup>	-0,788 <sup>o</sup>	-0,133 <sup>o</sup>
PH2 <sup>o</sup>	-0,685 <sup>o</sup>	-0,092 <sup>o</sup>	0,782** <sup>o</sup>

\*Significativo a 5%.

\*\*Significativo a 1%.

Em PA e PH1, observou-se somente valores negativos para as correlações, que apesar de não significativos, mostraram tendência de respostas germinativas contrárias nos dois ambientes entre os substratos avaliados. Em PH2 também observou-se valores negativos e não significativos de correlação entre %G e %E, e entre IVG e IVE, no entanto entre TMG e TME a correlação apresentou-se positiva e altamente significativa (significativa a 1%), mostrando resposta germinativa similar nos dois ambientes entre os substratos avaliados, para o tempo médio de germinação e emergência (Tabela 4.7).

Com exceção dos valores de correlação entre TMG e TME em PV e PH2, as demais correlações não se mostraram significantes (Tabela 4.7), desse modo infere-se que o ambiente influenciou no processo germinativo, podendo provocar respostas diferenciadas dentro de cada substrato, sendo necessária a escolha de um substrato específico quando o objetivo for avaliar a germinação em laboratório e outro quando o objetivo for avaliar a emergência em condições de estufa.

#### 4.5 CONCLUSÕES

Em laboratório, os melhores resultados para o teste de germinação dos genótipos de pitaya foram obtidos em papel mata-borrão, areia e casca de arroz carbonizada.

Em casa de vegetação, a casca de pinus não mostrou-se adequada para os genótipos de pitaya no teste de emergência.

Em PV e PH2 houve correlação entre o TMG e o TME.



## 5 CONCLUSÕES GERAIS

Os melhores resultados para o teste de germinação dos genótipos de pitaya foram obtidos a 25°C. As temperaturas de 15 e 35°C não foram favoráveis para a germinação dos genótipos.

Em relação aos substratos, em laboratório, os melhores resultados para o teste de germinação dos genótipos de pitaya foram obtidos em papel mata-borrão, areia e casca de arroz carbonizada.

Em casa de vegetação, a casca de pínus não mostrou-se adequada para os genótipos de pitaya no teste de emergência.

## REFERÊNCIAS

ABUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. J. D.; MINOHARA, L.; TEBALDI, N. D.; SILVA, L. M. M. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaragi (*Colubrina glandulosa* Perk)- Rhamanaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 346-349, 1998.

AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilamento em plantas de trigo quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 401-408, 2001.

AMAFIBRA. **Golden mix o substrato parceiro da natureza**. 2006. Disponível em: <<http://www.amafibra.com.br>>. Acesso em: 21 set. 2006.

ANDERSON, E. F. **The cactus family**. Origon: Timber Press, 2001. v. 1.

ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; MARTINS, A. B. G. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de pitaya vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 168-170, 2005.

ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G. Germinação de pitaya em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 71-75, 2008.

ARIAS, I; LEMUS, L. Interaction of light, temperature and plant hormones in the germination of seeds of *Melocactus caesius* (Cactaceae). **Acta Cientifica Venezolana**, Caracas, v. 35, n. 1, p. 151-155, 1984.

BACHTHALER, E. Christmas cacti. **Deut. Gartenbau**, Warsaw, v. 44, n. 1, p. 2826-2828, 1990.

BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**, Paris, v. 45, n. 1, p. 141-174, 1990.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 1998.

BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. The possible ecological significance of the light requirement for germination in *Cyperus inflexus*. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 98, n. 1, p. 25-33, 1971.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. v. 2.

\_\_\_\_\_. **Seeds**: physiology of development and germination. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994.

BEZERRA, F. C.; BEZERRA, G. S. S. Diferentes substratos para a formação de mudas de meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, suplemento, 2001, CD-ROM.

BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. S.; GURGEL, M. T.; NOBRE, R. G. Germinação, formação de porta-enxertos e enxertia de cajueiro anão precoce, sob estresse salino., **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 420-424, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992.

BRITTON, N. L.; ROSE, J. N. The cactaceae: descriptions and illustrations of plants of the cactus family. **The Carnegie Institution of Washington**, Washington, v. 2, n. 248, 239 p., 1920.

CANTO, A. R. **El cultivo de pitahaya en Yucatan**. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, Gobierno Del Estado de Yucatan. 1993.

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000.

\_\_\_\_\_. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* p. Dc.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Webwr ex K. Schum.) Bly. Ex rowl.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* Britton & Rose). **Revista Caatinga**, v. 20, n. 1, p. 28-35, 2007.

CECCON, E.; HUANTE, P.; RINCÓN, E. Abiotic factors influencing tropical dry forest regeneration. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 305-312, 2006.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. **Pitaya growing in the Florida home landscape.** Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS30300.pdf>> Acesso em: 30 out. 2009.

CRUZ, M.; CASAS, A. Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in Central Mexico. **Journal of Arid Environments**, Amsterdam, v. 51, n. 4, p. 561-576, 2002.

DAU, L.; LABOURIAU, L. G. Temperature control of seed germination in *Pereskia aculeata* Mill. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 46, p. 311–322, 1974.

DAUBRESSE BALAYER, M. Le pitahaya. **Fruits Oubliés**, France, v. 1, p. 15–17, 1999.

DE DIOS, H. C. Distribución geográfica de las pitahaya (*Hylocereus*) en la República Mexicana. **Cactáceas y Suculentas Mexicanas**, México, v. 49, n. 1, p. 4–23, 2004.

DEL CASTILLO, R. F. Fenología y remocion de semillas en *Ferocactus histrix*. **Cactáceas y Suculentas Mexicanas**, México, v. 33, n. 1, p. 5–14, 1988.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y.; ISSIKI, K. Qualidade de luz e germinação de espécies arbóreas tropicais. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 22, n. 1, p. 79-84, 1992.

DONADIO, L. C.; SADER, A. D. **Curso de pitaya:** cultura da pitaya. Jaboticabal: UNESP, 2009.

ELIZONDO-ELIZONDO, J.; VALDÉS REYNA, J.; ARIAS MONTES, S.; HATCH, S. L. Micromorfología de las semillas de algunas especies de la tribu Cacteeae. **Cactáceas y Suculentas Mexicanas**, México, v. 39, n. 1, p. 59–67, 1994.

ERWIN, J. E. Temperature and photoperiod affect grafted cactus scion necrosis. **Hort-Technology**, v. 6, n. 1, p. 393–397, 1996.

ESASHI, Y.; TSUKADA, Y. Thermoperiodism in cocklebur seed germination. **Plant Physiology**, v. 61, n. 1, p. 437-441, 1978.

ESQUIVEL, P. Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima. **Agronomía Mesoamericana**, v. 15, n. 2, p. 215-219, 2004.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenantha pavonina* L.-Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 21. n. 2, p. 135-141, 1999.

FENNER, M. Ecology of seed banks In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York; Academic Press, 1995. p. 507-543.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F.; SCHWAMBACK, L.; SILVEIRA, T. S. Efeito do substrato e pH no desenvolvimento inicial de plantas. **Caderno de Pesquisa: Serie Botânica**. v. 6, n. 1, p. 13-23, 1994.

FERREIRA, A. G.; CASSOL, B.; ROSA, S. G. T.; SILVEIRA, T. S.; STIVAL, A. L.; SILVA, A. A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.

FERREIRA, C. A. G.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* hook., em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. Lavras, **Revista Cerne**, v. 5, n. 2, p. 95-104, 1999.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p. 137-174.

FITTKAU, H. W. *Mammillaria erectacantha* Foerster. **Cactáceas y Suculentas Mexicanas**, México, v. 13, n. 1, p. 19–20, 1968.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS –FAO. **Agroecologia cultivo e usos da palma forrageira Estudo da FAO em proteção e produção vegetal.** Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. Paper: 32.

FRANKLAND, B.; TAYLORSON, R. Light control of seed germination. In: SHROPSHINE, W; MOHR, H. (Ed.). **Photomorphogenesis.** Berlin: Springer-Verlag, 1983. v. 16, p. 428-456.

GHERSA, C. M.; BENECH ARNOLD, R. L.; MARTINEZ-GHERSA, M. A. The role of fluctuating temperatures in germination and establishment of *Sorghum hapelense*. Regulation of germination at increasing depths. **Functional Ecology**, v. 6, n. 1, p. 460- 468, 1992.

GOMES, S. M. S.; BRUNO, L. A. Influência da temperatura e substrato na germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 47-50, 1992.

GRANDE, F. G. A. F.; TAKAKI, M. Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Mimosa bimucronata* (Mimosaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 1998, Salvador. **Resumos...** Salvador: UFBA, Instituto de Biologia, 1998. v. 49, p. 186.

GUEDES, R. S; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; MEDEIROS, M. S. Germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. em diferentes substratos e temperaturas. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 159-164, 2009.

HENDRICKS, S. B.; TAYLORSON, R. B. Variation in germination and amino acid leakage of seed with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**, v. 58, n. 1, p. 7-11, 1976.

HEROLD, H. **Como cultivar cactos.** Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1982.  
HESSEN, A. J.; TÉLLEZ, A. **La pitahaya se abre paso! cultivo exótico con potencial para exportación para las regiones tropicales de la America Latina.** Agricultura de las Américas, 1995. p. 6-10.

HIRANO, E.; POSSAMAI, E. Estádio de maturação do fruto e germinação de sementes de três espécies de lauraceae. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 2, p. 219-223, 2008.

INGLESE, P.; BASILE, F.; SCHIRRA, M. **Cacturs pear fruit production**. In: NOBEL, P. S. (Ed.). **Cacti: biology and uses**. California: University of California Press. 2002.

INNES C.; GLASS C. **L'encyclopédie illustrée des cactus**. Paris: Bordas, 1992. p. 139-140.

JACOBS, D. Pitaya (*Hylocereus undatus*), a potential new crop for Australia. **The Australian New Crops Newsletter**, Austrália, v. 29, n. 16, 1999.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do cerrado**. Planaltina, DF: EMBRAPA, 2002. (Documentos EMBRAPA, 62).

KERMODE, A. R.; BEWLEY, J. D.; DASGUPTA, J.; MISRA, S. The transition from seed development to germination: a key role for desiccation? **HortScience**, v. 21, n. 1, p. 1113-1118, 1986.

KIESLING, R. Cactaceas de la Argentina Promisorias Agronomicamente. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, E.U.A., v. 4, n. 1, p. 11-14, 2001.

KINDESLEY, D. **O grande livro das plantas do interior**. Lisboa: Lisgráfica, 1982.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. (Documentos IAC, 70).

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983.

LACERDA, M. R. B. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*, Benth) em diferentes substratos em condições de viveiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO DA UFRPE, 5., 2003, Recife. **Resumos expandidos...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2003. CD – Rom.

LE BELLEC F.; RENARD V. **Le grand livre des fruits tropicaux**. Saint-Denis, France: Orphie, 1997.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, France, v. 61, n. 1, p. 237–250, 2006.

LEÓN DE LA LUZ, J. L.; DOMÍNGUEZ-CADENA, R. Evaluación de la reproducción por semilla de la pitaya agria (*Stenocereus gummosus*) en Baja California Sur, México. **Acta Botânica Mexicana**, México, v. 14, n. 1, p. 75–87, 1991.

LIMA, C. M. R.; BORGHETTI, F.; SOUSA, M. V. Temperature and germination of the Leguminosae *Enterolobium contortisiliquum*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 97-102, 1997.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SIBA, B. M.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

LODÉ, J. Le genre: *Epithelantha* Weber ex Britton & Rose. **Cactus-Aventures International**, v. 28, n. 1, p. 12–15, 1995.

LONE, A. B.; MOLO, C. X.; TAKAHASHI, L. S. A.; UNEMOTO, L. K. Germinação de sementes de *Rhipsalis* em diferentes substratos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 5, 2009.

LONE, A. B.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T.; UNEMOTO, L. K. Germinação de *Melocactus bahiensis* (cactaceae) em diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 365-369, 2007.

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de sementes**, v. 27, n. 2, p. 146-150, 2005.

LÜTTGE, U. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). **Annals of Botany**, London, v. 93, n. 5, p. 629-652, 2004.



MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; CARVALHO, P. R.; YAMAMOTO, N. L.; CACCIOLARI, C. Casca de pínus: avaliação da capacidade de retenção de água e da fitotoxicidade. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 19-24, 2005.

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAJDOUB, H.; ROUDESLI, S., DERATANI, A. Polysaccharides from prickly pear peel and nopals of *Opuntia ficus-indica*: extraction, characterization and polyextrolyte behaviour. **Polymer International**, v. 50, n. 1, p. 552-560. 2001.

MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PIÑARODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 25-40.

MALAYSIA. Department of Agriculture - DAM. **A research and development center for PITAYA (Dragon Fruit)**. Disponível em: <<http://www.DAM-DEPARTMENT OF AGRICULTURE MALAYSIA/Default.htm>> Acesso em: 15 abr. 2006.

MALUF, A. M.; MARTINS, P. S. Germinação de sementes de *Amaranthus hybridus* L. e *Amaranthus viridis* L. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51. n. 1, p. 417-425, 1991.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

\_\_\_\_\_. Germinação de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM SEMENTES, 1., 1986, Piracicaba. **Trabalhos...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.

MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: PergamonPress, 1989.

MCDONOUGH, W. Germination responses of *Carnegia gigantea* and *Lemaireocereus thurberi*. **Ecology**, v. 45, n. 1, p. 155–159, 1964.

MERTEN, S. A review of *hylocereus* production in the united states. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, E.U.A., v. 5, n. 1, p. 98-105, 2003.

MIZRAHI Y.; MOUYAL J.; NERD A.; SITRIT Y. Metaxenia in the vine cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp., **Annals of Botany**, v. 93, n. 4, p. 469–472, 2004.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S.. Cacti as Crops. **Horticultural Review**. New York, v. 18, n. 1, p. 291-320, 1997.

MIZRAHI, Y.; NERD., A.; SITRIT, Y. New fruits for arids climates. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Ed.). **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, 2002. p. 378- 384.

MODOLO, V. A.; TESSARIOLI NETO, J. Desenvolvimento de mudas de quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* moench] em diferentes tipos de bandeja e substrato. Piracicaba, **Scientia Agricola**, v. 56, n. 2, p. 377-381, 1999.

NERD, A.; GUTMAN, F.; MIZRAHI, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, n. 1, p. 39-45. 1999.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. Fruit development and ripening in yellow pitaya. **Horticultural Sciece**, v. 123, n. 1, p. 560-562. 1998.

\_\_\_\_\_. Reproductive biology of fruit cacti. **Horticultural Reviews** v. 18, n. 1, p. 322-346. 1997.

\_\_\_\_\_. The effect of ripening stage on fruit quality after storage in yellow pitaya. **Posharvest Biology and Technology** , v. 15, n. 1, p. 99-105. 1999.

NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. Fruit of vine and columnar cacti. In: NOBEL, P. S. (Ed.). **Cacti: biology and uses**. Los Angeles: UCLA, 2002. p. 254-262.

NOBEL, P. S. **Environmental biology of agaves and cacti**. New York: Cambridge University Press. 1988.

OLDFIELD, S. **Cactus and succulents plants: status survey and conservation action plan**. Switzerland; Cambridge: IUCN; Gland, 1997.

OLMOS, J. F. B. **Los cactus y las otras plantas suculentas**. Valencia: Floraprint, 1978.

ORTEGA-BAES, P.; ROJAS-ARÉCHIGA, M. Seed germination of *Trichocereus terscheckii* (Cactaceae): Light, temperature and gibberellic acid effects. **Journal of Arid Environments**, v. 69, n. 1, p. 169-176, 2007.

OTERO, F.; MEYRÁN, J. *Echinocereus pulchellus*. **Cactáceas y Suculentas Mexicanas**, México, v. 11, n. 1, p. 61–62, 1966.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PAULA, C. C.; RIBEIRO, O. B. C. **Cultivo prático de cactáceas**. Viçosa, MG: UFV, 2004.

PEDRONI, F.; SÁNCHEZ, M. Dispersão de sementes de *Pereskia aculeata* Muller (Cactaceae) num fragmento florestal no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 1, p. 479–486, 1997.

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Dormancy break and light quality effects on seed germination of *Peltophorum dubium* Taub. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 131-137, 1999.

PIMENTA, B. E. **El nopal tunero**. Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara, 1990.

PIMIENTA-BARRIOS, E. Prickly pear (*Opuntia* spp.): a valuable fruit crop for the semi-arid lands of Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 28, n. 1, p. 1-11. 1994.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985.

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**, v. 73, n. 1, p. 151-164. 1997.

REBOUÇAS, A. C. M. N.; SANTOS, D. L. Influência do fotoperíodo e qualidade de luz na germinação de sementes de *Melocactus conoideus* (Cactaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 900-902, 2007.

RESENDE, J. T. V.; SALVADOR, E. D.; FARIA, M. V.; MALLMANN, N. Utilização de resíduos agroindustriais como substrato na produção de mudas de tomateiro. **Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 25-29, 2005.

RILEY, G. J. P. Effects of high temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, v. 151, n. 1, p. 75-80, 1981.

ROJAS-ARÉCHIGA, M.; OROZCO-SEGOVIA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Seed response to temperature of Mexican cacti species from two life forms: an ecophysiological interpretation. **Plant Ecology**, v. 135, n. 1, p. 207-214, 1998.

ROJAS-ARÉCHIGA, M.; VÁZQUEZ-YANES, C. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**, v. 44, n. 1, p. 85-104, 2000.

ROSA, S. G. T.; FERREIRA, A. G. Germinação de sementes de espécies medicinais do Rio Grande do Sul: *Bromelia antiacantha* Bert.; *Cuphea carthagenesis* (Jacq.) Macbride e *Talinum patens* (Jacq.) Willdenov. **Acta Botânica Brasília**, v. 12, n. 3, p. 515-522, 1998.

\_\_\_\_\_. Germinação de sementes de plantas medicinais lenhosas. **Acta Botanica Brasília**, v. 1, n. 15, p. 147-288, 2001.

ROSA, S. G. T.; FERREIRA, A. G. Germination of medicinal plant: *Smilax campestris* Griseb. (salsaparrilha). **Acta Horticulturae**, v. 502, n. 1, p. 105-111, 1999.

SALOMÃO, A. N.; EIRA, M. T. S.; CUNHA, R. The effect of temperature on seed germination of four *Dalbergia nigra* Fr. Allem – Leguminosae. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 9, n. 4, p. 588-594, 1995.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A.; DAVIDE, A. C. Influência do substrato, temperatura, umidade e armazenamento sobre a germinação de sementes de Pau-Pereira (*Platycyamus regnelli* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 143-146, 1993.

SCHUPP, E. W.; FUENTES, M. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant populations ecology. **Ecoscience**, v. 2, n. 3, p. 267-275, 1995.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & k. Hoffm. (faveleira). **Revista Brasileira de sementes**, v. 26, n. 1, p. 9-14, 2004.

SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, I. B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa. v. 26, n. 6, p. 691-697, 2002.

SIMÃO, E.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. The Epiphytic Cactaceae *Hylocereus setaceus* (Salm-Dick ex DC.) Ralf Bauer Seed Germination is Controlled by Light and Temperature. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 4, p. 655-662, 2007.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Cactus pear: a promising component to functional food. **Gemüse- und Kartoffelverarbeitung**, v. 85, n. 1, p. 12-19. 2000.

\_\_\_\_\_. Identification of betalains from yellow beet (*Beta vulgaris* L.) and cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) by HPLC-Electrospray Ionization Mass Spectrometry. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 50, n. 1, p. 2302-2307. 2002.

STRINGHET, A. Â. C. O.; SILVA, D. J. H; CARDOSO, A. A.; FONTES, L. E. F.; BARBOSA, J. G. Germinação de sementes e sobrevivência das plântulas de *Tillandsia geminiflora* Brongn, em diferentes substratos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 165-170, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAKAKI, M. A luz como fator de estresse na germinação de sementes. In: NOGUEIRA, R. M. C. et al. (Ed.) **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Imprensa Universitária, 2005. p. 243-248.

\_\_\_\_\_. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Brasília, v. 13, p. 103-107, 2001.

TAYLORSON, R.; HENDRICKS, S. B. Interactions of light and a temperature shift on seed germination. **Plant Physiology**, v. 49, n. 1, p. 127-130, 1972.

THAKER, V. Changes in water content, sugars and invertase activity in developing seeds of *Hibiscus esculentum*. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 21, p. 155-159, 1999.

THOMAS, H. Control mechanisms in the resting seeds. In: ROBERTS, E. H. (ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 360-396.

THOMPSON, K ; GRIME, J. P. A comparative study of germination responses to diurnallyflutuating temperatures. **Journal Applied Ecology**, v. 20, n. 1, p. 141-156, 1983.

THOMPSON, P. A. Effects of fluctuating temperatures on germination. **Journal of Experimental Botany**, v. 25, n. 84, p. 164-175, 1974.

TOLEDO, J. R.; RINCÓN, E.; VASQUEZ-YANES, C. A light quality gradiant for the study of red: farred ratios on seed germination. **Seed Science & Technology**, v. 18, n. 1, p. 277-282, 1990.

TOOLE, E. H.; HENDRICKS, S. B.; BORTHWICK, H.; TOOLE, V. K. Physiology of seed germination. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 7, n. 1, p. 299-324, 1956.

TOOLE, V. K. Effects of light, temperature and their interactions on the germination of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 21, n. 1, p. 339-396, 1973.

VAILLANT, F.; PEREZ, A.; DAVILA, I.; DORNIER, M.; REYNES, M. Colorant and antioxidant properties of red pitahaya (*Hylocereus* sp.). **Fruits**, Paris, v. 60, n. 1, p. 1-7, 2005.

VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; RAMOS, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinioideae. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 35-39, 2005.

VAZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 69-87, 1993.

VILLIERS, T. A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v. 2, p. 219-281.

WEISS, J.; SCHEINVAR, L.; MIZRAHI, Y. *Selenicereus megalanthus* (the yellow pitaya), a climbing cactus from Colombia and Peru. USA, **Cactus and Succulent Journal**, v. 67, n. 1, p. 280–283, 1995.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002.

WULFF, R. D. Environmental maternal effects on seed quality and germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Decker, 1995. p. 491-505.

WYBRANIEC, S.; PLAZNER, I.; GERESH, S.; GOTLIEB, M.; HAIMBERG, M.; MOGILNITZKI, M.; MIZRAHI, Y. Betacyanins from vine cactus *Hylocereus polyrhizus*. **Phytochemistry**, v. 58, n. 1, p. 1208-1212. 2001.