



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ALESSANDRO BORINI LONE

**SUBSTRATOS, ÁCIDO INDOLBUTÍRICO E PERÍODOS DO
ANO NA PROPAGAÇÃO DE PITAYA POR ESTAQUIA**

ALESSANDRO BORINI LONE

**SUBSTRATOS, ÁCIDO INDOLBUTÍRICO E PERÍODOS DO
ANO NA PROPAGAÇÃO DE PITAYA POR ESTAQUIA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação
em Agronomia da Universidade Estadual de
Londrina, como requisito à obtenção do título
de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria.

Londrina
2013

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

L847s	<p>Lone, Alessandro Borini. Substratos, ácido indolbutírico e períodos do ano na propagação de pitaya por estaquia / Alessandro Borini Lone. – Londrina, 2013. 98 f.: il.</p> <p>Orientador: Ricardo Tadeu de Faria. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013. Inclui bibliografia.</p> <p>1. Pitaya – Teses. 2. Substratos – Teses. 3. Propagação por estaquia – Teses. 4. Plantas – Efeitos da auxina – Teses. 5. Cactos – Frutos – Teses. I. Faria, Ricardo Tadeu de. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título. CDU 634.775</p>
-------	---

ALESSANDRO BORINI LONE

**SUBSTRATOS, ÁCIDO INDOLBUTÍRICO E PERÍODOS DO ANO NA
PROPAGAÇÃO DE PITAYA POR ESTAQUIA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria
UEL – Londrina - PR

Profa. Dra. Lucia Assari Sadayo Takahashi
UEL – Londrina - PR

Profa. Dra. Conceição Aparecida Cossa
UENP – Bandeirantes - PR

Prof. Dr. Fábio Suano de Souza
UNIFIL – Londrina - PR

Eng. Agrônoma Dra. Christina da Silva
Wanderley
UEL – Londrina - PR

Bióloga Dra. Lílian Keiko Unemoto
Decisão Pesquisa Agropecuária

Profa. Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca
UEL – Londrina - PR

Londrina, 12 de abril de 2013.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria, pela confiança e apoio no desenvolvimento do trabalho. Pela liberdade de trabalho e pelas importantes correções e sugestões durante todo o desenvolvimento do mesmo.

À Prof^a. Dr^a. Lúcia Sadayo Assari Takahashi, pela orientação, correções e sugestões durante o desenvolvimento do trabalho. Também pela sua amizade e apoio pessoal, sempre colaborando para a estabilidade emocional que garantiu a conclusão desse trabalho.

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

À Vanessa Jacob Victorino, pelas correções, auxílio na redação dos abstracts e principalmente pelo apoio emocional e companherismo.

Aos familiares Antonio Lone, Cleuza Borini Lone, Adriane Lone e Leandro Borini Lone.

À Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

LONE, Alessandro Borini. **Substratos, ácido indolbutírico e períodos do ano na propagação de pitaya por estaquia.** 2013. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, nas quais algumas espécies têm demonstrado aceitação para a comercialização. A propagação comercial das espécies de pitaya é feita por estaquia, onde se obtêm plantas com maior uniformidade e precocidade na produção. Diversos são os fatores que afetam a formação das raízes nas estacas como o tipo de substrato, umidade, temperatura, concentrações de fitohormônios e época do ano em que é realizada a estaquia. No caso da pitaya, que se apresenta como uma cultura nova no Brasil, são escassos os estudos sobre as técnicas de produção, incluindo a obtenção de mudas. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o enraizamento e brotação de estacas de pitaya em diferentes substratos, concentrações de ácido indolbutírico (AIB), veículos de diluição, formas de aplicação e períodos do ano, na região de Londrina – PR. No primeiro experimento foram testados os substratos: areia, vermiculita, casca de arroz carbonizada e casca de pinus, onde foram plantadas estacas tratadas e não tratadas com AIB (3000 mg.L^{-1}) das espécies *Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus megalanthus*. No segundo experimento, estacas de *H. undatus* foram tratadas com soluções de AIB nas concentrações de 1500 e 3000 mg.L^{-1} , nos seguintes veículos de diluição: etanol (50%), KOH (1N), NaOH (1N) e talco, tendo-se um controle sem aplicação de AIB. No terceiro experimento, estacas de *H. undatus* foram coletadas e plantadas no 15º dia de cada mês de 2011, sendo avaliadas em 60 dias após a data de cada plantio. As variáveis avaliadas nos experimentos foram: porcentagem de sobrevivência, brotação e enraizamento, número e comprimento dos brotos, número, comprimento da maior raiz, comprimento médio, massa seca e volume das raízes. Em relação ao número, comprimento médio e massa seca das raízes, observou-se que a vermiculita foi o substrato mais adequado para todos os genótipos, sendo o uso do AIB favorável para *H. undatus* e *H. polyrhizus*. Em *S. megalanthus* a utilização de AIB não se mostrou necessária. A concentração de 3000 mg.L^{-1} de AIB, em NaOH, favoreceu o enraizamento e a brotação das estacas de *H. undatus*, apresentando média inferior para a porcentagem de brotação apenas quando comparada ao tratamento em KOH 1500 mg.L^{-1} (90 e 100%, respectivamente). Observaram-se os maiores valores para porcentagem de enraizamento e para o número de raízes de *H. undatus* no período de janeiro a março, em maio e de setembro a dezembro. Para o comprimento médio e da maior raiz, as maiores médias foram observadas de janeiro a março e de outubro a dezembro. Em relação ao número de brotos por estaca, as maiores médias foram observadas entre agosto a novembro, e para o comprimento dos brotos em março e no período de julho a dezembro. Concluí-se que o substrato vermiculita, com aplicação de 3000 mg.L^{-1} de AIB com NaOH como veículo de diluição em estacas enraizadas nos meses mais quentes do ano, são as condições mais indicadas para o enraizamento de estacas de pitaya.

Palavras-chave: Auxina. Cactaceae. *Hylocereus*. Propagação vegetative. *Selenicereus*.

LONE, Alessandro Borini. **Substrates, indolbutiric acid and times of the year in pitaya propagation by cuttings**. 2013. 98 f. Thesis (Agronomy PhD) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

Pitaya is the name given to the fruit of several cactus of climbing habit, in which some species have demonstrated acceptance for commercialization. The commercial spread of pitaya species is made by cutting, where the plants are obtained with greater uniformity and earliness in production. There are several factors that affect roots formation in cuttings as the type of substrate, humidity, temperature, phytohormones concentrations and time of the year that the cutting is performed. In the case of pitaya, which presents as a new crop in Brazil, there are few studies on production techniques, including obtainment of seedlings. Thus the goal of this study was to evaluate rooting and sprouting of pitaya cuttings in different substrate, concentrations of indolebutyric acid (IBA), vehicles dilution, application forms and periods of the year, in the region of Londrina - PR. In the first experiment the substrates tested were: sand, vermiculite, rice hulls and pine bark, planting cuttings treated and not treated with IBA (3000 mg l^{-1}) of *Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus megalanthus* species. In the second experiment, cuttings of *H. undatus* were treated with IBA at concentrations of 1500 and 3000 mg L^{-1} in the following dilution vehicles: ethanol (50%), KOH (1N), NaOH (1N) and talc, and a control without IBA application. In the third experiment, cuttings of *H. undatus* were collected and planted on the 15th day of each month of 2011 and evaluated 60 days after the date of each planting. The variables evaluated in the experiments were: survival percentage, sprouting and rooting, number and length of shoots, number, longest root length, medium length, dry weight and roots volume. Regarding the number, medium length and dry weight of roots, it was observed that the vermiculite was more adequate substrate for all genotypes, where the use of IBA was favorable for *H. undatus* and *H. polyrhizus*. In *S. megalanthus* the use of IBA was not necessary. The concentration of 3000 mg L^{-1} IBA in NaOH favored the sprouting and rooting of *H. undatus* cuttings, with lower average for the percentage of sprouting only when compared to treatment of 1500 mg.L^{-1} KOH (90 and 100%, respectively). It was observed the highest values for rooting percentage and for the number of roots of *H. undatus* in the period from January to March, May and September to December. To the medium length and the longest root, the highest average was observed from January to March and October to December. Regarding the number of shoots per cutting, the highest means were observed between August to November, and the length of shoots in March and from July to December. It is concluded that the vermiculite substrate, with 3000 mg L^{-1} IBA application with NaOH as dilution vehicle in rooting in the warmer months of the year, consists of the more suitable conditions for rooting of pitaya cuttings.

Keywords: Auxin. Cactaceae. *Hylocereus*. Vegetative propagation. *Selenicereus*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 A FAMÍLIA CACTACEAE.....	10
2.1.1 Gênero <i>Hylocereus</i>	12
2.1.1.1 Espécies de <i>Hylocereus</i> com Potencial Econômico.....	13
2.1.2 Gênero <i>Selenicereus</i>	14
2.1.2.1 Espécies de <i>Selenicereus</i> com Potencial Econômico.....	14
2.1.3 Genética e Melhoramento das Pitayas.....	15
2.1.4 Polinização e Obtenção dos Frutos de Pitayas.....	16
2.1.5 Produção e Comercialização de Frutos de Pitaya.....	17
2.1.6 Características Químicas e Utilização das Pitayas.....	23
2.1.7 Condições Edafoclimáticas para o Desenvolvimento da Pitaya.....	24
2.1.8 Tratos Culturais da Pitaya.....	25
2.1.9 Estruturas de Suporte.....	27
2.1.10 Custo da Implantação.....	28
2.1.11 Propagação da Pitaya.....	29
2.2 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA.....	31
2.2.1 Propagação Vegetativa por Estaquia.....	33
2.3 CARACTERÍSTICAS DAS RAÍZES DE CACTOS.....	34
2.4 FATORES QUE AFETAM A FORMAÇÃO DE RAÍZES.....	35
2.4.1 Substrato na Propagação de Plantas.....	38
2.4.1.1 Propriedades Físicas do Substrato.....	39
2.4.1.2 Propriedades Químicas do Substrato.....	41
2.4.1.3 Materiais Utilizados Como Substratos.....	41
2.4.1.4 Substratos no Enraizamento de Frutíferas.....	43
2.4.2 Auxina na Propagação Vegetativa.....	44
2.4.2.1 Ácido Indolbutírico na Propagação Vegetativa de Frutíferas.....	46
2.4.3 Épocas do Ano no Enraizamento de Estacas.....	48

3 ARTIGO 1: SUBSTRATOS E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO E FORMAÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES DE PITAYA POR ESTAQUIA.....	50
3.1 INTRODUÇÃO.....	51
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
3.4 CONCLUSÃO	60
3.5 REFERÊNCIAS	60
4 ARTIGO 2: CONCENTRAÇÕES, VEÍCULOS DE DILUIÇÃO E FORMAS DE APLICAÇÃO DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE PITAYA POR ESTAQUIA.....	63
4.1 INTRODUÇÃO.....	64
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	66
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.4 CONCLUSÃO	71
4.5 REFERÊNCIAS	71
5 ARTIGO 3: ENRAIZAMENTO E BROTAÇÃO DE ESTACAS DE PITAYA EM DIFERENTES PERÍODOS DO ANO.....	74
5.1 INTRODUÇÃO.....	75
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	77
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
5.4 CONCLUSÃO	83
5.5 REFERÊNCIAS	84
6 CONCLUSÕES GERAIS	86
7 REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas espécies de cactos trepadores e colunares, onde os gêneros *Hylocereus*, *Selenicereus* (trepadores) e *Cereus* (colunar) se destacam na produção e comercialização dos frutos, principalmente em países da América do Sul e Central, na Ásia e em Israel.

As espécies de pitayas que demonstram maior aceitação e são mais cultivadas são a *Hylocereus undatus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca), a *Hylocereus polyrhizus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa vermelha) e *Selenicereus megalanthus* (fruto oblongo, com casca amarela e polpa branca).

Os frutos dessas cactáceas são apreciados devido ao sabor doce e suave da polpa, formas e cores das cascas que atraem o consumidor pela beleza. Para o produtor, as pitayas apresentam vantagens como alternativa de cultivo, pela rusticidade, necessitando de poucos tratamentos culturais, resistência às pragas e doenças e pelo elevado valor dos frutos. Por fazer parte do grupo das cactáceas, as pitayas são resistentes aos períodos de seca, tolerantes à salinidade do solo e água e pouco exigentes em relação à adubação. Entretanto, por grande parte das espécies serem de hábito trepador, é necessária a implantação de tutores, que, juntamente com as mudas, representam os maiores gastos na implantação da cultura.

No Brasil, existem pequenas propriedades de produção de pitaya em municípios do interior de São Paulo. No Rio Grande do Sul, existe produção da pitaya amarela (*S. megalanthus*) cultivadas em casas de vegetação. No Paraná, alguns produtores do município São Jerônimo da Serra e do distrito londrinense de Guaravera estão iniciando o cultivo de pitaya, aproveitando as estruturas de suporte utilizadas na viticultura.

A propagação comercial das espécies de pitaya é feita por estaquia, onde se obtêm plantas com maior uniformidade e precocidade na produção. A estaca é qualquer segmento da planta capaz de formar raízes e de originar uma planta. A propagação sexual, por meio de sementes, é feita em programas de melhoramento.

São diversos os fatores que podem influenciar no processo de enraizamento das estacas, como o tipo de substrato utilizado, umidade, temperatura,

concentrações de fitohormônios, luminosidade, épocas do ano em que é feita a coleta e plantio das estacas, dentre outros.

O substrato adequado para o enraizamento de estacas varia conforme a espécie, garantindo o pleno desenvolvimento das raízes e a formação de mudas de boa qualidade. As características desejadas em um substrato são: drenagem adequada, retenção de água que garanta o fornecimento para a planta, espaço poroso que possibilite aeração suficiente, isento de patógenos e de fitotoxinas, baixo custo e facilidade na obtenção.

O ácido-indolbutírico (AIB) é a auxina mais utilizada no enraizamento de espécies frutíferas. Quando aplicada na base da estaca, ocorre o aumento de sua concentração nessa região gerando a formação de calos que vão resultar na formação de raízes adventícias. A utilização do AIB, quando em concentração adequada, aumenta o enraizamento e a qualidade do sistema radicular formado. Para sua utilização, o AIB é comumente diluído em soluções de álcool, hidróxido de sódio ou potássio, aplicados em soluções diluídas ou em pó, a base de talco.

A época do ano na qual é realizada a coleta das estacas e seu plantio tem grande influência no processo de enraizamento das mesmas. Em geral, o intenso desenvolvimento vegetativo das plantas ocorre em épocas quentes (primavera/verão), resultando em estacas mais herbáceas que tendem a enraizar com maior facilidade. As temperaturas mais quentes dessas épocas, juntamente com o aumento da umidade e do fotoperíodo favorecem o enraizamento e brotação das estacas.

A pitaya apresenta-se como uma alternativa de cultura para os produtores rurais brasileiro, principalmente para os que dispõem de pequenas áreas de cultivo. Entretanto, pesquisas são necessárias para a adequação do cultivo às condições edafoclimáticas de cada região, assim como a determinação dos fatores envolvidos na produção de mudas, visando mudas de qualidade, bem adaptadas e em menor tempo. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o enraizamento e brotação de estacas de pitaya em diferentes substratos, concentrações de ácido indolbutírico (AIB), veículos de diluição, formas de aplicação e períodos do ano, na região de Londrina – PR.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A FAMÍLIA CACTACEAE

A família Cactaceae abrange quatro subfamílias: 1) Maihuenioideae e 2) Pereskioideae (dois gêneros contendo 19 espécies), subfamílias que apresentam folhas e porte primitivo; 3) Opuntioideae (mais de 5 gêneros contendo 185 a 265 espécies), subfamília mais derivada; e 4) Cactoideae (97 gêneros contendo 1.000 a 2.000 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 105 gêneros com 1.208 espécies classificadas e aceitas pela comunidade científica e mais 1.300 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 (podendo chegar a 30 cm) 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_2 (dióxido de carbono) denominado de sistema MAC (metabolismo ácido das crassuláceas). Segundo Taiz e Zeiger (2004), no sistema MAC, a entrada do CO_2 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_2 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_2 que é fixado em carboidrato. O sistema MAC apresenta melhor eficiência no uso da água quando comparado aos outros sistemas (C3 e C4). Normalmente a planta MAC 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, planta ornamental, em jardins ou em vasos, 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, comecem a se multiplicar de forma sexuada (FAO, 2001).

Os cactos possuem a habilidade de se desenvolverem e de produzirem 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; NERD; SITRIT, 2002).

2.1.1 Gênero *Hylocereus*

Segundo Gunasena, Pushpakumara e Kariyagusam (2007), as espécies de pitaya que são foco desse estudo podem ser classificadas como:

Reino: Plantae
 Subreino: Tracheobionta
 Super divisão: Spermatophyta
 Divisão: Magnoliophyta
 Classe: Magnoliopsida
 Ordem: Caryophyllales
 Família: Cactaceae
 Subfamília: Cactoideae
 Tribo: Hylocereeae

Gênero: *Selenicereus*
 Espécie: *Selenicereus megalantus*
 Nome comum: Pitaya amarela

Gênero: *Hylocereus*
 Espécie: *Hylocereus polyrhizus*
 Nome comum: Pitaya vermelha

Gênero: *Hylocereus*
 Espécie: *Hylocereus undatus*
 Nome comum: Pitaya vermelha ou pitaya de polpa branca

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 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; VAILLANT; IMBERT, 2006).

As espécies de *Hylocereus*, por serem semi-epífitas, se desenvolvem melhor em 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; VAILLANT; IMBERT, 2006).

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; VAILLANT; IMBERT, 2006; CRANE; BALERDI, 2009).

2.1.1.1 Espécies de *Hylocereus* com Potencial Econômico

– *Hylocereus 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; VAILLANT; IMBERT, 2006).

– *Hylocereus 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).

– *Hylocereus 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; VAILLANT; IMBERT, 2006).

2.1.2 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).

2.1.2.1 Espécies de *Selenicereus* com Potencial Econômico

- *Selenicereus 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).

- *Selenicereus 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 sésseis, 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, succulenta com pequenas sementes escuras, possuem de 13 a 15° Brix e rendimento de polpa em torno de 75% (JUNQUEIRA *et al.*, 2002).

2.1.3 Genética e Melhoramento das Pitayas

Segundo Legaria, Alvarado e Hernández, (2005), o gênero *Hylocereus* apresenta grande polimorfismo, o que implica em encontrar-se ampla variação de tipos que provavelmente correspondem a uma mesma espécie, gerando dessa forma, problemas na identificação das espécies.

Observações citológicas mostram que *H. triangularis*, *H. guatemalensis*, *H. polyrhizus*, *H. purpusii*, *H. trigonus*, *H. undatus*, *S. grandiflorus*, *S. hondurensis*, *S. pteranthus* e *S. spinulosus* são diplóides, enquanto *S. megalanthus* é tetraplóide (BEARD, 1937; SPENCER, 1955; LICHTENZVEIG *et al.*, 2000).

Grimaldo-Juárez *et al.*, (2001) e Caetano (2010) confirmaram os números cromossômicos de $2n = 2x = 22$ para a pitaya vermelha (*H. polyrhizus*) e de $2n = 2x = 44$ para a pitaya amarela (*S. megalanthus*), considerando a pitaya amarela um tetraplóide.

Tel-Zur *et al.*, (2003, 2004, 2005) estabeleceram as relações genéticas entre os gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus*, mostrando a proximidade genética entre os gêneros. Também avaliaram o potencial de melhoramento de híbridos triplóides e aneuplóides entre *H. polyrhizus* e *S. megalanthus*, observando a produção de sementes viáveis nesses híbridos.

Existem vários materiais em diferentes países, selecionados a partir das espécies de *Hylocereus*, onde também é relatado o desenvolvimento de híbridos

por cruzamento entre *Hylocereus spp.* e *Selenicereus spp.* No processo de melhoramento são produzidas variedades auto-férteis e altamente produtivas (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAGUSAM, 2007).

2.1.4 Polinização e Obtenção dos Frutos de Pitayas

A pitaya apresenta um período de florescimento médio durante o ano relacionado à região de cultivo, isto porque é uma espécie dependente do fotoperíodo, caracterizando-se como de dias longos (LUDERS, 2004). Em Lavras (MG), Marques *et al.* (2010) observaram que o florescimento inicia-se entre novembro e dezembro indo até abril. A frutificação inicia-se entre dezembro e janeiro e indo até março à abril.

Os estádios fenológicos da floração e frutificação ocorrem após o aumento gradual das temperaturas, coincidindo com o verão no hemisfério sul. Quando as temperaturas diminuem as plantas param a emissão de flores e frutos, iniciando a fase de repouso do seu ciclo (Marques *et al.*, 2010).

As flores das espécies de *Hylocereus* são polinizadas por morcegos e mariposas. Muitas das espécies são auto-incompatíveis, necessitando de fecundação cruzada (MERTEN, 2003). No entanto a pitaya amarela (*S. megalanthus*) é autógama (WEISS; SCHEINVAR; MIZRAHI, 1994), assim como algumas variedades de *H. undatus* provenientes da Ásia (MERTEN, 2003).

Segundo Weiss, Scheinvar e Mizrahi (1994), clones de *H. undatus* e *H. polyrhizus* são auto-incompatíveis, mas compatíveis com clones de outras espécies de pitaya. Por isso, as duas espécies são cultivadas juntas para garantir polens viáveis para induzir a frutificação. Entretanto, as ondas de florescimento dessas duas espécies não coincidem exatamente, particularmente no início e fim do período de florescimento (WEISS; SCHEINVAR; MIZRAHI, 1994), e na ausência de polinização cruzada não há frutificação. Esse problema pode ser superado pelo uso de pólen armazenado, o qual também pode ser utilizado em programas de hibridações (METZ; NERD; MIZRAH, 2000).

A desvantagem das variedades autógamas é que o fruto proveniente da autofecundação é freqüentemente menor do que aquele proveniente de cruzamento (MERTEN, 2003).

Estudos de sistemas reprodutivos conduzidos em Israel mostram que *Hylocereus spp.* são auto ou parcialmente incompatíveis (NERD; MIZRAHI; NOBEL 1997; LE BELLEC, 2004), e pólen externo (de outra espécie de *Hylocereus*) é necessário para que ocorra frutificação comercial, além das condições climáticas também poderem afetar diretamente a compatibilidade (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002b). A polinização cruzada pode apresentar diferentes resultados, dependendo da cultivar doadora de pólen. Neste sentido, a polinização cruzada com diferentes genótipos (e até espécies) ajudaria no incremento da frutificação e no tamanho do fruto (massa) (LE BELLEC, 2004; LICHTENZVEIG *et al.*, 2000).

Weiss, Scheinvar e Mizrahi (1994) observaram que a polinização cruzada entre *Hylocereus spp.*, *H. polyrhizus* e *H. costaricensis* levou a um aumento na frutificação, e a polinização manual cruzada resultou em frutos mais pesados. Estudos mostram diferentes resultados para a produtividade e qualidade de frutos de acordo com a fonte de pólen utilizada. É reportado que em muitos países, onde esta cultura foi introduzida, a polinização é pobre devido a falta de polinizadores naturais, encontrados em seu ambiente nativo. Assim, a polinização manual é sugerida para incrementar a frutificação e a massa dos frutos (PUSHPAKUMARA; GUNASENA; KARYAWASAM, 2005).

Em trabalho realizado em Londrina, PR, Lone, Takahashi e Faria (2010) observaram que a utilização de pólen de *H. costaricensis* na polinização de *H. undatus* proporcionou a formação de frutos maiores e mais pesados, quando comparados com a polinização com a utilização do próprio pólen de *H. undatus* e do pólen de *H. polyrhizus*.

A polinização manual é simples, basta remover as anteras de uma flor e tocar o estigma de outra ou retirar o pólen com auxílio de uma escova ou pincel (WEISS; SCHEINVAR; MIZRAHI, 1994).

2.1.5 Produção e Comercialização 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; NERD; NOBEL, 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. Existem outras aplicações na área alimentícia e medicinal (KIESLING, 2001).

As cactáceas comestíveis são classificadas em três tipos: as tunas (palmas do gênero *Opuntia*), 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 pertence à espécie *Opuntia ficus-indica*, com aproximadamente 100 mil hectares de plantações comerciais no mundo, sendo que 70% dessa área está no México (INGLESE; BASILE; SCHIRRA, 2002).

Os frutos das cactáceas trepadoras, denominadas desta forma devido ao hábito de crescimento, no qual necessitam de um suporte físico (tutores), 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 (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 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 *H. undatus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca), a *H. polyrhizus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa vermelha) e a *H. costaricensis* (fruto globoso, com casca vermelha e polpa vermelha) (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997). *H. undatus* é a espécie de cactos trepadora mais distribuída no mundo (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002).

Os frutos destas espécies são de tamanho variado, podendo alcançar até um quilo e possuem brácteas (NERD; MIZRAHI, 1997; NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002). As cascas são geralmente vermelhas, no entanto a cor da polpa pode variar de vermelho-púrpura até o branco. A polpa é succulenta e contém numerosas sementes. O índice de maturação mais determinante é a cor da casca (NERD; GUTMAN; MIZRAHI, 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; GUTMAN; MIZRAHI, 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 (*S. megalanthus*) também é comercializada e possui hábito trepador, porém pertencente a outro gênero. Originária da América do Sul, o cultivo ocorre, em grande parte, na Colômbia e Israel. A casca é de cor amarela e a polpa de cor branca com inúmeras sementes pequenas e pretas (NERD; MIZRAHI, 1997). Esta pitaya apresenta melhor qualidade quando a maturação é total, que ocorre quando todo o fruto apresenta a cor amarela (NERD; MIZRAHI, 1998). Como as demais, esta pitaya também é sensível a danos causados pelo frio (NERD; MIZRAHI, 1999).

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

Plantas do gênero *Hylocereus* começam a produzir dois a três anos após o plantio (por estaquia) e atingem o máximo de produção com cinco anos (JACOBS, 1999). Plantas de *H. polyrhizus* tem produção estimada, em Israel, de 16 toneladas por hectare no segundo ano após o plantio (RAVEH; NERD; MIZRAHI, 1997). No Vietnã a produção pode chegar a 30 toneladas por ha (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 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. Vaillant *et al.* (2005) afirmam que na Nicarágua, cultivos bem conduzidos podem produzir até 26 toneladas por ha.

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 da safra pode atingir US\$ 3 por Kg (DONADIO; SADER, 2009).

Na época de sua revisão, Merten (2003) relata a existência de apenas 10 a 15 hectares de plantações comerciais de pitaya nos Estados Unidos, sendo todas localizadas no sul da Califórnia, com a maior plantação de 7 hectares e o restante em áreas menores que 1 hectare. Ainda segundo esse autor, a demanda por pitaya nos EUA era maior que a produção e o preço pago pelo Kg de *Hylocereus* sp. aos produtores variava entre US\$ 13 e US\$ 22.

Quanto à pitaya amarela, a Colômbia é o grande centro de produção, com cerca de 100 ha (já foi 1.000 hectares) 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⁻¹. 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, onde a produtividade média anual é de 14 toneladas de frutos por hectare. De maneira geral, na região Sudeste, a produção dessas frutas ocorre durante os meses de dezembro a maio (BASTOS *et al.*, 2006).

De acordo com o CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo), houve crescimento de 219% na quantidade de pitaya comercializada entre 2009 e 2011. Os dados parciais de 2012 mostram que a quantidade comercializada nos seis primeiros meses desse ano (253,233 toneladas) já superou o montante de 2011 (235.884 toneladas). O crescimento foi ainda maior quando comparado às médias mensais de 2009 e 2012, onde houve crescimento de 438% (Tabela 1). Esses dados mostram que a cada ano vem aumentando o interesse do consumidor pela pitaya.

Tabela 1 – Quantidades de pitaya (toneladas) comercializadas entre os anos de 2009 e 2012 pela CEAGESP

MÊS	ANO			
	2009	2010	2011	2012
Janeiro	24,444	42,531	49,647	48,411
Fevereiro	32,067	19,239	66,381	56,301
Março	9,390	23,379	17,601	59,034
Abril	11,946	33,240	55,017	59,553
Maio	11,130	8,289	8,973	26,247
Junho	8,295	4,488	1,626	3,687
Julho	1,989	1,335	1,221	-
Agosto	0,714	0,648	0,924	-
Setembro	0,729	1,722	2,850	-
Outubro	2,787	1,440	2,031	-
Novembro	2,478	2,043	2,151	-
Dezembro	9,519	14,214	27,462	-
T O T A L	115,488	152,568	235,884	253,233
MÉDIA MENSAL	9,624	12,714	19,657	42,206

Fonte: Lopes (2012).

De acordo com a Tabela 2, o principal município fornecedor de pitaya para a CEAGESP, em 2011, foi Socorro (SP), seguida de Narandiba (SP), com quantidades fornecidas de 58,15 e 24,79 toneladas, respectivamente. Observa-se grande predominância no fornecimento por municípios paulistas. Entretanto, o município mineiro de Janaúba comercializou 18,30 toneladas do fruto, aparecendo como terceiro maior fornecedor. Outros municípios vêm comercializando pequenas quantidades como Assaí (PR), Jaiba e Turvolândia (MG) e Baraúna (RN). Observa-se ainda a importação de 11,11 toneladas da Colômbia, representando a importação de pitaya amarela (*S. megalanthus*).

Tabela 2 – Procedência da pitaya comercializada pelo CEAGESP no ano de 2011

Localidade	Toneladas		
SP - Socorro	58,15	SP - Mogi das Cruzes	1,54
SP - Narendiba	24,79	SP - São Miguel Arcanjo	1,21
MG - Janaúba	18,30	SP - Pirapozinho	1,12
SP - Cedral SP	16,03	SP - Palmares Paulista	1,03
SP - Ourinhos	14,92	SP - Irapuru	1,02
Transferência Capital e Grande SP	12,99	PR - Assaí	0,95
SP - Artur Nogueira	12,19	SP - Jales	0,90
SP - Morungaba	11,14	SP - Bebedouro	0,76
COL - Colômbia	11,11	SP - Taquaritinga	0,50
SP - Atibaia	5,99	SP - Indaiatuba	0,32
SP - Uchôa	4,84	MG - Jaíba	0,31
SP - Guaraçai	4,48	SP - Mogi Guaçu	0,25
SP - Itajobi	4,28	SP - Gabriel Monteiro	0,22
TDPE – Transferência de Depósito do			
Permissionário	4,18	SP - Santa Salete	0,18
SP - Mirandópolis	3,58	SP - Cesário Lange	0,12
SP - Ribeirão Branco	3,18	SP - Pilar do Sul	0,09
SP - Pindorama	2,60	MG - Turvolândia	0,08
SP - Regente Feijó	2,11	RN - Barauna	0,05
SP - Pinhalzinho	1,92	SP - Pirangi	0,02
SP - Santa Rita do Passa Quatro	1,87	SP - Amparo	0,02
SP - Vargem	1,70	SP - Junqueirópolis	0,02
		TCAM - Transf Ceasa	
SP - Piacatu	1,68	Campinas	0,02
SP - Itupeva	1,59	SP - Piedade	0,01
SP - Presidente Prudente	1,57		
TOTAL			235,88

Fonte: Lopes (2012).

Segundo Hessen e Téllez (1995), a produção pode alcançar aproximadamente 20 toneladas por hectare 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⁻¹ no 5º ano de implantação dos pomares (NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002).

No Cerrado brasileiro, existem algumas espécies, como a pitaya-do-cerrado ou pitainha (*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 (JUNQUEIRA *et al.* 2002).

2.1.6 Características Químicas e Utilização das Pitayas

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).

Além do consumo *in natura* ou na forma de sucos, doces e sorvetes, outra utilização da pitaya é na obtenção de corantes naturais. A partir de alguns clones de *H. polyrhizus* tem-se obtido corantes púrpuras de caráter único, denominados de hylocerenin e iso-hylocerenin (WYBRANIEC *et al.* 2001). Stintzing, Schieber e Carle (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; SCHIEBER; CARLE, 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 citados por STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2000). Os frutos dos cactos oferecem uma gama de cores que, devido ao seu caráter natural, podem ser utilizadas livres de certificação (STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2002).

No cerrado brasileiro, as populações locais utilizam os frutos da pitainha (*S. setaceus*) como laxante e o suco concentrado dos cladódios, como depurativo para o sangue e em trabalhos de parto (JUNQUEIRA *et al.* 2002).

Entre outros estudos, Majdoub, Roudesli e Deratani (2001), caracterizaram os polissacarídeos da casca do fruto, considerando a extração de pectina como uma possibilidade para o aproveitamento da casca. Blegniski *et al.* (2012), verificaram elevada ação antioxidante do extrato aquoso de sementes de *H. costaricensis* em membranas biológicas.

Com seu conteúdo de açúcares utilizáveis, altos níveis de vitamina C e minerais, 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 das pesquisas 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).

2.1.7 Condições Edafoclimáticas para o Desenvolvimento da Pitaya

Segundo Donadio e Sader (2009), a pitaya se adéqua a regiões de temperaturas entre 18 a 26°C, altitude de zero a 1850 m, e chuvas entre 1200 e 1500 mm anuais, prefere climas sub-úmidos, meia sombra, livre de geadas, com solos bem drenados. Entretanto, a pitaya pode se adaptar a climas de tipos diversos desde os tropicais, subtropicais até aos áridos.

Em relação à precipitação, Dios *et al.* (2005) afirmam que áreas com precipitações entre 479 a 3502 mm anuais são aptas à produção de pitaya.

A pitaya pode sofrer injúrias por frio em temperaturas de -2°C, entretanto se recuperam rapidamente (CRANE; BALERDI, 2009).

Segundo Nerd *et al.* (2002), áreas onde a temperatura do ar é superior à faixa de 34-38°C devem ser evitadas para o cultivo da pitaya porque o florescimento pode ser significativamente reduzido. Mizrahi e Nerd (1999) concluíram que uma temperatura média de 39°C reduz de 15 a 20% a produção de flores da pitaya (*H. undatus*).

A alta incidência solar associada à temperaturas elevadas (superiores a 35°C) pode provocar queima de ramos (DONADIO; SADER, 2009). Desse modo esses autores recomendam o sombreamento entre 40 a 60%. Entretanto, o sombreamento excessivo pode deixar as plantas raquíticas e as mesmas não florescem nem frutificam (DIOS *et al.*, 2005).

Em Israel, Mizrahi e Nerd (1999) observaram que o dossel da pitaya sofre queimaduras e pode chegar a morte quando cultivadas sem proteção em função da intensidade de radiação, isso porque densidades de fluxo de fótons não fotossintéticas podem atingir 2200 $\mu\text{mol fótons m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e as cactáceas epífitas (dentre as quais se insere a pitaya) requerem uma radiação fotossinteticamente ativa baixa com cerca de 200 $\mu\text{mol fótons m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, nível que promove nessas plantas menor proporção entre clorofila e concentração de pigmentos.

Segundo Crane e Balerdi (2009), a pitaya necessita de sombreamento de 30% apenas no período após plantio (três a quatro meses). Segundo Dios *et al.* (2005) as plantas precisam estar em plena exposição aos raios solares, por um período de mais de 10 horas por dia, durante a produção. Já Cavalcante *et al.* (2011) concluíram que no período inicial de crescimento da pitaya no campo, o uso de cobertura de, no mínimo, 50% contra a incidência direta do sol, determina maior crescimento das plantas.

Essa disparidade entre os autores em relação ao sombreamento, pode estar relacionada às outras condições ambientais associadas à intensidade luminosa, como a temperatura. Para Mizrahi e Nerd (1999) os níveis de sombreamento a serem empregados para a pitaya (expressos em percentual do total de luz solar emitida) são dependentes das temperaturas locais, podendo variar de 20% em áreas com verões moderadamente quentes a 60% em áreas sob elevadas temperaturas.

Em relação ao solo, Dios *et al.* (2005) relatam que a pitaya adapta-se aos mais diversos tipos de solos como argilosos, pedregosos, solos pouco desenvolvidos, litossolos com pouca profundidade (10 cm) e com fragmento de rochas levemente intemperizadas, solos aluvionares, alcalinos ou levemente ácidos. As plantas respondem bem à matéria orgânica, sendo favorável uma camada de material orgânico sobre o solo, e são favorecidas por solos bem drenados.

Segundo Guzmán, (1994), o solo adequado para o cultivo comercial da pitaya deve apresentar um percentual de matéria orgânica considerado alto (7%) com a finalidade de manter a umidade, temperatura e características texturais e químicas do solo.

A pitaya é tolerante à salinidade, sendo classificada como moderada ou altamente tolerante. Também é tolerante à ventos, entretanto, ventos fortes podem causar danos aos suportes (tutores), conseqüentemente, causar danos às plantas (CRANE; BALERDI, 2009).

2.1.8 Tratos Culturais da Pitaya

Para a formação do pomar de pitaya se utilizam as mesmas técnicas de outras frutíferas, com a diferença que as plantas precisam ser tutoradas, como no caso da uva e maracujá (DONADIO; SADER, 2009).

No Brasil o espaçamento mais adotado é de 3 x 5 metros, com plantio em linhas retas ou curvas. No México usa-se espaçamento de 1 a 3 metros entre planta e de 2 a 4 metros entre linhas. A cova deve ser de 30 a 40 cm, podendo ser adubada com esterco de curral ou galinha bem curtidos e de preferência de 30 a 60 dias antes do plantio (DONADIO; SADER, 2009).

Brasil (2012) recomenda fazer duas arações profundas (geralmente são suficientes), seguidas de duas gradagens. Nesta ocasião, e de acordo com os resultados da análise de solo, devem ser feitas as aplicações parceladas de calcário e adubação fosfatada em área total. Quando a cultura já está implantada e houver necessidade de calagem, a profundidade máxima que se coloca o calcário atinge 10cm, com o agravante de danificação do sistema radicular das plantas.

O solo do pomar deve ser mantido limpo, por meio de roçagens ou herbicidas nas entrelinhas. A adubação após a formação deve ser feita principalmente na época das chuvas, com fórmulas de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) (DONADIO; SADER, 2009).

Segundo a recomendação de Brasil (2012), a adubação deve ser feita obedecendo aos resultados da análise de solo e às necessidades da cultura. Para assegurar um bom desenvolvimento da planta, é recomendado a utilização de matéria orgânica (20 L de esterco de curral), calcário dolomítico (500 g) e adubação química com 300g de superfosfato simples e micronutrientes (50g de FTE BR 12) por cova. Os principais elementos demandados pela pitaya e que devem ser fornecidos via fertilização são nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (HERNÁNDEZ, 2000).

O plantio pode ser feito com mudas enraizadas em viveiro ou por estacas diretamente no campo, na base do tutor, que deve ter cerca de 2 metros de altura. Em caso de plantio direto no campo, deve-se manter um sistema de irrigação para garantir um bom pagamento (DONADIO; SADER, 2009).

Podas e desbrotas sucessivas são necessárias para formar a planta, deixando pelo menos 20 ramos na copa da planta. No período produtivo, deve-se fazer desbaste de flores e/ou frutos deixando um a dois por ramo, para atingir maior tamanho (DONADIO; SADER, 2009).

Dios *et al.* (2005) recomendam a poda dos ramos que se apresentem no terço inferior da planta, e esses ramos podados podem ser utilizados como material propagativo.

A pitaya necessita de um período de seca para que ocorra um abundante florescimento, mas períodos muito longos de seca podem prejudicar a produção. Desse modo, nessas épocas prolongadas de secas, a irrigação pode favorecer o desenvolvimento e a produção das plantas. Entretanto o excesso de água favorece o surgimento de doenças fúngicas e bacterianas (CRANE; BALERDI, 2009).

As principais pragas da pitaya são as formigas, percevejos, moscas da fruta, besouros e até mesmo aves que atacam os frutos. Em relação às doenças, destaca-se a podridão mole, causada pela bactéria *Erwinia carotovora* e a mancha amarela causada pelo fungo *Dothiorella sp.* (DONADIO; SADER, 2009).

A colheita é feita quando os frutos apresentam mudança de coloração, e pode ser feita girando-se o fruto para uma só direção até que o mesmo se solte do caule, ou pode-se cortar uma pequena parte do caule onde o fruto está inserido. Esse último método prolonga a durabilidade dos frutos na pós-colheita. Os frutos devem ser manuseados com cuidado, evitando batidas que podem danificá-los. Recomenda-se embalar os frutos e mantê-los em locais frescos e sombreados (DIOS *et al.*, 2005).

2.1.9 Estruturas de Suporte

Por se tratar de uma planta de hábito trepador, as diversas espécies de pitayas necessitam de um suporte ou tutor no qual se fixe e se desenvolva. Em cultivos comerciais, o gasto com tutores representa 60 a 70% do custo de implantação do pomar. Os tutores podem ser vivos, inertes ou ainda uma associação dos dois (DIOS *et al.*, 2005).

Em relação aos tutores vivos, Dios *et al.* (2005) recomendam algumas espécies arbóreas como *Gliricidia sepium* (mãe-do-cacao), *Piscidia piscipula*, *Lysiloma latisilicua* (árvore semelhante ao tamarindeiro), *Leucaena leucocephala* (Leucena) e *Erythrina sp.* (corticeira-da-serra). Entretanto esses autores citam alguns requisitos que esses tutores vivos devem ter, como: a espécie tutora tem que ser propagada por estaquia; que enraízem fácil e com rapidez; que respondam favoravelmente às podas de formação; que tenham uma vida útil igual ou maior à vida produtiva da pitaya; que tenham resistência para suportar o peso da planta viva em produção; que não impeçam o desenvolvimento e crescimento da

pitaya, que possuam caule que favoreça o enraizamento das raízes adventícias da pitaya; que sejam resistente à pragas e doenças e que não sirvam de refúgio para os mesmos.

Canto *et al.* (1993) recomendam a utilização de espécies frutíferas como tutor, como ameixeiras (*Prunus sp.*) e pinheiras (*Annona squamosa*) de modo a também se aproveitar economicamente a produção dessas espécies em conjunto com a produção da pitaya.

Em relação ao uso de tutores inertes, os mesmos podem ser de concreto, madeira, bambu, podendo ainda ser utilizados muros ou estruturas de pedra. Entretanto os tutores devem ser resistentes, não impedir o crescimento da pitaya e não hospedar pragas ou doenças, no caso do uso de tutores de madeira (DIOS *et al.*, 2005). No Brasil, Donadio e Sader (2009) recomendam a utilização de tutores feitos de toras de eucaliptos tratadas, com dois metros acima do nível do solo.

Segundo Brasil, (2012), deve-se fazer o tutoramento da muda com um mourão com aproximadamente 1,80 m de altura, na extremidade desse mourão recomenda-se colocar uma trave ou qualquer outro tipo de suporte para sustentação das brotações produtivas. Deve-se fazer o amarrio da muda com barbante no mourão para facilitar o crescimento acompanhando o sentido do mourão.

2.1.10 Custo da Implantação

Suzuki e Tarsitano (2009) avaliaram o custo de implantação do pomar de pitaya branca (*H. undatus*) no município de Narendiba (SP), em sistema de condução por espaldeira vertical (espaçamento de 1,5 x 4,5m) com densidade de 875 plantas por hectare no ano de 2008. Segundo as autoras, os maiores custos estão na aquisição dos mourões e das mudas (R\$ 7.264,25 e R\$ 7.000,00, respectivamente, por hectare). As operações mecanizadas, como gradagens, adubações, irrigações, roçagens, dentre outras, apresentaram custo de R\$ 1.066,00. As operações manuais ficaram em R\$ 376,00. Somando os gastos com demais insumos, o custo total da implantação foi de R\$ 18.871,54 por hectare.

Araújo *et al.* (2010), avaliando o custo de produção da pitaya (*H. undatus*) no município de Lavras (MG), com densidade 1090 plantas por hectare e com sistema de tutoramento por mourões de eucaliptos, no período de 2007 a 2010,

relatam que o custo de implantação ficou em R\$ 20.711,00. Nos dois anos seguintes à implantação, os custos totais parciais foram de R\$ 14.231,05 e R\$ 14.162,49. Esses autores obtiveram pequenas produções nesses dois anos que se seguiram à implantação (293 e 2570 Kg.ha⁻¹) que geraram receita parcial total de R\$ 11.720,00 e R\$ 51.400,00. O custo total da produção de pitaya até o terceiro ano foi de R\$ 49.105,41, a receita total obtida foi de R\$ 63.120,00. Dessa forma, os autores obtiveram um lucro líquido de R\$ 14.014,59. Observou-se nesse trabalho que os custos que mais oneraram a produção de pitaya foram à formação da lavoura, despesas com adubos e fertilizantes e mão de obra.

De acordo com Canto *et al.* (1993), durante o período produtivo se faz 4 a 5 colheitas, sendo que o rendimento da planta é difícil estimar já que esse é influenciado por três aspectos: idade da planta, sistema de plantação e manejo. Em uma planta formada, em sistema de tutores vivos, e com pouco manejo pode-se obter de 30 a 36 frutos com peso médio de 400g, o que resulta em uma produção de 12 a 14,4 Kg de frutos por planta.

2.1.11 Propagação da Pitaya

A propagação da pitaya pode ser feita por meio de sementes ou de maneira vegetativa, sendo comumente realizada através da estaquia. O método sexual é utilizado quando se objetiva obtenção de variabilidade, para programas de melhoramento da espécie, pois as plantas obtidas de sementes podem assemelhar-se a qualquer um dos progenitores, a ambos, ou a nenhum (PIMIENTA, 1990).

A propagação por sementes é conveniente porque se obtém materiais com diferentes informações genéticas, apresentando características diversas que podem ser aproveitadas. As plantas originadas pela 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). Segundo Marques *et al.* (2008 *apud* SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011), as sementes podem ser armazenadas em câmara fria por até um ano sem prejuízos a germinação. A viabilidade das sementes é alta, variando de 83 (EIOBEIDY, 2006) a 95% (ORTIZ, 2000). Porém, para que cheguem à idade

produtiva, as plantas oriundas de sementes demoram de três a sete anos (ORTIZ, 2000).

As sementes de pitaya têm uma alta porcentagem de germinação e esta ocorre em pouco tempo. Em condições adequadas, várias espécies de pitaya apresentam germinações superiores à 95% aos 15 dias. Resposta similar é obtida com sementes armazenadas por até quatro meses. Para se obter boa germinação, é importante boa iluminação, pois as sementes são sensíveis à luz (DIOS *et al.* 2005).

Em condições naturais, as aves são os agentes dispersores das sementes. A consistência pegajosa da polpa permite às sementes aderirem nos bicos ou em outra parte do corpo dos pássaros. Ainda as sementes consumidas podem ser expelidas juntamente com as fezes. Se caírem em locais com condições favoráveis germinam, sendo comum o crescimento das plantas sobre árvores e penhascos (DIOS *et al.* 2005).

As plantas oriundas de estacas iniciam o florescimento após um ou dois anos depois do plantio. Além da precocidade na produção, a propagação por estaquia é a forma mais prática para se obter plantações uniformes, fator importante para cultivos comerciais, devido à manutenção das características fenológicas e de qualidade de frutos, necessárias para facilitar o mercado (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAGUSAM, 2007).

Normalmente, são utilizadas estacas de 12 a 38 cm de comprimento e, em alguns casos, empregam-se o uso de reguladores de enraizamento. O plantio pode ser feito diretamente no campo ou em vasos com substrato que garanta boa drenagem e o ambiente deve ser sombreado. As estacas podem passar por um período de cura (cicatrização) de sete a oito dias em local sombreado antes do plantio. Pode-se ainda realizar enxertias em variedades de pitayas mais resistentes à doenças ou melhor adaptadas a determinado solo ou clima (CRANE; BALERDI, 2009).

Apesar da possibilidade de se realizar um período de cura de sete a oito dias descrita no parágrafo anterior, Andrade, Martins e Silva (2007) observaram em seu experimento com tempos de cura de estacas de pitaya (*H. undatus*) que períodos superiores à sete dias prejudicaram o volume, comprimento e massa fresca das raízes, recomendando desse modo o plantio da estaca logo após o corte.

Marques *et al.* (2011) avaliaram diferentes comprimentos (5, 10, 15, 20, 25 cm) de estacas no enraizamento de pitaya (*H. undatus*) e concluíram que estacas de 15 a 25 cm são favoráveis para o enraizamento e formação de mudas.

Marques *et al.* (2012) observaram que os segmentos basais do cladódio (caule fotossintetizante) apresentam melhores resultados para enraizamento e produção de mudas em relação aos segmentos intermediários e apicais.

2.2 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

A propagação é um conjunto de práticas destinadas a perpetuar as espécies de forma controlada. Seu objetivo é aumentar o número de plantas, garantindo a manutenção das características agronômicas essenciais das cultivares. Os métodos de propagação podem ser agrupados em dois tipos: propagação sexuada, que se baseia no uso de sementes, e propagação assexuada, baseada no uso de estruturas vegetativas. Fundamentalmente, a diferença entre as duas formas de propagação é a utilização e a ocorrência da mitose e da meiose. Enquanto na propagação assexuada a divisão celular implica na multiplicação simples (mitose), mantendo o número de cromossomos inalterado, na propagação sexuada a meiose proporciona a redução do número de cromossomos (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A propagação vegetativa consiste em estimular a multiplicação celular e a diferenciação dos tecidos por meios controláveis, tais como temperatura, umidade do ar e do substrato, substâncias de crescimento e nutrientes, resultando no desenvolvimento de uma nova planta altamente especializada, geralmente de arquitetura reduzida e precoce na produção comercial (GIACOMETT, 1979).

A propagação vegetativa foi definida por Dias *et al.* (2005) como o processo pelo qual a muda é produzida a partir dos métodos de enxertia, mergulhia, estaquia, propagação *in vitro* a partir de células e tecidos somáticos e, ainda, pelo resgate das plântulas obtidas dos embriões nucelares das sementes de variedades poliembriônicas.

De acordo com Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), a propagação vegetativa consiste na regeneração de um vegetal a partir de células somáticas, através da multiplicação mitótica, sem alterar o genótipo. Para isso,

pode-se utilizar de estacas da parte aérea e raiz, gemas, meristemas, ápices caulinares, calos e embriões.

A propagação vegetativa apresenta como principal vantagem a possibilidade de ganhos genéticos maiores do que na reprodução via semente (GRAÇA *et al.*, 1990). Segundo Graça e Tavares (2000), entre as vantagens da clonagem, via propagação vegetativa, destaca-se o fato de o material heterozigoto poder ser perpetuado sem alteração assim como a eliminação de problemas de dormência de sementes, a redução do estágio juvenil e a rapidez para a obtenção de uma nova planta. Os plantios de mudas produzidas via propagação vegetativa apresentam grande uniformidade, quando as condições de solo e clima são semelhantes às da origem do material genético selecionado, possibilitando maiores produtividades e uniformidade de crescimento, além de uma série de características desejáveis, como resistência a pragas e doenças, melhor aproveitamento de recursos hídricos e nutricionais do solo, entre outros (ELDRIGE *et al.*, 1994).

De acordo com Dias *et al.* (2005), a propagação vegetativa apresenta como vantagens: plantas homogêneas, com características varietais idênticas às da planta matriz; plantas de menor porte, o que facilita, em muito, as práticas culturais e a colheita dos frutos; permite reduzir a fase juvenil com a produção mais precoce de frutos, sendo estes de melhor qualidade; e produção regular e em maior volume. Entretanto, pode apresentar como desvantagens: plantas com menor longevidade; sistema radicular, em alguns casos, menos desenvolvido; possibilidade de transmissão de enfermidades sistêmicas; e de originar plantas com mutações de gemas.

Enquanto na fruticultura a propagação sexuada tem importância restrita, a propagação assexuada é largamente utilizada na produção de mudas. Isso se deve à necessidade de se garantir a manutenção das características varietais, que determinam o valor agrônomo do material a ser propagado, em espécies de elevada heterozigose, como as frutíferas. Geralmente, espécies frutíferas que se propagam, assexuadamente, são altamente heterozigotas e segregam amplamente, quando se reproduzem por via sexuada. Assim, a propagação assexuada é imprescindível em casos onde há interesse em se manter a identidade do genótipo, ou seja, obter-se um número infinito de plantas, com a mesma constituição genética, a partir de um único indivíduo (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Na propagação vegetativa é importante relacionar a estação do ano com as fases de desenvolvimento das plantas e o enraizamento, o que vem sendo estudado em várias plantas de interesse econômico. Essa variação na capacidade de enraizar em função da época é atribuída às fases de crescimento da planta e ao estado bioquímico das estacas (HARTMANN; KESTER; DAVIES, 1990).

As principais técnicas de reprodução vegetativa artificial são: estaquia, enxertia, alporquia e micropropagação em meio asséptico (GIACOMETT, 1979). A escolha do método varia de acordo com o objetivo, a espécie envolvida, a época do ano, a habilidade do executor, o tipo e a quantidade de material disponível, as condições ambientais, a disponibilidade de recursos físicos, financeiros e humanos, dentre outros (WENDLING; GATTO; PAIVA, 2002).

A propagação vegetativa é uma importante ferramenta no melhoramento de espécies lenhosas e herbáceas e vem sendo amplamente utilizada, visando melhorar e manter variedades de importância econômica e medicinal. Após a seleção da cultivar de maior interesse, a propagação vegetativa permite estabelecer plantios uniformes mantendo o seu valor agrônômico (EHLERT; LUZ; INNECCO, 2004).

2.2.1 Propagação Vegetativa por Estaquia

Entende-se por estaca, qualquer segmento da planta, ramo ou folha, capaz de formar raízes adventícias e de originar uma nova planta, ou apartir de uma porção de raiz capaz de regenerar ramos. Estaquia é o termo utilizado para denominar o método de propagação, no qual ocorre a indução do enraizamento adventício em segmentos destacados da planta-mãe que, uma vez submetidos a condições favoráveis, originam uma muda, sendo um dos principais métodos utilizados na multiplicação de plantas frutíferas. Inúmeras espécies de interesse comercial podem ser propagadas por esse método, destacando-se a produção direta de mudas de figueira, goiabeira, e a propagação de porta-enxertos de videira. Em espécies não comumente propagadas por outros métodos (sementes, mergulhia ou enxertia), a estaquia pode ser uma alternativa viável na produção de mudas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A estaquia é a técnica de propagação vegetativa mais rápida e mais fácil para execução, sendo muito utilizada nas espécies que apresentam maior

facilidade para a formação de raízes adventícias. A formação de raízes adventícias pode ser considerada como uma seqüência de eventos bioquímicos e histológicos (MOREIRA; APPEZZATO-DA-GLÓRIA; ZAIDAN, 2000). Esta formação deve-se à interação entre fatores existentes nos tecidos e a translocação de substâncias localizadas nas folhas e gemas. Entre esses fatores, os fitohormônios, como as auxinas, as giberelinas, as citocininas, o etileno e o ácido abcísico são fundamentais. Porém, as auxinas apresentam o maior efeito na indução da formação de raízes (GASPAR; HOFFINGER, 1988).

Com o preparo da estaca, há uma lesão dos tecidos, tanto de células do xilema, quanto do floema. Esse traumatismo é seguido de cicatrização, que consiste da formação de uma capa de suberina, que reduz a desidratação na área danificada. Geralmente, nessa área, há a formação de uma massa de células parenquimatosas que constituem um tecido pouco diferenciado, desorganizado e em diferentes etapas de lignificação, denominado calo, o qual é considerado um tecido cicatricial, que pode surgir a partir do câmbio vascular, do córtex ou da medula, cuja formação representa o início do processo de regeneração. As células que se tornam meristemáticas dividem-se e originam primórdios radiculares. Depois, células adjacentes ao câmbio e ao floema iniciam a formação de raízes adventícias (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Segundo Hartmann e Kester (1990), o tecido lesionado entra em divisão celular e produz primórdios de raiz devido ao acúmulo natural de auxinas e carboidratos, junto ao feixe vascular, produção de etileno e aumento na taxa de respiração. Além disso, as estacas lesionadas têm maior capacidade de absorver água e reguladores de crescimento aplicados.

2.3 CARACTERÍSTICAS DAS RAÍZES DE CACTOS

As raízes dos cactos, na primeira fase de crescimento, apresentam um padrão pivotante, como na maioria das dicotiledôneas. Têm função básica de ancorar a planta em seu substrato. A planta, ao desenvolver, tem o seu sistema radicular modificado, crescendo paralelamente ao solo, com o propósito de absorver o máximo possível de água e nutrientes (PAULA; RIBEIRO, 2004).

O sistema radicular dos cactos apresenta características fisiológicas que permitem aos mesmos resistirem aos estresses ambientais como altas temperaturas, períodos prolongados de seca e solos pobres em nutrientes.

A distribuição superficial de raízes no solo auxilia no melhor aproveitamento da água de chuvas de curta duração. Ainda podem apresentar associações com fungos e bactérias que ajudam na captura de nutrientes minerais limitados em determinadas regiões (NOBEL, 2002).

As pitayas do gênero *Hylocereus* e *Selenicereus* que crescem a partir de sementes, apresentam dois tipos de raízes: a) uma principal que se desenvolve da radícula e em pouco tempo se atrofia, e b) raízes adventícias basais e aéreas. As raízes adventícias nascem da parte do caule que está sob o substrato, sendo longas, delgadas e ramificadas, se distribuindo superficialmente no solo. As aéreas nascem indistintamente ao longo do caule, preferencialmente na face mais plana do caule, e servem para fixar a planta ao suporte, mas também podem absorver água e nutrientes, sendo que algumas chegam até o solo. As pitayas propagadas vegetativamente (por estacas) têm os dois tipos de raízes adventícias (basais e aéreas), mas não têm a raiz principal (DIOS, *et al.*, 2005).

2.4 Fatores que Afetam a Formação de Raízes

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), os fatores que afetam a formação de raízes nas estacas podem ser divididos em fatores internos e externos. Os internos envolvem a condição fisiológica da planta matriz, idade da planta matriz, tipo de estaca, época do ano, potencial genético, sanidade, balanço hormonal e oxidação de compostos fenólicos. Já, os externos relacionam-se com a temperatura, luz, umidade, substrato e condicionamento do ramo antes da estaquia. A condição fisiológica da planta matriz envolve o conteúdo de água, estado nutricional e o momento da coleta da estaca.

A elevada relação C/N (carbono/nitrogênio) na planta matriz favorece o enraizamento (PAIVA; GOMES, 1995). Entretanto, o teor de carboidratos varia conforme a época do ano, sendo que em ramos de crescimento ativo (primavera/verão) o teor é mais baixo. Ramos maduros e mais lignificados (outono/inverno) tendem a apresentar mais carboidratos (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Em relação à composição nutricional, um conteúdo equilibrado de alguns nutrientes como o fósforo, o potássio o cálcio e o magnésio favorece o enraizamento. Ainda que o nitrogênio seja necessário para a síntese de proteínas e ácidos nucleicos, essenciais ao enraizamento, em excesso pode ser prejudicial. O excesso de manganês também pode prejudicar o enraizamento. Já o zinco é ativador do triptofano, precursor da auxina, e deve estar presente para que se dê a formação de raízes (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A idade da planta matriz é um fator determinante na formação de raízes, principalmente em espécies de difícil enraizamento. Estacas retiradas de plantas em estágio juvenil, período que vai do fim da germinação da semente até a primeira indução floral, enraízam com maior facilidade, pois apresentam multiplicação celular mais ativa (MONET, 1983; HARTMANN; KESTER, 1990; ASSIS; TEIXEIRA, 1998).

O tipo de estaca tem grande influência no enraizamento. Segundo Browse (1979), estacas semilenhosas são mais espessas e possuem melhores condições de sobrevivência que as herbáceas, por apresentarem elevadas quantidades de assimilados e, por isso podem produzir raízes sob condições de fraca luminosidade.

O potencial que uma estaca apresenta para a formação de raízes é variável com a espécie e com a cultivar podendo ser classificada em fácil, médio ou difícil enraizamento. Entretanto, outros fatores estão relacionados com a formação de raízes como a sanidade, que em clones livres de vírus têm maior facilidade de enraizamento do que o material com vírus, havendo também efeito das viroses sobre a qualidade das raízes formadas, e a época do ano, que se relaciona com a consistência da estaca, sendo que aquelas coletadas num período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão) apresentam-se mais herbáceas, mostrando maior capacidade de enraizamento que as coletadas no inverno, que possuem maior grau de lignificação (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

O balanço hormonal entre inibidores, promotores e cofatores de enraizamento interferem no crescimento das raízes. Quando o balanço hormonal entre promotores e inibidores é favorável aos promotores, ocorre o processo de iniciação radicular (SANTOS, 1994).

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), algumas espécies, especialmente as pertencentes à família *Myrtaceae*, ocorre um

escurecimento dos tecidos na região do corte da estaca, ocasionado pela oxidação de compostos fenólicos, que pode dificultar a formação de raízes. Ao entrarem em contato com o oxigênio, os diferentes tipos de fenóis nos tecidos iniciam reações de oxidação, cujos produtos resultantes são tóxicos ao tecido.

Em relação aos fatores externos que afetam o enraizamento de estacas, temperaturas diurnas entre 21 e 27 °C e noturnas de 15 °C, são ideais para a maioria das espécies vegetais (HARTMANN; KESTER, 1990), sendo que flutuações acentuadas são prejudiciais ao enraizamento e sobrevivência das mesmas (PAIVA; GOMES, 1995).

Temperaturas ambientais elevadas aumentam a taxa respiratória, provocando a desidratação da estaca. Além disso, tendem a estimular o desenvolvimento das brotações antes do desenvolvimento das raízes (KÄMPF, 2000).

Em relação à luz, as características de intensidade, qualidade e fotoperíodo, estão mais relacionadas às plantas matrizes, sendo de suma importância como fornecedora de energia para a fotossíntese (HARTMANN; KESTER, 1990). Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), a importância da luz no enraizamento está relacionada à fotossíntese e à degradação de compostos fotolábeis, como as auxinas. Geralmente, a baixa intensidade luminosa sobre a planta-mãe, antes da coleta das estacas, tende a favorecer a formação de raízes, provavelmente devido à preservação das auxinas e de outras substâncias endógenas em detrimento aos compostos fenólicos.

Em relação à umidade, Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005) relatam que o potencial de perda de água numa estaca é muito grande, seja por meio das folhas seja por meio de brotações em desenvolvimento, especialmente considerando-se o período em que não há raízes formadas, sendo uma das principais causas de morte das estacas. Portanto, a prevenção do murchamento é importante em espécies que exigem um longo tempo para formar raízes e nos casos em que são utilizadas estacas com folhas ou de consistência mais herbácea.

De acordo com Hartmann e Kester (1990), a função básica do substrato é propiciar sustentação às estacas, mantendo na sua base um ambiente úmido, escuro e suficientemente aerado, sendo a qualidade de um substrato depende de suas propriedades físicas e químicas.

Em espécies de difícil enraizamento, alguns tratamentos que venham a ser realizados previamente à coleta dos ramos antes do preparo da estaca, podem permitir melhores resultados. Em diversos casos, o condicionamento é fundamental para que se possa obter um percentual de enraizamento satisfatório (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005). Como exemplo de condicionamento pode-se citar o anelamento ou a constrição do caule, que bloqueia a translocação para baixo de carboidratos, hormônios e outros possíveis fatores promovendo o crescimento de raízes (HARTMANN; KESTER, 1990). Outro exemplo é o estiolamento que vem a ser o desenvolvimento de brotos, ramos, ou partes dos ramos em ausência de luz, causando um crescimento normalmente alongado, com coloração amarela ou branca devido à ausência de clorofila (DAVIS; HAISSIG; SANKHLA, 1988). Essa técnica pode favorecer o enraizamento de estacas, como observado por Sampaio (1987) em laranjeira (*Citrus sinenses*).

2.4.1 Substrato na Propagação de Plantas

Entende-se por substrato qualquer material usado com a finalidade de servir de base para o desenvolvimento de uma planta até sua transferência para o viveiro ou área de produção, podendo ser compreendido não apenas como suporte físico, mas também como fornecedor de nutrientes para a muda em formação (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Segundo Kämpf, Takane e Siqueira (2006), o substrato é o meio poroso onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo. Pode ser formado por um único material ou pela mistura de dois ou mais materiais.

O substrato é um dos muitos fatores que condicionam o sucesso na propagação de plantas. Na opção por um determinado material como substrato, objetiva-se otimizar as condições ambientais, para o desenvolvimento da planta numa ou mais etapas da propagação. Inúmeros materiais podem ser usados como substratos na produção de mudas frutíferas. A escolha do substrato, ou mistura mais adequada para uma determinada situação, é função da técnica de propagação, da espécie (em alguns casos), da cultivar, das características do substrato, do custo e da facilidade de obtenção de cada material (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A eficiência do substrato está intimamente ligada à sua interação com o recipiente e com o manejo empregado para a irrigação e adubação durante o cultivo: algumas práticas culturais pode interferir negativamente na qualidade do substrato, como a compactação no recipiente, o encharcamento e o excesso de adubação. O uso adequado do substrato permite o crescimento ideal das raízes. O que é fundamental para se obter uma planta de boa qualidade (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006).

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), o substrato mais adequado para o enraizamento varia conforme a espécie, e deve reunir as seguintes características: a) reter água para manter as células túrgidas, evitando o murchamento da estaca, b) garantir aeração, por meio de um adequado espaço poroso, para a formação das raízes e o metabolismo radicular, c) aderir à estaca e às raízes formadas, d) dificultar a contaminação e o desenvolvimento de patógenos e saprófitos, tanto por ser fonte de inóculo, quanto por criar condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, e) permitir que as estacas enraizadas sejam removidas com um mínimo de dano às raízes, f) baixo custo e fácil aquisição, e g) não ser fitotóxicas à estaca. A escolha do substrato é feita levando-se em consideração a espécie, o tipo de estaca, as características do substrato, a facilidade de obtenção e o custo de aquisição. A determinação do substrato mais adequado para cada espécie deve ser feita por meio de experimentos.

2.4.1.1 Propriedades Físicas do Substrato

De acordo com Milner (2001) e Verdonck, De Vleeschauwer e De Boodt (1983), as propriedades físicas de um substrato são mais importantes que as químicas, já que sua composição não pode ser facilmente modificada no viveiro. Dentre os aspectos físicos de um substrato, as características mais importantes a se destacar são: a estrutura porosa, a densidade e a capacidade de retenção e suprimento de água para as raízes (VERDONCK; DE VLEESCHAUWER; DE BOODT, 1983). Entretanto, para Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), as propriedades físicas importantes de um substrato para o enraizamento são a forma, textura, tamanho de partículas, teores de argila e silte, densidade, espaço poroso e capacidade de retenção de água na saturação e na capacidade de campo.

O teor de oxigênio requerido na formação de raízes é variável conforme a espécie, mas é indispensável. A porosidade do substrato é a característica física relacionada ao teor de oxigênio. O espaço poroso do substrato de enraizamento deve ser de 20%, admitindo-se um intervalo de 15% a 45% (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A porosidade também está envolvida com a capacidade de retenção de água, a qual refere-se ao volume máximo de água retido pelo substrato após drenagem natural. Esta característica afeta a frequência de irrigação, uma vez que depende da presença e do tamanho dos poros do substrato. Este valor varia com o material utilizado como substrato, bem como pela altura e forma do vaso (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006).

Drzal, Fonteno e Cassel (1999) e Schmitz, Souza e Kämpf (2002) afirmam que o conteúdo de água retido no substrato é diretamente correlacionado com a distribuição dos poros por tamanho. Segundo o primeiro autor, os macroporos não retêm água sob força gravitacional, sendo estes, por conseguinte, responsáveis pela aeração das raízes. Ballester-Olmos (1992) explica que são os microporos os responsáveis pela retenção de água.

Na escolha de um substrato, Fermino (2002) afirma que a densidade do substrato a ser usado é a primeira propriedade física a ser considerada e que, quanto menor o recipiente, mais baixa deve ser a densidade do substrato. A densidade é a relação entre a massa e o volume do substrato, podendo variar entre os substratos de 70 g.L^{-1} (vermiculita) até 1.700 g.L^{-1} (areia) (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006).

Com exceção da areia, os materiais de densidade mais alta geralmente apresentam predomínio de partículas finas. As altas densidades podem representar uma maior resistência à penetração das raízes no substrato e ainda exigir bancadas mais firmes durante o cultivo, bem como maior força física para o manuseio, deslocamento e transporte dos recipientes. As baixas densidades estão relacionadas com materiais de maior porosidade, como a vermiculita e a casca de arroz carbonizada (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006).

2.4.1.2 Propriedades Químicas do Substrato

Dentre as propriedades químicas do substrato destaca-se o pH. A importância dessa propriedade está relacionada com o crescimento das plantas, uma vez que afeta a disponibilidade de nutrientes bem como tem efeito sobre os processos fisiológicos da planta (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006). O pH pode afetar a ação enzimática que controla o processo de desdiferenciação e diferenciação das células no enraizamento de estacas (PEREIRA *et al.*, 2005).

A capacidade de troca catiônica (CTC) é outra característica importante do substrato. É medida da distribuição das cargas elétricas disponíveis na superfície das partículas para a retenção de água e cátions dispersos na solução. Os valores de CTC dependem da classe textural, do tipo de mineral de argila presente e do teor de matéria orgânica (BRADY, 1989).

Outra característica é a salinidade ou teor total de sais solúveis. Os sais solúveis são constituintes inorgânicos do meio capazes de se dissolverem em água. A sensibilidade à concentração é variável de acordo com a espécie e idade da planta; quanto mais jovem, mais sensível. A determinação desta característica tem por objetivo conhecer a concentração salina do meio onde vão crescer as raízes das plantas, sendo avaliados todos os íons nutrientes e não nutrientes. A avaliação da salinidade de um meio é baseada na condutividade elétrica de seus íons dissolvidos (KÄMPF, 2000).

Ballester-Olmos (1992) afirma que valores entre 75-200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ são ideais para sementeiras e mudas em bandejas; 200-350 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ são apropriados para a maioria das plantas e acima de 350 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ são classificados como elevados.

2.4.1.3 Materiais Utilizados Como Substratos

A vermiculita é um elemento de origem mineral, constituída de lâminas justapostas que se expandem quando submetidas a determinadas temperaturas, ocorrendo aumento considerável entre suas camadas. Depois de expandida, a vermiculita apresenta aumento na sua capacidade de retenção de água, de ar e nutrientes transferíveis para as plantas. Com o processo de industrialização se torna um material leve, puro, esterilizado, não combustível, insolúvel em água e solventes orgânicos, não sendo tóxica, abrasiva nem

deteriorável; apresenta ainda, alta capacidade de troca catiônica e de absorção de um grande volume de água e outros líquidos (MONIS, 1975).

Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005) ressaltam como vantagens da vermiculita a não disseminação de doenças, adequada para estacas herbáceas e semilenhosas, baixo peso, elevada porosidade e boa retenção de umidade. Apontam como desvantagem o custo elevado.

A areia também é muito utilizada como substrato devido à sua disponibilidade e ser quimicamente inerte. Pode ser usada em granulometria grossa ou média, tendo alta densidade e rápida drenagem (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006). Entretanto, segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), a areia pode compactar induzindo a formação de raízes menos ramificadas. Ainda segundo esses autores, a areia é inadequada para ambiente externo, devido à pouca retenção de água, peso elevado e pela possibilidade de provocar danos às raízes na repicagem.

A casca de arroz é disponível em regiões de lavouras arrozeiras, sendo esse resíduo agroindustrial provindo do processo de beneficiamento do arroz, podendo ser utilizada de duas formas: carbonizada ou queimada (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006).

Na carbonização, as cascas passam por alta temperatura, sem, no entanto, entrar em combustão. Esse cuidado faz com que as cascas permaneçam inteiras, deixando o material poroso e de fácil drenagem. A casca de arroz queimada é um resíduo da queima da casca para uso energético, como no aquecimento de caldeiras. A casca de arroz, queimada ou carbonizada, têm baixa densidade, mas com características distintas em relação à retenção de água e ao espaço de aeração (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006).

A casca de arroz carbonizada tem alto espaço de aeração (no mínimo, 25% do volume total), evitando a falta de oxigênio nas raízes. A densidade e a salinidade são baixas e o processo de carbonização garante estabilidade de estrutura e esterilização (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006).

A casca de pínus é um subproduto da atividade florestal brasileira destinada à produção de papéis e celulose. As cascas de árvores são moídas e compostadas, apresentando partículas de tamanhos variáveis, constituídas por celulose e outros carboidratos similares sendo, portanto, um material orgânico que se decompõe com o tempo. Entre as principais características destacam-se a

elevada capacidade de troca de cátions, boa drenagem, baixa capacidade de absorção de água e pH ácido com índice de 3,7 (GONÇALVES, 1995).

Segundo Machado Neto *et al.* (2005), a casca de pinus apresenta boas características físicas e biológicas para a utilização como substrato, com retenção de água inversamente proporcional a sua granulometria e com bom equilíbrio químico.

A fibra de coco 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, 2012). Entretanto, Kämpf, Takane e Siqueira (2006) recomenda atenção especial ao nível de salinidade desse substrato, que pode ser elevado.

2.4.1.4 Substratos no Enraizamento de Frutíferas

Na fruticultura, entre as diversas espécies, observam-se respostas diferenciadas do enraizamento de estacas em função de diferentes substratos.

Tofanelli, Rodrigues e Ono (2003), conseguiram os melhores resultados para o enraizamento de pessegueiro (*Prunus persica* cv. Okinawa) com a utilização de vermiculita e areia em relação a casca de arroz carbonizada. Nachtigal e Pereira (2000) também obtiveram os melhores resultados para essa mesma cultivar de pessegueiro com a utilização de vermiculita como substrato. Cardoso *et al.* (2011) obtiveram os melhores resultados de enraizamento para essa cultivar com vermiculita e casca de arroz carbonizada em relação à areia.

Ramos *et al.* (2003) também obtiveram os melhores resultados no enraizamento do porta-enxerto de ameixeira (*Prunus cerasifera*) com a utilização de vermiculita em comparação à areia. Entretanto, a vermiculita não favoreceu o

enraizamento de estacas de oliveira (*Olea europaea*), como observado no trabalho de Oliveira *et al.* (2003).

Em seu trabalho com enraizamento de dois porta-enxertos de videira (*Vitis vinifera*), 'Campinas' e 'Jales', Roberto *et al.* (2004) obtiveram os melhores resultados com casca de arroz carbonizada em relação à vermiculita. Lone *et al.* (2010) também obtiveram o melhor resultado para o enraizamento de estacas do porta-enxerto de videira VR 43-43, com a utilização da casca de arroz carbonizada frente à vermiculita.

Em seu trabalho com enraizamento de estacas de pitaya (*Hylocereus undatus*), testando areia e solo, com ou sem esterco, Santos *et al.* (2010) obtiveram os melhores resultados com areia e esterco, conferindo o bom resultado à matéria orgânica que forneceu nutrientes para o desenvolvimento e formação da muda. Resultado similar também foi obtido por Silva, Martins e Andrade (2006), trabalhando com enraizamento de pitaya, onde obtiveram os melhores resultados na mistura solo, areia e esterco, em relação à fibra de coco, areia e substrato comercial (Plantmax®). Entretanto, a fibra de coco, seguida pelo Plantmax® mostraram os melhores resultados para o enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica*) quando com parado com a vermiculita, casca de pínus e solo com esterco, como observado por Pio *et al.* (2005a).

Para a propagação vegetativa de jabolão (*Syzygium jambolanum*), a areia mostrou os melhores resultados quando comparado com a vermiculita e Plantmax®, de acordo com o trabalho de Lima *et al.* (2007).

2.4.2 Auxína na Propagação Vegetativa

A auxína foi o primeiro hormônio descoberto em plantas e é um, dentre uma vasta gama, dos agentes químicos sinalizadores que regulam o desenvolvimento vegetal. A auxína mais comum de ocorrência natural é o ácido indol-3-acético (AIA). Uma das principais funções da auxina nos vegetais superiores é a regulação do crescimento por alongamento de caules jovens e coleótilos. Baixos níveis de auxina são também necessários para o alongamento da raiz embora altas concentrações inibam o crescimento desse órgão (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O AIA é sintetizado principalmente na gema apical e transportado de modo polar para a raiz. O transporte polar ocorre preferencialmente nas células do parênquima associadas ao tecido vascular (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os ápices radiculares também produzem auxinas, mas não há acumulação nas raízes, devido ao elevado teor de substâncias inativadoras de auxinas nessa parte da planta (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A auxina promove o crescimento por alongamento, sobretudo por aumentar a capacidade de extensão da parede celular. O afrouxamento da parede celular induzido por auxina necessita de um contínuo aporte metabólico e é mimetizado, em parte, pelo tratamento com tampões ácidos. Além das suas funções no crescimento e nos tropismos, a auxina participa na regulação da dominância apical, da iniciação das raízes laterais, da abscisão foliar, da diferenciação vascular, da formação de gemas florais e do desenvolvimento do fruto. As aplicações comerciais da auxina incluem compostos para enraizamento e herbicidas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Uma das primeiras utilizações práticas da auxina foi a de promover o enraizamento em segmentos de plantas. Posteriormente, outras substâncias de origem sintética, como o AIB (ácido indolbutírico) e o ANA (ácido naftalenacético) mostraram-se mais eficientes do que o AIA, na promoção do enraizamento de estacas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

O enraizamento é aumentado se uma folha excisada ou uma estaca do caule é imersa em uma solução de auxina, o que aumenta a indução de raízes adventícias na extremidade cortada. Está é a base dos compostos comerciais para enraizamento, os quais consistem de auxinas sintéticas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O aumento da concentração de auxina exógena, aplicada em estacas, provoca efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual qualquer acréscimo de auxinas tem efeito inibitório. O teor adequado de auxina exógena, para estímulo do enraizamento, depende da espécie e da concentração de auxina existente no tecido. No momento em que a auxina é aplicada, há um aumento da sua concentração na base da estaca e, caso os demais requerimentos fisiológicos sejam satisfeitos, há formação do calo, resultante da ativação das células do câmbio, e das raízes adventícias (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Segundo Alvarenga e Carvalho (1983), a concentração da auxina aplicada à estaca para o enraizamento é variável entre as diferentes espécies, sendo que a resposta do enraizamento também pode variar em função do tipo de auxina utilizada.

2.4.2.1 Ácido Indolbutírico na Propagação Vegetativa de Frutíferas

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), as vantagens da utilização do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de frutíferas está em sua fotoestabilidade, com ação localizada, persistência, atóxico em ampla gama de concentrações e por não ser sujeito à ação biológica.

Diversos trabalhos apontam para as vantagens da utilização do AIB no aumento da porcentagem de enraizamento das estacas bem como na melhoria da qualidade do sistema radicular formado.

Em pessegueiro (*Prunus persica* cv. Okinawa), Aguiar *et al.* (2005) e Cardoso *et al.* (2011) obtiveram os melhores resultados para o enraizamento de estacas com aplicação de AIB na dose de 2.000 mg.L⁻¹. Essa concentração também foi favorável para a porcentagem de enraizamento de estacas de oliveira (*Olea europaea*), como observado por Bastos *et al.* (2006), inclusive sendo mais favorável que a dose de 3.000 mg.L⁻¹.

Ainda em pessegueiro, Oliveira, Nienow e Calvete (2003) descreveram que o uso de reguladores de crescimento proporciona a melhoria no balanço hormonal das estacas, além da redução do tempo necessário para iniciar o enraizamento.

Em trabalho com o enraizamento de porta-enxerto de ameixeira, Ramos *et al.* (2003), obtiveram os melhores resultados na concentração de 2.000 mg.L⁻¹ de AIB, sendo esses resultados superiores aos obtidos nas doses de 3.000 e 4.000 mg.L⁻¹.

Em goiabeira (*Psidium guajava*), Tavares, Kersten e Siewerdt (1995), obtiveram os melhores resultados para o enraizamento de estacas na concentração de 4.000 mg.L⁻¹.

Contijo *et al.* (2003), obtiveram aumento no enraizamento e qualidade (número, comprimento e massa seca) das raízes formadas em aceroleira

(*Malpighia glabra*) conforme o aumento da dose de AIB até o valor final, testado pelos autores, de 2.800 mg.L⁻¹.

Em relação à pitaya (*Hylocereus undatus*), Bastos *et al.* (2006), obtiveram os melhores resultados para o enraizamento com a concentração de 3000 mg.L⁻¹ de AIB em relação ao controle (sem aplicação de AIB). Também com pitaya, El-Obeidy (2006) obteve os melhores resultados para o enraizamento e número de raízes nas concentrações de 2.000 e 3.000 mg.L⁻¹ em relação à 1.000 mg.L⁻¹ e ao controle (sem aplicação de AIB). Entretanto, a concentração de 2.000 mg.L⁻¹ mostrou-se superior aos demais tratamentos para a variável comprimento de raiz.

Entretanto, nem todas as frutíferas necessitam a aplicação de AIB para o enraizamento de suas estacas. Lone *et al.* (2010) não obtiveram melhora na quantidade e nem na qualidade do sistema radicular de estacas do porta-enxerto de videira VR 43-43 (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*) com a aplicação de AIB nas concentrações de 1.000 e 2.000 mg.L⁻¹.

Observa-se em diversos trabalhos de enraizamento de estacas de frutíferas a utilização de diferentes veículos para a diluição do AIB e formas de aplicação, como na utilização do talco para a propagação de cacaueteiro (*Theobroma cacao*) (FARIA; SACRAMENTO, 2003), videira (*Vitis vinifera*) (BIASI; BOSZCZOWSKI, 2005) e ameixeira (*Prunus spp.*) (PASINATO; NACHTIGAL; KERSTEN, 1998), e em soluções concentradas com o emprego do hidróxido de potássio (KOH) em mertilo (*Vaccinium ashei*) (FISCHER *et al.*, 2008), do hidróxido de sódio (NaOH) em pessegueiro (*Prunus persica*) (TOFANELLI *et al.*, 2002) e figueira (*Ficus carica*) (NOGUEIRA *et al.*, 2007) e etanol em aceroleira (*Malpighia emarginata*) (LOPES *et al.*, 2003) e também em videira (*Vitis vinifera*) (MACHADO *et al.*, 2005).

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), o AIB requer a diluição em pequenos volumes de álcool (etílico, metílico ou isopropílico), ou de hidróxido de sódio ou potássio, tendo como formas de aplicação o pó a base de talco, soluções diluídas (20 a 200 mg.L⁻¹) ou soluções concentradas (200 a 10.000 mg.L⁻¹).

2.4.3 Épocas do Ano no Enraizamento de Estacas

A época do ano está estreitamente relacionada com a consistência da estaca, sendo que aquelas coletadas num período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão) apresentam-se mais herbáceas e, de modo geral, em espécies de difícil enraizamento, mostram maior capacidade de enraizamento. Estacas coletadas no inverno possuem um grau de lignificação e tendem a enraizar menos (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A estação do ano pode representar o fator decisivo para o sucesso do enraizamento, ressaltando-se que temperaturas mais elevadas muitas vezes coincidem com o aumento da atividade das brotações, florescimento e maiores taxas de crescimento (KIBBLER; JOHNSTON; WILLIAMS, 2004).

Segundo Dutra e Kersten (1996), a influência da época no enraizamento de estacas ocorre por causa das variações no conteúdo dos cofatores e no acúmulo de inibidores do enraizamento.

Hoffmann *et al.* (1996), afirmam que a quantidade de fitorreguladores em tecidos mais diferenciados é pequena, principalmente em espécies de clima temperado; com isso, o menor teor de auxinas endógeno, mesmo somado com a auxina aplicada exogenamente, pode não ser ideal, contribuindo, dessa maneira, para que nessas épocas se obtenham os menores índices de enraizamento e conseqüentemente menor desenvolvimento da parte aérea.

No que se refere à época mais adequada para obtenção das estacas, há diferença entre espécies, sendo que algumas enraízam melhor no início da primavera e outras, de folhas grandes e persistentes, desde a primavera até o fim do outono (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Pereira *et al.* (1984), que testaram cinco épocas de estaquia para a figueira, de maio a setembro, verificaram que as estaquias precoces propiciaram os maiores enraizamento. Norberto *et al.* (2001) também obtiveram os melhores resultados para enraizamento e para a formação da parte aérea de estacas de figueira em épocas mais precoces (abril/maio).

Diversos autores constataram que durante a primavera/verão são encontrados os maiores percentuais de enraizamento de estacas de pessegueiro (SHARPE, 1956; GUR; OREN; ZIESLIN, 1974; FACHINELLO; KERSTEN, 1981; TESTOLIN; AVANZATO; COUVILLON, 1988), de ameixeira (KERSTEN;

NACHTIGAL; CALLOVY FILHO, 1995), de jabuticabeira (DANNER *et al.* 2006) e de cacauero (LEITE; MARTINS, 2007).

Dutra, Kersten e Fachinello (2002) observaram resultados diferenciados para o enraizamento de estacas de três cultivares de pessegueiro em diferentes épocas do ano, mostrando que a influencia da época do ano no enraizamento é diferenciada mesmo entre variedades.

Alley e Christensen (1971) verificaram em videiras que estaquias próximas ao fim do inverno mostram maior enraizamento e brotação. Leonel e Rodrigues (1993) também obtiveram os melhores resultados para enraizamento de videira em épocas mais frias (julho). O inverno também foi o período de maior enraizamento de kiwizeiro de acordo com o trabalho de Paes *et al.* (2003).

Dutra, Kersten e Fachinello (2002) relacionam a queda dos níveis de triptofano com melhora no enraizamento de estacas em diferentes épocas do ano. Esses autores relatam que o triptofano presente nos ramos é convertido em ácido indolacético (AIA) e, portanto, com maior quantidade de auxina endógena presente, ocorre incremento nas variáveis referentes ao enraizamento.

Tavares, Kersten e Siewerdt (1995) e Dutra, Kersten e Fachinello (2002) verificaram bom enraizamento de estacas de goiabeira a partir da primavera até o verão, onde estes últimos autores determinaram baixos teores de triptofano nas estacas, o que pode ser explicado por este aminoácido ter sido convertido em AIA e utilizado pelas plantas para o seu desenvolvimento. Zietemann e Roberto (2007) também obtiveram melhor enraizamento de goiabeira em época mais quente (meio do verão).

A influência da época de coleta das estacas no enraizamento pode ser, também, atribuída a condições climáticas, especialmente em relação à temperatura e à disponibilidade de água (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

3 ARTIGO 1

SUBSTRATOS E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO E FORMAÇÃO DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES DE PITAYA POR ESTAQUIA

Alessandro Borini Lone

Resumo: Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, nas quais algumas espécies têm demonstrado aceitação para a comercialização. O objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento de estacas de três espécies de pitaya em diferentes substratos, com ou sem a aplicação de ácido indolbutírico (AIB). Foram utilizadas estacas de *Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Selenicereus megalanthus*, tratadas ou não com AIB (3000 mg.L⁻¹), nos substratos: areia, vermiculita, casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de pínus. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (dose x substrato). Após três meses foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência, brotação e enraizamento, número de raízes por estaca, comprimento médio das raízes (cm) e massa seca das raízes (g). A porcentagem de sobrevivência foi de 100% das estacas para *H. undatus* e *H. polyrhizus* em todos os tratamentos. Para a porcentagem de enraizamento e brotação, o substrato CAC foi o mais adequado para *H. undatus* e *S. megalanthus*, não havendo diferença entre a aplicação ou não de AIB. Entretanto, a aplicação de AIB mostrou-se eficiente para *H. polyrhizus* em casca de pínus. Em relação ao número, comprimento médio e massa seca das raízes, observou-se que a vermiculita foi mais adequada para todos os genótipos, sendo o uso do AIB favorável para *H. undatus* e *H. polyrhizus*. Concluí-se que a casca de arroz carbonizada sem a aplicação de AIB é recomendada para se obter maior quantidade de estacas enraizadas e com brotações para *H. undatus* e *S. megalanthus*. Para *H. polyrhizus*, recomenda-se a utilização de casca de pínus e aplicação de AIB. Para o desenvolvimento das raízes formadas, a vermiculita foi mais adequada, recomendando-se a aplicação de AIB para *H. undatus* e *H. polyrhizus* e a não aplicação em *S. megalanthus*.

Palavras-chave: Auxina. Cactaceae. *Hylocereus*. Propagação vegetative. *Selenicereus*.

SUBSTRATES AND INDOLBUTYRIC ACID IN ROOTING AND PLANT FORMATION OF THREE PITAYA SPECIES BY CUTTINGS

Abstract: Pitaya is the name given to the fruit of several cactus of climbing habit, in which some species have demonstrated acceptance for commercialization. The aim of this study was to evaluate the rooting of three species of pitaya on different substrates, with or without the administration of indolebutyric acid (IBA). Cuttings were obtained from *H. undatus*, *H. polyrhizus* and *S. megalanthus*, treated or not with IBA (3000 mg.L⁻¹), in substrates: sand, vermiculite, carbonized rice chaff (CRC) and pine bark. The experimental design was completely randomized in 2x4 factorial design (dose x substrate). After three months, the percentages of survival, sprouting and rooting, number of roots per cutting, average root length (cm) and dry mass of roots (g) were evaluated. The survival rate was 100% for *H. undatus* and *H. polyrhizus* cuttings in all treatments. For the rooting and sprouting percentage, CRC substrate was the most suitable for *H. undatus* and *S. megalanthus*, and no difference in this substrate was observed between applying or not IBA. However, to *H. polyrhizus*, implementation was efficient in pine bark. Regarding the number, average length and dry mass of roots, data show that the vermiculite was the most adequate for all genotypes, where the use of IBA was positive for *H. undatus* and *H. polyrhizus*. It is concluded that the carbonized rice chaff without the application of IBA is recommended for greatest amount of rooted cuttings and sprouts for *H. undatus* and *S. megalanthus*. For *H. polyrhizus*, it is recommend the use of pine bark and IBA application. To the development of formed roots, the vermiculite was more appropriate, recommending the application of IBA for *H. undatus* and *H. polyrhizus*, and not applying in *S. megalanthus*.

Keywords: Auxin. Cactaceae. *Hylocereus*. Vegetative propagation. *Selenicereus*.

3.1 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; TEL-ZUR; MIZRAHI, 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) e *Selenicereus megalanthus* (fruto oblongo, com casca amarela e polpa branca) (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997; NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002).

A propagação da pitaya é comumente realizada através da estaquia, sendo utilizado o método sexual quando se objetiva obtenção de variabilidade, para

programas de melhoramento da espécie (PIMENTA, 1990 *apud* HERNÁNDEZ, 2000).

A propagação por estaquia é um dos métodos mais importantes de clonagem utilizados na fruticultura, pois proporciona a fixação de genótipos selecionados, a uniformidade de populações, a facilidade de propagação, a antecipação do período de florescimento, a redução do estágio juvenil e o maior controle das fases do desenvolvimento (FRANCO *et al.*, 2007).

Para proporcionar o enraizamento ou apenas aumentar a taxa do mesmo, costuma-se aplicar, na base das estacas, substâncias promotoras de enraizamento, dentre as quais destacam-se as auxinas, sendo o ácido indolbutírico (AIB), a principal auxina sintética de uso geral, por não apresentar toxicidade para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações, sendo bastante efetiva para um grande número de espécies e relativamente estável, além de ser pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas (PIRES; BIASI, 2003).

O processo de formação de raízes em estacas pode ser limitado também pelo substrato utilizado que influi na qualidade das raízes formadas e no percentual de enraizamento (FACHINELLO *et al.*, 1995). Segundo Hoffmann *et al.* (1996), o substrato tem função de sustentação das estacas durante o período de enraizamento, mantendo sua base em ambiente úmido, escuro e adequadamente aerado.

O substrato ideal para o enraizamento depende da espécie, tipo de estaca, da época, sistema de propagação, custo e disponibilidade de seus componentes (HARTMANN *et al.*, 1997).

O objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento de estacas de três espécies de pitaya em diferentes substratos, com ou sem a aplicação de AIB.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, com cobertura de plástico transparente e telado com sombreamento de 70%, pertencente ao laboratório de fitotecnia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), localizada a 23° 23' S e 51° 11' W e com altitude média de 560 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (subtropical úmido).

O período de realização do experimento foi de 3 de maio a 3 de agosto de 2010. Foram utilizadas estacas de 20 cm de comprimento, da região intermediária de ramos de três espécies de pitayas: *Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose, *Hylocereus polyrhizus* (F.A.C. Weber) Britton & Rose e *Selenicereus megalanthus* (K.Schum. ex Vaupel) Moran, tratadas ou não com AIB (3000 mg.L⁻¹) em solução etanólica, submergindo 2 cm da extremidade basal da estaca durante 10 segundos. As estacas foram obtidas de plantas matrizes cultivadas na fazenda escola da UEL.

Os substratos avaliados foram areia de granulação média, vermiculita de granulação média, casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de pinus, acondicionados em vasos de plástico com 23 cm de altura, 24,5 de diâmetro superior e 18 cm de diâmetro inferior. Cada tratamento foi composto de cinco repetições de quatro estacas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (dose x substrato).

Antes da montagem do experimento foi efetuada a análise química dos substratos, conforme Kiehl (1985) e Nogueira e Souza (2005) utilizando amostra única composta, e a avaliação do pH, da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), da densidade ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e da capacidade de retenção de água (% do volume) dos substratos, segundo Kämpf, Takane e Siqueira (2006), utilizando-se quatro repetições de 1L por substrato.

A casa de vegetação apresentou temperaturas médias de $29,6 \pm 3,4^{\circ}\text{C}$ para as máximas, $13,1 \pm 4,0^{\circ}\text{C}$ para as mínimas e $21,4 \pm 3,1^{\circ}\text{C}$ para as médias durante o período de realização do experimento (dados obtidos diariamente com termômetro de coluna dupla de mercúrio). As regas foram realizadas a cada três dias na quantidade de 173 ± 28 mL por vaso.

Após três meses foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência, brotação e enraizamento, assim como o número de raízes por estaca, comprimento médio das raízes (cm) e massa seca das raízes (g). Para obtenção da massa seca, utilizou-se estufa de ventilação forçada com temperatura de 65°C durante 48 horas.

Para o cálculo de porcentagens, foi considerado o total de estacas de cada tratamento e os valores comparados pelo teste de Qui-quadrado a 5% de probabilidade. Para as demais variáveis, foram realizadas análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Com exceção das porcentagens e das análises dos substratos, foi realizado correlações entre as

variáveis atestando sua significância pelo teste T à 5 e 1% de probabilidade. Para efeito da análise estatística, os dados em porcentagem foram transformados em arco seno $\sqrt{x}/100$ e os referentes aos números médios em $\sqrt{x+0,5}$.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A CAC, com ou sem aplicação de AIB (3000 mg.L⁻¹), e a areia com aplicação de AIB, Foram os tratamentos que apresentaram maiores valores para enraizamento para todos os genótipos avaliados. Valores elevados para essa variável também foram observados em vermiculita para *H. undatus* e *H. polyrhizus* (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagens de enraizamento (PE), sobrevivência (PS) e brotação (PB) de estacas de estacas de *H. undatus*, *H. polyrhizus* e *S. megalanthus*, com (3000 mg.L⁻¹) e sem aplicação de ácido indolbutírico (AIB), em diferentes substratos

		<i>H. undatus</i>			<i>H. polyrhizus</i>			<i>S. megalanthus</i>		
AIB		PE	PS	PB	PE	PS	PB	PE	PS	PB
0	Areia ¹	70 c ²	100 ns ³	40 cd	100 a	100 ns	20 bc	55 bc	80 b	0 b
0	Verm	85 bc	100	45 bcd	85 b	100	25 bc	45 c	95 a	5 ab
0	CAC	100 a	100	65 ab	100 a	100	15 c	85 a	95 a	10 a
0	Pínus	70 c	100	50 bc	85 b	100	35 ab	55 bc	95 a	5 ab
3000	Areia	95 ab	100	55 bc	100 a	100	30 bc	85 a	85 ab	10 a
3000	Verm	95 ab	100	25 d	95 ab	100	15 c	60 bc	85 ab	0 b
3000	CAC	100 a	100	80 a	100 a	100	10 c	70 ab	85 ab	0 b
3000	Pínus	85 bc	100	60 bc	100 a	100	55 a	55 bc	75 b	10 a
P		0,88		0,53	0,96		0,26	0,64	0,87	0,05
Q (1-P)		0,13		0,48	0,04		0,74	0,36	0,13	0,95
□ ²		95,94		78,20	76,73		77,23	66,53	34,81	31,58

¹Substratos: areia, vermiculita (Verm), casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de pínus (Pinus).

²Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste do Qui-quadrado a 5% de probabilidade.

³Não significativo.

A porcentagem de sobrevivência foi de 100% das estacas para *H. undatus* e *H. polyrhizus* em todos os tratamentos, sendo que em *S. megalanthus* as menores médias foram em areia sem AIB e em pínus com AIB, não havendo diferença em relação aos demais tratamentos com aplicação de AIB (Tabela 1).

Para a porcentagem de brotação, destacam-se os resultados obtidos em CAC, com e sem aplicação de AIB, para *H. undatus*, e o pínus com AIB para *H.*

polyrhizus. Para *S. megalanthus* observou-se baixas porcentagens de brotação, com valores entre zero e 10 % entre os tratamentos (Tabela 1).

Em relação ao número de raízes, os melhores tratamentos foram CAC para *H. undatus* e vermiculita para *H. polyrhizus*, ambos com aplicação de AIB. Para *S. megalanthus* não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de raízes (NR), comprimento médio das raízes (CR, cm) e massa seca das raízes (MSR, g) de estacas de estacas de *H. undatus*, *H. polyrhizus* e *S. megalanthus*, com (3000 mg.L⁻¹) e sem aplicação de AIB, em diferentes substratos

		<i>H. undatus</i>			<i>H. polyrhizus</i>			<i>S. megalanthus</i>		
AIB		NR	CR	MSR	NR	CR	MSR	NR	CR	MSR
0	Areia ¹	4,90 c ²	5,59 d	0,31 c	6,98 c	5,96 e	0,39 d	4,73 a	5,02 c	0,14 a
0	Verm.	4,76 c	17,82 a	0,57 b	4,26 c	20,24 a	0,94 b	3,40 a	12,25 a	0,18 a
0	CAC	6,18 c	9,65 c	0,35 c	3,86 c	11,70 c	0,32 d	3,82 a	7,86 b	0,19 a
0	Pínus	3,48 c	13,78 b	0,39 c	4,82 c	13,02 c	0,43 d	3,70 a	7,23 b	0,22 a
3000	Areia	8,72 b	5,03 d	0,25 c	11,92 b	6,57 e	0,82 b	5,72 a	4,44 c	0,17 a
3000	Verm.	8,46 b	16,24 a	0,70 a	16,26 a	15,03 b	1,23 a	3,96 a	14,84 a	0,28 a
3000	CAC	12,02 a	8,61 c	0,40 c	11,12 b	9,87 d	0,62 c	5,42 a	7,48 b	0,22 a
3000	Pínus	6,92 c	13,66 b	0,48 b	6,40 c	13,69 b	0,50 c	5,00 a	6,95 b	0,20 a
CV (%)		27,10	12,65	19,66	27,21	13,45	19,5	39,08	26,83	19,56

¹Substratos: areia, vermiculita (Verm), casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de pínus (Pinus).

²Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o comprimento médio das raízes, a vermiculita, com e sem aplicação de AIB, foram os tratamentos que apresentaram os melhores resultados para *H. undatus* e *S. megalanthus*, e a vermiculita sem aplicação de AIB também foi o melhor tratamento para *H. polyrhizus* (Tabela 2).

A vermiculita, com AIB, foi o tratamento que apresentou as maiores médias de massa seca da raiz para *H. undatus* e *H. polyrhizus*. Em *S. megalanthus* não houve diferença entre as médias (Tabela 2).

Em relação à porcentagem de sobrevivência, enraizamento e brotação, o substrato CAC foi o mais adequado para *H. undatus* e *S. megalanthus*, e não havendo diferença, nesse substrato, entre a aplicação ou não de AIB (Tabela 1). Desse modo, recomenda-se a não aplicação de AIB tendo em vista a economia gerada pela não utilização da substância e pela mão de obra utilizada para a aplicação. Entretanto, em *H. polyrhizus*, a aplicação de AIB mostrou-se eficiente no enraizamento quando associada ao substrato casca de pínus.

Roberto *et al.*, (2004) obtiveram maior desenvolvimento radicular, alta porcentagem de enraizamento com baixa mortalidade em porta-enxertos de videira (*Vitis vinifera*), variedades ‘Campinas’ (IAC 766) e ‘Jales’ (IAC) 572, com a utilização da CAC, atribuindo esses resultados à melhor oxigenação e drenagem que este confere. Segundo Pires e Biasi (2003), a CAC ainda apresenta baixo peso, boa porosidade e baixo custo. De acordo com a Tabela 3, a CAC e a vermiculita apresentaram baixa densidade e elevada capacidade de retenção de água, características desejadas para um bom substrato segundo Coutinho e Carvalho (1983).

Tabela 3 – Médias de densidade, retenção de água, potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) dos diferentes substratos

Substratos	Densidade g.L	Retenção % volume	pH	CE $\mu\text{S.cm}^{-1}$
Areia ¹	1545,32 a ²	48,20 c	6,90 a	448,75 a
Verm	131,81 d	88,19 a	6,45 a	339,00 a
CAC	147,45 c	85,14 a	6,70 a	362,50 a
Pínus	257,49 b	75,28 b	4,73 b	54,50 b
CV (%)	1,42	4,60	3,42	20,65

¹Substratos: areia, vermiculita (Verm), casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de pínus (Pinus).

²Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação à qualidade do sistema radicular, envolvendo a análise de número, comprimento médio e massa seca das raízes, observou-se que a vermiculita foi mais adequada para todos os genótipos, sendo o uso do AIB favorável para *H. undatus* e *H. polyrhizus* (Tabela 2). A utilização de AIB não é necessária para o desenvolvimento radicular de *S. megalanthus* (Tabela 2). Bastos *et al.* (2006), também obtiveram os melhores resultados, em relação a qualidade do sistema radicular de *H. undatus* (pitaya de polpa branca), com a utilização de AIB (3000 mg.L⁻¹). Marques *et al.* (2012) obtiveram bons resultados no enraizamento e produção de mudas de *H. undatus* utilizando vermiculita e Plantimax ® como substrato.

Nachtigal e Pereira (2000) obtiveram os melhores resultados para o enraizamento de estacas de pessegueiro (*Prunus persica* cv. Okinawa) utilizando vermiculita como substrato e atribuíram estes resultados ao melhor equilíbrio na relação água/ar apresentado pela vermiculita. Fachinello, Hoffmann e Nachtigal

(2005) enfatizam como vantagens do uso da vermiculita o baixo peso, boa retenção de água (como pode ser observado na Tabela 3) e elevada porosidade.

Apesar da vermiculita ter apresentado baixos níveis de nitrogênio, fósforo e enxofre, esse substrato apresentou elevada concentração de cálcio, magnésio, potássio e zinco em relação aos demais substratos (Tabela 4). Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), o cálcio, o magnésio e o potássio favorece o enraizamento, e o zinco é ativador do triptofano, precursor da auxina, e deve estar presente para que se dê a formação das raízes. O cálcio é constituinte da parede celular e cofator de algumas enzimas da hidrólise do ATP, o magnésio é importante constituinte da molécula de clorofila, o potássio é cofator de mais de 40 enzimas e o zinco é constituinte de diversas enzimas, como desidrogenases e anidrases (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Tabela 4 – Composição química dos diferentes substratos utilizados para o enraizamento e produção de mudas de *H. undatus*, *H. polyrhizus* e *S. megalanthus*

	N	Ca	Mg	P	K	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Areia ¹	0,10	0,08	0,10	0,06	0,10	0,02	1,06	4568,55	37,31	8,35
Verm	0,17	7,33	79,21	0,14	4,61	0,06	13,67	27310,76	253,51	45,83
CAC	4,31	2,04	1,05	0,76	3,78	0,33	22,18	9265,96	1048,24	32,55
Pinus	8,42	4,52	1,26	1,02	1,69	0,97	8,18	8962,77	215,45	33,42

¹Substratos: areia, vermiculita (Verm), casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de pínus (Pinus).

A areia não apresentou bons resultados na qualidade do sistema radicular para as três espécies estudadas (Tabela 2). Silva Martins e Andrade (2006), também não obtiveram bons resultados em relação a qualidade do sistema radicular de *H. undatus* com a utilização de areia. Provavelmente a alta densidade desse substrato prejudicou o desenvolvimento das raízes. Segundo Verdonck, De Vleeschauwer e De Boodt (1983), as condições ideais ao crescimento radicular variam entre espécies, entretanto, é consenso que substratos com alta densidade e, conseqüentemente, baixa porosidade dificultam o crescimento radicular. Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), as raízes de plantas desenvolvidas em areia podem apresentar-se mais grossas, menos ramificadas e mais quebradiças. Além disso, a areia também apresentou as menores concentrações para todos os

nutrientes quantificados (Tabela 4), o que também pode ter influenciado no baixo desenvolvimento radicular observado nesse substrato (Tabela 2).

Observou-se que no substrato CAC, mesmo sem a aplicação de AIB, foram obtidos valores elevados para porcentagem de sobrevivência e enraizamento para as três espécies de pitaya (Tabela 1). Entretanto, em relação à qualidade das raízes formadas, a utilização do AIB mostrou-se positiva, porém com o substrato vermiculita (Tabela 2). Pio *et al.* (2005b), em seu trabalho com enraizamento de estacas de oliveira (*Olea europaea*) e Gontijo *et al.* (2003), com estacas de aceroleira (*Malpighia glabra*), observaram aumento no número de raízes por estaca e no comprimento das raízes com a utilização de AIB. Zietemann e Roberto (2007) obtiveram aumento da massa seca de raízes de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* cv. Século XXI) com a utilização de AIB. Esses resultados mostram que o AIB não deve ser utilizado apenas objetivando a quantidade de estacas enraizadas, mas também a qualidade do sistema radicular formado.

A massa seca das raízes de *H. undatus* e *S. megalanthus* teve correlação significativa com o comprimento médio das raízes, mostrando que a massa foi dada pelo comprimento e não pelo número de raízes (Tabela 5).

Tabela 5 – Correlação entre número de raízes (NR), comprimento médio das raízes (CR) e massa seca das raízes (MSR) de três genótipos de pitaya

	<i>H. undatus</i>		<i>H. polyrhizus</i>		<i>S. megalanthus</i>	
	CR	MSR	CR	MSR	CR	MSR
NR	-0,2962 ^{ns}	0,0268 ^{ns}	-0,223 ^{ns}	0,6976 ^{ns}	-0,635 ^{ns}	-0,2470 ^{ns}
CR		0,8727 ^{**}		0,4356 ^{ns}		0,6988 [*]

^{ns} Não significativo.

*Significativo á 5% pelo teste T.

**Significativo à 1% pelo teste T.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), o pH influencia na disponibilidade de vários nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio, ferro, manganês, boro, cobre, zinco e molibdênio, nos quais a faixa de pH em que todos estão disponíveis é entre 5,5 a 6,5. Nos substratos utilizados no presente trabalho, apenas a vermiculita apresentou valor médio de pH que se encontra dentro da faixa de maior disponibilidade dos nutrientes (6,45), entretanto, não diferindo estatisticamente da areia e CAC (6,90 e 6,70, respectivamente) . A casca de pínus

apresentou pH mais ácido em relação aos demais (4,73) (Tabela 3). Apesar da casca de pínus ter apresentado maior concentração de nitrogênio, fósforo e enxofre que os demais substratos (Tabela 4), os mesmos podem não ter se mostrado disponíveis para as espécies avaliadas tendo em vista os baixos valores médios referentes ao desenvolvimento radicular observados na Tabela 2. O nitrogênio é o constituinte de muitos componentes da célula vegetal, como aminoácidos e ácidos nucléicos. O fósforo é constituinte de ácidos nucléicos, nucleotídeos, fosfolipídeos e tem papel central nas reações que envolvem ATP. Já o enxofre é o componente de diversos aminoácidos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em relação à salinidade, Ballester-Olmos (1993), afirma que níveis acima de $350\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ são classificados como elevados para o desenvolvimento das plantas. Dentre os substratos avaliados, a vermiculita apresentou o menor nível de salinidade ($54,5\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), sendo que a casca de pínus também apresentou valor médio abaixo de $350\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($339,00\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), entretanto, não diferindo estatisticamente da areia e CAC ($448,75$ e $362,50\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente). (Tabela 3). Mesmo não havendo diferença significativa dos níveis de salinidade entre os grupos, a areia foi menos eficaz para o desenvolvimento das raízes, o que pode estar relacionado também com o nível de salinidade acima do considerado tolerável para as plantas.

No presente trabalho foi possível observar que as diferentes espécies de pitayas exigem condições diferenciadas de substratos e de aplicação de AIB. Observou-se ainda que as condições de substrato e AIB que proporcionaram maiores quantidades de estacas enraizadas e com brotos não foram as mesmas que proporcionaram os melhores resultados referentes às raízes formadas. Desse modo, os resultados apontam para futuros estudos visando, através de testes com misturas de substratos e novas doses de AIB, obter condições adequadas que favoreçam maior quantidade de estacas enraizadas e com brotações juntamente com a melhor qualidade do sistema radicular formado.

3.4 CONCLUSÃO

A casca de arroz carbonizada sem a aplicação de AIB é o substrato mais recomendado para obtenção de maior quantidade de estacas enraizadas e com brotações para *H. undatus* e *S. megalanthus*. Para *H. polyrhizus*, recomenda-se a utilização do substrato casca de pínus e aplicação de AIB.

Para o desenvolvimento das raízes, a vermiculita foi o substrato mais adequado, recomendando-se a aplicação de AIB para *H. undatus* e *H. polyrhizus* e a não aplicação em *S. megalanthus*.

3.5 REFERÊNCIAS

BALLESTER-OLMOS, J.F. **Substratos para el cultivo de plantas ornamentales**. Madrid: Saijen, 1993. 44 p.

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.

COUTINHO, M; CARVALHO, E. J. M. Caracterização das propriedades de alguns substratos para propagação de mudas. **Bragantia**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 167 - 176, 1983.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; COSTA, J. N.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1995. 178 p.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

FRANCO, D.; OLIVEIRA, I.V. de M.; CAVALCANTE, Í.H.L.; CERRI, P.E.; MARTINS, A.B.G. Estaquia como processo de clonagem do Bacuripari (*Redhia garderiana* Miers ex Planch e Triana). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 01, p. 176-178, 2007.

GONTIJO, T.C.A.; RAMOS, J.D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S.E.; CORRÊA, F.L.O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall. p. 276-501. 1997.

HERNÁNDEZ, Y.D.O. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus sp.*)**. México. 2000. 124 p.

HOFFMAN, A.; CHALFUN, N.N.J.; ANTUNES, L.E.C.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; REZENDE e SILVA, C.R. de. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE. 319 p. 1996.

KÄMPF, A.N.; TAKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V. **Floricultura: Técnicas de preparo de substratos**. LK Editora, Brasília, 2006. 132 p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

MARQUES, V.B.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; CRUZ, M.C.M. Porções de cladódios e substratos na produção de mudas de pitaia vermelha. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 17, p. 193-197, 2012.

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

NACTHIGAL, J.C.; PEREIRA, F.M. Propagação do pessegueiro (*Prunus pérsica* (L.) Batsch) cv. Okinawa por meio de estacas herbáceas em câmara de nebulização em Jaboticabal - SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 208-212, 2000.

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

NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. **Manual de Laboratório: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313 p.

PIO, R.; BASTOS, D.C.; BERTI, A.J.; SCARPARE FILHO, J.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R.; BETTIOL NETO, J.E.. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 562-567, 2005.

PIRES, E.J.P.; BIASI, L.A. Propagação da videira. In: POMMER, C.V. (ed). **Uva: tecnologia da produção, póscolheita e mercado**. Porto Alegre : Cinco Continentes, 2003. p. 295-350.

ROBERTO, S.R.; PEREIRA, F.M.; NEVES, C.S.V.J.; JUBILEU, B.S.; AZEVEDO, M.C.B.. Enraizamento de estacas herbáceas dos porta-enxertos de videira 'Campinas' (IAC 766) e 'Jales' (IAC) 572 em diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, 2004.

SILVA, M.T.H.; MARTINS, A.B.G.; ANDRADE, R.A. Enraizamento de estacas de pitaya vermelha em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 61-64, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VERDONCK, O.; DE VLEESCHAUWER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 126, p. 251-258, 1983.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S.R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007.

4 ARTIGO 2

CONCENTRAÇÕES, VEÍCULOS DE DILUIÇÃO E FORMAS DE APLICAÇÃO DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PITAYA POR ESTAQUIA

Alessandro Borini Lone

Resumo: Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, nas quais algumas espécies têm demonstrado boa aceitação para a comercialização. O objetivo do trabalho foi avaliar a formação de mudas de pitaya (*Hylocereus undatus*) por estaquia em diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB), veículos de diluição e formas de aplicação. As doses de AIB testadas foram 1500 e 3000 (mg.L^{-1} soluções líquidas e mg.Kg^{-1} para o talco) diluídas em etanol (solução 50%), KOH (1N), NaOH (1N) e talco, tendo-se um controle sem aplicação de AIB. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco repetições de quatro estacas por tratamento. As variáveis avaliadas foram: as porcentagens de sobrevivência, brotação e enraizamento, número de raízes por estaca, comprimento médio das raízes, massa seca das raízes, número de brotos por estaca, comprimento médio dos brotos, diâmetro médio dos brotos e massa seca dos brotos. A porcentagem de sobrevivência ficou em 100% para todos os tratamentos. A utilização de AIB foi favorável ao enraizamento, mostrando os melhores resultados em etanol e NaOH para as duas concentrações avaliadas. A utilização do AIB também favoreceu as brotações, mostrando bons resultados em KOH 1500 mg.L^{-1} . Em NaOH 3000 mg.L^{-1} apenas a porcentagem de brotação ficou abaixo da obtida em KOH 1500 mg.L^{-1} (90 e 100%, respectivamente), apresentando bons resultados para as demais variáveis relacionadas às brotações. Conclui-se que a solução de 3000 mg.L^{-1} de AIB, diluído em solução de NaOH, é a mais indicada para o enraizamento e brotação de estacas de pitaya.

Palavras-chave: Auxina. Cactácea. *Hylocereus undatus*. Propagação vegetativa.

CONCENTRATIONS, VEHICLES DILUTION, AND APPLICATION FORMS OF INDOLEBUTYRIC ACID IN PLANT FORMATION OF PITAYA BY CUTTING

Abstract: Pitaya is the name given to the fruit of several cactus with climbing habit, in which some species have demonstrated good acceptance for commercialization. The goal of this study was to evaluate the plant formation of pitaya (*Hylocereus undatus*) by cutting in different concentrations of indolebutyric acid (IBA), dilution vehicles and application forms. About 1500 and 3000 (mg.L^{-1} liquid solutions and mg.Kg^{-1} for talc) doses of IBA were tested when diluted in ethanol (50% solution), KOH (1N), NaOH (1N) and talc, and a control without application of IBA. The experimental design was completely randomized, with five replicates of four cuttings per treatment. The variables evaluated were: survival percentage, sprouting and rooting, number of roots per cutting, average root length, roots dry weight, numbers of sprouts per cutting, sprouts length, diameter and sprouts dry mass. The survival rate was 100% for all treatments. The use of IBA was favorable to rooting, showing the best results in ethanol and NaOH for the two tested concentrations. The use of IBA also favored sprouting, showing good results in KOH 1500 mg.L^{-1} . In NaOH 3000 mg.L^{-1} just sprouting percentage was below of that obtained in KOH 1500 mg.L^{-1} (90 and 100%, respectively), showing good results for the other variables related to the sprouting. It is concluded that the solution of 3000 mg.L^{-1} IBA, diluted in NaOH solution, is favorable for rooting and sprouting of pitaya cuttings.

Keywords: Auxin. Cactaceae. *Hylocereus undatus*. Vegetative propagation.

4.1 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; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002). Algumas espécies têm demonstrado boa aceitação para comercialização, dentre as quais se destaca o *Hylocereus undatus* (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca) (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997).

A propagação da pitaya é comumente realizada através da estaquia, sendo utilizado o método sexual quando se objetiva obtenção de variabilidade, para programas de melhoramento da espécie (PIMENTA, 1990 *apud* HERNÁNDEZ, 2000).

A propagação por estaquia é um dos métodos mais importantes de clonagem utilizados na fruticultura, pois proporciona a fixação de genótipos selecionados, a uniformidade de populações, a facilidade de propagação, a antecipação do período de florescimento, a redução do estágio juvenil e o maior controle das fases do desenvolvimento (FRANCO *et al.*, 2007).

Para proporcionar o enraizamento ou apenas aumentar a taxa do mesmo, costuma-se aplicar, na base das estacas, substâncias promotoras de enraizamento, sendo o ácido indolbutírico (AIB), a principal auxina sintética de uso geral, por não apresentar toxicidade para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações, por ser efetiva para um grande número de espécies e relativamente estável, e por ser pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas (PIRES; BIASI, 2003).

O aumento da concentração de auxinas exógenas, aplicada em estacas, provoca efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual qualquer acréscimo de auxinas tem efeito inibitório. O teor adequado de auxina exógena, para estímulo do enraizamento, depende da espécie e da concentração de auxina existente no tecido (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), o AIB requer a diluição em pequenos volumes de álcool (etílico, metílico ou isopropílico), ou de hidróxido de sódio ou potássio, tendo como formas de aplicação o pó a base de talco, soluções diluídas (20 a 200 mg.L⁻¹) ou soluções concentradas (200 a 10.000 mg.L⁻¹).

Observa-se em diversos trabalhos de enraizamento de estacas de frutíferas a utilização de diferentes veículos para a diluição do AIB e formas de aplicação, como na utilização do talco para a propagação de cacaueteiro (*Theobroma cacao*) (FARIA; SACRAMENTO, 2003), videira (*Vitis vinifera*) (BIASI; BOSZCZOWSKI, 2005) e ameixeira (*Prunus spp.*) (PASINATO; NACHTIGAL; KERSTEN, 1998), e em soluções concentradas com o emprego do hidróxido de potássio (KOH) em mirtilo (*Vaccinium ashei*) (FISCHER *et al.*, 2008), do hidróxido de sódio (NaOH) em pessegueiro (*Prunus persica*) (TOFANELLI *et al.*, 2002) e figueira (*Ficus carica*) (NOGUEIRA *et al.*, 2007) e etanol em aceroleira (*Malpighia emarginata*) (LOPES *et al.*, 2003) e também em videira (*Vitis vinifera*) (MACHADO *et al.*, 2005).

Frente ao exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar o enraizamento e brotação de estacas de pitaya em diferentes concentrações de AIB, veículos de diluição e formas de aplicação.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, com cobertura de plástico transparente, pertencente ao laboratório de fitotecnia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), localizada a 23° 23' S e 51° 11' W e com altitude média de 560 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (subtropical úmido).

O experimento foi realizado no período de 13 de agosto a 13 de outubro de 2010. Foram utilizadas estacas de 20 cm de comprimento da região intermediária de ramos de pitaya, da espécie *Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose, obtidas de plantas matrizes cultivadas na fazenda escola da UEL.

As doses de AIB testadas foram 1500 e 3000 (mg.L⁻¹ para soluções líquidas e mg.Kg⁻¹ para o talco) diluídas em etanol (solução 50%), KOH (hidróxido de potássio, 1N), NaOH (hidróxido de sódio, 1N) e talco, preparado segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), tendo-se um controle sem aplicação de AIB. Para as soluções líquidas, o AIB foi diluído nos veículos de acordo com as concentrações citadas anteriormente e completado o volume com água destilada. A base das estacas foram submersas a 2 cm durante 10 segundos antes do plantio, realizado em vasos de 5,8L, contendo vermiculita de granulação média como substrato. As regas foram realizadas a cada três dias na quantidade de 180 (±30) mL por vaso.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco repetições de quatro estacas por tratamento.

Após dois meses do início do experimento foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência, brotação e enraizamento das estacas, assim como o número de raízes por estaca, comprimento médio das raízes (cm), massa seca das raízes (g), número de brotos por estaca, comprimento médio dos brotos (cm), diâmetro médio dos brotos (cm) e massa seca dos brotos. Para obtenção da massa seca, utilizou-se estufa de ventilação forçada com temperatura de 65°C durante 48 horas.

Para a avaliação em porcentagem, foi considerado o total de estacas referente a cada tratamento e os valores comparados pelo teste de Qui-quadrado a 5% de probabilidade. Para as demais variáveis, foram realizadas análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Foram realizadas correlações entre as variáveis atestando sua significância pelo

teste T à 5 e 1% de probabilidade. Para efeito da análise estatística, os dados em porcentagem foram transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$ e os referentes aos números médios em $\sqrt{x+0,5}$.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de sobrevivência das estacas após dois meses foi de 100% para todos os tratamentos (dados não tabelados). Provavelmente essa alta porcentagem de sobrevivência esteja relacionada ao fato da espécie trabalhada ser uma cactácea, a qual apresenta o caule suculento onde armazena nutrientes, podendo desse modo manter-se viva por longos períodos. Segundo Paula e Ribeiro (2004), os caules dos cactos têm a capacidade de armazenar água e nutrientes e ainda têm função fotossintetizante.

Em relação à porcentagem de enraizamento, observou-se maior média em NaOH 3000 mg.L⁻¹ (AIB). Este resultado diferiu estatisticamente somente do tratamento controle (sem AIB) e do talco 1500 mg.L⁻¹. O controle apresentou a menor média de porcentagem de enraizamento (60%), não diferindo do talco 1500 mg.L⁻¹ (Tabela 1). Bastos *et al.* (2006a) também obtiveram os melhores resultados para a porcentagem de enraizamento de pitaya (*H. undatus*) com a concentração de 3000 mg.L⁻¹ de AIB em relação ao controle (sem aplicação de AIB), entretanto, utilizando o KOH como veículo de diluição. El-Obeidy (2006), também trabalhando com enraizamento de pitaya, obteve os melhores resultados para porcentagem de enraizamento utilizando AIB nas concentrações de 2000 e 3000 mg.L⁻¹ em relação à 1000 mg.L⁻¹ e ao controle (sem aplicação de AIB), utilizando etanol como veículo de diluição.

Tabela 1 – Porcentagem de enraizamento (PE), número médio de raízes (NR), comprimento médio das raízes (CR - cm) e massa seca das raízes (MSR - g) de estacas de pitaya (*H. undatus*) em diferentes concentrações de AIB (mg.L^{-1} soluções líquidas e mg.Kg^{-1} para o talco), veículos de diluição e formas de aplicação

Veículo-AIB	PE ¹	NR ²	CR ²	MSR ²
Controle (0)	60 c	2,67 a	17,01 a	0,19 b
Etanol 3000	90 ab	4,48 a	15,31 a	0,33 a
Etanol 1500	85 ab	5,60 a	12,66 a	0,35 a
Talco 3000	85 ab	4,13 a	17,07 a	0,28 b
Talco 1500	75 bc	4,77 a	14,21 a	0,30 b
KOH 3000	85 ab	4,63 a	16,06 a	0,29 b
KOH 1500	85 ab	5,87 a	14,72 a	0,28 b
NaOH 3000	95 a	7,40 a	14,47 a	0,43 a
NaOH 1500	85 ab	5,12 a	17,37 a	0,37 a
CV(%)		24,41	18,01	24,93

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste do Qui-quadrado, à 5% de probabilidade. Qui-quadrado = 0,83, Q (1-P) = 0,17 e P = 0,83.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

São diversos os estudos que apontam o aumento na porcentagem de enraizamento de estacas de diferentes espécies de frutíferas com a utilização do AIB, como em lichieira (*Litchi chinensis*) (BASTOS *et al.*, 2006b), em figueira (*Ficus carica*) (PIO *et al.*, 2008), em pessegueiro (*Prunus persica*) (TOFANELLI *et al.*, 2002) e em aceroleira (*Malpighia emarginata*) (LOPES *et al.*, 2003).

Apesar de não ter sido observado diferença estatística entre os tratamentos para o número de raízes, observou-se maior valor médio para essa variável em NaOH 3000 mg.L^{-1} (7,40 cm) e menor valor médio no controle (2,67 cm). Também não houve diferença para o comprimento médio das raízes entre os tratamentos. Para a variável massa seca das raízes, os tratamentos com etanol e o NaOH, nas duas concentrações de AIB, foram os que apresentaram as maiores médias (Tabela 1). Provavelmente essas duas substâncias efetuaram melhor diluição do AIB, proporcionando melhor eficiência na aplicação. Oliveira *et al.* (2009), também não observaram diferenças entre o etanol e o NaOH, como veículo de diluição do AIB, no enraizamento de estacas de oliveira (*Olea europaea*), sendo a dose de 3000 mg.L^{-1} foi mais favorável para o enraizamento dessa espécie.

A forma de aplicação de AIB via talco mostrou baixos valores de massa seca da raiz, juntamente com as soluções de KOH e o controle (Tabela 1). Segundo Ferreira *et al.* (2009), a aplicação do AIB via talco possui a desvantagem

de não produzir resultados homogêneos, devido à desuniformidade do material aderido à base das estacas, podendo, dessa forma, prejudicar o enraizamento.

Em relação à porcentagem de brotação, observou-se a maior média em KOH 1500 mg.L⁻¹ (100%), não diferindo do talco 1500 mg.L⁻¹. Para o número de brotos por estaca não foi observado diferença estatística entre as médias. Entretanto, para o comprimento e diâmetro médio dos brotos o NaOH e KOH, nas duas concentrações de AIB, e o talco 1500 mg.L⁻¹ apresentaram as maiores médias em relação aos demais tratamentos. Porém essa diferença não refletiu na massa seca dos brotos, onde não houve diferença entre as médias (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de brotação (PB), número médio de brotos (NB), comprimento médio dos brotos (CB - cm), diâmetro médio dos brotos (DB - cm) e massa seca dos brotos (MSB - g) de estacas de pitaya (*H. undatus*) em diferentes concentrações de AIB (mg.L⁻¹ soluções líquidas e mg.Kg⁻¹ para o talco), veículos de diluição e formas de aplicação

Veículo-AIB	PB ¹	NB ²	CB ²	DB ²	MSB ²
Controle	75 cd	1,72 a	8,40 b	2,80 b	1,23 a
Etanol 3000	80 cd	1,65 a	9,22 b	2,97 b	1,28 a
Etanol 1500	70 d	1,85 a	9,23 b	2,92 b	1,59 a
Talco 3000	90 bc	1,82 a	10,87 b	3,33 b	1,90 a
Talco 1500	95 ab	1,55 a	11,94 a	3,61 a	1,71 a
KOH 3000	90 bc	1,90 a	12,87 a	3,98 a	2,39 a
KOH 1500	100 a	1,75 a	11,60 a	3,74 a	1,86 a
NaOH 3000	90 bc	1,68 a	13,50 a	3,97 a	2,23 a
NaOH 1500	70 d	2,00 a	13,62 a	4,20 a	2,54 a
CV(%)		25,41	26,11	22,46	30,9

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste do Qui-quadrado, à 5% de probabilidade. Qui-quadrado = 0,83, Q (1-P) = 0,17 e P = 0,83.

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Diversos trabalhos mostram o efeito positivo da utilização do AIB nas variáveis referentes à parte aérea, como observado por Vaz *et al.* (2009), em espécies silvestres de maracujazeiro (*Passiflora spp.*), por Faria e Sacramento (2003), em cacaueteiro (*Theobroma cacao*, clone TSH 516), por Pasinato, Nachtigal e Kersten (1998), em cultivares de ameixeira (*Prunus spp.*) e por Fischer *et al.* (2008) em algumas cultivares de mirtilo (*Vaccinium ashei*). Segundo Taiz e Zeiger (2004), os tecidos do caule também são alvo da auxina, a qual promove seu alongamento. Entretanto, no presente trabalho, não houve relação entre os tratamentos que apresentaram melhor formação radicular com o melhor desenvolvimento da parte

aérea, representado pela ausência de correlações significativas das variáveis referentes ao enraizamento com as referentes à brotação (Tabela 3).

Tabela 3 – Correlação entre porcentagem de enraizamento (PE), número de raízes (NR), comprimento médio das raízes (CR), massa seca das raízes (MSR), porcentagem de brotação (PB), número de brotos (NB), comprimento médio dos brotos (CB), diâmetro médio dos brotos (DB) e massa seca dos brotos (MSB) de estacas de pitaya (*H. undatus*)

	NR	CR	MSR	PB	NB	CB	DB	MSB
PE	0,7781 **	-0,2956 ^{ns}	0,8226 **	0,1852 ^{ns}	0,1739 ^{ns}	0,4904 ^{ns}	0,4447 ^{ns}	0,4857 ^{ns}
NR		-0,5692 ^{ns}	0,8516 **	0,2744 ^{ns}	-0,0141 ^{ns}	0,5943 ^{ns}	0,5428 ^{ns}	0,4949 ^{ns}
CR			-0,3861 ^{ns}	-0,1368 ^{ns}	0,3973 ^{ns}	0,1252 ^{ns}	0,1818 ^{ns}	0,2343 ^{ns}
MSR				-0,0978 ^{ns}	0,1142 ^{ns}	0,5638 ^{ns}	0,4842 ^{ns}	0,5121 ^{ns}
PB					-0,4604 ^{ns}	0,3666 ^{ns}	0,3603 ^{ns}	0,1531 ^{ns}
NB						0,2788 ^{ns}	0,3422 ^{ns}	0,6001 ^{ns}
CB							0,9859 **	0,9299 **
DB								0,932 **

^{ns} Não significativo.

**Significativo à 1% pelo teste T.

De acordo com a Tabela 3, houve correlação significativa da porcentagem de enraizamento com o número de raízes e massa seca das raízes, mostrando que os tratamentos que apresentaram maior porcentagem de enraizamento também apresentaram maior número e massa seca de raízes. Também houve correlação significativa entre o número e massa seca das raízes, indicando que a massa foi dada pelo número e não pelo comprimento das raízes. Correlações significativas ainda foram observadas entre a massa seca dos brotos com o comprimento e diâmetro dos brotos, representando que, quanto maior o comprimento e diâmetro, maior a massa dos brotos. Houve correlação significativa também entre diâmetro e comprimento dos brotos, mostrando que os maiores brotos também possuem maior diâmetro.

Os resultados mais favoráveis para o enraizamento de estacas de pitaya foram obtidos com a utilização do AIB, com etanol e NaOH como veículos de diluição, não havendo diferença entre as doses de 1500 e 3000 mg.L⁻¹ (Tabela 1). Entretanto, o etanol não mostrou bons resultados em relação às variáveis relacionadas às brotações (Tabela 2). Para essas variáveis, a utilização de KOH 1500 mg.L⁻¹ apresentou-se mais favorável, não diferindo do talco 1500 mg.L⁻¹, tratamentos que não apresentaram os melhores resultados no enraizamento

(Tabelas 1 e 2). Em NaOH 3000 mg.L⁻¹ apenas a porcentagem de brotação ficou abaixo da obtida em KOH 1500 mg.L⁻¹ (90 e 100%, respectivamente), apresentando bons resultados para as demais variáveis relacionadas às brotações (Tabela 2). Desse modo, esse tratamento reúne os melhores resultados de enraizamento com bons resultados referentes às brotações.

4.4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a solução de 3000 mg.L⁻¹ de AIB, diluído em solução de NaOH, é a mais indicada para a produção de mudas *H. undatus* por estaquia.

4.5 REFERÊNCIAS

- BASTOS, D.C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J.A.; ALMEIDA, L.F.P.; ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R. Tipo de estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação de lichieira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 97-102, 2006b.
- 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, 2006a.
- BIASI, L. A.; BOSZCZOWSKI, B. Propagação por estacas semilenhosas de *Vitis rotundifolia* cvs. magnolia e topsail. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 405-407, 2005.
- EL-OBEIDY, A.A. Mass propagation of pitaya (dragon fruit). **Fruits**, Paris, v. 61, n. 5, p. 313–319, 2006.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.
- FARIA, J.C.; SACRAMENTO, C.K. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacaueiro (clones CEPEC 42, TSH 516 E TSH 1188) em função da aplicação do ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 192-194, 2003.
- FERREIRA, B.G.A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; CARPANEZZI, A.A.; TAVARES, F.R.; KOEHLER, H.S. Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 196-201, 2009.
- FISCHER, D.L.O.; FACHINELLO, J.C.; ANTUNES, L.E.C.; TOMAZ, Z.F.P.; GIACOBBO, C.L. Efeito do ácido indolbutírico e da cultivar no enraizamento de

estacas lenhosas de mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 285-289, 2008.

FRANCO, D.; OLIVEIRA, I. V. de M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; CERRI, P. E.; MARTINS, A. B. G. Estaquia como processo de clonagem do Bacuri (*Redhia gardneriana* Miers ex Planch e Triana). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 176-178, 2007.

HERNÁNDEZ, Y.D.O. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* sp.)**. México. 124 p. 2000.

LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. E. C.; RIVA, E. M. Influência do ácido indol-3-butírico e do substrato no enraizamento de estacas de acerola. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 79-83, 2003.

MACHADO, M.P.; MAYER, J.L.S.; RITTER, M.; BIASI, L.A. ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira 'VR043-43' (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 476-479, 2005.

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

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

NOGUEIRA, A.M.; CHALFUN, N.N.J.; DUTRA, L.F.; VILLA, F. Propagação de figueira (*Ficus carica* L.) por meio de estacas retiradas durante o período vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 914-920, 2007.

OLIVEIRA, A.F.; CHALFUN, N.N.J.; ALVARENGA, A.A.; VIEIRA NETO, J.; PIO, R.; OLIVEIRA, D.L. Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NaOH e álcool. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 79-85, 2009.

PASINATO, V.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de ameixeira (*Prunus spp.*), em condições de campo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 265-268, 1998.

PAULA, C.C.; RIBEIRO, O.B.C. **Cultivo prático de cactáceas**. Viçosa, MG:UFV, 2004. 94 p.

PIO, R.; OHLAND, T.; CHAGAS, E.A.; BARBOSA, W.; CAMPAGNOLO, M.A.; DALASTRA, I.A. Enraizamento de estacas radiculares de figueira 'roxo de valinhos' tratadas com AIB e dois métodos de imersão. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 111-115, 2008.

PIRES, E. J. P.; BIASI, L. A. Propagação da videira. In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia da produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 295-350.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOFANELLI, M.B.D.; CHALFUN, N.N.J.; HFFMANN, A.; CHALFUN JUNIOR, A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos semilenhosos de pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 939-944, 2002.

VAZ, C.F.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; SANTOS, E.C.; FONSECA, K.G.; JUNQUEIRA, K.P. Enraizamento de espécies silvestres de maracujazeiro utilizando cinco doses de ácido indolilbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 816-822, 2009.

5 ARTIGO 3

ENRAIZAMENTO E BROTAÇÃO DE ESTACAS DE PITAYA EM DIFERENTES PERÍODOS DO ANO

Alessandro Borini Lone

Resumo: Pitaya é o nome dado aos frutos de diversas cactáceas de hábito trepador, nas quais algumas espécies têm demonstrado aceitação para a comercialização. O objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento e brotação de estacas de pitaya em diferentes períodos do ano, na região de Londrina - PR. As épocas de coleta das estacas iniciaram-se em 15 de janeiro de 2011, repetindo-se mensalmente em todo 15º dia até dezembro de 2011, totalizando 12 épocas de coleta. Durante todo o período do trabalho foi realizado o monitoramento da temperatura da casa de vegetação. As avaliações foram realizadas 60 dias após a estaquia de cada período. O delineamento do experimento foi em blocos em função do tempo, composto de 12 tratamentos (períodos) com quatro repetições de 10 estacas por período. Foram avaliados: sobrevivência (%), enraizamento (%) e brotação (%) das estacas; número e comprimento (cm) de brotos; número de raízes; comprimento médio das raízes (cm); comprimento da maior raiz (cm), volume das raízes (mL) e massa seca das raízes (g). Em todos os períodos avaliados a porcentagem de sobrevivência das estacas foi de 100%. Os melhores resultados para porcentagem de enraizamento, número de raízes e comprimento médio das raízes foram observados nos períodos de janeiro a março e outubro a dezembro. Em fevereiro ocorreram as maiores médias para o volume radicular e massa seca das raízes. Para a brotação (%) os melhores resultados foram obtidos de julho a agosto, para o número de brotos por estaca de agosto a novembro e para o comprimento dos brotos de julho a dezembro. Conclui-se que os meses que apresentaram as temperaturas mais elevadas favoreceram o enraizamento das estacas de pitaya, e os meses com temperaturas mais amenas favoreceram as brotações.

Palavras-chave: Cactaceae. Estaquia. *Hylocereus undatus*. Propagação vegetativa.

ROOTING AND SPROUTING OF PITAYA CUTTINGS AT DIFFERENT TIMES OF THE YEAR

Alessandro Borini Lone

Abstract: Pitaya is the name given to the fruit of several cactus of climbing habit, in which some species have demonstrated good acceptance for commercialization. This study aims to evaluate the rooting and sprouting of pitaya cuttings at different times of the year, in the region of Londrina - PR. The cuttings collection started in January 15, 2011, repeating monthly around the 15th day of each month until December 2011, with a total of 12 collections. Throughout research period, greenhouse temperature was monitored. Assessments were performed 60 days after the cutting of each period. The experimental design was block in time, consisting of 12 treatments (periods) with four replicates of 10 cuttings per period. The variables evaluated were: percentage of survival, sprouting and rooting of cuttings, number and length (cm) of sprouts, number of roots, average root length (cm), longest root length (cm), root volume (mL) and weight root dry mass (g). Cuttings survival percentage was 100% for all evaluated periods. The best results for rooting percentage, number of roots and average length of roots were observed from January to March and from October to December. In February was the highest averages for the root volume and root dry mass. For sprouting (%) best results were obtained from July to August, the number of shoots per cutting from August to November and for the length of shoots from July to December. It is concluded that the months with the highest temperatures favored the rooting of pitaya cuttings, and months with milder temperatures favored the sprouts.

Keywords: Cactaceae. Cuttings. *Hylocereus undatus*. Vegetative propagation.

5.1 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; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002). Algumas espécies têm demonstrado boa aceitação para comercialização, dentre as quais se destaca o *Hylocereus undatus* Haw (fruto oblongo, com casca vermelha e polpa branca) (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997).

A pitaya (*H. undatus*) é uma cactácea originária da América, estando distribuída na Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguai, Brasil, Colômbia e México, sendo os dois últimos os principais produtores em nível mundial (CANTO, 1993).

No Brasil, existem pequenas áreas de produção de pitaya, situadas principalmente no Estado de São Paulo, como nos municípios de Socorro e

Narandiba (LOPES, 2012). Segundo Bastos *et al.* (2006), a produção dos frutos em São Paulo ocorre durante os meses de dezembro a maio, com produtividade média anual de 14 toneladas de fruto/ha (BASTOS *et al.*, 2006).

A produção de mudas de pitaya pode ser realizada através de sementes, utilizadas principalmente em programas de melhoramento genético e variabilidade de germoplasma, ou vegetativamente através da estaquia (MIZRAHI; NERD; SITRIT, 2002).

As plantas oriundas de estacas iniciam o florescimento após um ou dois anos do plantio. Além da precocidade na produção, a propagação por estaquia é a forma mais prática para se obter plantações uniformes, fator importante para cultivos comerciais, devido à manutenção das características fenológicas e de qualidade de frutos, necessárias para facilitar o mercado (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAGUSAM, 2007).

Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), a época do ano em que as estacas são coletadas está estreitamente relacionada à consistência da estaca, sendo que aquelas coletadas em um período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão), portanto mais herbáceas, tendem a enraizar mais, enquanto que aquelas coletadas no inverno são mais lignificadas e possuem menor capacidade de enraizamento. Ainda para esses autores, a influência da época de coleta das estacas no enraizamento pode ser atribuída às condições climáticas, especialmente temperatura e disponibilidade de água.

A estação do ano pode representar o fator decisivo para o sucesso do enraizamento, ressaltando-se que temperaturas mais elevadas muitas vezes coincidem com o aumento da atividade das brotações, florescimento e maiores taxas de crescimento (KIBBLER; JOHNSTON; WILLIAMS, 2004).

Uma vez que as condições de temperatura e fotoperíodo são diferenciadas em relação a cada estação do ano e nas regiões geográficas, podendo as mesmas influenciarem sobre o desenvolvimento das plantas e enraizamento de estacas, o objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento e brotação de estacas de pitaya em diferentes períodos do ano, em Londrina - PR.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná, localizada a 23°23'S e 51°11'W e altitude média de 560 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa-subtropical úmido.

A casa de vegetação possui cobertura plástica transparente e laterais com plástico transparente e telado para sombreamento (sombrite) de padrão comercial de 70%. O sombreamento proporcionado pela estrutura foi de 54,04 ($\pm 1,28$) %, calculado a partir de medidas realizadas com luxímetro, interna e externamente à casa de vegetação.

As épocas de coleta das estacas iniciaram-se em 15 de janeiro de 2011, repetindo-se mensalmente em todo 15º dia até dezembro de 2011, totalizando 12 épocas de coleta. Em cada período foram coletadas 40 estacas de 20 cm, de segmentos intermediários dos ramos, de plantas matrizes de *Hylocereus undatus* cultivadas na UEL. As estacas foram submetidas à imersão rápida (10 segundos) de sua base (2 cm da base) em solução contendo AIB (ácido indol-butírico) na concentração de 3000 mg.L⁻¹, utilizando NaOH à 1N como veículo de diluição. Após esse procedimento, as mesmas foram divididas em quatro repetições de 10 estacas e plantadas individualmente em vasos plásticos pretos (citropotes) de 20 cm de altura e 11,5 cm de diâmetro. Como substrato utilizou-se vermiculita de granulação média.

O substrato foi umedecido em 100% da capacidade de retenção de água antes do plantio. As estacas foram plantadas com 3 cm da base aprofundada no substrato. As regas durante o período do experimento foram realizadas a cada dois ou três dias na quantidade suficiente para manter a saturação do substrato em 80%. Para o cálculo do volume de rega, três vasos eram escolhidos aleatoriamente e pesados em balança e descontados os pesos do vaso e estaca (média de pesagem anterior), e pela diferença do peso do substrato saturado em 100% (pesado anteriormente), calculava-se a quantidade média de água necessária para a rega.

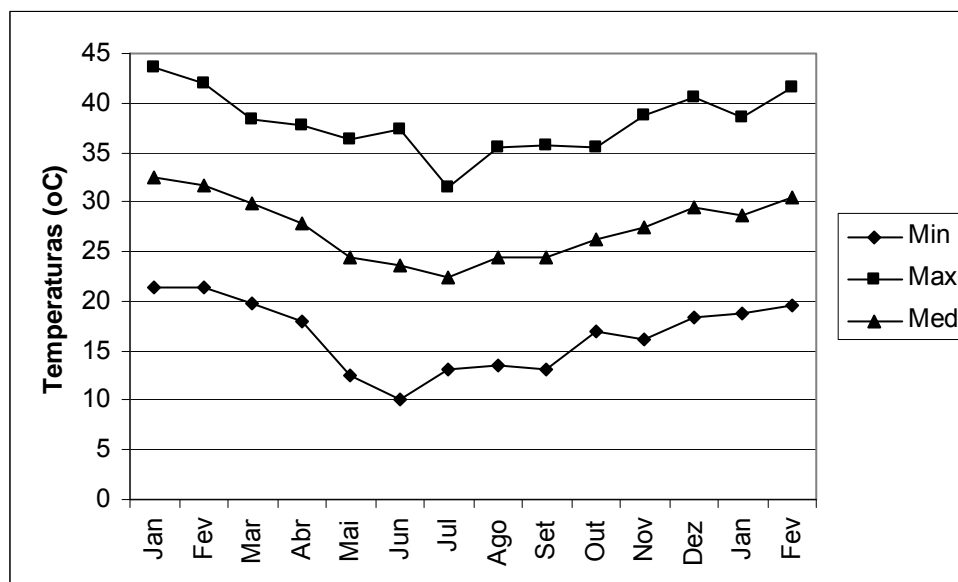
As avaliações foram realizadas 60 dias após a estaquia de cada período. Foram avaliados: sobrevivência (%), enraizamento (%) e brotação (%) das estacas; número e comprimento (cm) de brotos; número de raízes; comprimento

médio das raízes (cm); comprimento da maior raiz (cm), volume das raízes (mL) e massa seca das raízes (g).

Para as avaliações, as estacas foram retiradas dos vasos e as raízes lavadas em água corrente para eliminação do substrato aderido. Para as medições de comprimento foi utilizada uma régua graduada de 60 cm, para a determinação do volume foi utilizado uma proveta graduada de 100 mL, onde era acrescido 80 mL de água e inserido o sistema radicular, e pelo deslocamento do líquido era dado o volume das raízes. Para a avaliação da massa seca, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa por 48 horas à 65°C e posteriormente pesadas em balança semi-analítica.

Os valores de temperaturas médias, mínimas e máximas do interior da casa de vegetação foram obtidos durante todo o período de execução do experimento através da utilização de um medidor automático (Data Logger, modelo HT-500) com intervalo de leitura de 10 minutos (Figura 1).

Figura 1 – Médias das temperaturas mínimas, médias e máximas em casa de vegetação, de janeiro de 2011 a fevereiro de 2012, em Londrina – PR



O delineamento do experimento foi em blocos em função do tempo, composto de 12 tratamentos (períodos) com quatro repetições de 10 estacas por período.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada a correlação

das variáveis analisando sua significância pelo teste T. Para efeito da análise estatística, os dados em porcentagem foram transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$ e os referentes aos números médios em $\sqrt{x+0,5}$.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

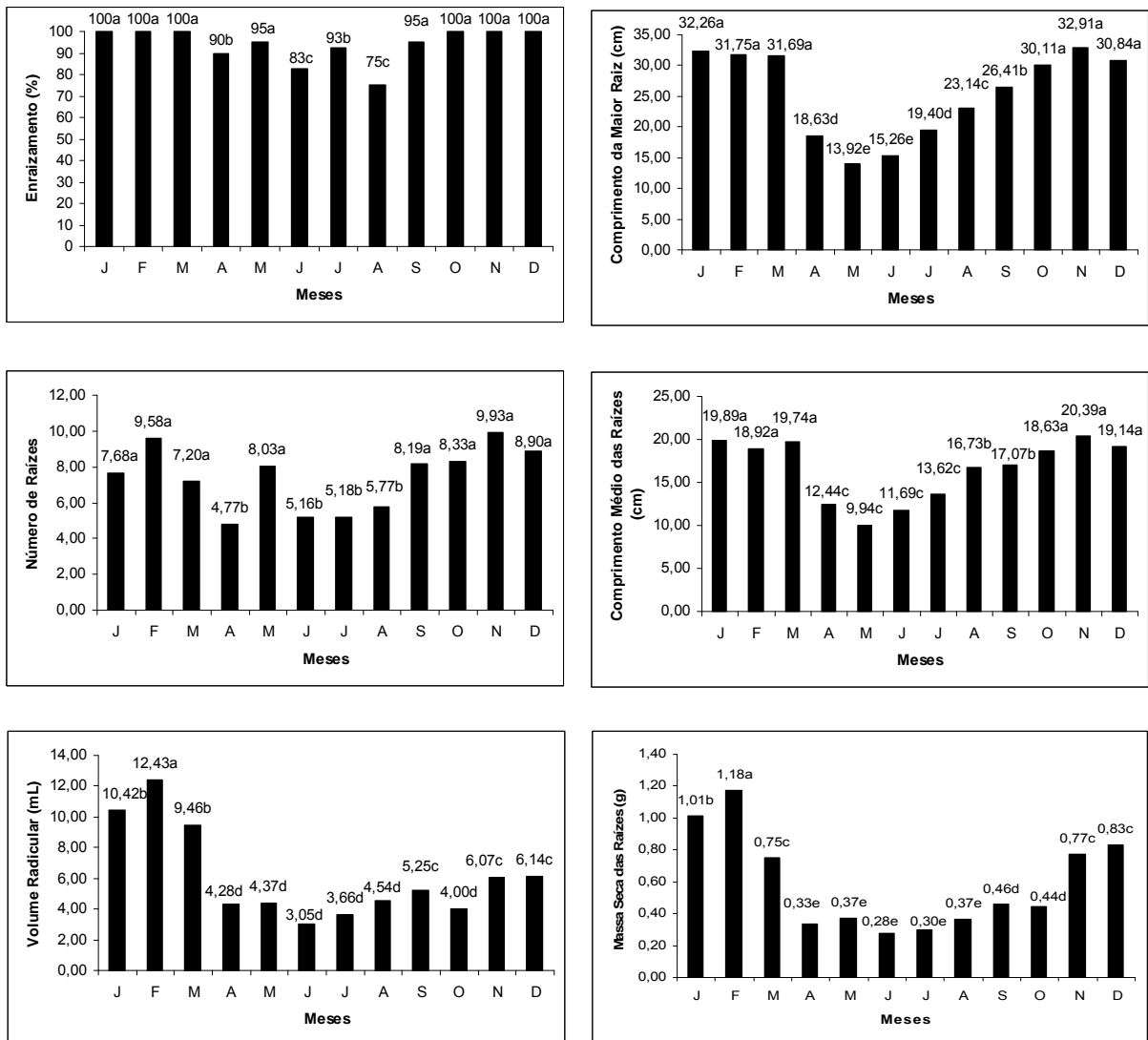
A porcentagem de sobrevivência das estacas foi de 100% para todos os períodos avaliados (dados não tabelados). Provavelmente essa máxima porcentagem de sobrevivência esteja relacionada ao fato da espécie avaliada ser uma cactácea, a qual apresenta caule suculento onde armazena nutrientes, podendo desse modo manter-se viva por longos períodos. Segundo Paula e Ribeiro (2004), os caules dos cactos têm a capacidade de armazenar água e nutrientes e ainda apresentam função fotossintetizante.

Os maiores valores para porcentagem de enraizamento e para o número de raízes foram observados no período de janeiro a março, em maio e de setembro a dezembro. Para o comprimento médio e da maior raiz, os melhores resultados foram observados no período entre janeiro a março e entre outubro a dezembro. Para o volume radicular e massa seca das raízes, os maiores valores foram observados em fevereiro, seguido pelo mês de janeiro, mostrando que as temperaturas mais elevadas desses meses favoreceram o acúmulo de massa seca nas raízes (Figuras 1 e 2).

Para as variáveis referentes ao sistema radicular observou-se diminuição dos valores nos meses mais frios, mostrando que, para o desenvolvimento radicular da pitaya, temperaturas mais elevadas favorecem não só a quantidade de estacas enraizadas, mas também o número de raízes formadas e seu desenvolvimento (Figura 2). Segundo Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005), a época do ano está estreitamente relacionada com a consistência da estaca, sendo que aquelas coletadas em período de crescimento vegetativo (primavera/verão) apresentam-se mais herbáceas mostrando maior capacidade de enraizamento. Ainda segundo esses autores, o aumento da temperatura favorece a divisão celular na formação de raízes. Desse modo, observa-se que as épocas do ano que apresentam maiores temperaturas (primavera/verão) favorecem o processo de enraizamento por proporcionar estacas com melhores condições para o

enraizamento, ou seja, mais herbáceas, e por garantir também melhor condição para que o enraizamento ocorra.

Figura 2 – Porcentagem de enraizamento (CV= 11,19%), comprimento da maior raiz (CV= 10,06%), número de raízes (CV= 20,33%), comprimento médio de raízes (CV= 10,97%), volume radicular (CV= 12,12%) e massa seca das raízes (CV= 13,33%) de estacas de pitaya (*H. undatus*) coletadas e plantadas em 2011. Londrina, PR. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade

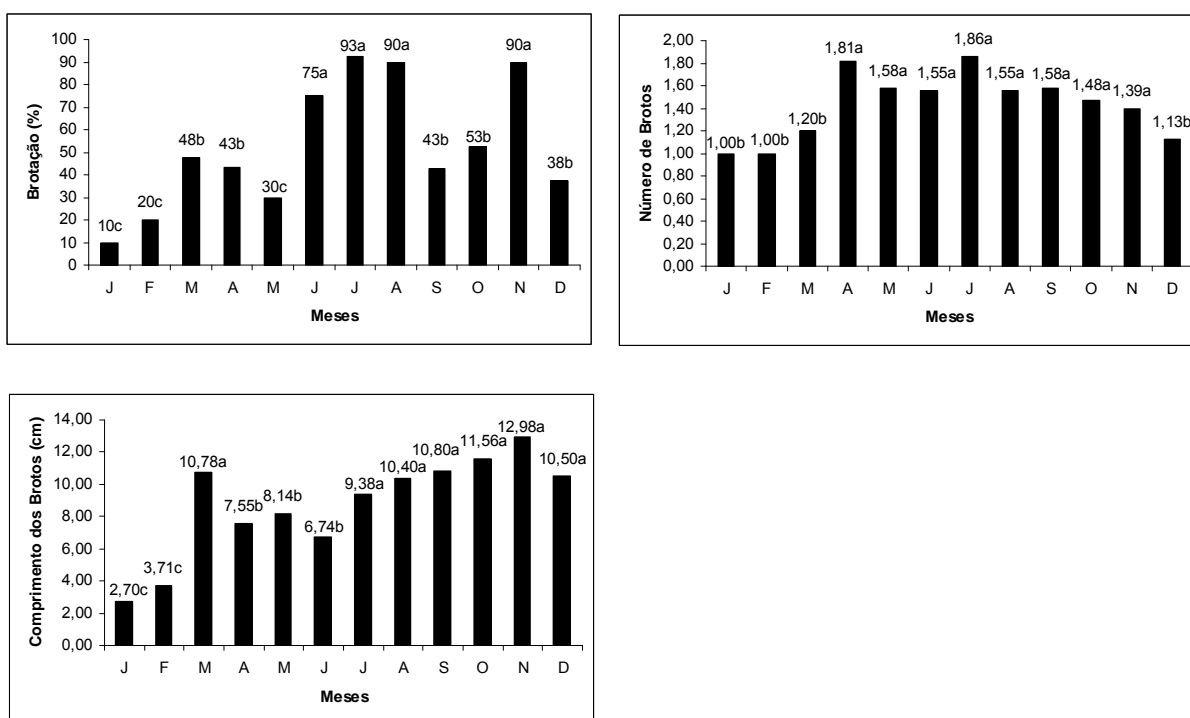


Diversos trabalhos mostram o efeito positivo no enraizamento de estacas coletadas em épocas mais quentes. Ercisli *et al.* (2003), em seu trabalho com kiwi (*Actinidia deliciosa*) e Tavares, Kersten e Siewerdt (1995), com goiaba (*Psidium guajava*), observaram maiores porcentagens de enraizamento de estacas coletadas em fevereiro. Ferreira *et al.* (2009) obtiveram melhor enraizamento de

estacas de pau-de-leite (*Sapium glandulatum*) em estacas colhidas no verão. Dutra, Kersten e Fachinello (2002) encontraram maiores percentuais de enraizamento, número e massa seca das raízes de pessegueiro (*Prunus persica*) em estacas coletadas na primavera e verão. Correa e Fett-Neto (2004) observaram que temperaturas baixas (15°C) inibem a formação radicular de eucalipto (*Eucalyptus saligna*), resultados que estão de acordo com o presente trabalho.

Para a porcentagem de brotação, as maiores médias foram observadas no período de junho a agosto e em novembro. Em relação ao número de brotos por estaca, as maiores médias foram observadas entre agosto a novembro, e para o comprimento dos brotos em março e no período de julho a dezembro (Figura 3). Observou-se que as menores médias para as variáveis referentes à parte aérea foram em janeiro e fevereiro, meses que apresentaram as médias mais elevadas de temperatura (Figuras 1 e 3).

Figura 3 – Porcentagem de brotação (CV= 20,34%), número de brotos (CV= 25,85%) e comprimento dos brotos (CV= 20,91%) de estacas de pitaya (*H. undatus*) coletadas e plantadas em 2011. Londrina, PR. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade



Marques *et al.* (2010) observaram que na região de Lavras (MG) a floração da pitaya (*H. undatus*) inicia-se entre novembro a dezembro, indo até abril,

período que coincide com o aumento das temperaturas. Padrão semelhante também foi observado nas plantas matrizes de onde as estacas foram colhidas para o presente trabalho. Para essas plantas foi observado que as florações iniciam-se em novembro persistindo até abril, e que o período de florescimento é antecedido por uma extensiva brotação. Os valores elevados para as variáveis referentes à brotação das estacas observados nos períodos mais frios podem estar relacionados à própria fisiologia da espécie, que apresenta intensa brotação antes do período de floração.

A parte aérea mostrou desenvolvimento contrário ao observado no sistema radicular, sendo que as temperaturas mais elevadas foram favoráveis ao desenvolvimento radicular e temperaturas mais baixas foram favoráveis ao desenvolvimento dos brotos. Fato que pode ser observado pelas correlações negativas observadas entre as variáveis referentes à brotação e enraizamento (Tabela 1).

Observaram-se correlações negativas e significativas entre a porcentagem de brotação e volume radicular, e entre o comprimento médio dos brotos com todas as variáveis relacionadas ao enraizamento, com exceção da porcentagem de enraizamento. O comprimento da maior raiz e massa seca das raízes apresentaram correlações positivas e significativas com todas as variáveis relacionadas ao enraizamento, mostrando que os períodos que proporcionaram maior valor para essa variável também proporcionaram para as demais, referentes ao enraizamento.

O número médio de raízes somente não apresentou correlação significativa com o volume radicular e o comprimento médio das raízes não apresentou correlação com a porcentagem de enraizamento. Entre as variáveis referentes à brotação não foram observadas correlações significativas (Tabela 1).

Tabela 1 – Correlações entre as variáveis: porcentagem de enraizamento (PE), porcentagem de brotação (PB), número de brotos (NB), comprimento de brotos (CB), número de raízes (NR), comprimento médio das raízes (CR), comprimento da maior raiz (CMR), volume das raízes (VR) e massa seca das raízes (MSR) de pitaya (*H. undatus*)

	PB	PE	NB	CB	CMR	NR	CR	VR
PE	-0,5441 ^{ns}							
NB	0,5855 ^{ns}	-0,5329 ^{ns}						
CB	0,6067 ^{ns}	-0,0164 ^{ns}	0,3746 ^{ns}					
CMR	-0,2594 ^{ns}	0,6397 [*]	-0,7521 ^{**}	0,0970 ^{ns}				
NR	-0,3762 ^{ns}	0,7227 ^{**}	-0,6567 [*]	0,1246 ^{ns}	0,6962 [*]			
CR	-0,1493 ^{ns}	0,5267 ^{ns}	-0,7179 ^{**}	0,1529 ^{ns}	0,9873 ^{**}	0,6327 [*]		
VR	-0,6114 [*]	0,5375 ^{ns}	-0,8533 ^{**}	-0,5183 ^{ns}	0,6866 [*]	0,5130 ^{ns}	0,6317 [*]	
MSR	-0,5594 ^{ns}	0,6407 [*]	-0,9246 ^{**}	-0,3965 ^{ns}	0,8001 ^{**}	0,7001 ^{**}	0,7434 ^{**}	0,9296 ^{**}

^{ns} Não significativo.

^{*}Significativo à 5% pelo teste T.

^{**}Significativo à 1% pelo teste T.

As estacas de pitaya apresentaram comportamento diferenciado para o enraizamento e brotação em função dos diferentes períodos do ano, mostrando que esse comportamento pode estar relacionado com as variações de temperaturas. Entretanto, outro fator que pode ter afetado o enraizamento e brotação, juntamente com a temperatura, é a duração dos dias, que nos invernos são mais curtos. Segundo Neves *et al.* (2006), no inverno, os dias curtos alteram os processos fisiológicos (fotossíntese, transporte de compostos e substâncias) das plantas matrizes, o que pode dificultar o enraizamento das estacas obtidas. O aumento do fotoperíodo influencia no enraizamento, aumentando a qualidade da raiz, bem como a porcentagem de enraizamento (COUVILLON, 1988).

5.4 CONCLUSÃO

Os meses com temperaturas mais elevadas favoreceram o enraizamento das estacas de pitaya, e os meses com temperaturas mais amenas favoreceram as brotações.

5.5 REFERÊNCIAS

- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P. de; 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.
- CANTO, A.R. **El cultivo de pitahaya en Yucatan**. Universidad Autónoma Chapingo – Gobierno Del Estado de Yucatan. 53 p. 1993.
- COUVILLON, G.A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae**, Georgia, v. 227, p. 187-196, 1988.
- DUTRA, L.F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J.C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 327-333, 2002.
- ERCISLI, S.; ESITKEN, A.; CANGI, R.; SAHIN, F. Adventitious root formation of kiwifruit in relation to sampling date, IBA and Agrobacterium rubi inoculation. **Plant Growth Regulation**, Netherlands, v. 41, n. 2, p. 133-137, 2003.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.
- FERREIRA, B.G.A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; CARPANEZZI, A.A.; TAVARES, F.R.; KOEHLER, H.S. Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 196-201, 2009.
- GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; KARIYAWASAM, M. **Dragon Fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose**. In: PUSHPAKUMARA, D. K. N.; GUNASENA, H. P.M.; SINGH, V. P. (Eds.) Underutilized fruit trees in Sri Lanka. World Agroforestry Centre, South Asia Office: India, 2007. p. 110-142.
- KIBBLER, H.; JOHNSTON, M. E.; WILLIAMS, R. R. Adventitious root formation in cuttings of *Backhousia citriodora* F. Muell 2 Seasonal influences of temperature, rainfall, flowering and auxins on the stock plant. **Scientia Horticulturae**, v. 102, n. 3, p. 343-358, 2004.
- LOPES, A.P. **SEDES -Seção de Economia e Desenvolvimento**. CEAGESP, Informação pessoal por e-mail. Recebido por: <alopes@ceagesp.gov.br>. Recebido em: 30 jul. 2012.
- MARQUES, V.B.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; MOREIRA, R.A. Correlação dos fatores ambientais e o período reprodutivo da pitaia (*Hylocereus undatus*) em Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21, 2010. Natal. **Anais...**
- MIZRAHI, Y., A. NERD, P.S. NOBEL. Cacti as Crops. **Horticultural Review**. New York, v. 18, n. 1, p. 291-320, 1997.

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

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

NEVES, T.S.; CARPANEZZI, A.A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; MARENCO, R.A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

PAULA, C.C.; RIBEIRO, O.B.C. **Cultivo prático de cactáceas**. Viçosa, MG:UFV, 2004. 94 p.

TAVARES, M. S. W.; KERSTEN, E.; SIEWERDT, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava*). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 310-317, 1995.

6 CONCLUSÕES GERAIS

O substrato vermiculita, com aplicação de 3000 mg.L^{-1} de AIB com NaOH como veículo de diluição em estacas enraizadas nos meses mais quentes do ano, são as condições mais indicadas para a propagação de pitaya por estaquia.

7 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. S.; SANTOS, C. E.; ZIETEMANN, C.; ASSIS, A. M.; MORAIS, V. J.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas semilenhosas do pessegueiro 'Okinawa' submetidas a diferentes dosagens de ácido indolbutírico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 461-466, 2005.
- ALLEY, C.J.; CHRISTENSEN, L.P. Rooting of "maripson seedless" cuttings. **Horticultural Abstracts**, East Malling, v. 41, n. 2, p. 438, 1971.
- ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas de frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 101, p. 47-55, 1983.
- AMAFIBRA, 2012. **Golden Mix o Substrato Parceiro da Naturaza**. Disponível em: <<http://www.amafibra.com.br>>. Acesso em: 4 set. 2012.
- ANDERSON, E.F. **The cactus family**. Orígon: Timber Press. v. 1, 2001. 776 p.
- 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.
- ANDRADE, R.A.; MARTINS, A.B.G.; SILVA, M.T.H. Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 183-186, 2007.
- ARAÚJO, N.A.; MOREIRA, R.A.; MARQUES, V.B.; J RAMOS, J.D.; SILVA, F.O.R. Custo de produção da pitaia (*Hylocereus undatus*) em Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21, 2010. Natal. **Anais...**
- ASSIS, T. F. de; TEIXEIRA, S. L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.) **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa – SPI/ Embrapa-CNPQ, v. 1, 1998. p. 261–296.
- BALLESTER-OLMOS, J.F. **Substratos para el cultivo de plantas ornamentals**. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Hojas Divulgadoras, Ed.11, 1992. 44 p.
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P. de; 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.
- BEARD, C.E. Some chromosome complements in the Cactaceae and a study of meiosis in *Echinocereus papillosus*. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 99, n. 1, p. 1–21, 1937.
- BIASI, L. A.; BOSZCZOWSKI, B. Propagação por estacas semilenhosas de *Vitis rotundifolia* cvs. magnolia e topsail. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 405-407, 2005.

BLEGNISKI, F. P.; VICTORINO, V. J.; LONE, A. B.; CAMPOS, F. C.; PANIS, C.; TAKAHASHI, L. A. S.; FARIA, R. T.; CECCHINI, R.; LUIZ, R. C.; CECCHINI, A. L. **Proteção antioxidante da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) frente à lipoperoxidação de membranas biológicas.** In: 2º CPCN – Congresso Paranaense de Ciências Biomédicas, Londrina, PR, 2012.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos.** 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Cultivo da pitaia: implantação** Boletim Técnico, Lavras, n. 92, 2012. 16 p.

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, 1920. 239 p.

BROWSE, P.M. **A propagação das plantas.** Lisboa: Europa - América, 1979, 228 p.

CAETANO, C. **Identificación de los recursos genéticos y fitoquímicos de pitahaya amarilla en Colombia.** Informe de resultados del Proyecto Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR 117-2. Asofrocol y UNAL Palmira, 2010. 51 p.

CANTO, A.R.; ALBARADO, J.C.G.; SA, M.G.G.S.; RAMOS, C.J.; GARCÍA, M.C.M.; HERNÁNDEZ, L.J.P.; LAZO, V.R.; MEDINA, L.R.; RODRÍGUEZ, R.R.; TORRES, E.T.; GARCÍA, S.V. ELOÍSA, E.Z. **El cultivo de pitahaya en yucatan.** MAXCANÚ, YUCATÁN, NOVIEMBRE DE 1993. 14p. Disponível em < <http://www.crupy-uach.org.mx/img/biblioteca/doc/47f37f0d62841fc3895f03ac3f6e3c21.pdf>>. Acesso em: 7 out. 2012.

CARDOSO, C.; YAMAMOTO, L.Y.; PRETI, E.A.; ASSIS, A.M.; NEVES, C.S.V.J.; ROBERTO, S.R. AIB e substratos no enraizamento de estacas de pessegueiro 'Okinawa' coletadas no outono. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1307-1314, 2011.

CAVALCANTE, I.H.L.; MARTINS, A.B.G.; SILVA JÚNIOR, G.B.; ROCHA, L.F.; FALCÃO NETO, R.; CAVALCANTE, L.F. Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da pitaya em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 970-982, 2011.

CRANE, J.H.; BALERDI, C. F. **Pitaya growing in the Florida home landscape.** Flórida, série HS1068. 2009. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS30300.pdf>> Acesso em: 07 out. 2012.

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.

DAM (Department of Agriculture-Malaysia). **A research and development center for pitaya (Dragon Fruit).** Department of Agriculture – Malásia. Disponível em: < <http://www.dam-department of agriculture malaysia/ Default.htm>> Acesso em: 15 abr. 2006.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A.A.; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; DONAZZOLO, J. SASSO, S.A.Z. Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 530-532, 2006.

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

DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. **Ed. Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dicorides Press, 1988. 315 p.

DIAS, J.M.M.; ALEXANDRE, R.S.; FELISMINO, D.C.; SIQUEIRA, D.L. Propagação da mangueira. **Manga – Produção Integrada, Industrialização e Comercialização**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. p. 79-134. 2005.

DIOS, H.C.; MARTÍNEZ, R.C.; CANTO, A.R.; CEJA, R.C. **El cultivo de la pithaya en el trópico**. Villahermosa, Tabasco, v. 1. 2005. 110 p.

DONADIO, L.C.; SADER, A.D. **Curso de pitaya: cultura da pitaya**. UNESP, Jaboticabal, 2009. 16 p.

DRZAL, M.S.; FONTENO, W.C.; CASSEL, D.K. Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. **Acta Horticulture**, Leuven, v. 481, n. 1, p. 43-53, 1999.

DUTRA, L.F.; KERSTEN, E. Efeito do substrato e da época de coleta dos ramos no enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 361-366, 1996.

DUTRA, L.F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J.C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 327- 333, 2002.

EHLERT, P.A.D.; LUZ, J.M.Q.; INNECCO, R. Propagação vegetativa da alfavaca-cravo utilizando diferentes tipos de estacas e substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 10-13, 2004.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWIID, C.; WYK, G. V. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, p. 228-246. 1994.

EIOBEIDY, A. A. Mass propagation of pitaya (dragon fruit). **Fruits**, Paris, v. 61, n. 5, p. 313- 319, 2006.

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

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E. Efeito do ácido indolbutírico na percentagem de estacas semi-lenhosas enraizadas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch), cultivar ‘Diamante’, em condições de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Recife, v. 3, n. único, p. 49-50, 1981.

FARIA, J.C.; SACRAMENTO, C.K. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauzeiro (clones CEPEC 42, TSH 516 E TSH 1188) em função da aplicação do ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 192-194, 2003.

FERMINO, M.H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, M.F.; ABREU, C.A.; FURLANI, P.R.; QUAGGIO, J.A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 29-37.

FISCHER, D.L.O.; FACHINELLO, J.C.; ANTUNES, L.E.C.; TOMAZ, Z.F.P.; GIACOBBO, C.L. Efeito do ácido indolbutírico e da cultivar no enraizamento de estacas lenhosas de mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 285-289, 2008.

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: 132, 216 p.

GASPAR, T.; HOFFINGER, M. Auxin metabolism during adventitious rooting. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Discorides Press, v. 2, p. 117-131. 1988.

GIACOMETT, D.C., Reprodução Assexuada das Plantas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 27-32, 1979.

GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995, p. 107-115.

GONTIJO, T.C.A.; RAMOS, J.D.; V MENDONÇA, V. PIO, R.; ARAÚJO NETO, S.E.; CORRÊA, F.L.O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

GRAÇA, M. E. C., TAVARES, F. R. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. EMBRAPA, p. 175-209, 2000.

GRAÇA, M. E. C.; TAVARES, F. R.; RODIGHERI, H. R.; COOPER, M. A. **Produção de mudas de erva-mate por estaquia**. Curitiba: Embrapa Florestas – EMATER, 20 p, 1990.

GRIMALDO-JUÁREZ, O.; GARCÍA-VELÁZQUEZ, A.; ORTIZ-CERECERES, J.; RUIZ-POSADAS, L. Karyotype characteristics in six genotypes of pitahaya (*Hylocereus* spp.). In: **Revista Chapingo**, Serie Horticultura, Mexico, v. 7, n. 2, p. 177-186, 2001.

GUNASENA, H.; PUSHPAKUMARA, D.; KARIYAGUSAM, M. Dragon Fruit. *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose Chapter 4. En: PUSHPAKUMARA, D.; GUNASENA, H. y SINGH, V. (ed.). World Agroforestry Centre (ICRAF), New Delhi,

(India). South Asia Regional Office. **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. v.1, New Delhi, India: World Agroforestry Centre (ICRAF). 2007, p. 110-142.

GUR, A.; OREN, Y.; ZIESLIN, N. Mist propagation of peach and almond x peach hybrids. **Scientia Horticulturae**, v. 2, p. 369-382, 1974.

GUZMÁN, R. Fertilización de la pitahaya. In: Primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya, 1994, San Marcos, **Memorias...** San Marcos, 1994, p. 80-82.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagacion de plantas: principios y practicas**. 4. ed. México: Continental, 1990. 760 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T. **Plant propagation: principles and practices**. 5ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Printice-Hall International, Inc., p. 211, 1990.

HERNÁNDEZ, Y.D.O. **Hacia el conocimiento y la conservación de la pitahaya**. Oaxaca: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN, 2000. 124 p.

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.

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N.N.J.; ANTUNES, L.E.C.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; REZENDE e SILVA, C.R. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319 p.

INGLESE, P.; BASILE, F.; SCHIRRA, M. **Cacturs pear fruit production**. In: NOBEL, P.S. (ed.). *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press. California, USA. 2002. 280p.

INNES C., GLASS C., **L'encyclopédie illustrée des cactus**. Bordas, Paris, France, 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, 2002. 18 p. (Documentos EMBRAPA, 62).

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KÄMPF, A.N.; TAKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V. **Floricultura: Técnicas de preparo de substratos**. LK Editora, Brasília, 2006. 132 p.

KERSTEN, E.; NACHTIGAL, J. C.; CALLOVY FILHO, C. Enraizamento de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl.) em diferentes épocas de coleta das estacas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 169-170, 1995.

- KIBBLER, H.; JOHNSTON, M. E.; WILLIAMS, R. R. Adventitious root formation in cuttings of *Backhousia citriodora* F. Muell 2 Seasonal influences of temperature, rainfall, flowering and auxins on the stock plant. **Scientia Horticulturae**, v. 102, n. 3, p. 343-358, 2004.
- 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.
- LE BELLEC, F. Pollinisation et fecundation de *Hylocereus undatus* et de *H. costaricensis* à l'île de la Réunion. **Fruits**, Paris, v. 59, n. 6, p. 411-422, 2004.
- LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, Paris, v. 61, n. 1, p. 237-250, 2006.
- LEGARIA, J.; ALVARADO, M.Y.; HERNÁNDEZ, R. Diversidad genética en Pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth, Britton y Ross). **Revista Fitotecnia Mexicana**, México, v. 28, n. 3, p. 179-185, 2005.
- LEITE, J.B.V.; MARTINS, A.B.G. Efeito do ácido indolbutírico e época de coleta no enraizamento de estacas semi-lenhosas do cacauzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 204-208, 2007.
- LEONEL, S.; RODRIGUES, J.D. Efeito da época de estaquia, fitorreguladores e ácido bórico no enraizamento de estacas de porta-enxertos de videira. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 27-32, 1993.
- LICHTENZVEIG, J.; ABBO, S.; NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. Cytology and mating systems in the climbing cacti *Hylocereus* and *Selenicereus*. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 87, n. 1, p. 1058-1065, 2000.
- LIMA, Y.O.U.; RITTER, M.; ALCÂNTARA, G.B. LIMA, D.M.; FOGAÇA, L.A.; QUOIRIN, M.; CUQUEL, F.L.; BIASI, L.A. Tipos de estacas e substratos no enraizamento de jambolão. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 449-453, 2007.
- LONE, A. B.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. **Qualidade de frutos de pitaya em função de diferentes fontes de pólen**. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Frutas: Saúde, Inovação e Sustentabilidade: Natal, RN, 2010.
- LONE, A.B.; LÓPEZ, E.L.; ROVARIS, S.R.S.; KLESENER, D.F.; HIGASHIBARA, L.; ATAÍDE, L.T.; ROBERTO, S.R. Efeito do AIB no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de videira VR 43-43 em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 599-604, 2010.
- LOPES, A.P. **SEDES -Seção de Economia e Desenvolvimento**. CEAGESP, Informação pessoal por e-mail. Recebido por: <alopes@ceagesp.gov.br>. Recebido em: 30 jul. 2012.
- LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. E. C.; RIVA, E. M. Influência do ácido indol-3-butírico e do substrato no enraizamento de estacas de acerola. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 79-83, 2003.

LUDERS, L. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*)**. Darwin: University of Darwin, 2004. 5 p. (Agnote N°778).

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

MACHADO NETO, M.P.; MAYER, J.L.S.; RITTER, M.; BIASI, L.A. ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira 'VR043-43' (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 476-479, 2005.

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.

MARQUES, V.B.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; CRUZ, M.C.M. Porções de cladódios e substratos na produção de mudas de pitaia vermelha. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 17, p. 193-197, 2012.

MARQUES, V.B.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; CRUZ, M.C.M. Tamanho de cladódios na produção de mudas de pitaia vermelha. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 50-54, 2011.

MARQUES, V.B.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, N.A.; MOREIRA, R.A. Correlação dos fatores ambientais e o período reprodutivo da pitaia (*Hylocereus undatus*) em Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21, 2010. Natal. **Anais...**

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.

METZ, C.; NERD, A.; MIZRAH, Y.I. Viability of Pollen of Two Fruit Crop Cacti of the Genus *Hylocereus* Is Affected by Temperature and Duration of Storage. **HortScience**, Alexandria, v. 35, n. 2, p. 199-201, 2000.

MILNER, L. Water and fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings...** Ribeirão Preto: ISCN, p. 108-111, 2001.

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

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. In: JANICK, J.(Org.). **Perspectives on new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, 1999. p. 358-366.

- MIZRAHI, Y.; NERD., A.; SITRIT, Y. New fruits for arids climates. In: **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS, 2002. p. 378- 384.
- MONET, R. **Le Pêcher: Génétique et Physiologie**. Paris: Masson, 1983. 133 p.
- MONIS, A .C. **Composição química e estrutura dos minerais de argila: elementos de pedologia**. São Paulo: Poligono/EDUSP, 1975. 459 p.
- MOREIRA, F. M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; ZAIDAN, L. B. P. Anatomical aspects of IBA-treated microcuttings of *Gomphrena macrocephala* St.-Hil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 221-227, 2000.
- NACTHIGAL, J.C.; PEREIRA, F.M. Propagação do pessegueiro [*Prunus pérsica* (L.) Batsch] cv. Okinawa por meio de estacas herbáceas em câmara de nebulização em Jaboticabal - SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 208-212, 2000.
- 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 Science**, v. 123, n. 1, p. 560-562. 1998.
- NERD, A.; MIZRAHI, Y. Reproductive biology of fruit cacti. **Horticultural Reviews**. v. 18, n. 1, p. 322-346. 1997.
- NERD, A.; MIZRAHI, Y. The effect of ripening stage on fruit quality after storage in yellow pitaya. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 1, p. 99-105. 1999.
- NERD, A.; SITRIT, Y.; KAUSHIK, R.A.; MIZRAHI, Y. High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus spp.*). **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 96, p. 343–350, 2002.
- 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.
- NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. **Fruits of vine and columnar cacti**. In: *Cacti, Biology and uses*. NOBEL, P. (Editor). California: University of California Press, 2002b. p. 185-197.
- NOBEL, P.S. **Cacti: biology and uses**. University of California Press, v. 1. 2002. 280p.
- NOGUEIRA, A.M.; CHALFUN, N.N.J.; DUTRA, L.F.; VILLA, F. Propagação de figueira (*Ficus carica* L.) por meio de estacas retiradas durante o período vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 914-920, 2007.
- NORBERTO, P.M.; CHALFUN, N.N.J.; PASQUAL, M.; VEIGA, R.D.; PEREIRA, G.E.; MOTA, J.H. Efeito da época de estaquia e do aib no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 533-541, 2001.

OLDFIELD, S. **Cactus and succulents plants: Status survey and conservation action plan**. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1997. 212 p.

OLIVEIRA, A. P. de; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de cultivares de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 282-285, 2003.

OLIVEIRA, A.F.; PASQUAL, M.; CHALFUN, N.N.J.; REGINA, M.A.; RINCÓN, C.R. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob efeito de diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 27, n. 1, p. 117-125, 2003.

ORTIZ H, Y. D. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* sp.)**. México, 2000. 124 p.

PAES, E.G.B; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; BIASI, L.A.; KOEHLER, H.S. Rooting of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Lang et Ferguson cv. Bruno)cuttings in the four seasons of the year. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 4, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs-2.2.4/index.php/agraria/article/viewArticle/1068>>. Acesso em: 7 out. 2012.

PAIVA, H. N. de; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 1995. 40 p.

PASINATO, V.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de ameixeira (*Prunus spp.*), em condições de campo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 265-268, 1998.

PAULA, C.C.; RIBEIRO, O.B.C. **Cultivo prático de cactáceas**. Viçosa, MG:UFV, 2004. 94 p.

PEREIRA, F.M.; ABE, M.E.; MARTINEZ JÚNIOR, M.; PERECIN, D. Influência da época de estaquia, em recipiente, no pegamento e desenvolvimento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 7., 1983, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EMPASC/SBF, 1984. v. 2, p. 446-452.

PEREIRA, M.; OLIVEIRA, A.L.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. Efeitos de substratos, valores de pH, concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jaboticabeira [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg.]. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p. 84-92, 2005.

PIMIENTA, B. E. **El nopal tunero**. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México, 1990. 246 p.

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.

PIO, R.; ARAÚJO, J.P.C.; BASTOS, D.C.; ALVES, A.S.R.; ENTELMANN, F.A. SCARPARE FILHO, J.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de figueira oriundas da desbrota. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 604-609, 2005a.

PIO, R.; BASTOS, D.C.; BERTI, A.J.; SCARPARE FILHO, J.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R.; BETTIOL NETO, J.E. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 562-567, 2005b.

PUSHPAKUMARA, D. DK. N. G.; GUNASENA, H. P. M.; KARYAWASAM, M. Flowering and fruiting phenology, pollination vectors and breeding system of dragon fruit (*Hylocereus* spp.). **Sri Lankan Journal of Agricultural Sciences**, Sri Lanka, v. 42, p. 81-91, 2005.

RAMOS, J.D.; MATOS, L.E.S.; GONTIJO, T.C.A.; PIO, R.; JUNQUEIRA, K.P.; SANTOS, F.C. Enraizamento de estacas herbáceas de 'Mirabolano' (*Prunus cerasifera*) em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 189-191, 2003.

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.

ROBERTO, S.R.; PEREIRA, F.M.; NEVES, C.S.V.J.; JUBILEU, B.S.; AZEVEDO, M.C.B. Enraizamento de estacas herbáceas dos porta-enxertos de videira 'Campinas' (IAC 766) e 'Jales' (IAC) 572 em diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1633-1636, 2004.

SAMPAIO, V.R. Enraizamento de estacas da laranja Pera (*Citrus sinenses* Osbeck) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., Campinas, 1987. **Anais**. Campinas: SBF, 1987. p. 126-129.

SANTOS, P. E. T. dos. O uso da clonagem na silvicultura intensa. **Revista Silvicultura**, São Paulo, v. 15, p. 28-30, 1994.

SANTOS, S.C. **Efeitos de épocas de poda sobre a produção e qualidade dos frutos da figueira (*Ficus carica* L.), cultivada em Selvíria-MS**. Ilha Solteira: UNESP, 1994. 50 p. (Trabalho de Graduação apresentado a Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira).

SANTOS, C.M.G.; CERQUEIRA, R.C.; FERNANDES, L.M.S.; DOURADO, F.W.N.; ONO, E.O. Substratos e regulador vegetal no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 625-629, 2010.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D.; KÄMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SHARPE, R.H. Observations on rooting softwood cuttings of peach. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 67, p. 102-106, 1956.

SILVA, A.C.C.; MARTINS, A.B.G.; CAVALLARI, L.L. Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1162-1168, 2011.

SILVA, M.T.H.; MARTINS, A.B.G.; ANDRADE, R.A. Enraizamento de estacas de pitaya vermelha em diferentes substratos. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 61-64, 2006.

SPENCER, J.L. A cytological study of the Cactaceae of Puerto Rico. **Botanical Gazette**, v. 117, n. 1, p. 33-37, 1955.

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.

STINTZING, F.C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. 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.

SUZUKI, E.T.; TARSITANO, M.A. Custo de implantação da pitaya branca (*Hylocereus undatus* Haw) em Narandiba – SP. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 21, 2009, São José do Rio Preto. **Anais...** Disponível em: <http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_33499525852.pdf>. Acesso em: 19 out. 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAVARES, M.S.W.; KERSTEN, E.; SIEWERDT, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 310-317, 1995.

TEL-ZUR, N.; ABBO, S.; BAR-ZVI, D.; MIZRAHI, Y. Chromosome doubling in vine cacti hybrids. **Journal of Heredity**, v. 94, n. 4, p. 329-333, 2003.

TEL-ZUR, N.; ABBO, S.; BAR-ZVI, D.; MIZRAHI, Y. Clone identification and genetic relationship among vine cacti from the genera *Hylocereus* and *Selenicereus* based on RAPD analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 100, n. 1-4, p. 279-289, 2004.

TEL-ZUR, N.; ABBO, S.; BAR-ZVI, D. y MIZRAHI. Cytogenetics of semi-fertile triploid and aneuploid intergeneric vine cacti hybrids. **Journal of Heredity**, v. 96, n. 2, p. 124- 131, 2005.

TESTOLIN, R.; AVANZATO, D.; COUVILLON, G.A. Rooting peach by mallet cuttings. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 227, p. 225-229, 1988.

TOFANELLI, M.B.D.; CHALFUN, N.N.J.; HFFMANN, A.; CHALFUN JUNIOR, A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos semilenhosos de pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 939-944, 2002.

TOFANELLI, M.B.D; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. Okinawa em diferentes diâmetros de ramos, substratos e recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 437-442, 2003.

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.

VERDONCK, O.; DE VLEESCHAUWER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 126, p. 251-258, 1983.

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, 1994.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H.N. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora. 166 p. 2002.

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.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S.R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 031-036, 2007.