

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Estudos do uso da citocinina BAP e do
Gongocomposto na Estaquia da Pitaieira (*Hylocereus*
***undatus*)**

Fábio Ferreira Cruvinel

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**ESTUDOS DO USO DA CITOCININA BAP E DO
GONGOCOMPOSTO NA ESTAQUIA DA PITAIEIRA (*Hylocereus
undatus*)**

FABIO FERREIRA CRUVINEL

Sob a Orientação do Professor

Dr. Marco Antônio da Silva Vasconcelos

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, área de concentração **Produção Vegetal** no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Seropédica, RJ

Fevereiro, 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C957e Cruvinel, Fábio Ferreira , 1979-
Estudos do Uso da Citocinina BAP e do
Gongocomposto na Estaquia da Pitaieira (Hylocereus
undatus) / Fábio Ferreira Cruvinel. - 2017.
59 f.

Orientador: Marco Antônio da Silva Vasconcellos.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, 2017.

1. Propagação. 2. Citocinina. 3. Fruticultura
Tropical. 4. Composto orgânico. 5. Análise de
Crescimento Vegetal. I. Vasconcellos, Marco Antônio da
Silva , 1963-, orient. II Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

FABIO FERREIRA CRUVINEL

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Produção Vegetal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21/02/2017.

Marco Antônio da Silva Vasconcellos. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Luiz Aurélio Peres Martelleto. Dr. UFRRJ

Raul Castro Carriello Rosa. Dr. Embrapa Agrobiologia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

À minha família pelo apoio e compreensão, em especial minha Esposa Barbara.

Ao meu orientador Marco (Makiba) por acreditar no meu potencial e conceder-me condições de alcançar minhas aspirações e sonhos. Sua confiança e apoio no meu trabalho foi primordial.

Ao professor Martelleto pelo exemplo admirável de profissional preocupado com a formação de seus alunos para o sucesso em todos os aspectos da vida. Pela parceria, aulas, dicas, correções e conversas.

Ao meu amigo Luiz Fernando pela parceria nos ensaios, material e pelas análises.

À Fazendinha Agroecológica Km 47, pela cessão de material vegetal.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em especial ao Colegiado e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

À Capes pela bolsa que possibilitou as pesquisas e minha manutenção.

RESUMO GERAL

CRUVINEL, Fábio Ferreira. **Estudos do uso da citocinina BAP e do Gongocomposto na estaquia da Pitaieira (*Hylocereus undatus*)**. 2017. 59p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

O fruto da pitaieira (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) apresenta forma exótica, sabor agradável, fácil digestibilidade e propriedades antioxidantes, características essas que proporcionaram maiores demandas no mercado brasileiro por essa fruta nos últimos anos. A produção de mudas é um fator determinante para o sucesso da instalação de pomares de pitaias e o uso de fitorreguladores como o BAP (6-benzilaminopurina) e substratos orgânicos, como o gongocomposto, na produção de mudas desta frutífera ainda é pouco relatado. O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito do BAP e gongocomposto na produção de mudas de pitaia. Utilizaram-se estacas de pitaieira proveniente da Fazendinha Agroecológica – Km 47, no município de Seropédica-RJ. As estacas foram padronizadas com 20 cm de comprimento. O experimento com o fitorregulador foi conduzido no setor de olericultura da UFRRJ, em casa de vegetação e as estacas plantadas em substrato composto por areia e esterco bovino na proporção 1:1 em volume em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 4 repetições, em esquema fatorial (2X4), sendo (2) por imersão e incisão feita no ápice das estacas dos cladódios *versus* (4) quatro doses da citocinina BAP (0, 50, 100 e 150 mg.L⁻¹). Foi realizada a Análise de Crescimento não destrutiva e foram calculadas as correlações simples com os dados climáticos obtidos na Estação Automática Ecologia em Seropédica-RJ. Para o experimento com o gongocomposto a estaquia foi conduzida em vasos com três tipos de substratos: Gongocomposto, Biomix® e areia+esterco bovino (1:1 em volume) em DIC com cinco repetições. Os resultados mostraram uma tendência linear positiva no número de brotações e quadrática para o incremento de comprimento, peso fresco e seco das brotações para o uso da citocinina BAP no incremento de. Houve correlação entre as taxas de crescimento da pitaia com os dados de Radiação Solar Global do período das 19h (22h UTC). O uso do gongocomposto proporcionou maiores e mais vigorosas mudas de pitaieira.

Palavras-chave: Fitorregulador, Citocinina, substrato orgânico, diplópode.

GENERAL ABSTRACT

CRUVINEL, Fábio Ferreira. Studies of the use of cytokinin BAP and millipede-compost on Pitaia (*Hylocereus undatus*) propagated by cuttings. 2017. 59p. Dissertation (Master of Science). Instituto de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

The pitaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) has an exotic shape, pleasant taste, easy digestibility and antioxidant properties, which have given greater demands in the Brazilian market for this fruit in recent years. The production of seedlings is a determining factor for the successful installation of pitaias orchards and the use of phytohormones such as BAP (6-benzylaminopurine) and organic substrates, such as millipede-compost, in the production of seedlings of this fruit is still little reported. The objective of this work was to analyze the effect of BAP and millipede-compost on the production of pitaya seedlings. Pitaya cuttings from Fazendinha Agroecológica - Km 47, in the town of Seropédica-RJ, were used. The stakes were standardized with 20 cm in length. The experiment with the phytohormone was conducted in the greenhouse sector of the UFRRJ and the cuttings planted in substrate composed of sand and bovine manure in a ratio of 1: 1 by volume in a completely randomized design (DIC) in a factorial scheme (2X4) with 4 replicates: (2) By immersion and incision made at the apex of cladodes stakes versus (4) four doses of BAP (0, 50, 100 and 150 mg.L⁻¹) were applied. Non-destructive Growth Analysis was performed and the simple correlations were calculated with the climatic data obtained at the Ecologia Automatic Station in Seropédica-RJ. For the experiment with the millipede compost, the cutting was conducted in pots with three types of substrates: Gongocomposto, Biomix® and sand + bovine manure (1: 1 by volume) in DIC with five replicates. The results showed a linear tendency in number of shoots and quadratic tendency in other parameters (length, fresh and dry weight) evaluated with use of BAP. There was a correlation between the growth rates of the pitaya with the data of Global Solar Radiation of the 19h (22h UTC) period. The use of the gongocomposto showed larger and more vigorous plants of pitaya.

Key words: Phytohormone, Cytokinin, organic substrate, diplopode, growth rates.

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1** - Análise de variância do Número de Brotações Emitidas por estaca (NB) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benziloaminopurina (BAP). 20
- Tabela 2** - Análise de Variância da Soma do Comprimento das Brotações (CB) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benziloaminopurina (BAP). 21
- Tabela 3** - Análise de Variância da Massa Fresca das Brotações (MFB) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benziloaminopurina (BAP). 23
- Tabela 4** - Análise de Variância da Massa Seca das Brotações (MSB) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benziloaminopurina (BAP). 24
- Tabela 5** - Análise variância do Número de rebrotações (NBR), Comprimento da Rebrotação (CBR), Massa Fresca da Rebrota (MFR) e Massa Seca da Rebrota (MSR) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benziloaminopurina (BAP) 26
- Tabela 6** - Coeficientes das regressões polinomiais de segundo grau ($\ln C = a + bt + ct^2$) ajustados aos dados primários da soma do comprimento das brotações (C) e área foliar (AF) das estacas de pitaia inoculadas com 6-Benziloaminopurina (BAP). 33
- Tabela 7** - Coeficientes de correlações simples entre as taxas de Crescimento Relativo, Absoluto e de Assimilação Líquida das brotações de Estacas de pitaia inoculadas com 0,50, 100 e 150 mg.L⁻¹ de BAP e dados Climáticos. 38
- Tabela 8** - Características químicas dos substratos utilizados para a produção de estacas de pitaia vermelha. 48
- Tabela 9** - Características químicas dos substratos utilizados para a produção de estacas de pitaia vermelha. 49
- Tabela 10** - Valores das médias e coeficientes de variação (CV) para os parâmetros: número de brotações (NB); comprimento da brotação (CB); peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA); peso da matéria fresca do sistema radicular (MFR); peso da matéria seca da parte aérea (MSPA); peso da matéria seca do sistema radicular (MSR). 50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Detalhes da localização dos experimentos na Casa de Vegetação, Departamento de Fitotecnia, UFRRJ.	9
Figura 2 - Casa de Vegetação – Croqui de localização da Casa de Vegetação	9
Figura 3 - Aspecto do plantio de <i>H. undatus</i> na Fazendinha Agroecológica.	10
Figura 4 - Preparo dos cladódios de pitaiá: Corte e padronização dos segmentos de cladódios.	10
Figura 5 - Corte no ápice da estaca de pitaiá para aplicação de BAP.	17
Figura 6 - Regressão Linear do Número de Brotações Emitidas (NB) em função da dose de 6-Benziloaminopurina (BAP) inoculada.	20
Figura 7 - Regressão Quadrática do Soma do Comprimento das Brotações (CB) em função da dose de 6-Benziloaminopurina (BAP) inoculada.	22
Figura 8 - Regressão Quadrática da Massa Fresca das Brotações (MFB) em função da dose de 6-Benziloaminopurina (BAP) inoculada.	23
Figura 9 - Regressão Quadrática da Massa Seca das Brotações (MSB) em função da dose de 6-Benziloaminopurina (BAP) inoculada.	25
Figura 10 - Incremento diário do Comprimento das Brotações adventícias dos Cladódios inoculados com 0, 50, 100 e 150 mg.L ⁻¹ .	34
Figura 11 - Incremento diário de Área Foliar (em volume) dos cladódios inoculados com 0, 50, 100 e 150 mg.L ⁻¹ .	35
Figura 12 - Taxa de Crescimento Relativo das brotações dos cladódios de pitaiá inoculados com 0, 50, 100 e 150 mg.L ⁻¹ .	36
Figura 13 - Taxa Diária de Crescimento Absoluto de brotações de estacas de pitaiás inoculadas com 0, 50, 100 e 150 mg.L ⁻¹ de BAP.	37
Figura 14 - Taxa de Assimilação Líquida diária, das brotações de pitaiá inoculadas com 0,50, 100 e 150 mg.L ⁻¹ de BAP.	38
Figura 15 - Gráfico da Correlação entre a Radiação Solar (KJ.m ⁻²) e Taxa de Crescimento Absoluto de estacas de pitaiá inoculadas com 0,50,100 e 150 mg.L ⁻¹ de BAP.	39
Figura 16 - Gráfico da Correlação entre a Radiação Solar (KJ.m ⁻²) e Taxa de Assimilação Líquida de estacas de pitaiá inoculadas com 0,50,100 e 150 mg.L ⁻¹ de BAP.	40

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO GERAL	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 – Caracterização da Planta	2
2.2 – Propagação da Pitaia	2
2.3 – Fitorreguladores na propagação da pitaia	6
2.4 – Substratos na estaquia da pitaia	7
2.5 – Gongocomposto	8
2.6 - Análise de Crescimento Vegetal	8
3 – MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 – Local e clima	9
3.2 – Preparo do Material Vegetal	9
4 – CAPÍTULO I – USO DA CITOCININA BAP NA ESTAQUIA DA PITAIA	12
4.1 – Resumo	13
4.2 – Abstract	14
4.3 – Introdução	15
4.4 – Material e Métodos	16
4.4.1 – Local e Clima	16
4.4.2 – Material Vegetal	16
4.4.3 – Preparo das Soluções	16
4.4.4 – Dimensões e preparo do substrato e canteiro	16
4.4.5 – Inoculação da solução de BAP nos cladódios	16
4.4.6 – Plantio e tratos culturais	17
4.4.7 – Avaliações	17
4.4.8 – Delineamento estatístico	17
4.5 – Resultados e Discussão	19
4.5.1 – Sobrevivência	19
4.5.2 – Número de Brotações Emitidas (NB)	19
4.5.3 – Soma do Comprimento das Brotações (CB)	21
4.5.4 – Massa Fresca das Brotações (MFB)	22

4.5.5 – Massa Seca das Brotações (MSB)	24
4.5.6 – Rebrotas	25
4.6 – Conclusões	27
5 – CAPÍTULO II – ANÁLISE QUANTITATIVA DE CRESCIMENTO NÃO DESTRUTIVO E CORRELAÇÃO COM DADOS CLIMÁTICOS NA ESTAQUIA DA PITAIA	28
5.1 – Resumo	29
5.2 – Abstract	30
5.3 – Introdução	31
5.4 – Material e Métodos	32
5.5 – Resultados e Discussão	33
5.5.1 – Coeficientes das Regressões Polinomiais de Segundo Grau	33
5.5.2 – Soma do Comprimento das Brotações (C)	33
5.5.3 – Área Foliar (Volume dos Cladódios)	34
5.5.4 – Taxa de Crescimento Relativo (TCR)	35
5.5.5 – Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)	36
5.5.6 – Taxa de Assimilação Líquida (TAL)	37
5.5.7 – Correlação entre as Taxas de Crescimento e Dados Climáticos	38
5.6 – Conclusões	41
6 – CAPÍTULO III – USO DO GONGOCOMPOSTO NA ESTAQUIA DA PITAIA	42
6.1 – Resumo	43
6.2 – Abstract	44
6.3 – Introdução	45
6.4 – Material e Métodos	47
6.5 – Resultados e Discussão	48
6.5.1 – Caracterização Química dos Substratos	48
6.5.2 – Caracterização Física dos Substratos	49
6.5.3 – Parâmetros Fitotécnicos da Estaquia da pitaia em diferentes substratos	50
6.6 – Conclusões	52
7 – REFERÊNCIAS	53

1 - INTRODUÇÃO GERAL

O mercado da pitiaia tem crescido ultimamente devido ao aumento do interesse por essa fruta por causa de suas características nutraceuticas, seu aspecto exuberante, rusticidade no seu cultivo da planta e potencialidades produtivas e remuneratórias. Estudos sobre a pitiaieira intensificaram-se nos últimos anos, porém ainda são incipientes e o cultivo dessa planta ainda carece de várias informações para o seu manejo adequado e para obter máxima produtividade e lucratividade. Esta dissertação pretende contribuir com informações sobre o uso da citocinina 6-Benzilaminopurina (BAP), a obtenção das taxas de crescimento iniciais da pitiaieira utilizando a análise quantitativa vegetal com uma abordagem não destrutiva e o uso do gongocomposto na sua estaquia. Essa dissertação está organizada em uma revisão de literatura, material e métodos utilizados em comum a todos os experimentos e 3 capítulos referentes aos estudos pretendidos.

O primeiro capítulo intitulado “Uso da Citocinina BAP na Estaquia da Pitaia” refere-se ao experimento com a citocinina BAP na indução de brotações adventícias na estaquia da pitiaia. O segundo capítulo “Análise Quantitativa de Crescimento Não Destrutiva e Correlação com Fatores Climáticos na Estaquia da Pitaia” aborda a obtenção das taxas de crescimento pelo método funcional de análise de crescimento vegetal com uma abordagem não destrutiva para as estacas tratadas com citocinina BAP do experimento citado anteriormente. E o terceiro capítulo “Uso do Gongocomposto na Estaquia da Pitaia” trata sobre o uso e efeitos do composto gerado pela ação de diplópodes no desenvolvimento inicial de mudas de pitiaia.

O uso *ex vitro* da citocinina BAP pretende ser uma alternativa para produtores de mudas e produtores tecnificados para o incremento da produção de mudas de pitiaia, multiplicação rápida de material básico para formação do pomar e aumento do número de explantes para o cultivo *in vitro*. O uso do gongocomposto na estaquia da pitiaia pretende atender aos produtores familiares e atestar a utilidade deste novo composto orgânico.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Caracterização da planta

A pitaieira é uma cactácea epífita, as espécies mais cultivadas pertencem ao gênero *Hylocereus*. Tem origem no continente americano, principalmente no México, América Central e do Sul. No Brasil é encontrado nas regiões onde ocorre na Mata Atlântica, no Cerrado, no Pantanal sob a copa de árvores, arbustos e sobre rochas.

Possui caule (cladódio) verde fotossintetizante com constituição suculenta, formato triangular, com os vasos condutores ao centro. Possui folhas modificadas em forma de espinhos de 2 a 4 milímetros, raízes adventícias na parte intercostal que servem para a fixação e absorção de nutrientes. Possui raízes fasciculadas, superficiais e abundantes (BRITTON & ROSE, 1963; DONADIO, 2009; ORTIZ-HERNANDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012).

Possui flores hermafroditas, fusiformes, com 20 a 35 centímetros de comprimento, com coloração branca ou amarelo claro. Contêm mais de 800 estames arranjados em duas fileiras, ao redor do pistilo formado por 14 a 28 estiletos de cor creme. As sépalas são de cor verde-clara. O pólen é abundante e de cor amarela. São polinizadas por morcegos e mariposas (DONADIO, 2009; SILVA, 2011; ORTIZ-HERNANDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012; SILVA et al., 2015).

O fruto é uma baga indeiscente globosa ou subglobosa que chega a um quilograma. Possui escamas formadas por brácteas com coloração variando conforme a espécie. *H. undatus* possui casca vermelha e polpa branca, a *H. monacanthus* possui casca vermelha e polpa vermelha e a *H. megalanthus* possui casca amarela e polpa branca. Possui numerosas e pequenas sementes (0,5 a 2 milímetros) de cor escura. (BRITTON & ROSE, 1963; DONADIO, 2009; ORTIZ-HERNANDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012).

A pitaia apresenta Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), promovendo a abertura de seus estômatos em horas amenas do dia. Essa plasticidade é chamada de CAM cíclica. Pode ainda em condições extremas de falta de água executar o metabolismo CAM *idle* (marcha lenta), em que não abre os estômatos nem à noite, utilizando o CO₂ proveniente da respiração mitocondrial. (ORTIZ-HERNANDEZ et al., 1999; TAIZ & ZEIGER, 2004).

A faixa de temperatura para seu desenvolvimento ótimo fica entre 18°C a 26°C, temperaturas abaixo de 4°C causam injúrias como o *chilling*, e temperaturas acima de 34°C diminui o florescimento e aumenta o abortamento das flores. Altas temperaturas aliadas à alta incidência solar podem causar injúrias aos cladódios e por isso recomenda-se o sombreamento entre 40 a 60 %. Sombreamento excessivo pode diminuir o crescimento da planta (NERD et al., 2002; CAVALCANTE et al., 2011; CHANG et al., 2016).

A pitaia responde bem a irrigação sendo recomendado o seu cultivo em áreas em que a pluviosidade fique acima de 500 mm por ano. Em ambiente protegido recomenda-se 150 mm por ano (MIZRAHI, 2014). Chuvas excessivas podem causar o abortamento de flores e frutos. O solo deve ser bem drenado, evitando-se áreas que possam ter alagamento (GUNASENA et al., 2007; DONADIO, 2009; ORTIZ-HERNANDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012; MIZRAHI, 2014).

2.2 – Propagação da pitaia

A propagação da pitaieira pode ser por sementes ou vegetativa. Via seminífera é preconizada para o melhoramento genético, por causa da segregação genotípica, longa fase juvenil e lento crescimento vegetativo. A pitaia apresenta genótipos autoincompatíveis e autocompatíveis, sendo predominante nas espécies não melhoradas a autoincompatibilidade, fato esse que favorece a xenogamia. Além disso, apresenta o fenômeno xênia (MIZRAHI et al., 2004).

Simão et al. (2007), trabalharam com a germinação de sementes de pitaia (*H. setaceus*) sob diferentes temperaturas e intensidades luminosas concluíram que temperaturas mínimas para germinação estão entre 5°C a 10°C e as máximas estão em 45°C e 50°C e que em ausência de luz as sementes não germinaram. Simão et al. (2010), analisaram o efeito da temperatura e o efeito do potencial hídrico sobre a germinação de *H. setaceus*, verificaram que a temperatura de 7°C foi a temperatura mínima em que houve germinação, e que a medida que o potencial hídrico diminuía era diretamente proporcional a diminuição na germinação das sementes de pitaia dessa espécie.

Lone et al. (2014) trabalharam com a análise do efeito da temperatura em diversas espécies e híbridos de pitaia e constataram que as diferentes espécies e híbridos analisados responderam de forma distinta às temperaturas analisadas e que de modo geral a temperatura de 25°C, constante ou alternada, proporcionou germinação mais uniforme.

Alves et al. (2011), estudaram a adequação da metodologia do teste de germinação da pitaia no tocante à temperatura, substrato e tempo para contagem das plântulas e concluíram que os testes devem ser realizados à temperatura de 25°C, em rolo de papel e com contagem, inicial e final, aos cinco e dez dias após a semeadura, respectivamente.

O potencial hidrogeniônico (pH) influencia a velocidade de germinação de sementes de pitaia segundo Ortiz et al. (2015) que trabalharam com a faixa de pH de 3,0 a 9,0, neste trabalho também concluíram que a aplicação de fungicida composto por Carboxim+Thiram não afeta a germinação das sementes de pitaia.

A propagação vegetativa da pitaia traz precocidade, uniformidade genotípica e fenotípica. Proporcionando a seleção de variedades com características agrônomicas desejáveis. A pitaia pode ser propagada assexuadamente por enxertia, estaquia e micropropagação.

A enxertia da pitaia é pouco relatada. Silva (2014) trabalhou diferentes formas de enxertia de pitaia amarela em pitaia vermelha, utilizando enxertia tipo inglês simples e em fenda cheia com diferentes formas de amarrão. Concluiu que a pitaia amarela pode ser enxertada com sucesso na pitaia vermelha, que a enxertia de mesa proporciona redução no tempo de produção de mudas e que a prática de enxertia de pitaia amarela pode ser uma solução para reduzir os danos causados por nematoides.

A estaquia da pitaia é o método mais difundido de propagação comercial dessa frutífera. O sucesso da estaquia depende de vários fatores intrínsecos à espécie vegetal e aos materiais e condições ambientais do local de propagação. A escolha da espécie, tipo de estaca, época do ano, temperatura, umidade, luminosidade e substratos devem ser estudados para obter o máximo de resultados na propagação das fruteiras. (HARTMANN et al. 1997)

Na estaquia da pitaia podem ser utilizados cladódios inteiros ou segmentados de diversos tamanhos e estádios, com ou sem período de cura dos cortes. O enraizamento acontece com ou sem o uso de fitorreguladores auxínicos. É relatado o uso de diversos

substratos como suporte e a necessidade de cobertura com a finalidade de evitar a injúrias causadas pela insolação direta (ALMEIDA et al., 2016).

Silva et al. (2006) utilizaram diferentes substratos na estaquia da pitaia vermelha provenientes de plantas adultas e concluíram que a qualidade das mudas de pitaia é influenciada pelo material utilizado como substrato e que nas condições do experimento a mistura de solo, areia e esterco de curral curtido foi o substrato mais adequado ao desenvolvimento de mudas de pitaia.

Bastos et al. (2006) avaliaram o uso de ácido indolbutírico (AIB) 3000 mg.L^{-1} na estaquia de pitaias com 15 e 25 cm concluíram que a utilização de AIB aumentou a porcentagem de estacas enraizadas, o número de raízes emitidas por estaca e que as estacas com 25 cm foram mais promissoras para a estaquia da pitaia vermelha.

Cavalcante (2008) pesquisou sobre a juvenilidade na estaquia da pitaia. Esse autor coletou estacas de pitaia da parte superior, intermediária, inferior do dossel e estacas provenientes de plantas jovens. Os resultados indicaram que posição de retirada do dossel influencia a formação de raízes, estacas juvenis apresentam maior enraizamento do que as estacas adultas e que os estádios juvenil e adulto coexistem no dossel de pitaia.

Andrade et al. (2007) pesquisaram a influencia do tempo de cura na propagação da pitaia vermelha. Esses autores concluíram que o estaqueamento pode ser realizado logo após o corte dos cladódios de pitaia sem necessidade de cura.

Cavalcante (2008) pesquisou também sobre a adubação orgânica e intensidade luminosa no desenvolvimento inicial de estacas de pitaia. O autor concluiu que a concentração de nutrientes nos tecidos de estacas de pitaia é incrementada com o aumento da oferta deles no substrato e que é necessário o uso de cobertura contra a incidência direta de raios solares podendo utilizar 50% a 75% de sombreamento.

Santos et al. (2010) analisaram diversos substratos no enraizamento de pitaia com ou sem o uso de regulador de crescimento ácido naftalenacético (ANA) e concluíram que o regulador em questão não influencia o enraizamento e que substratos com presença de areia são os mais adequados para a produção de mudas de pitaia.

Marques et al. (2011) pesquisaram sobre o tamanho ideal do segmento de cladódio para a estaquia da pitaia, avaliando estacas de 5, 10, 15, 20 e 25 cm. Os autores concluíram após 80 dias que o tamanho do cladódio influencia no percentual de enraizamento e crescimento das mudas e indicaram cladódios de 15 a 25 cm para a estaquia da pitaia vermelha.

Marques et al. (2012) conduziram trabalho com a finalidade de avaliar os efeitos da profundidade e da quebra da dominância apical na estaquia da pitaia. Os autores utilizaram 2 tipos de estacas de pitaia: com e sem dominância apical e três profundidades de plantio (1 cm, 5 cm e 10 cm). Esses autores observaram a redução linear no número de emissão de brotações, massa seca da parte aérea e raízes e que os cladódios com dominância apical obtiveram brotações com comprimentos maiores e recomendaram a estaquia da pitaia a 1 cm de profundidade e utilizando estacas com dominância apical.

Lima (2013) realizou a estaquia da pitaia com cladódios com 3 gemas (5-8 cm), 6 gemas (10-13 cm) e 9 gemas (15 a 20 cm) e verificou que dos cladódios com 9 gemas obtiveram mudas com maior número e comprimento de brotos.

Pontes Filho et al. (2014) avaliaram o efeito do comprimento dos cladódios e uso de ácido indolbutírico (AIB) na estaquia da pitiaia. Nesse estudo utilizaram estacas de 5 a 14 cm e de 17 a 26 cm e concluíram que estacas tratadas com 3000 ppm de AIB e com 17 a 26 cm apresentaram maior enraizamento.

Silva (2014) realizou o estudo da estaquia de 4 espécies de pitiaia: *H. undatus*, *H. polyrhizus*, *H. setaceus* e *H. megalanthus*. A autora estudou segmentos de cladódios de 10, 20 e 30 cm concluindo que as para as espécies *H. undatus*, *H. setaceus* e *H. megalanthus* estacas de 20 cm confere um desenvolvimento mais rápido das mudas e que para *H. polyrhizus* deve ser utilizado cladódios com 20 cm.

A micropropagação da pitiaia surge como alternativa para diminuir o tempo de propagação, aumentar a produção de mudas e eliminar prejuízos causados por patógenos, em especial o tombamento de plântulas ou *damping-off*.

Infante (1992) obteve de sementes germinadas em meio MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) epicótilos que foram transferidos para o mesmo meio enriquecido com ácido naftalenacético (ANA) e Benziladenina (BA) e para verificar o efeito da dominância apical cortou o ápice da metade desses explantes, obtendo maiores taxas de propagação e crescimento onde o efeito da dominância apical foi suprimido. Nesse trabalho, o autor também inoculou os cotilédones e raízes em meio com ANA e obteve calos que foram inoculados por sua vez em meio sem reguladores de crescimento desenvolvendo-se normalmente.

Drew & Azimi (2002) relatam que na micropropagação da pitiaia não é necessário o acréscimo de reguladores de crescimento para que as pitaias emitam brotações e raízes quando inoculadas no meio MS e a adição de isopenteniladenina (2iP) 5µM induz 100% das aréolas a emitirem brotações. Os autores relatam ainda que a adição de AIB não aumenta o enraizamento.

Mohamed-Yasseen (2002) descreveu um procedimento de micropropagação utilizando thidiazuron (TDZ) e ANA. Neste protocolo utilizou explantes obtidos de brotações jovens de estacas já maduras, fez cortes horizontais e longitudinais e maiores taxas de crescimento e multiplicação foram observadas nos explantes onde o corte horizontal fora aplicado.

Viñas et al. (2012) utilizaram aréolas como explantes em meio MS suplementado com 6-Benziloaminopurina (BAP), após desinfecção com fungicidas, bactericidas, detergentes e desinfetantes. Os autores concluíram neste trabalho que as plantas obtidas por micropropagação mostraram maior diâmetro e crescimento dos cladódios comparados à mudas produzidas na mesma época por estaquia.

Menezes et al. (2012), observaram a endorreduplicação de ácido desoxirribonucléico (DNA) nos tratamentos que estudaram. Utilizaram cladódios de pitiaia inoculados em meio MS, acrescidos com ANA, BAP e cinetina na ausência e presença de luz. Observaram que os explantes não responderam aos tratamentos quando em ausência de luz, a endorreduplicação do DNA em todos os tratamentos e indicam o meio MS acrescido de 0,1 mg L⁻¹ de ANA e BAP ou cinetina a 1 ou 5 mg.L⁻¹ como o mais promissor para a micropropagação da pitiaia.

Fan et al. (2013) micropropagaram pitiaia e verificaram a ocorrência de variação somaclonal com o uso de marcadores moleculares e chegaram a conclusão que as mudas obtidas por micropropagação são altamente estáveis geneticamente mesmo após numerosas repicagens *in vitro* com a presença de reguladores de crescimento ácido giberélico (GA₃), ANA e benziladenina (BA).

Hua et al. (2015) relatam um método de micropropagação rápida da pitia onde indicam que o meio MS enriquecido com zeatina e AIB (13,68 e 2,46 μM , respectivamente) pode ser utilizado para diversas espécies e variedades de pitia.

2.3 - Fitorreguladores na propagação da pitia

Os fitohormônios são moléculas orgânicas sintetizadas pelas plantas que em pequenas concentrações regulam o desenvolvimento ou alguma atividade metabólica do vegetal. Os fitorreguladores são hormônios sintéticos que desencadeiam nas plantas os mesmos processos que os fitohormônios ou que estimulam a síntese desses (TAIZ & ZEIGER, 2004; FACHINELLO et al., 2005).

Na propagação de frutíferas os fitorreguladores mais utilizados são as auxinas, giberelinas e citocininas. As auxinas são utilizadas para promover a diferenciação e crescimento de raízes adventícias, as giberelinas para a quebra de dormência de sementes e as citocininas para aumentarem a proliferação de brotações (HARTMANN et al. 1997).

A auxina nas plantas envolve-se nos processos de dominância apical, no tropismo, inicialização das raízes adventícias, na abscisão foliar, na diferenciação vascular, na formação de gemas florais e no desenvolvimento dos frutos. A auxina natural é sintetizada principalmente na gema apical e transportada de modo basípeto para as raízes. Fitorreguladores auxínicos em altas concentrações podem causar injúrias e até a morte da planta (TAIZ & ZEIGER, 2004).

As giberelinas promovem nos vegetais o alongamento de entrenós de gramíneas, alterações da juvenildade, sexualidade de flores, promoção do estabelecimento e crescimento dos frutos e na dormência de sementes. Seus precursores são sintetizados nos plastídios, retículo endoplasmático e citoplasma e sua síntese envolve vários processos metabólicos. Os níveis de giberelinas nas células vegetais regulam sua própria síntese ou degradação que também é controlada fotoperíodo, concentração de auxinas e a temperatura (TAIZ & ZEIGER, 2004).

As citocininas naturais são sintetizadas nas raízes, folhas jovens, embriões em desenvolvimento, frutos e alguns insetos, bactérias e nematoides associados às plantas. A citocinina é responsável pela divisão celular, morfogênese da parte aérea e das raízes, maturação de cloroplastos, alongamento celular, senescência e indução de brotações (HARTMANN, 1997; TAIZ & ZEIGER, 2004).

A utilização de citocininas é relatada como indutora de brotações em aplicação exógenas em diversas culturas em especial em espécies ornamentais, suculentas e na propagação rápida da bananeira (CAREY, 2008; MENEGUCCI et al. 1995).

Quanto ao uso de auxinas na propagação da pitia, Bastos et al. (2006) e Pontes Filho et al. (2014) recomendam o uso de 3000 ppm de AIB na estaquia da pitia. Por sua vez Santos et al. (2010) não observaram diferenças no enraizamento ao utilizarem ANA. Vários autores também utilizaram citocininas diversas balanceadas ou não com citocinas na micropropagação da pitia como o AIB, AIA, ANA, 2,4 D e TDZ (INFANTE 1992; DREW & AZIMI, 2002; MOHAMED-YASSEEN, 2002; VIÑAS et al. 2012; MENEZES et al. 2012; FAN et al. 2013; HUA et al. 2015).

Tanaka (2012) fez uso da giberelina GA3 no estudo do florescimento e produção de frutos de pitaia e concluiu que a GA3 promove a maior fixação de flores e frutos com consequente aumento de produtividade da pitaia.

Shimomura & Fujihara (1980) utilizaram a citocinina Benziladenina (BA) para induzir brotações em *H. trigonus* e verificaram que o uso de BA aumentou a porcentagem de estacas de 7 cm que apresentaram brotações. Esses autores verificaram também que a aplicação de BA proporcionou brotações maiores do que nas estacas controles. A suplementação do meio nutritivo utilizado na micropropagação resulta em incremento de número de brotações *in vitro* quando aplicado as citocininas BA, 2iP, Zeatina, cinetina e BAP (INFANTE 1992; DREW & AZIMI, 2002; MOHAMED-YASSEEN, 2002; VIÑAS et al. 2012; MENEZES et al. 2012; FAN et al. 2013; HUA et al. 2015). Porém, a aplicação exógena de citocininas em pitaia é pouco relatada.

2.4 – Substratos na estaquia da pitaia

Substrato é todo material utilizado com a finalidade de prover a sustentação da planta, fornecer água, nutrientes e oxigênio para o desenvolvimento do vegetal do viveiro até o plantio no campo. Os substratos são formados por um único material ou pela mistura de materiais, esses materiais devem ser porosos a fim de permitirem o enraizamento e desenvolvimento radicular (FACHINELLO et al., 2005; KAMPF et al., 2006).

A qualidade física e química, o custo e facilidade de aquisição são fatores importantes na escolha do material a ser utilizado como substrato. Fisicamente o material deve ter forma, textura, teores de materiais coloidais, densidade, porosidade e capacidade de retenção de água na saturação e capacidade de campo. Quimicamente os atributos dos substratos a serem considerados são o pH, a capacidade de troca catiônica (CTC). (VERDONCK et al. 1983; FACHINELLO et al. 2005).

As características físicas e químicas devem estar relacionadas a um custo baixo de aquisição e facilidade de acesso aos materiais que impactará no custo total de produção da muda. Por isso o uso de materiais encontrados na própria propriedade, ou materiais que antes seriam descartados é de importante para minimizar os custos de produção do substrato e consequente onerosidade do produto final.

Na estaquia da pitaia vários substratos já foram utilizados. Silva et al. (2006) indicaram em seu trabalho que a mistura de solo, areia e esterco de curral curtido (3:1:1) foi o mais adequado para a formação de mudas da pitaia. Santos et al. (2010) relataram que a mistura de areia e esterco bovino proporciona maior acúmulo de massa de raízes e que os substratos com a presença de areia são mais adequados para a propagação por estaquia da pitaia. Lima (2013) relata que a mistura de terra, areia e esterco bovino (3:1:1) com vermiculita (3 cm na última camada) permitiu o maior pegamento de mudas, maior quantidade de brotos e massa de raízes. Lone (2013) recomenda para *H. undatus* e *H. megalanthus* casca de arroz carbonizada, para *H. polyrhizos* casca de pinus com aplicação de AIB e para a formação das raízes recomenda vermiculita com aplicação de AIB para *H. undatus* e *H. polyrhizos* e sem AIB para *H. megalanthus*.

Correia et al. (2016) verificou em seu trabalho que a mistura de casca de arroz carbonizada, vermiculita e vermicomposto (5:3:2) é o substrato mais adequado para a produção de mudas de pitaia em tubetes.

2.5 – Gongocomposto

Gongocomposto é o material obtido pela compostagem de resíduos vegetais agrícolas e urbanos pela atividade de diplópodes, conhecidos popularmente como gongolos ou engongos. Os diplópodes assim como as minhocas digerem de forma eficiente material vegetal.

Os péletes fecais produzidos pelos gongolos alteram as características físico-químicas dos resíduos vegetais diminuindo a relação Carbono/Nitrogênio (C/N), facilitando a decomposição de material grosseiro e fornecendo nutrientes à microfauna (BIANCHI & CORREIA, 2007; ANTUNES et al., 2016).

Na produção do gongocomposto não são necessários adição de material como no caso do vermicomposto produzidos pelas minhocas que necessitam de adição de pó de carvão e torta de mamona para melhorar sua textura, seu nível de nitrogênio com efeitos em economia de mão-de-obra e tempo. (CORREIA et al., 2014; ANTUNES et al., 2016).

Não foram encontrados relatos sobre o uso desse material na propagação por estaquia da pitaita na literatura. No entanto, Antunes et al. (2016) relataram que a atividade do gongolo aumentou a quantidade de cálcio, magnésio e fósforo, além das propriedades físico-químicas do substrato produzido e que foi eficientemente utilizado na produção de mudas de alface.

2.6 – Análise de Crescimento Vegetal

A análise quantitativa do crescimento vegetal é usada para descrever e entender o crescimento de plantas individuais ou cultivos. Têm como base a coleta e mensuração da massa seca (ou outros parâmetros) das plantas e da área do órgão responsável pela fotossíntese (geralmente as folhas). Existem dois métodos usados para realizar a análise quantitativa: o método clássico em que as taxas de crescimento são calculadas entre pelo menos duas coletas distintas e espaçadas temporalmente, e as suas taxas representam as médias do crescimento vegetal no intervalo estudado e o método funcional ou quantitativo em que os dados são ajustados às funções polinomiais por meio de regressão e essas funções, seus coeficientes e derivadas são utilizados para o cálculo das taxas de crescimento resultando em valores diários dessas taxas (KVET et al., 1971; HUNT, 1978; ARAÚJO, 2003).

As principais taxas obtidas na análise de crescimento são a taxa de crescimento relativo (TCR), a taxa de crescimento absoluto (TCA) e a taxa de assimilação líquida (TAL). A TCR representa a quantidade de biomassa produzida por quantidade de material vegetal preexistente, e é considerada com o valor de eficiência do crescimento da planta. A TCA exprime a variação de massa seca ao longo do tempo. A TAL mostra o saldo da biomassa produzido pela fotossíntese descontado o gasto com a respiração (KVET et al., 1971; HUNT, 1978; ARAÚJO, 2003; BENICASA, 2003).

Métodos não destrutivos podem ser utilizados para obtenção das taxas de crescimento, substituindo os valores de massa seca por valores que podem ser mensurados sem a destruição da planta inteira ou suas partes (CARDOSO et al., 2006).

Apesar de vários autores acompanharem o crescimento de mudas e plantas de pitaita o uso da análise quantitativa de crescimento nesta frutífera não é conhecido.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local e Clima

Os experimentos (Figura 1) foram conduzidos em casa de vegetação (Figura 2) no Setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de SEROPÉDICA-RJ, com 33 m de altitude, situado a 22° 45'S, 43°41'W. . O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen.

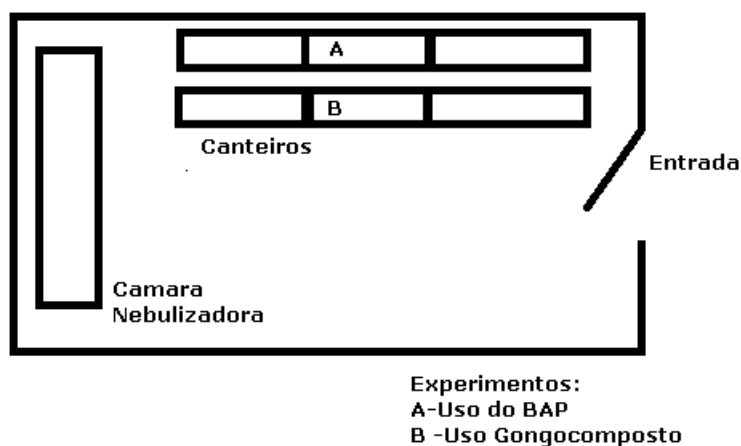


FIGURA 1– Detalhes da localização dos experimentos na Casa de Vegetação, Departamento do Fitotecnia, UFRRJ.



FIGURA 2 - Casa de Vegetação – Croqui de localização da Casa de Vegetação

3.2 - Preparo do material vegetal

Comum a todos os experimentos conduzidos nesta dissertação está o método de seleção e preparo dos cladódios de pitaiá.

O material vegetal foi obtido na Fazendinha Agroecológica de plantas sem a presença de patógenos e pragas da espécie *Hylocereus undatus*. As plantas que forneceram os cladódios para os ensaios de propagação estão instaladas desde 2011 em suportes de mourões de madeira (Figura 3).



FIGURA 3 - Aspecto do plantio de *H. undatus* na Fazendinha Agroecológica.

Escolheram-se cladódios sem brotações, da posição mediana das plantas, os quais foram segmentados com ajuda de tesoura de poda padronizando-os com 20 cm de comprimento, 150 ± 20 g conforme ilustrados na Figura 4.



FIGURA 4 - Preparo dos cladódios de pitaia: Corte e padronização dos segmentos de cladódios.

4 - CAPÍTULO I

USO DA CITOCININA BAP NA ESTAQUIA DA PITAIA

4.1 - RESUMO

O interesse na fruta pitaia tem crescido nos últimos 20 anos e estudos sobre a propagação e uso de fitorreguladores são incipientes. Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da inoculação de 6-Benziloaminopurina (BAP) na estaquia da pitaia. O experimento foi conduzido na Casa de Vegetação de Propagação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Em Delineamento Fatorial Inteiramente Casualizado (DIC) com 2 formas de inoculação (imersão e Aplicação em corte no ápice da estaca) e 4 doses de BAP (0,50,100 e 150 mg.L⁻¹). Foram avaliados os dados de Sobrevivência (S), o Número de brotações Emitidas (NB), a Soma do Comprimento das Brotações (CB), a Massa Fresca (MFB) e Seca das Brotações (MSB) aos 100 dias após o plantio das estacas (DAP) e o efeito na Rebrotas aos 200 dias (DAP). Houve sobrevivência de 100%. Verificou-se um padrão linear crescente no incremento de NB por dose de BAP, e um padrão quadrático para as avaliações de CB, MFB e MSB. Nenhum efeito significativo foi observado nos dados da Rebrotas.

Palavras-Chave: *Hylocereus undatus*, fitorregulador, brotações, citocinina.

4.2 - ABSTRACT

The interest in the Pitaia fruit has grown in the last 20 years and studies on the pitaia propagation and use of phyto regulators are incipient. This work aimed to study the effect of inoculation of 6-Benzylaminopurine (BAP) on pitaia cuttings. The experiment was conducted at the Propagation Vegetation House of the Fitotecnia Department of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. In completely randomized factorial design (DIC) with 2 forms of inoculation (immersion and Application in cut at the apex of the stakes) and 4 doses of BAP (0,50,100 and 150 mg.L⁻¹). The data of Survival (S), Number of sprouted shoots (NB), Sprouting length (CB), Fresh mass (MFB) and Sprout drying (MSB) were evaluated at 100 days after planting the cuttings (DAP) and the effect on regrowth (Rebrota) at 200 days (DAP). There was 100% survival. There was a linear pattern in the increase of NB per dose of BAP, and a quadratic pattern for the evaluations of CB, MFB and MSB. No significant effect was observed in the data from Rebrota.

Key words: *Hylocereus undatus*, phyto regulator, sprouts, cytokinin

4.3 – INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos nutritivos e funcionais incrementou-se nos últimos anos e a fruta pitaia (*Hylocereus spp*) neste contexto destaca-se por seu sabor, digestibilidade, teor de nutrientes e ação antioxidante (WU et al., 2006). O interesse por essa frutífera tem crescido por causa da rusticidade no seu cultivo, baixa demanda hídrica, boa aceitação e preço de seus frutos no mercado (MIZRAHI, 2014).

A pitaia é um cacto epífito que ocorre naturalmente sob as copas das árvores e sobre rochedos em diversos biomas da América Latina. Os frutos podem ser consumidos in natura ou processados na forma de geleias, doces, sucos, sorvetes. A casca pigmentada tem sido estudada com grande potencial de utilização na indústria alimentícia (DONADIO, 2009; ORTIZ-HERNANDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012; MIZRAHI, 2014).

A estaquia é o método mais utilizado na produção da mudas de pitaia. Neste método retiram-se cladódios inteiros ou segmentados e estaqueiam-se em substrato para induzir o enraizamento. Essa técnica de propagação proporciona selecionar materiais produtivos, pois as mudas formadas são clones da planta matriz e mudas produzidas por essa técnica apresentam menor tempo para a primeira produção de frutos (FACHINELLO et al. 2005).

Várias pesquisas no Brasil relatam a utilização de fitorreguladores para aperfeiçoar e acelerar o processo de produção de mudas de pitaia por estaquia principalmente os de efeitos auxínicos na produção de raízes adventícias. O ácido indolbutírico (AIB) é citado como eficiente neste processo (BASTOS et al., 2006; PONTES FILHO et al. 2014) por sua vez o ácido naftalenacético (ANA) não demonstra resultados significativos (SANTOS et al. 2010).

As citocininas são substâncias orgânicas que estimulam a citocinese. Nas plantas são produzidas nas raízes, embriões e frutos e transportadas a outras partes do vegetal. As citocininas naturais e sintéticas são utilizadas na cultura de tecidos vegetais para indução de brotações em diversas culturas. Na propagação *ex vitro* é utilizada com sucesso em várias espécies: na propagação rápida de bananeiras e várias ornamentais como Paeônias, Salvias e suculentas como Agaves e Aloe (HARTMANN et al. 1997; TAIZ E ZEIGER 2004; CAREY, 2008; SINGH et al. 2011).

Os estudos dos efeitos de citocininas na propagação de pitaias concentram-se no uso da cultura de tecidos in vitro (INFANTE, 1992; DREW E AZIMI 2002; MOHAMED-YASSEEN, 2002; VIÑAS et al. 2012; MENEZES et al. 2012; FAN et al 2013; HUA et al. 2015). O uso e efeito de citocinina na indução de brotações na estaquia da pitaia é pouco relatado (SHIMOMURA E FUJIHARA, 1980; ORTIZ-HERNANDEZ E CARRILO-SALAZAR, 2012).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação da citocinina sintética 6-Benzil-aminopurina (BAP) na indução e crescimento inicial de brotações em pitaia propagadas por estaquia.

4.4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 – Local e clima

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia, do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica-RJ, com 33 m de altitude, situado a 22° 45'S, 43°41'W. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen. O experimento foi implantado dia 10 de outubro de 2015.

4.4.2 – Material Vegetal

Cladódios de pitaiá (*Hylocereus undatus*) foram selecionados de plantas matrizes em boas condições sanitárias provenientes da Fazendinha Agroecológica em Seropédica-RJ. Segmentaram-se os cladódios de 8±2 cm de diâmetro em estacas de 20 cm de comprimento.

4.4.3 – Preparo das soluções

As soluções de BAP (6-benzilaminopurina) marca VETEC, foram preparadas no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ e calibradas nas concentrações de 0, 50, 100 e 150 mg.L⁻¹ em água destilada com adição de cinco gotas de NaOH (1M) para facilitar a diluição.

4.4.4 – Dimensões e preparo do substrato e canteiro

O experimento foi conduzido em canteiro com dimensões de 3,0 metros (m) de comprimento, 0,80 m de largura e 0,30 m de profundidade. O canteiro foi preenchido com substrato contendo areia misturada a esterco bovino na proporção 1:1 em volume. Foi realizada a análise em triplicata de macronutrientes presentes no substrato utilizando a metodologia de Embrapa (2005). O substrato apresentou 61,1 g.Kg⁻¹ de Carbono Orgânico (C), 2,2g.Kg⁻¹ de nitrogênio (N), 0,83 g.Kg⁻¹ de Fósforo (P), 1,17 g.Kg⁻¹ de Potássio (K), 1,51 g.Kg⁻¹ de Cálcio (Ca), 1,63 g.Kg⁻¹ de Magnésio (Mg).

Utilizando a mesma metodologia foi feita a análise física do substrato que apresentou Densidade Aparente de 1070 Kg.m⁻³, Densidade de Partículas de 2470 Kg.m⁻³, Microporosidade de 49,65%, Macroporosidade de 6,92% e Capacidade de Retenção de Água de 49,65 mL.50.cm⁻³.

4.4.5 – Inoculação da solução de BAP nos cladódios

Duas formas de aplicação foram utilizadas: Imersão [adaptado de Shimomura & Fujihara, (1980)] de 1 cm de parte apical dos cladódios por 24 horas, sendo necessários 1,5 litros de solução de BAP para formar uma lâmina de 1 cm na bandeja utilizada, totalizando 6,0 litros de solução com as concentrações com BAP e testemunha sem o fitorregulador.

Outro método de aplicação, foi adaptado do método usado para a propagação rápida da bananeira (MENEGUCCI et al., 1995) com uso de seringa de 1 ml da solução utilizando-se um estilete para afastar (Figura 5) a parte próxima ao cilindro vascular até formar um sulco que a deposição da solução sem extravasar conforme ilustrado na figura. Sendo necessários

60 ml nas concentrações de BAP para a aplicação mais 20 ml de água destilada para a testemunha.



FIGURA 5 - Corte no ápice da estaca de pitaiia para aplicação de BAP.

4.4.6 – Plantio e tratos culturais

A estaquia foi realizada no canteiro na profundidade de 1 cm como recomenda por Marques et al. (2012). Fez-se o sombreamento do canteiro com telado reduzindo a intensidade luminosa em 50% como recomendado por Cavalcante et al. (2011). Capinas manuais e irrigação com 10 litros água foram realizadas semanalmente. A poda aos 100 e 200 dias foi realizada com tesoura de poda rente aos cladódios primários

4.4.7 – Avaliações

Aos 100 dias após o plantio (DAP) avaliou-se a sobrevivência (S), o número de brotações emitidas (NB), a soma do comprimento das brotações (CB), a massa fresca das brotações (MFB) e massa seca das brotações (MSB).

Para a avaliação da sobrevivência foi considerado como viva toda a estaca com sua coloração verde e que emitiram raízes. Considerou-se com brotação emitida toda a brotação maior que 1 cm de comprimento. A soma do comprimento das brotações foi realizado medindo-se cada brotação com régua milimétrica. A massa fresca das brotações mensurou-se com ajuda de balança digital e obteve-se a massa seca após secagem em estufa de ventilação forçada a 65 graus Célsius por 72 horas.

Aos 200 dias DAP avaliou-se os mesmos parâmetros para avaliar o efeito do BAP na rebrota da pitaiia, classificados aqui como sobrevivência da rebrota (SR), número de rebrotações (NBR), soma do comprimento das rebrotações (CBR), massa fresca das rebrotações (MFR) e massa seca das rebrotações (MSR).

4.4.8 – Delineamento estatístico

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições, em esquema fatorial 2x4, sendo 2 métodos de inoculação (imersão por 24 horas e aplicação) e quatro concentrações de BAP (0,50, 100 e 150 mg.L⁻¹). Cada repetição teve 5 estacas, totalizando 160 estacas. O modelo estatístico considerado então foi:

$$Y_{ij} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ij}$$

Onde: Y_{ij} = é o valor observado na unidade experimental; m = é a média geral; a_i = é o efeito do i -ésimo ($i=1, 2$) método de inoculação do BAP; b_j = é o efeito da j -ésima ($j=1,2, \dots, 4$) dose de BAP; $(ab)_{ij}$ = é o efeito da interação entre o i -ésimo método de inoculação de BAP e a j -ésima dose de BAP; e_{ij} = é o efeito do erro a na parcela que recebeu o i -ésimo método de aplicação, j -ésimo dose de BAP (erro a).

Foi realizada avaliação da homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Bartlett e da normalidade pelo Teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), o fator quantitativo (doses de BAP) foi decomposto (regressão linear, regressão quadrática e resíduos) e posteriormente estimados os valores dos coeficientes das regressões significativa e respectivos gráficos.

4.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados avaliados apresentaram homogeneidade das variâncias ($p>0,05$) e aderência à distribuição normal ($p>0,05$) requisitos para as análises de variâncias (ANOVA's) e regressões apresentadas.

4.5.1 – Sobrevivência (S)

Todas as estacas apresentaram-se vivas aos 100 DAP e aos 200 DAP. 100% das estacas emitiram raízes. Esse resultado observado corrobora com resultado de diversos autores (BASTOS et al., 2006; ANDRADE et al., 2007; SANTOS et al., 2010; LONE, 2013).

A alta sobrevivência relaciona-se intrinsecamente com a rusticidade, acúmulo tecidual de água e nutrientes, capacidade de emissão de brotações e raízes adventícias e o mecanismo fotossintético que a pitáia apresenta. As adaptações anatômicas, morfológicas e metabólicas incluem o caule modificado fotossintetizante, folhas modificadas em forma de espinhos, presença de ceras e camada cuticular espessa que conferem a planta baixas taxas transpiratórias e altas taxas de aproveitamento de nutrientes (PIMENTEL, 1998; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Fachinello et al. (2005) cita a reserva de nutrientes, carboidratos e água como sendo primordial para o sucesso da propagação vegetativa. Esses nutrientes serão responsáveis por suprirem os processos de desdiferenciação, diferenciação e desenvolvimento de raízes adventícias na propagação por estaquia.

A rota fotossintética do tipo CAM e a plasticidade (CAM cíclico e CAM *idle*) que a pitáia possui, contribuem para as altas taxas de sobrevivência das estacas de pitáia na propagação vegetativa, pois essas adaptações permitem altas taxas de assimilação de CO₂ e inclusive o aproveitamento do CO₂ da respiração mitocondrial (ORTIZ-HERNANDEZ et al., 1999).

Extrínsecamente relaciona-se com os fatores climáticos, edáficos, ausência de pragas, patógenos e ervas daninhas. Nerd et al. (2002) e Cavalcante (2011) citam que a pitáia é prejudicada quando altas temperaturas e taxas de luminosidade incidem sobre o cacto causando injúrias até a morte da planta. Neste trabalho altas luminosidades foram evitadas com a cobertura do canteiro com tela com potencial de redução de 50 % na incidência solar. Não foram observados insetos no canteiro, nem doenças nas estacas de pitáia e as ervas daninhas que eventualmente surgiram foram controladas manualmente.

4.5.2 – Número de brotações emitidas (NB)

A análise de variância (Tabela 1) mostrou que existe um comportamento linear significativo ($p<0,05$) entre a dose de BAP (6-benzilaminopurina) e o número de brotações

emitidas por estaca. Não houve diferenças estatísticas entre os métodos de inoculação de BAP e não houve interação entre os métodos de aplicação e Doses de BAP.

TABELA 1– Análise de variância do Número de Brotações Emitidas por estaca (NB) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benziloaminopurina (BAP).

FV	SQ	GL	QM	F	Valor-P
Método	1,13	1	1,13	0,44	0,51
Doses	20,13	(3)	6,71	2,62	0,07 (q)
<i>R Linear</i>	15,63	1	15,63	6,10	0,02*
<i>R Quadrática</i>	2,00	1	2,00	0,78	0,38
Resíduos	2,50	1	2,50	0,98	0,33
Interações	9,13	3	3,04	1,19	0,33
Erro	61,50	24	2,56		
Total	91,88	31			

CV (%)= 26,40. q=dados quantitativos. * significativo ($p < 0,05$). FV= Fonte de Variação, SQ= Soma dos Quadrados, GL= Graus de Liberdade, MQ= Quadrados Médios, F= Teste F, Valor P= Probabilidade, CV = Coeficiente de Variação, R Linear= Regressão Linear, R Quadrática= Regressão Quadrática.

A regressão linear apresentou coeficiente de inclinação (Figura 6) significativo ($p < 0,05$) de 0,0125. A média do número de brotações foram de 5,0; 5,6; 7,0 e 6,6 brotações, respectivamente, para as doses de 0, 50, 100 e 150 mg.L^{-1} de BAP. Um aumento de 0,6; 2 e 1,6 brotações por estaca em relação à testemunha (0 mg.L^{-1} de BAP).

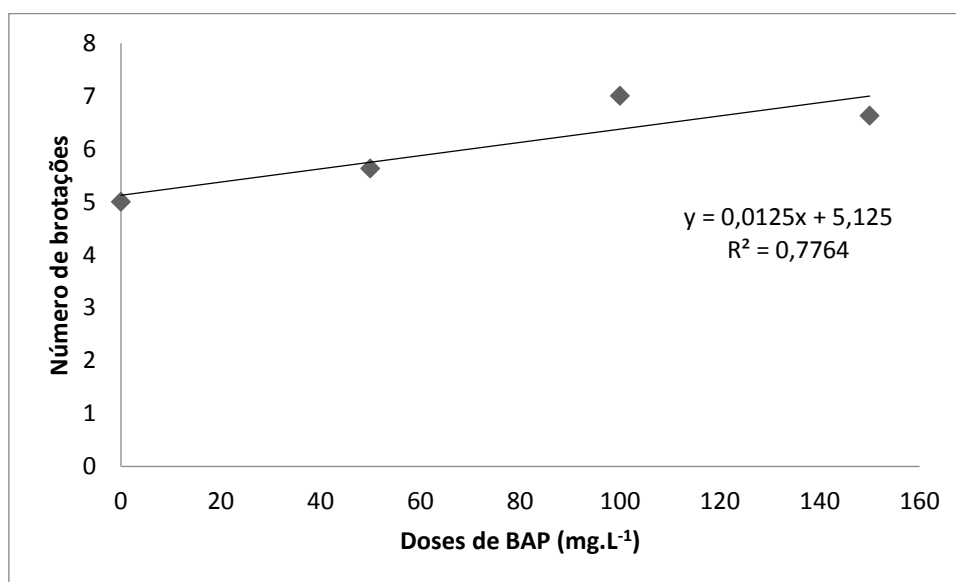


FIGURA 6 – Regressão Linear do Número de Brotações Emitidas (NB) em função da dose de 6-Benziloaminopurina (BAP) inoculada.

Acréscimos no número de brotações emitidas em razão da aplicação de citocinina também foram observados por Shimomura e Fujihara (1980). Esses autores trabalharam com

a estaquia de segmentos de 7,0 centímetros de *H. trigonus* e relataram que ao aplicar por imersão 25 g.L⁻¹ a 100 mg.L⁻¹ da citocinina Benziladenina (BA) houve aumento de 1,6 a 2,8 no número de brotações emitidas.

Vários autores relatam que o uso de BAP na cultura de tecidos *in vitro* induziu número maior de brotações adventícias na micropropagação de pitáia (INFANTE, 1992; VIÑAS et al. 2002; MENEZES et al., 2012; FAN et al., 2013).

A explicação biológica do efeito da citocinina na indução de brotações que explica os resultados obtidos no aumento do número de brotações na estaquia da pitáia com o uso do fitorregulador BAP é que as citocininas agem em conjunto com outros hormônios vegetais e estimulam a divisão (mitose) e diferenciação celular. A partir desses processos citocínicos essas células podem ser transformadas em órgãos do vegetal (morfogênese). As citocininas estão envolvidas também na quebra de dominância apical em gemas axilares e apicais com consequente indução de brotações (HARTMANN, 1997; TAIZ & ZEIGER, 2004).

4.5.3 – Soma do Comprimento das Brotações (CB)

A análise de variância (Tabela 2) mostrou que existe um comportamento quadrático significativo ($p < 0,01$) entre a dose de BAP (6-benzilaminopurina) e a soma do comprimento das brotações emitidas. Não houve diferenças estatísticas entre os métodos de inoculação de BAP e não houve interação entre os métodos de aplicação e Doses de BAP.

TABELA 2 – Análise de Variância da Soma do Comprimento das Brotações (CB) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benzilaminopurina (BAP).

FV	SQ	GL	QM	F	Valor-P
Método	836,40	1	836,40	0,51	0,48
Doses	26008,65	(3)	8669,55	5,28	0,006 (q)
<i>R Linear</i>	533,18	1	533,18	0,32	0,57
<i>R Quadrática</i>	21308,89	1	21308,89	12,98	0,001**
<i>Resíduos</i>	4166,59	1	4166,59	2,54	0,12
Interações	7800,58	3	2600,19	1,58	0,21
Erro	39396,45	24	1641,52		
Total	74042,08	31			

CV (%) = 18,77. q = dados quantitativos. ** significativo ($p < 0,01$). FV = Fonte de Variação, SQ = Soma dos Quadrados, GL = Graus de Liberdade, MQ = Quadrados Médios, F = Teste F, Valor P = Probabilidade, CV = Coeficiente de Variação, R Linear = Regressão Linear, R Quadrática = Regressão Quadrática.

A regressão quadrática explica o comportamento dos dados de CB (Figura 7) significativo ($p < 0,01$), que foi crescente até o ponto de máximo de 78,7 mg.L⁻¹. Com índices de 0,0103 (negativo) para a variável independente quadrática (x^2) e 1,6213 (positivo) para a variável dependente linear (x).

A média das somas dos comprimentos das brotações para as doses de 0, 50, 100 e 150 mg.L⁻¹ de BAP foram 194,52 cm, 229,64 cm, 263,64 cm e 195,26 cm respectivamente. Por conseguinte ocorreram aumentos de 35,12 cm, 69,12 cm e 0,74 cm em relação à testemunha (0 mg.L⁻¹ de BAP). No ponto de máximo o CB foi de 253,22.

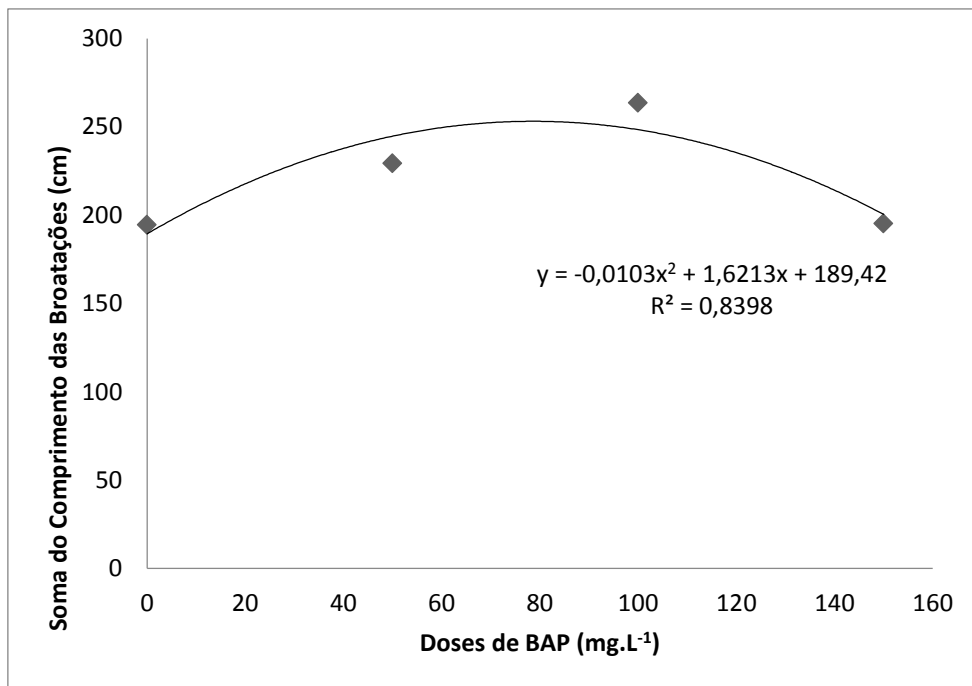


FIGURA 7 – Regressão Quadrática do Soma do Comprimento das Brotações (CB) em função da dose de 6-Benziloaminopurina (BAP) inoculada.

Shimomura e Fujihara (1980) trabalharam com citocinina BA inoculadas por imersão da parte apical por 24 horas em estacas de 7 cm de *H. trigonus* e obtiveram brotações com comprimento de 35 mm a 65 mm (25 mg.L⁻¹ a 100 mg.L⁻¹ de BA) contra 12,5 mm do controle (água destilada). Lone (2013) verificou maiores tamanhos de brotações em estacas tratadas com AIB preparados com NaOH e KOH nas concentrações de 1500 e 3000 ppm, por sua vez, Menezes et al. (2012) utilizando BAP e cinetina na micropropagação de pitaia verificaram a concentração de 10 mg.L⁻¹ proporcionou menores tamanhos da parte aérea in vitro. Outros fatores podem influenciar o comprimento da parte aérea como o substrato utilizado (CORREIA et al., 2016) e o tamanho e número de gemas na estaca original (LIMA, 2013).

A citocinina estimula o crescimento de tecidos meristemáticos (PIMENTEL, 1998; TAIZ & ZEIGER, 2004) o que pode ter contribuído para os resultados observados no presente trabalho. A aplicação exógena de citocinina promove a atividade fotossintética pelo aumento de conteúdo foliar de clorofilas acelerando o desenvolvimento de cloroplastos ou modulando a atividade de enzimas fotossintéticas (PIMENTEL, 1998).

Considera-se o comprimento das brotações um aspecto importante economicamente, pois as estacas de pitaia são vendidas no mercado segmentadas e autores indicam que estacas de 15 a 25 cm como ideais para o processo de estaquia (Marques et al., 2011).

4.5.4 – Massa Fresca das Brotações (MFB)

A análise de variância (Tabela 3) mostrou que existe um comportamento quadrático significativo ($p < 0,01$) entre a dose de BAP (6-benzilaminopurina) e a Massa Fresca das brotações emitidas. Não houve diferenças estatísticas entre os métodos de inoculação de BAP e não houve interação entre os métodos de aplicação e Doses de BAP.

TABELA 3 – Análise de Variância da Massa Fresca das Brotações (MFB) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benzilaminopurina (BAP).

FV	SQ	GL	QM	F	Valor-P
Método	9494,42	1	9494,42	1,27	0,27
Doses	102503,83	(3)	34167,94	4,58	0,01 (q)
<i>R Linear</i>	8682,07	1	8682,07	1,16	0,29
<i>R Quadrática</i>	90449,38	1	90449,38	12,14	0,001**
<i>Resíduos</i>	3372,38	1	3372,38	0,45	0,50
Interações	7979,74	3	2659,91	0,36	0,78
Erro	178871,45	24	7452,98		
Total	298849,43	31			

CV (%)= 23,77. q= dados quantitativos. ** significativo ($p < 0,01$). FV= Fonte de Variação, SQ= Soma dos Quadrados, GL= Graus de Liberdade, MQ= Quadrados Médios, F= Teste F, Valor P= Probabilidade, CV = Coeficiente de Variação, R Linear= Regressão Linear, R Quadrática= Regressão Quadrática.

A regressão quadrática explica o comportamento dos dados de MFB (Figura 8) significativo ($p < 0,01$), que foi crescente até o ponto de máximo de $81,8 \text{ mg.L}^{-1}$. Com índices de 0,0213 (negativo) para a variável independente quadrática (x^2) e 3,4846 (positivo) para a variável dependente linear (x).

As médias de MFB foram de 281,52g, 384,23g, 426,49g e 316,53g para as doses de 0, 50, 100 e 150 mg.L^{-1} de BAP respectivamente. Por conseguinte ocorreram aumentos de 102,71g, 144,97g e 35,01g em relação à testemunha (0 mg.L^{-1} de BAP). No ponto de máximo a MFB foi de 419,45.

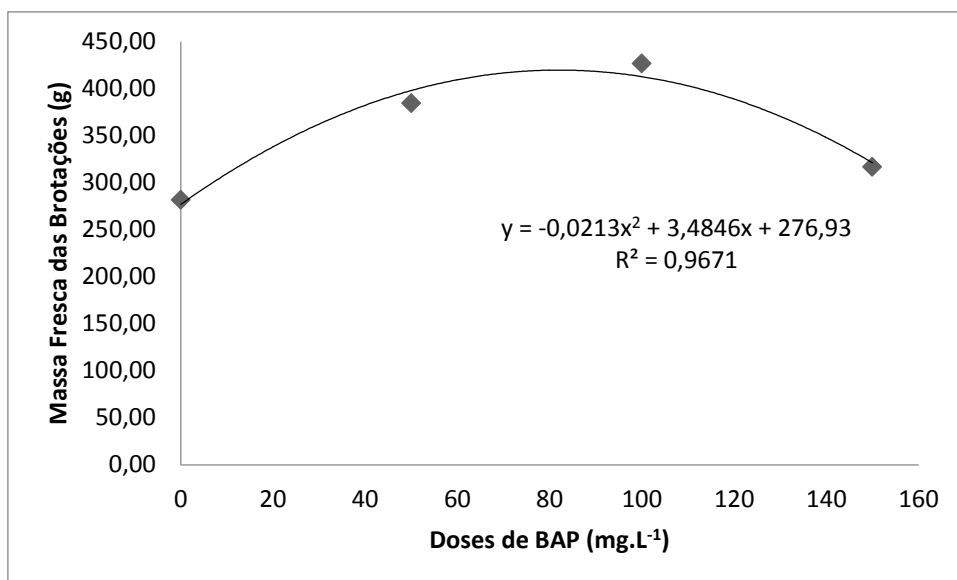


FIGURA 8 – Regressão Quadrática da Massa Fresca das Brotações (MFB) em função da dose de 6-Benzilaminopurina (BAP) inoculada.

Menezes et al. (2014) observaram na micropropagação da pitáia o aumento de massa fresca quando inoculado ANA, BAP ou cinetina ao meio MS nas concentrações de (0,1 mg.L⁻¹ de ANA e 1 ou 5 mg.L⁻¹ de BAP ou cinetina em relação ao controle meio MS sem adição de fitorreguladores e não significância quando aplicado 10 mg.L⁻¹ de BAP ou cinetina ao meio.

O aumento da massa fresca da parte aérea de pitáia por causa do uso de fitorreguladores foi observado por Pontes filho et al. (2014) que utilizou AIB na estaquia dessa frutífera. Esse aumento já não fora observados por Santos et al. (2010) que não verificou significância no aumento da massa seca da parte aérea com a aplicação de AIB. Outros fatores como a fonte do material usado como substrato, tamanhos dos cladódios usados na estaquia, fatores climáticos também foram citados por alguns autores como responsáveis pelo aumento de peso da parte aérea ou de raízes na estaquia da pitáia.

Taiz & Zeiger (2004) relatam a influencia da citocinina no crescimento de zonas meristemáticas e segundo Pimentel (1998) a distribuição de citocininas é controlada pelos ápices vegetativos que redirecionam o fluxo de assimilados. Essa variação pode explicar o aumento do número de brotações, seus comprimentos e consequente aumento de peso de massa fresca que foram observados neste trabalho.

4.5.5 – Massa Seca das brotações (MSB)

A análise de variância (Tabela 4) mostrou que existe um comportamento quadrático significativo ($p < 0,01$) entre a dose de BAP (6-benzilaminopurina) e a Massa Seca das brotações emitidas. Não houve diferenças estatísticas entre os métodos de inoculação de BAP e não houve interação entre os métodos de aplicação e Doses de BAP.

TABELA 4 – Análise de Variância da Massa Seca das Brotações (MSB) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benzilaminopurina (BAP).

FV	SQ	GL	QM	F	Valor-P
Método	45,09	1	45,09	0,51	0,48
Doses	1401,95	(3)	467,32	5,28	0,006 (q)
R Linear	28,74	1	28,74	0,32	0,57
R Quadrática	1148,62	1	1148,62	12,98	0,001**
Resíduos	224,59	1	224,59	2,54	0,12
Interações	420,48	3	140,16	1,58	0,21
Erro	2123,60	24	88,48		
Total	3991,12	31			

CV (%)= 16,69. q= dados quantitativos. ** significativo ($p < 0,01$). FV= Fonte de Variação, SQ= Soma dos Quadrados, GL= Graus de Liberdade, MQ= Quadrados Médios, F= Teste F, Valor P= Probabilidade, CV = Coeficiente de Variação, R Linear= Regressão Linear, R Quadrática= Regressão Quadrática.

A regressão quadrática explica o comportamento dos dados de MSB (Figura 9) significativo ($p < 0,01$), que foi crescente até o ponto de máximo de $78,42 \text{ mg.L}^{-1}$. Com índices de 0,0024 (negativo) para a variável independente quadrática (x^2) e 0,3764 (positivo) para a variável dependente linear (x).

As médias de MSB foram de 51,52g, 59,61g, 67,57g e 51,69g para as doses de 0, 50, 100 e 150 mg.L^{-1} de BAP respectivamente, aumentos de 8,09g, 16,05g e 0,17g em relação à testemunha (0 mg.L^{-1} de BAP). No ponto de máximo a MSB foi de 65,09.

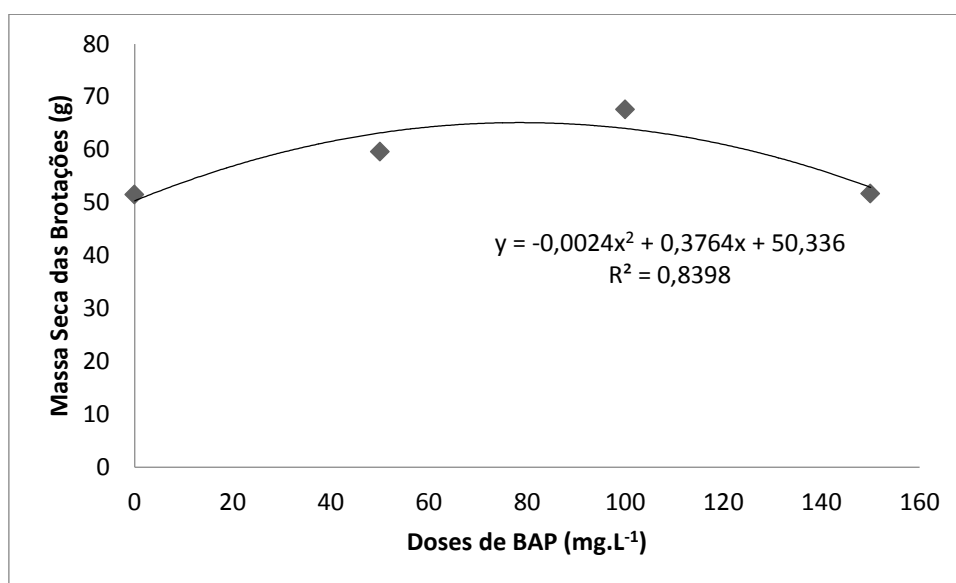


FIGURA 9 – Regressão Quadrática da Massa Seca das Brotações (MSB) em função da dose de 6-Benziloaminopurina (BAP) inoculada.

Pesquisadores verificaram o aumento da matéria seca quando utilizado fitorreguladores na estaquia da pitáia (SHIMOMURA E FUJIHARA, 1980; PONTES FILHO et al. 2014) corroborando com os dados observados neste trabalho.

Taiz & Zeiger (2004) citam o efeito das citocininas no aumento da citocinese e consequente aumento e crescimento das regiões meristemáticas. Pimentel (1998) cita o efeito

a citocinina aplicada em áreas foliares no aumento da quantidade de clorofila e cloroplastos. Esses incrementos podem explicar o aumento na matéria seca por permitir a planta de pitaia o maior acúmulo de esqueletos de carbono. O aumento observado na matéria seca também pode estar relacionado ao maior número de cladódios que possuem função fotossintética nos cactos.

As inflexões negativas verificadas nos dados de CB, MFB e MSB podem estar relacionadas à alta concentração de fitorregulador que causa desequilíbrio em diversos processos metabólicos causando o declínio no crescimento como é observado, por exemplo, em fitorreguladores auxínicos (TAIZ & ZEIGER, 2004).

4.5.6 – Rebrota

A análise de variância dos dados da rebrota (Tabela 5) obtidos após 100 dias após a poda das brotações iniciais (200 DAP) não mostrou diferenças significativas ($p > 0,05$) para nenhum dado avaliado (Número de rebrotações-NBR, Comprimento das rebrotações-CBR, Massa fresca das rebrotações-MFR, Massa seca das rebrotações-MSR).

TABELA 5 – Análise variância do Número de rebrotações (NBR), Comprimento da Rebrotação (CBR), Massa Fresca da Rebrotação (MFR) e Massa Seca da Rebrotação (MSR) do fatorial (2X4) Métodos de inoculação e Doses de 6-Benziloaminopurina (BAP).

FV	GL	Quadrados Médios			
		NBR	CBR	MFR	MSR
Método	1	0,50 ^{ns}	1287,78 ^{ns}	333,82 ^{ns}	36,05 ^{ns}
Doses	(3)	0,54 ^{ns}	3077,71 ^{ns}	7771,10 ^{ns}	365,38 ^{ns}
<i>R Linear</i>	1	0,40 ^{ns}	8374,44 ^{ns}	13780,49 ^{ns}	322,05 ^{ns}
<i>R Quadrática</i>	1	1,12 ^{ns}	154,19 ^{ns}	8106,03 ^{ns}	8,88 ^{ns}
<i>Resíduos</i>	1	0,10 ^{ns}	704,49 ^{ns}	1426,77 ^{ns}	765,22 ^{ns}
Interações	3	0,25 ^{ns}	2130,28 ^{ns}	6311,44 ^{ns}	216,58 ^{ns}
Erro	24	0,33	2933,73	5422,23	203,75
Total	31				
CV(%)		10,82	24,47	21,22	24,49

^{ns} = Não significativo ($p > 0,05$). FV= Fonte de Variação, SQ= Soma dos Quadrados, GL= Graus de Liberdade, MQ= Quadrados Médios, F= Teste F, Valor P= Probabilidade, CV = Coeficiente de Variação, R Linear= Regressão Linear, R Quadrática= Regressão Quadrática.

A não significância estatística observadas dos dados avaliados corrobora fisiologicamente com os processos regulação hormonal da citocinina. As citocininas podem ser convertidas em radicais (nucleotídeos ou glicosídeos), conjugadas com glicose ou outros açúcares e serem catabolizadas pela ação oxidante de citocinina-oxidase (BARRUETO CID, 2000; TAIZ & ZEIGER, 2004). Esses processos de regulação podem explicar o efeito imediato quando as citocininas são aplicadas de forma exógena.

4.6 - CONCLUSÕES

- Os métodos de aplicação da citocinina BAP utilizados não interferem na ação deste fitorregulador, assim, para economizar solução, recomenda-se fazer a aplicação da citocinina por meio de corte na parte apical nas estacas de pitaia.
- Dentro dos limites de concentrações adotadas, a aplicação da citocinina BAP promove incremento linear do número de brotações emitidas pelas estacas de pitaieira.
- O comportamento quadrático para os parâmetros: tamanho, peso fresco e seco das brotações indica que a concentração ideal de BAP encontra-se próxima de 80 mg.L^{-1} .
- A aplicação de BAP não altera o número, comprimento, peso fresco e seco das rebrotações.

5 - CAPÍTULO II

ANÁLISE QUANTITATIVA DE CRESCIMENTO NÃO DESTRUTIVA E CORRELAÇÃO COM FATORES CLIMÁTICOS NA ESTAQUIA DA PITAIA

5.1 – RESUMO

A análise quantitativa do crescimento vegetal pode fornecer informações importantes sobre o desenvolvimento de frutíferas de interesse econômico. A técnica consiste em mensurações periódicas da biomassa ou caracteres não destrutivos ao longo do tempo. A correlação das taxas de crescimento com fatores climáticos descrevem o comportamento do vegetal frente às condições ambientais. Neste trabalho utilizou-se a abordagem não destrutiva da análise quantitativa do crescimento vegetal para analisar as taxas de crescimento na estaquia da pitaia inoculadas com 0, 50, 100 ou 150 mg.L⁻¹ de citocinina 6-benzilaminopurina (BAP), analisando o incremento em tamanho dos cladódios ao longo do tempo. As brotações foram medidas com trena milimétrica e a área foliar foi calculada pelo volume dos cladódios considerados como prismas. O cálculo das taxas de crescimento foi realizado pelo método funcional com adaptações. Os dados climáticos foram obtidos na Estação Automática Ecologia em Seropédica-RJ. Foram calculadas as correlações simples dos dados climáticos com as taxas de crescimento obtidas. A análise estatística foi feita dos dados primários indicando diferenças entre o crescimento de estacas inoculadas com BAP e a testemunha. As taxas de crescimento mostraram-se ajustadas com os dados originais. Houve correlação negativa significativa entre as taxas de crescimento e os dados de Radiação do período das 19 horas.

Palavras-chave: Luminosidade, fotoperíodo, *H. undatus*, taxas de crescimento.

5.2 - ABSTRACT

Quantitative plant growth analysis can provide important information on the development of fruit of economic interest. The technique consists of periodic measurements of biomass or non-destructive characters over time. The correlation of growth rates with climatic factors describes the behavior of the vegetable against environmental conditions. In this work the non-destructive approach of the quantitative analysis of the plant growth was used to analyze the growth rates of the pitiaia cuttings inoculated with 0, 50, 100 or 150 mg.L⁻¹ of cytokinin 6-*benzylaminopurine* (BAP), analyzing the Increase in size of cladodes over time. Sprouts were measured with millimeter and the leaf area was calculated by the volume of cladodes considered as prism. Calculation of growth rates was performed using the functional method with adaptations. The climatic data were obtained from the Automatic Station Ecologia in Seropédica-RJ. The simple correlations of the climatic data with the obtained growth rates were calculated. Statistical analysis was done on the primary data indicating differences between the growth of cuttings inoculated with BAP and the control. The growth rates were adjusted with the original data. There was a significant negative correlation between growth rates and radiation data from the 19 hour period.

Keywords: Luminosity, photoperiod, *H. undatus*, growth rates.

5.3 - INTRODUÇÃO

A análise quantitativa de crescimento vegetal é uma ferramenta que permite analisar a adaptação climática, a fito sócio-ecologia, o efeito do manejo e tratos culturais e o desenvolvimento e produção vegetal por meio da comparação das taxas de crescimento (BENICASA, 2003; ARAÚJO, 2003). Para determinação das taxas de crescimento são feitas mensurações da massa seca ou outras características não destrutivas das plantas como, por exemplo, comprimento, volume ou peso fresco e da área ou volume do órgão responsável pela fotossíntese (CARDOSO et al., 2006).

Observa-se carência em trabalhos utilizando a análise de crescimento vegetal para analisar o desenvolvimento da pitáia (*Hylocereus spp*), utilização essa que pode elucidar vários aspectos importantes sobre a fenologia e comportamento dessa cactácea epífita. O estudo desse cacto exige cuidados especiais, seus espinhos dificultam o manuseio exigindo luvas ou outros acessórios de proteção. A presença de cera, camada espessa de cutícula e morfologia triangular dos seus cladódios dificultam a obtenção de dados de matéria seca sem antes realizar o preparo prévio, que consiste em cortes do caule suculento em pequenos pedaços e pré-secagem para possibilitar o uso de câmara de ar quente forçado para a obtenção de massa seca.

A essas dificuldades acrescenta-se o alto custo dos cladódios de pitáia limitando as pesquisas que possibilitariam a compreensão sobre o crescimento dessa frutífera promissora. A abordagem não destrutiva da análise quantitativa do crescimento vegetal pode viabilizar a obtenção das taxas de crescimento da pitáia, contornando essas peculiaridades mencionadas. As taxas de crescimento, uma vez obtidas, podem ser correlacionadas com dados climáticos possibilitando o entendimento da ecofisiologia desse vegetal (NASCIMENTO, 2012).

A produção de fotoassimilados pelas plantas pode ser afetada por fatores climáticos como a disponibilidade de água, CO₂, intensidade luminosa, nutrientes e variações na temperatura (GUARDA & CAMPOS, 2014). Plantas com Metabolismo Ácido das Crassuláceas, como a pitáia, manifestam plasticidade no Metabolismo CAM (ORTIZ-HERNADEZ et al., 1999), agindo como CAM Cíclica abrindo os estômatos se as condições ambientais e nutricionais são adequadas e em outro extremo atuando como CAM “*idling*” sem abertura dos seus os estômatos durante todo o ciclo circadiano, mantendo a atividade fotossintética ativa pelo aproveitamento do CO₂ da respiração mitocondrial. Portanto, as

condições climáticas são primordiais para o sucesso de plantações comerciais de pitaia. Sabe-se que a pitaia é sensível a elevadas intensidades luminosas (ZEE et al., 2004; CHANG et al., 2016) e altas temperaturas (NERD et al., 2002) e fotoperíodo (JIANG et al., 2012).

O uso e efeitos de citocininas na indução de brotações na estaquia e no crescimento de mudas de pitaia são pouco relatados. Este trabalho teve como objetivo avaliar a análise quantitativa de crescimento vegetal com abordagem não destrutiva no crescimento de mudas de pitaia, produzidas por estaquia com aplicação de diferentes concentrações da citocinina 6-Benzilaminopurina (BAP) e sua correlação com os fatores climáticos.

5.4 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de inoculação de BAP foi descrito neste trabalho com doses de 0, 50, 100 e 150 mg.L⁻¹ de BAP. Foram feitas medições semanais da soma do comprimento das brotações (C) com trena milimétrica. Os cladódios da pitaia são os órgãos fotossintetizantes o seu volume neste trabalho foi considerado como Área Foliar (AF), mensurados como prismas. Os dados climáticos foram obtidos da Estação Meteorológica Automática Ecologia Agrícola em Seropédica-RJ, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia –INMET do período de condução do experimento.

Para a análise quantitativa de crescimento não destrutiva foi utilizado o método funcional e a variável destrutiva massa seca (W) foi substituída pela soma do comprimento das brotações (C). Os dados originais foram linearizados utilizando expressões polinomiais do segundo grau pelo método dos quadrados mínimos de seus logaritmos neperianos (HUNT, 1982; ARAÚJO, 2003), no modelo:

$$\ln C = a + bT + cT^2$$

onde: lnC=logaritmo neperiano da Soma do Comprimento das Brotações; a,b e c= coeficientes resultantes do ajuste da curva de lnC; T=Tempo

As seguintes taxas de crescimento foram calculadas:

- Taxa de Crescimento Relativo (TCR):

$$TCR = d(\ln C)/dT \text{ (cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1} \text{)}$$

- Taxa de Crescimento Absoluto (TCA):

$$TCA = TCR \cdot C \text{ (cm dia}^{-1} \text{)}$$

- Taxa de Assimilação Líquida (TAL):

$$TAL = TCA/AF \text{ (cm m}^{-3} \text{ d}^{-1} \text{)}$$

Onde: d(lnC)= derivada do logaritmo neperiano do Comprimento das Brotações; dT= derivada do Tempo; AF= Área Foliar.

Neste trabalho a Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) exprime o aumento de tamanho dos novos cladódios de pitaia ao longo do tempo, a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) reflete o aumento do tamanho dos cladódios por unidade de comprimento de cladódios pré-existent e a Taxa de Assimilação Líquida (TAL) expressa a taxa de produção do comprimento das brotações da pitaia, sendo considerada uma estimativa da atividade fotossintética dos cladódios, representando o balanço líquido entre os ganhos fotossintéticos menos as perdas respiratórias (HUNT, 1982; BENICASA, 2003).

Foi realizado o cálculo dos coeficientes de correlação simples entre as taxas de crescimento e os dados meteorológicos e considerado significativo às correlações maiores que 0,50 ou -0,50.

Os dados primários da soma de comprimento dos cladódios (CB) de pitaia foram submetidos à análise de variância para inferir a significância das curvas das taxas de crescimento como postulado por Araújo (2003).

5.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância da soma do comprimento das brotações (CB) mostrou-se significativa ($p < 0,01$) para um comportamento quadrático entre os dados analisados e as concentrações de BAP. Infere-se, então, em analogia ao postulado por Araújo (2003) que existem diferenças no comportamento das taxas de crescimento ao longo do tempo, refletindo essas diferenças nas suas curvas.

5.5.1 – Coeficientes das Regressões Polinomiais de Segundo Grau

Os coeficientes do segundo grau dos dados transformados em seus logaritmos neperiano da soma do comprimento das brotações e da área foliar são apresentados na Tabela 6. Os valores de R^2 dos modelos variaram de 0,9618 a 0,993 para os dados de soma de comprimento das brotações e área foliar, indicando um adequado ajuste aos dados primários.

TABELA 6 - Coeficientes das regressões polinomiais de segundo grau ($\ln C = a + bt + ct^2$) ajustados aos dados primários da soma do comprimento das brotações (C) e área foliar (AF) das estacas de pitaia inoculadas com 6-Benziloaminopurina (BAP).

Coeficiente	0 mg.L ⁻¹ BAP	50 mg.L ⁻¹ BAP	100 mg.L ⁻¹ BAP	150 mg.L ⁻¹ BAP
Soma do Comprimento das Brotações (C)				
A	-1,717	-9,7374	-15,806	-11,513
B	0,0986	1,2168	2,2104	1,3782
C	0,0191	0,0113	0,0051	0,0066
R ²	0,993	0,9774	0,9618	0,9698
Área foliar				
A	-0,0103	-0,0617	-0,1005	-0,073
B	0,0006	0,0078	0,0141	0,0088

C	0,0001	7,00E-05	3,00E-05	4,00E-05
R ²	0,993	0,9774	0,9618	0,9698

5.5.2 – Soma do Comprimento das Brotações (C)

O gráfico do modelo do crescimento das brotações é apresentado na Figura 10. Nota-se que os cladódios inoculados com 100 mg.L⁻¹ apresentaram um crescimento das brotações adventícias maior, seguidos pelos cladódios que foram inoculados com 50 mg.L⁻¹ e os cladódios da testemunha (0 mg.L⁻¹) e os inoculados com 150 mg.L⁻¹.

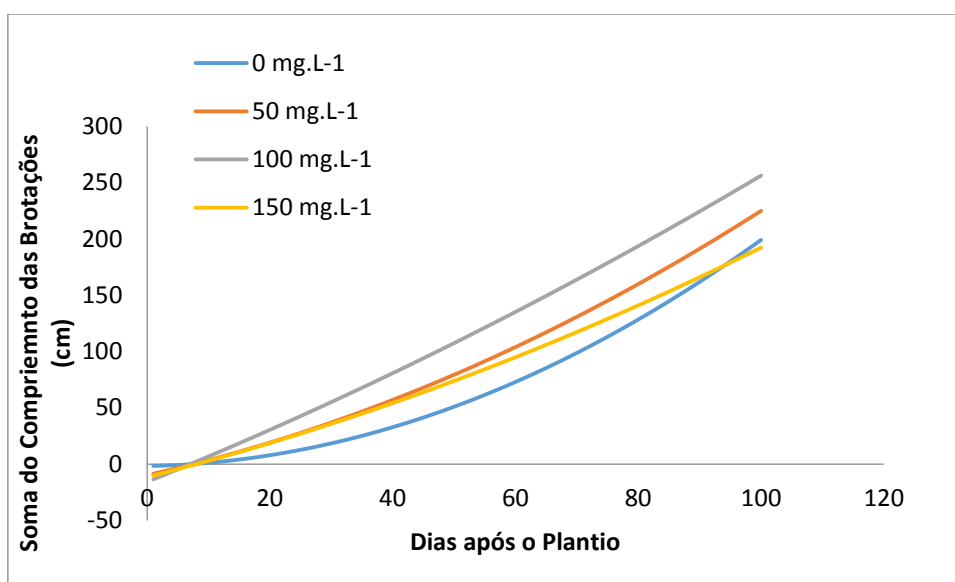


FIGURA 10 – Incremento diário do Comprimento das Brotações adventícias dos Cladódios inoculados com 0, 50, 100 e 150 mg.L⁻¹.

Esses dados corroboram com os resultados do capítulo anterior onde se verificou que a inoculação com a citocinina BAP possui um comportamento quadrático, com incremento no tamanho das brotações nos cladódios inoculados até a concentração de 100 mg.L⁻¹ e decréscimo do tamanho dos cladódios nos cladódios inoculados com 150 mg.L⁻¹ em relação a testemunha (0 mg.L⁻¹). Confirmam ainda o efeito positivo da citocinina BAP na citocinese e alongamento celular (SHIMOMURA E FUJIHARA, 1980; PIMENTEL, 1998; BARRUETO CID, 2000; TAIZ E ZEIGER 2004).

5.5.3 – Área Foliar (volume dos cladódios).

O gráfico do incremento diário da área foliar é apresentado na Figura 11. Nota-se o mesmo padrão de desenvolvimento das estacas inoculadas com BAP com incremento em volume de cladódios nas estacas onde foram aplicadas até 100 mg.L⁻¹ de BAP e decréscimo na concentração de 150 mg.L⁻¹ em relação à testemunha (0 mg.L⁻¹).

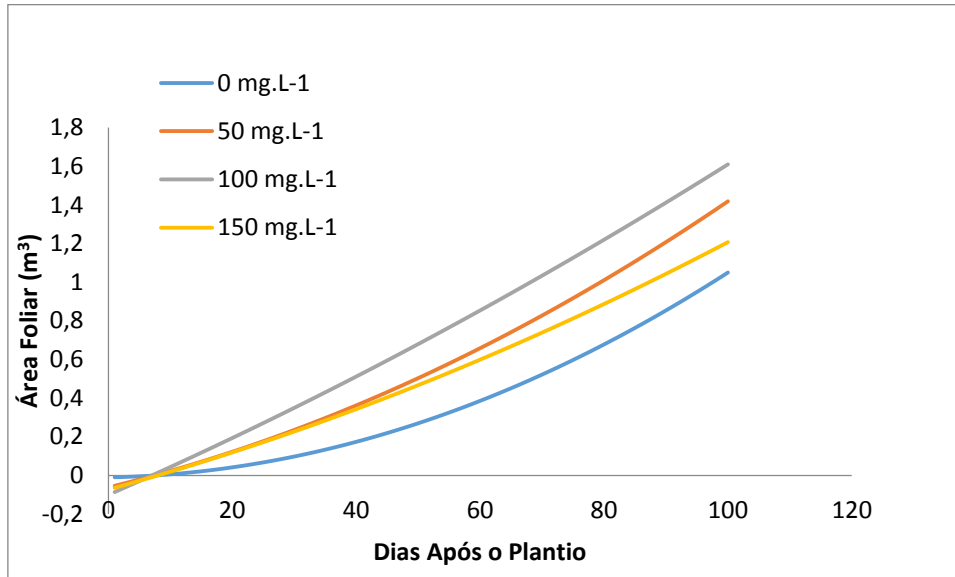


FIGURA 11 – Incremento diário de Área Foliar (em volume) dos cladódios inoculados com 0, 50, 100 e 150 mg.L⁻¹.

Como o cladódio da pitáia é o órgão fotossintetizante o incremento diário em tamanho do reflete o investimento da planta nessa função essencial para a maximização da produção de carboidratos. Originalmente de área de sub-bosque o maior volume de cladódios permite a pitáia interceptar a radiação solar em ambiente sombreado. E a plasticidade do Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) do tipo cíclico permite a abertura de estômatos em horas amenas do dia o que reflete em um grande incremento de biomassa o que só é observado em algumas CAM facultativas (PIMENTEL, 1998; ORTIZ-HERNANDEZ et al., 1999; DONADIO, 2009).

5.5.4 – Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

O gráfico da Taxa de Crescimento Relativo (TCR) das brotações dos cladódios inoculados com BAP encontra-se na Figura 12. Nota-se velocidade inicial de crescimento maior em cladódios inoculados com 150 mg.L⁻¹ seguido pelas estacas inoculadas com 50 mg.L⁻¹, 0 mg.L⁻¹ e 100 mg.L⁻¹ e velocidade final maior nas estacas inoculadas com 0 mg.L⁻¹, 100 mg.L⁻¹, 50 mg.L⁻¹ e 150 mg.L⁻¹, respectivamente.

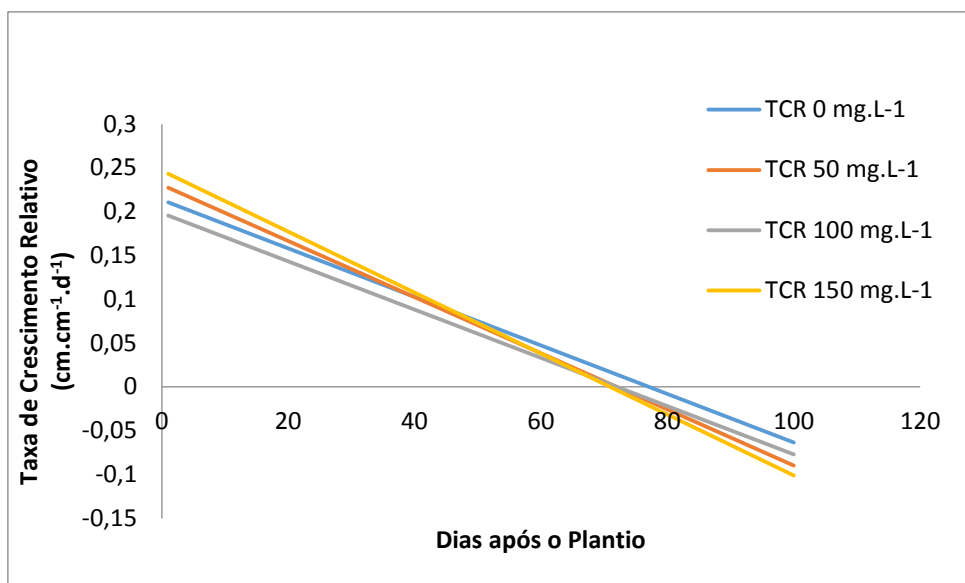


FIGURA 12 – Taxa de Crescimento Relativo das brotações dos cladódios de pitáia inoculados com 0, 50, 100 e 150 mg.L⁻¹.

Esse comportamento pode estar associado com o efeito imediato da citocinina no aumento de clorofila e portando na função fotossintética (PIMENTEL, 1998) e o decréscimo apresentado no final pelas estacas inoculadas com 150 mg.L-1 pode estar relacionada ao efeito deletério de altas concentrações de fitorregulador (TAIZ E ZEIGER, 2004) e os processos de regulação reversível de citocininas (BARRUETO CID, 2000).

5.5.5 – Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

Na Figura 13 está representado o gráfico da Taxa de Crescimento Absoluto. Nota-se um comportamento díspar entre as taxas das estacas inoculadas e da testemunha. Os cladódios inoculados tiveram taxas máximas aos 50 dias e a testemunha aos 60 dias. As taxas mínimas foram observadas próximo aos 90 dias para todos os tratamentos. As curvas indicam ainda um crescimento vegetativo mais intenso próximo de 50 dias para as concentrações de BAP estudadas, enquanto para a testemunha, isto ocorreu próximo aos 60 dias da aplicação. A partir destes tempos citados e respectivas dosagens nota-se a diminuição da intensidade de crescimento.

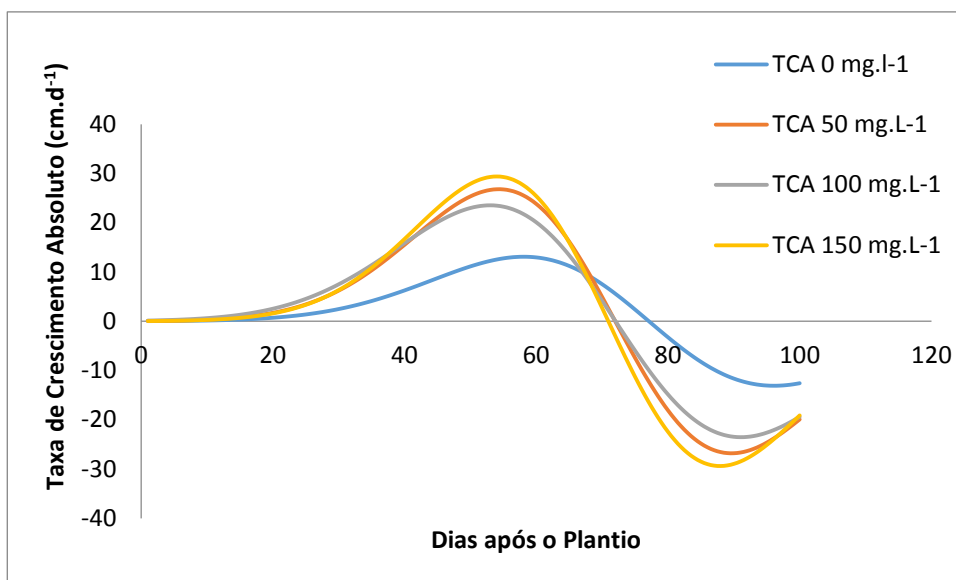


FIGURA 13 – Taxa Diária de Crescimento Absoluto de brotações de estacas de pitaias inoculadas com 0, 50, 100 e 150 mg.L⁻¹ de BAP.

Hunt (1982) cita que com o desenvolvimento do vegetal espera-se uma diminuição nas taxas de crescimento, pois este investe os fotoassimilados em outros órgãos como raízes e aparato reprodutivo ou os tecidos fotossintetizantes tornam-se lignificados perdendo a função de assimilação de CO₂ ou mesmo por senescência. Porém, como no presente trabalho as mudas são jovens e só atingiriam a maturidade um ano após a estaquia (SILVA et al., 2015) podemos inferir que tais quedas na TCA foram de fatores extrínsecos e como o manejo relacionados ao crescimento foi controlado (irrigação, controle de ervas, daninhas, pragas e doenças) espera-se que esses decréscimos são provocados por algum fator climático que será verificado mais adiante.

5.5.6 – Taxa de Assimilação Líquida (TAL)

O gráfico da Taxa de Assimilação Líquida (TAL) está representado na Figura 14. Esse gráfico mostra que o crescimento observado na TCA até os 65 dias foi acompanhado pelo grande investimento em tecido fotossintetizante nos primeiros 40 dias. Nota-se TAL inicial maior para as estacas inoculadas com BAP em relação a testemunha, refletindo no maior crescimento das brotações desses tratamentos. Aos 60 DAP (Figura 14) nota-se uma nas taxas de assimilação assim como observadas nas taxas de crescimento absoluto o que sugere a ação de um fator extrínseco.

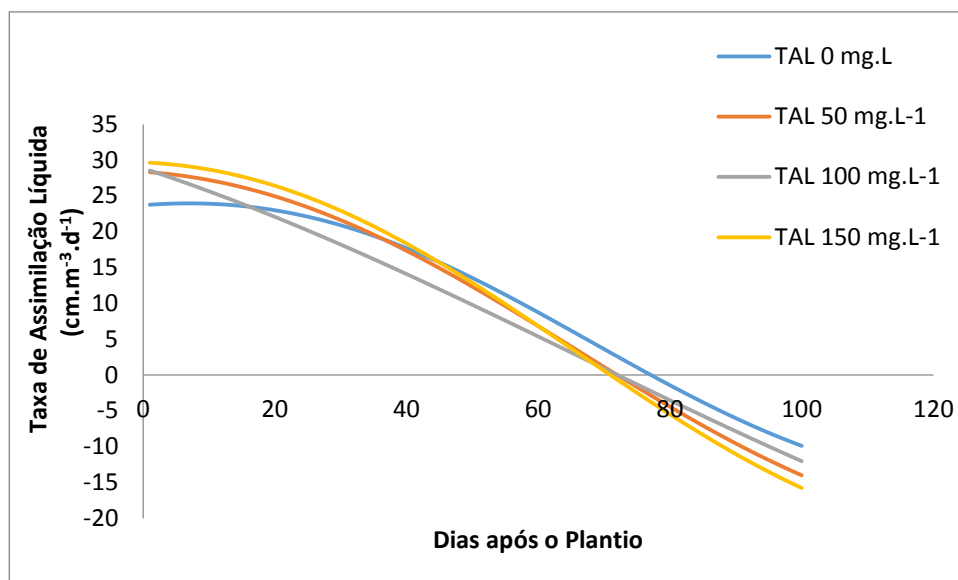


FIGURA 14 – Taxa de Assimilação Líquida diária, das brotações de pitiaia inoculadas com 0,50, 100 e 150 mg.L⁻¹ de BAP.

5.5.7 – Correlação entre as Taxas de Crescimento e dados Climáticos.

Não houve correlações significativas entre as taxas de crescimento e os dados climáticos obtidos na Estação Automática Ecologia localizada em Seropédica-RJ do período diurno, corroborando com a atividade fotossintética noturna apresentada pelo metabolismo CAM da pitiaia. Houve correlação significativa ($p > -0,50$) entre as taxas de crescimento e os dados de Radiação Solar no período das 19 horas (Tabela 7).

TABELA 7 – Coeficientes de correlações simples entre as taxas de Crescimento Relativo, Absoluto e de Assimilação Líquida das brotações de Estacas de pitiaia inoculadas com 0,50, 100 e 150 mg.L⁻¹ de BAP e dados Climáticos.

Taxas de Crescimento	T. do Ar (°C) 22-2h	T. Máxima (°C) 22-2h	T. Mínima (°C) 22-2h	RADIACAO GLOBAL (KJ/M ²) 18h(21h UTC)	RADIACAO GLOBAL (KJ/M ²) 19h (22h UTC)
TCR 0 mg.L ⁻¹ BAP	-0,41466	-0,4118	-0,40904	-0,49701	-0,63594
TCA 0 mg.L ⁻¹ BAP	-0,17622	-0,17769	-0,18324	-0,28062	-0,32971
TAL 0 mg.L ⁻¹ BAP	-0,42422	-0,42306	-0,42228	-0,52893	-0,66497
TCR 50 mg.L ⁻¹ BAP	-0,41466	-0,4118	-0,40904	-0,49701	-0,63594
TCA 50 mg.L ⁻¹	-0,29898	-0,30405	-0,31036	-0,44709	-0,50465

¹ BAP					
TAL 50 mg.L ⁻¹					
¹ BAP	-0,42374	-0,42205	-0,42059	-0,52161	-0,6591
TCR 100					
mg.L ⁻¹ BAP	-0,41466	-0,4118	-0,40904	-0,49701	-0,63594
TCA 100					
mg.L ⁻¹ BAP	-0,29908	-0,3039	-0,31014	-0,44799	-0,51032
TAL 100					
mg.L ⁻¹ BAP	-0,41793	-0,4154	-0,41302	-0,50481	-0,64356
TCR 150					
mg.L ⁻¹ BAP	-0,41466	-0,4118	-0,40904	-0,49701	-0,63594
TCA 150					
mg.L ⁻¹ BAP	-0,32276	-0,32865	-0,33509	-0,47719	-0,53375
TAL 150					
mg.L ⁻¹ BAP	-0,42432	-0,42273	-0,42137	-0,5234	-0,66068
Média	-0,37049	-0,3704	-0,37102	-0,47664	-0,58754

As maiores correlações observadas foram para os dados de Radiação Solar das 19 horas (22 h UTC), a incidência dos raios solares neste período diminui a produção de fotoassimilados e conseqüente diminuição nas taxas de crescimento. Cavalcante et al. (2011) e Chang et al. (2016) relatam que a intensidade luminosa é prejudicial na fase de estaquia da pitáia e que essa frutífera necessita de sombreamento artificial de 50 a 60% do total da luminosidade incidente sobre a planta pelo menos no período de mudas. A radiação Solar observada então no período das 19 horas (Figura 15) pode inibir a abertura estomática noturna típica de plantas CAM resultando nas menores taxas de crescimento observadas.

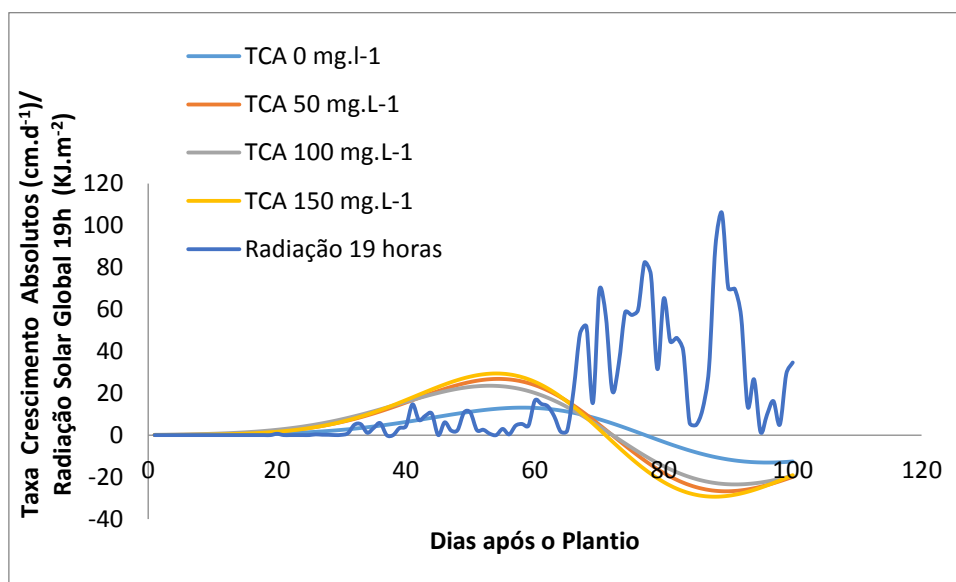


FIGURA 15 – Gráfico da Correlação entre a Radiação Solar (KJ.m^{-2}) no horário 19 h (22 h UTC) e Taxa de Crescimento Absoluto de estacas de pitáia inoculadas com 0, 50, 100 e 150 mg.L^{-1} de BAP.

A diminuição da Taxa de Crescimento Absoluto aos 71 dias DAP coincide com o solstício de verão com dias mais longos (noites mais curtas) culminando com a diminuição das Taxas de Assimilação Líquida (Figura 16) de todos os tratamentos. O decréscimo na fotossíntese observado com a TAL é corroborado pelos resultados de Raveh et al. (2009) que mensuraram mensalmente a fotossíntese por um ano (agosto/2006 a agosto/2007) em *H. undatus* e verificaram o declínio das taxas fotossintéticas no mesmo período em Israel. Jiang et al. (2012) relatam que o fotoperíodo regula a brotação e floração da pitiaia como observado neste trabalho com a análise de crescimento e a correlação com a radiação solar desse período das 19 horas.

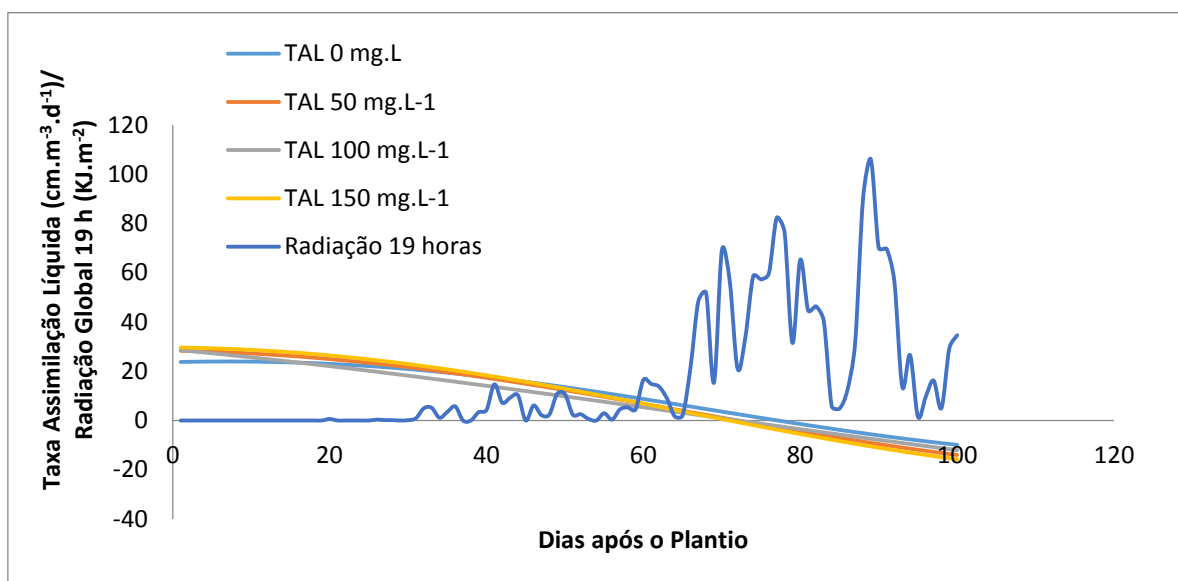


FIGURA 16 – Gráfico da Correlação entre a Radiação Solar (KJ.m^{-2}) no horário de 19 h (22 UTC) e Taxa de Assimilação Líquida de estacas de pitiaia inoculadas com 0, 50, 100 e 150 mg.L^{-1} de BAP.

Esse comportamento pode ser explicado, em tese, pela diminuição do período de abertura estomática dessas plantas CAM com menor assimilação de CO_2 atmosférico. Outros processos podem estar envolvidos, pois nesse período do ano que a pitiaia emite flores e frutos (MARQUES et al. 2011; SILVA et al. 2015). Nobel et al. (2006) pesquisou a assimilação de CO_2 em *H. undatus* e *S. Megalanthus* (*H. Megalanthus*) sob condições de seca e altas temperaturas comparados a condições de clima mais ameno e manejo irrigado e relata alteração nas taxas de assimilação fotossintética que alteram o ciclo circadiano de assimilação de CO_2 quando a pitiaia sofre altas temperaturas (maiores que 40°C) e período de seca (8 dias) possivelmente com ação na capacidade da enzima PEPCase e RUBISCO de fixar e se regenerar. A capacidade de assimilar CO_2 está correlacionada com a concentração de nitrogênio e clorofila contida nos tecidos da pitiaia (NOBEL & BARRERA, 2004; RAVEH et al., 2009).

5.6 - CONCLUSÕES

- A abordagem não destrutiva da análise quantitativa de crescimento pode ser utilizada para a avaliação de crescimento de plantas de pitaia.
- As taxas de crescimento mostram comportamento diferente entre os tratamentos inoculados com a citocinina 6-benziloaminopurina (BAP) e a testemunha (0 mg.L⁻¹ BAP).
- Existe correlação negativa entre a Radiação Global do período das 19 horas (22 h UTC) com as taxas de crescimento analisadas neste trabalho.
- O fotoperíodo interfere no crescimento vegetativo de *Hylocereus undatus*.
- Estudos utilizando a análise quantitativa de crescimento por um ciclo completo produtivo da pitaia podem ajudar a compreender o desenvolvimento dessa frutífera fornecendo informações importantes para o manejo.

6 - CAPÍTULO III

USO DO GONGOCOMPOSTO NA ESTAQUIA DA PITAIA

6.1 - RESUMO

O sucesso da estaquia da pitiaia depende entre outros fatores do material usado como substrato para enraizamento, esse substrato deve fornecer os nutrientes necessários, o suporte, umidade e oxigênio para o desenvolvimento das raízes. O gongocomposto é o substrato orgânico processado pela atividade de diplópodes, suas características físico-químicas demonstram grande potencial para a utilização na propagação de plantas. Neste trabalho utilizou-se o gongocomposto processado pela atividade do gongolo *Trigoniulus corallinus* comparando-o com substrato resultante da mistura de areia+esterco bovino e substrato comercial Biomix®. Foi realizada a caracterização físico-química dos substratos e analisado o efeito fitotécnico na estaquia da pitiaia medindo-se os números de brotações (NB), o comprimento das brotações (CB), a massa fresca e seca da parte aérea (MFPA, MSPA) e das raízes (MFR e MSR). Utilizou-se Delineamento Inteiramente Casualizado com os 3 tratamentos com 5 repetições. Os resultados mostraram o gongocomposto com maiores níveis de nutrientes e características físicas superiores aos outros substratos estudados que resultaram em maiores parâmetros fitotécnicos observados no tratamento onde o gongocomposto foi utilizado.

Palavras-Chave: Compostagem, diplópode, estaquia, *H. undatus*

6.2 - ABSTRACT

The success of pitaya propagation by cuttings depends, among other factors, on the material used as a substrate for rooting; this substrate must provide the necessary nutrients, support, moisture and oxygen for root development. The millipede compost is the organic substrate processed by the activity of diplopods, its physicochemical characteristics show great potential for the use in the propagation of plants. In this work the millipede compost processed by the activity of the *Trigoniulus corallinus* was compared with the substrate resulting from the mixture of sand + bovine manure and commercial substrate Biomix®. The physicochemical characterization of the substrates was carried out and the phytotechnological effect in the pitaya cutting was analyzed by the number of shoots (NB), shoot length (CB), fresh and dry shoot mass (MFPA, MSPA) and roots (MFR and MSR). A completely randomized design was used with the 3 treatments with 5 replicates. The results showed the millipede compost with higher levels of nutrients and physical characteristics than the other substrates studied, which resulted in higher phytotechnical parameters in the treatment where millipede compost was used.

Key words: Composting, diplopod, cutting, *H. undatus*

6.3 – INTRODUÇÃO

A pitiaia (*Hylocereus spp*) é uma frutífera promissora por causa das propriedades nutracêuticas de seus frutos, o sabor, a facilidade de manejo, adaptações à seca e a remuneração que os produtores recebem pela venda de mudas e frutas. O cultivo de pitiaia (*Hylocereus spp*) pode ser uma alternativa para regiões que têm sofrido com diminuição do volume de precipitações pluviométricas, pois essa frutífera demanda cerca de 150-500 mm de água por ano por causa do metabolismo CAM (MIZRAHI, 2014).

Essa frutífera tem origem nas Américas com ocorrência inclusive em território brasileiro. Possui caule suculento, fotossintetizantes, raízes fasciculadas, hábito epífito, flores grandes em formas de sino, frutos grandes carnudos, com inúmeras sementes. Para seu cultivo precisa ser tutorada com suportes de 1,5 a 2 metros, responde bem à adubação e irrigação. Necessita de sombreamento artificial e pode atingir produção de frutos de 15 a 30 toneladas por hectares/ano (DONADIO, 2009; ORTIZ-HERNANDEZ & CARRILLO-SALAZAR, 2012; MIZRAHI, 2014).

A produção de mudas de pitiaia se dá principalmente por estaquia resultando em plantas com características genotípicas idênticas à planta mãe, aumento da precocidade, uniformidade fenotípica e produtividade. Esse tipo de propagação demanda estudos sobre quais práticas e materiais induzirão maior crescimento inicial de raízes e brotações e a escolha de substratos que tenham características físico-químicas que propiciarão às estacas de pitiaia maior vigor inicial é fator determinante para um crescimento vigoroso.

O material que compõe o substrato é de extrema importância na propagação vegetativa, sendo este um dos fatores de maior influência no enraizamento de estacas, mantendo sua base em ambiente úmido, escuro e aerado, além de promover a sustentação da planta. A ausência de solo no substrato facilita a remoção da muda com o torrão e impede a ocorrência de fitopatógenos, pragas e sementes de ervas daninhas (ZORZETO, 2011)

O substrato deve disponibilizar todos os macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento vegetal, além de água e oxigênio. A composição físico-química dos substratos reflete na qualidade dos mesmos e no sucesso na sua utilização, por esse motivo a caracterização físico-química é imprescindível e os substratos comerciais devem especificar os seus teores mínimos garantidos.

Atualmente há uma disponibilidade de diferentes substratos comerciais no mercado, recomendados de maneira geral a diferentes espécies, com formulações muitas vezes desconhecidas e seus desempenhos às plantas não são totalmente conhecidos (MENEZES JÚNIOR et al., 2000), tendo duas ou mais misturas de componentes em suas formulações a fim de obterem qualidades físicas, químicas e biológicas.

Os compostos orgânicos de modo geral possuem propriedades biológicas adequadas para seu uso como substratos para mudas de hortaliças, pois são capazes de fornecer os nutrientes necessários ao crescimento de várias culturas agrícolas. Neste sentido, o uso de resíduos orgânicos como fornecedores de nutrientes e suporte para compor substratos pode representar uma alternativa para diminuir o custo de produção de mudas em geral. Vermicomposto (obtido pela ação de minhocas) é o mais conhecido e estudado. Nos últimos anos o gongocomposto tem ganhado notoriedade por suas características peculiares como, por exemplo, a praticidade no seu preparo e sua a qualidade física e química (LEAL et al., 2007).

Vários diplópodes são utilizados na compostagem por causa de sua capacidade de triturar material orgânico grosseiro. No Brasil estudos com o *Trigoniulus corallinus* Gervais mostram que o gongocomposto possui características físico-químicas semelhantes ao vermicomposto (húmus de minhocas) e tem-se demonstrado eficiente na produção de mudas (ANTUNES et. al., 2016).

Estudos da composição e do uso de gongocomposto na estaquia da pitaia não foram relatados. Diante do exposto, realizou-se o presente trabalho, com o objetivo de avaliar a eficiência do composto gerado pela atividade do diplópode *Trigoniulus corallinus* na estaquia da pitaia.

6.4 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia, do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica-RJ, com 33 m de altitude, situado a 22° 45'S, 43°41'W. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen. O experimento foi implantado dia 15 de outubro de 2015.

No preparo do gongocomposto foram utilizados 20% de ramos e folhas de glirícidia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.), 20% de ramos e folhas de flemingia (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), 30% de aparas de grama (*Brachiaria decumbens* Stapf), 20% de ramos e folhas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e 10% de papelão picado. O preparo do material e consumo pelo diplópode *Trigoniulus corallinus* estão descritos em Antunes et al. (2016). Após seis meses, o material foi peneirado em malha de 2 mm, sendo o material fino utilizado no experimento como substrato.

Os Cladódios de pitiaia foram obtidos na Fazendinha Agroecológica-Km 47, em Seropédica-RJ, foram padronizados com 20 cm de comprimento e as estacas plantadas em vasos (altura de 17 cm, diâmetro de 21 cm e capacidade de volume de cinco litros com 3 tipos de substratos: T1-Gongocomposto, T2 – Substrato comercial **Biomix**[®] e T3 – Areia 50% e esterco bovino 50% em volume, com 5 repetições e 5 estacas de pitiaia em cada repetição em delineamento inteiramente casualizado.

A determinação dos teores de N, Ca, Mg, K e P dos substratos avaliados foram realizadas de acordo com a metodologia utilizada por Embrapa (2005).. Para quantificar a matéria orgânica e teor de carbono presente nos substratos, utilizou-se o método gravimétrico, o qual consiste na queima do material em mufla a 550 °C, por 4 h. As análises de pH foram realizadas em solução de água destilada (5:1 v/v) e a condutividade elétrica foi determinada no mesmo extrato aquoso obtido para a medição do pH de acordo com o método descrito por Brasil (2007). Foram feitas as análises físicas para determinação da densidade aparente e densidade partícula, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e capacidade de retenção de água, foram realizadas através da metodologia adaptada de Silva (1998) e Brasil (2007).

Após 90 dias do estaqueamento, foram avaliados os seguintes parâmetros: número de brotações (NB), comprimento dos brotos (CB), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR). Para a determinação das massas secas de parte aérea e raiz, os materiais foram colocados em estufa à 65 °C, mantidas por 72 horas até a obtenção de peso constante. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), composto por três tratamentos com cinco repetições e cinco estacas de pitiaia por repetição.

Para a análise dos dados foi realizada avaliação da homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Bartlett e da normalidade pelo Teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente se significativos ao teste de Tukey a 5%.

6.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações da homogeneidade das variâncias dos erros e da normalidade dos dados mostraram a adequação dos dados para o uso da análise de variância (ANOVA) e testes de médias (Tukey).

6.5.1 – Caracterização Química dos Substratos

Os valores de pH (Tabela 8) foram em log de H⁺ de 6,08 para o gongocomposto, 7,2 para o substrato constituído de Areia+Esterco e 6,74 para o substrato comercial Biomix®. As condutividades elétricas (CE) dos substratos (Tabela 8) em deciSiemens por metro (dS.m⁻¹) foram de 2,65; 0,88 e 0,46.

TABELA 8. Características químicas dos substratos utilizados para a produção de estacas de pitaia vermelha.

Parâmetro	Unidade	Substrato		
		Gongocomposto	Areia + Esterco	Biomix®
pH	-	6,08	7,2	6,74
CE	dS m ⁻¹	2,65	0,88	0,46
C _{total}		372,2 a	44,4 c	273,3 b
N _{total}		29,0 a	1,40 c	6,10 b
P _{total}	g K ⁻¹	3,47 a	0,43 c	2,63 b
K _{total}		11,65 a	1,84 b	2,55 b
Ca _{total}		21,52 a	0,94 b	22,26 a
Mg _{total}		5,71 a	1,12 c	2,34 b
Matéria Orgânica	%	74,44 a	8,88 c	54,66 b
C/N	-	12,83 c	31,71 b	44,80 a

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0,05).

Poucos trabalhos relatam a caracterização química de substratos processados por diplópodes. Apurva et al. (2014) trabalharam com substrato processado por *Harpaphe haydeniana* (Wood) e obtiveram pH de 7,20 e CE de 0,24. Essas diferenças entre os potenciais hidrogeniônicos e condutividades elétricas provavelmente estão relacionadas com o material de origem vegetal, o solo utilizado na mistura e as espécies de diplópodes processadoras. O pH influencia na solubilidade e disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Segundo Araújo (2003) o pH ideal no ambiente radicular é de 5 a 6, valor este próximo do observado no gongocomposto.

A CE é uma indicação da Capacidade de Trocas Catiônicas (CTC) relacionadas com o conteúdo de nutrientes no substrato convergente neste trabalho com os resultados de análise de macronutrientes presentes nos tratamentos (Tabela 8). Os valores de Carbono total, Nitrogênio total, Fósforo total, Potássio total, Magnésio total e Matéria Orgânica mostraram-se superiores no tratamento com gongocomposto do que nos outros substratos e os dados de Cálcio total foi semelhante ao observado no substrato comercial. Apurva et al. (2014) observou tal superioridade nutricional do composto processado por diplópode (*H. haydeniana*) comparado aos outros tratamentos que analisou (solo, vermicomposto e solo+esterco).

Antunes et al. (2016) concluíram que a decomposição de resíduos vegetais e urbanos feita com o uso de *T. corallinus* enriquece o substrato com cálcio, magnésio e fósforo resultado que ratifica os dados observados neste trabalho. Ashwini & Sridhar (2006) também relataram aumento na concentração de N, P, K, Ca e Mg no composto produzido com a ajuda de diplópodes e minhocas. Os valores superiores de N, Matéria Orgânica e P podem, em tese, estarem relacionados à qualidade do material vegetal utilizado na gongocompostagem (LOPEZ-REAL, 1994). Anilkumar et al. (2012) observaram que devido aos produtos de excreção dos diplópodes e pelos microrganismos presentes em suas fezes o teor de nitrogênio no substrato é aumentado em quantidades significativas, atuando como uma fonte para o crescimento das plantas.

6.5.2 – Caracterização física dos substratos

A densidade aparente e de partículas foi no gongocomposto foi de 180 Kg.m⁻³ e 1440 Kg.m⁻³ (Tabela 9), no substrato formado com a mistura de areia e esterco as densidades foram de 1070 e 2470 Kg.m⁻³ e no substrato comercial Biomix® de 310 e 1790 Kg.m⁻³. A porosidade total e Microporosidade foram maiores no gongocomposto do que nos outros substratos resultado esse que contribuiu para a maior Capacidade de retenção de água. Resultados semelhantes foram observados por Apurva et al.(2014) que consideraram a porcentagem maior de matéria orgânica responsável pela densidade aparente os componentes inorgânicos pela densidade de partículas, a porosidade e CRA dependente da interação entre os componentes orgânicos e inorgânicos presentes nos substratos.

TABELA 9. Características químicas dos substratos utilizados para a produção de estacas de pitaia vermelha.

Parâmetro	Unidade	Substrato		
		Gongocomposto	Areia + Esterco	Biomix®
Densidade aparente	Kg m ⁻³	180 c	1070 a	310 b
Densidade de partículas		1440 c	2470 a	1790 b

Porosidade Total		87,42 a	56,57 c	82,50 b
Microporosidade	%	57,56 a	49,65 b	49,84 b
Macroporosidade		29,85 a	6,92 b	32,66 a
Capacidade de Retenção de Água (CRA ₁₀)	mL 50cm ⁻³	57,56 a	49,65 b	49,84 b

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0,05).

Anilkumar et al. (2012) observaram que as propriedades físicas de composto processado por diplópodes foi capaz de promover aeração e retenção de água para manutenção da umidade e desenvolvimento vegetal. Fermino (2002) considera-se como referência para substrato valores de densidade entre 100 e 300 kg.m⁻³ valor observado neste trabalho no gongocomposto.

6.5.3 – Parâmetros Fitotécnicos da estaquia da pitaia em diferentes substratos

Houve diferença significativa para todos os parâmetros avaliados, indicando que o substrato é um fator responsável por influenciar positivamente no desenvolvimento das estacas de pitaia vermelha (Tabela 10). Ainda na Tabela 10, observa-se que os parâmetros das estacas de pitaia vermelha avaliados foram superiores para o substrato de Gongocomposto, quando comparado ao substrato de Areia + Esterco e Biomix[®].

TABELA 10 - Valores das médias e coeficientes de variação (CV) para os parâmetros: número de brotações (NB); comprimento da brotação (CB); peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA); peso da matéria fresca do sistema radicular (MFR); peso da matéria seca da parte aérea (MSPA); peso da matéria seca do sistema radicular (MSR).

Substratos	NB	CB (cm)	----- (g) -----			
			MFPA	MFR	MSPA	MSR
Gongocomposto	2,84 a	38,16 a	284,74 a	7,78 a	28,91 a	2,04 a
Areia e esterco	1,44 b	22,85 b	234,44 b	5,80 ab	24,94 ab	1,14 b
Biomix [®]	0,44 b	6,99 c	173,95 c	3,43 b	22,99 b	0,94 b
CV (%)	43.17	32.09	12.30	39.83	12.85	18.04

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0,05).

O gongocomposto é um substrato ainda pouco utilizado na agricultura e neste experimento proporcionou o melhor desempenho vegetativo das estacas de pitaia vermelha, com peso médio de massa fresca de parte aérea (MFPA) de 284,74 gramas (61% a mais que

no substrato Biomix[®] e 21,45% a mais que no substrato Areia + Esterco) e peso médio de massa seca de parte aérea (MSPA) de 28,91 gramas (25% a mais que no substrato Biomix[®] e 15,92% a mais que no substrato Areia + Esterco) (Tabela 10).

O maior aporte de nutrientes (Tabela 8) promoveu os aumentos da massa fresca e seca de parte aérea, corroborando com Cavalcante (2008), o qual comprova o efeito da matéria orgânica influenciando o crescimento inicial da pitiaia. As estacas de pitiaia respondem bem à matéria orgânica, porque as fontes orgânicas fornecem o N inorgânico gradualmente, na medida em que se processa a mineralização da matéria orgânica. (NERD & MIZRAHI, 1999; RODRIGUES & CASALI, 1999), o que é observado no substrato Gongocomposto. Esse desempenho também pode estar relacionado indiretamente ao efeito hormonal que as substâncias húmicas presentes em substrato orgânicos exercem sobre as plantas (CORDEIRO et al., 2010; AGUIAR, 2011).

Existe pouca literatura relacionada a substratos oriundos da atividade de diplópodes, no entanto, Prabhas et al. (2011) mostraram que o Gongocomposto é superior ao vermicomposto e composto comum, tendo efeito positivo no crescimento das plantas. Anilkumar et al. (2012) ao utilizarem Gongocomposto, vermicomposto e composto na produção de *Capsicum annum*, observaram que ocorreram maiores ganhos no número de folhas, área foliar, altura de plantas, número e peso de frutos nas plantas desenvolvidas no Gongocomposto, atribuindo estes resultados às suas qualidades físicas e químicas do substrato.

6.6 - CONCLUSÕES

- O gongocomposto é uma excelente alternativa como substrato na propagação vegetativa da pitaieira.
- O gongocomposto proporciona maior crescimento das mudas de pitaieira se comparados aos outros dois substratos estudados.

7 – REFERÊNCIAS

- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CORRÊA, L. S. - Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha - *Ciência Rural*, Vol 41, Iss 5, Pp 779-784 (2011)
- AGUIAR, N. O. - Características químicas e bioatividade de ácidos húmicos isolados de vermicompostos em diferentes estádios de maturação. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2011. Dissertação de Mestrado
- 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 pitaia vermelha (*Hylocereus undatus Haw*) - *Revista Brasileira de Fruticultura*, April, 2007, Vol.29(1), p.183(4)
- ANILKUMAR, C; IPE, C.; BINDU, S.; CHITRA, C. R.; MATHEW, P. J.; KRISHNAN, P. N. - Evaluation of millicompost versus vermicompost. *Current Science*, v.103, n.2, p.140-143, Jul. 2012.
- ANTUNES, L. F. S.; SCORIZA, R. N.; SILVA, D. G. da and CORREIA, M. E. F.. Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. *Cienc. Rural*, vol.46, n.5, pp.815-819. Santa Maria, 2016.
- APURVA, P.; THAKUR, P. C.; SINHA, S. K. – Characteristics of organic compost originated from *Harpaphe haydeniana* (Wood) and *Eisenia foetida*. *Internacional Journal for Exchange of knowledge*, v. 1, n.1, p. 8-11, 2014.
- ARAÚJO, A. P. Analysis of variance of primary data on plant growth analysis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*.38:1-10,2003
- ARAÚJO, W.P. Manejo da fertirrigação em mudas de alface produzidas em substrato. 2003. 70f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto AgronômicoIAC, Campinas
- BARRUETO CID, L. P. – Introdução aos hormônios vegetais. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2000. 180p.
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE, J. A. F.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. - Propagação da Pitaia 'vermelha' por estaquia - *Ciência e Agrotecnologia*, Vol. 30, Iss. 6, Pp 1106-1109 (2006)
- BENICASA, M. M. P. Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas). Jaboticabal: FUNEP. 2003. 42p.
- BIANCHI, M. DE O. & CORREIA, M. E. F. . Mensuração do consumo de material vegetal depositado sobre o solo por diplópodes. *Circular técnica* 20. Seropédica, RJ, 2007. 4p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). Instrução Normativa SDA Nº 17 de 21 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de maio 2007. Seção 1, p.8.

BRITTON N.L., ROSE J.N., Descriptions and illustrations of plants of the cactus family, Vol. I and II, Dover Publ., Inc., New York, USA, p. 183-195, 1963.

CARDOSO, G.D.; ALVES, P.L.C.A.; BELTRÃO, N.E.M.; BARRETO, A.F. Uso de análise de crescimento não destrutivo como ferramenta para a avaliação de cultivares. Revista de Biologia e Ciências da Terra. Aracajú, v. 6, n.2, p. 79-84, 2006.

CAREY, D.J. - The Effects of Benzyladenine on Ornamental Crops. Graduate Faculty of North Carolina State University, 2008. Dissertação de Mestrado.

CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. G.; DA SILVA, G. B., Jr.; DA ROCHA, L. F.; NETO, R. F.; CAVALCANTE, L. F. - Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da Pitaia em Bom Jesus-PI - Revista Brasileira de Fruticultura, Sept, 2011, Vol.33(3), p.970(13)

CAVALCANTE, Í.H.L.; BECKMANN, M.Z.; MARTINS, A.B.G.; GALBIATTI, J.A.; CAVALCANTE, L.F. Water salinity and initial development of red pitaya. International Journal of Fruit Science, New York, v.7, n.3, p.39-46, 2007.

CAVALCANTE, I.H.L – Pitaya: propagação e crescimento de plantas. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2008. Tese de doutorado.

CHANG, P-T; HSIEH, C-C; JIANG, Y-L.- Responses of ‘Shih Huo Chuan’ pitaya *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britt. & Rose) to different degrees of shading nets. *Scientia Horticulturae*, 198, p.154-162. 2016.

CORDEIRO, F. C.; FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. – Influência dos ácidos húmicos no metabolismo vegetal pode ser considerada uma resposta auxínica? – Revista Ciências da Vida, v. 30, n. 2, p. 111-131. Seropédica, 2010.

CORREIA, M. E. F.; NEVES, M. C. P.; AQUINO, A. M.; FERREIRA, V. M. – O mulungu e seus amigos gongolos, a mágica da reciclagem. Embrapa Agrobiologia, 2014. 20p.

CORREIA, D.; NASCIMENTO, E. H. S.; MORAIS, J. P. S. – Crescimento de mudas de pitaya (*Hylocereus polyrhizus* Weber Britton e Rose) em diferentes substratos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, 2016.

DONADIO, L. C. - Pitaia - Revista Brasileira de Fruticultura, Sept, 2009, Vol.31(3)

DREW, R.A.; AZIMI, M. – Micropropagation of red pitaya (*Hylocereus undatus*). *Acta Horticulturae*, 575:93-98, 2002.

EMBRAPA. Manual de laboratórios: solo, água, nutrição, animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334p.

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

FAN Q.J, ZHENG S.C, YAN F.X, ZHANG B.X, QIAO G, WEN X.P - Efficient regeneration of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) and an assessment of the genetic fidelity of in vitro: derived plants using ISSR markers. J Hort Sci Biotechnol 88(5):631–637, 2013.

FERMINO, M.H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A.M.C., et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. 1.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 79.

GUARDA, V. D. A; CAMPOS, L. J. M. – Bases ecofisiológicas da assimilação de carbono e suas implicações na produção de forragem. Embrapa Pesca e Aquicultura. Palmas, 2014. 48p.

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.

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.

HUA, Q. ; CHEN, P. ; LIU, W. ; MA, Y. ; LIANG, R. ; WANG, L.; WANG, Z. ; HU, G. ; QIN, Y. -A protocol for rapid in vitro propagation of genetically diverse pitiaia - Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 2015, Vol.120(2), pp.741-745

HUNT,R. Plant growth analysis. London: Edward Arnold, 1978. (Studies in Biology,96).67p

HUNT, R. Plant growth curves: The funcional approach to plant growth analisys. London: Edward Arnold, 1982.248p

INFANTE, R. - In vitro axillary shoot proliferation and somatic embryogenesis of yellow pitiaia *Mediocactus coccineus* (Salm-Dyck) -Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1992, Vol.31(2), pp.155-159

JIANG, Y. L.; LIAO, Y.Y.; LIN, T-S.; LEE, C-L.; YEN, C.R.; YANG, W.J. - The Photoperiod-regulated Bud Formation of Red Pitaya (*Hylocereus* sp.). Hort Science, v. 47, n. 8, 2012.

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

KVĚT, J.; ONDOCK, J.P.; NEČAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: ŠESTÁK, Z.; ČATSKÝ, J.; JAVIS, P.G. (Ed.). Plant photosynthetic production: Manual of methods. The Hague: 1971. p.343-391.

LEAL M.A.A; GUERRA J.G.M; PEIXOTO R.T.G; ALMEIDA DL. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. Horticultura Brasileira 25: 392-395, 2007.

LIMA, C. A. - Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaiá comercial e nativa do Cerrado. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 124p. Tese de Doutorado.

LONE, A. B. - Substratos, ácido indolbutírico e períodos do ano na propagação de pitaiá por estaquia - Londrina: Univesidade Estadual de Londrina-PR, 2013 -Tese de Doutorado

LONE, A. B.; COLOMBO,R.C.; FAVETTA,V.; TAKAHASHI,L.S.A.; FARIA,R.T. - Temperatura na germinação de genótipos de pitaya. Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n.4, suplemento, p.2251-2258. Londrina, 2014.

LOPEZ-REAL, J. Composting through the ages. Conferência Down to Earth Composting. Dundee, 1994

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

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAUJO, N.A.; CRUZ, M.C.M. – Profundidade de plantio e dominância apical na estaquia da pitaiá vermelha. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 6, p.2091-2098. Londrina, 2012.

MENEGUCCI, J.L.P.; RESENDE e SILVA, C.R. de. Propagação in vivo da bananeira Prata: efeito de diâmetros de rizomas e doses de 6-benzilaminopurina.Ciência e Prática, Lavras, v.19, n.2 p.171-175, abr./jun. 1995.

MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; FERNANDES, H.S.; MAUCH, C.R.; SILVA, J.B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, n. 3, p. 164-170, novembro 2.000

MENEZES, T. P.; GOMES, W. A.; PIO, L. A. S.; PASQUAL, M., RAMOS, J. D. – Microprogação e endorreduplicação em pitaiá vermelha, *Hylocereus undatus* HAW - Bioscience. Journal., Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 868-876, Nov./Dec. 2012

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti-new arid lands fruit crops. In: JANICK, J. (Ed.). Perspective in new crops and new crops uses. Alexandria: ASHS. p.358-366,1999.

MIZRAHI, Y. ; MOUYAL, J. ; NERD, A. ; SITRIT, Y.- Metaxenia in the Vine Cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp. - *Annals of Botany*, 2004, Vol.93(4), pp.469-472

MIZRAHI, Y. – Vine-cacti pitayas – The new crops of the World. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n.1, p.124-138. Jaboticabal, 2014.

MOHAMED-YASSEEN, Y. – Micropropagation of pitaya (*Hylocereus undatus* Britton et Rose). *In Vitro Cellular e Developmental Biology. Plant*, v. 38, n. 5, p.427-429, 2002.

MURASHIGE T; SKOOG F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.

NASCIMENTO, D. R. – Respostas de CAM às variações ambientais na bromélia *Dickia Tuberosa* (Vellozo) Beer. Instituto de Biociências da USP.58p. 2012. Dissertação de mestrado.

NERD, A. ; SITRIT, Y. ; KAUSHIK, R. A. ; MIZRAHI, Y. - High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaia crops (*Hylocereus* spp.) -*Scientia Horticulturae*, 2002, Vol.96(1), pp.343-350

NERD, A. ; MIZRAHI, Y.- The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaia - *Postharvest Biology and Technology*, 1999, Vol.15(2), pp.99-105

NOBEL P.; DE LA BARRERA, E. CO₂ uptake by the cultivated hemi epiphytic cactus, *Hylocereus undatus*, *Ann. Appl. Biol.*, v.144 ,p.1–8, 2004.

NOBEL, P. S. Parenchyma–chlorenchyma water movement during drought for the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus*. ***Annals of Botany***, Oxford, v. 97, p. 469- 474, 2006.

ORTIZ-HERNANDEZ, Y. D. ; CARRILO - SALAZAR, J. A. – Pitaia (*Hylocereus* spp. : um revisão) - *Comunicata Scientiae*, Dec, 2012, Vol.3(4), p.220(18)

ORTIZ-HERNANDEZ, Y.D.; LIVERA, M. M.; COLINAS – L, M.T.B.; CARRILO-SALAZAR, J.A. 1999. Estrés hídrico e intercambio de CO₂ de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Agrociencia* v. 33 p. 397-405.

PIMENTEL, CARLOS – *Metabolismo do carbono na Agricultura Tropical*. Edur, Seropédica, 1998. 150p.

PONTES FILHO, F.S.T.; ALMEIDA, E.I.B.; BARROSO, M.M.A.; CAJAZEIRA, J.P.; CORRÊA, M.C.M. – Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB)

na propagação vegetativa de pitaia. Revista Ciência Agronômica, v. 45, n.4, p.788-793. Fortaleza, 2014.

PRABHAS et al. Comparative study of characteristics of biocompost produced by millipedes and earthworms Pelagia Research Library. Adv. Appl. Sci. Res. v.2 (3): 94-98, 2011.

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 73, p. 151– 164, 1998.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W.D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 17, n. 2, p. 125-128, julho 1999.

SHIMOMURA, T.; FUJIHARA, K. - Stimulation of axillary shoot formation of cuttings of *Hylocereus trigonus* (Cactaceae) by pre-soaking in benzyladenine solution - *Scientia Horticulturae*, 1980, Vol.13(3), pp.289-296

SILVA, A. C. C., Produção e qualidade de frutos de Pitaia (*Hylocereus undatus*)– Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2011. Dissertação Mestrado.

SILVA, A.C.C. – PITAYA: MELHORAMENTO E PRODUÇÃO DE MUDAS. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal, 2014. Tese Doutorado

SILVA, A.C.C.; CAVALLARI, L.L.; SABIÃO, R.R.; MARTINS, A.B.G. – Fenologia reprodutiva da pitaya vermelha em Jaboticabal, SP. *Ciencia Rural*, v. 45. n.4. Santa Maria, 2015.

SILVA, M.R. Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação. 1998. 105f. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, PR

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

SINGH, H.P.; SELVARAJAN, S. U. R.; KARIJALOO, J. L. – Micropropagation for production quality banana planting material in Asia-Pacific. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology (APCoAB), New Delhi, India. P. 92.

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

SIMÃO, E.; TAKAKI, M.; Cardoso, V.J.M. - Resposta de germinação das sementes de *Hylocereus setaceus* (Salm-Dyck ex DC.) Ralf Bauer (Cactaceae) à temperatura e à

redução do potencial de água - Brazilian. Journal of. Biology. vol.70 no.1 São Carlos Feb. 2010

SANTOS ,C. M. G.;CERQUEIRA, R. C.; FERNANDES, L. M. S. F.; DOURADO, F. W. N.; ONO, E. O. -Substratos e regulador vegetal no enraizamento de estacas de pitaia - Rev. Ciênc. Agron. vol.41 no.4 Fortaleza nov./dez. 2010

TAIZ, L ; ZEIGER, E.- Fisiologia Vegetal- 3ª Edição, Artmed, Porto Alegre, 2004.

TAKATA, W. H. S. - Florescimento e frutificação de Pitaia vermelha com diferentes concentrações e épocas de aplicação de GA3 - Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho Faculdade De Ciencias Agronomicas (Campus De Botucatu). 2012 – Dissertação de Mestrado.

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

VIÑAS, M.; FERNANDEZ -BRENES, M.; AZOFEIFA, A.; JIMENEZ, V. - In vitro propagation of purple pitahaya (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) cv. Cebra -In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 2012, Vol.48(5), pp.469-477

WU, L.; HSU, H.; CHEN, Y.; CHIU, C.; LIN, Y.; HO, J. A. - Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaia - Food Chemistry, 2006, Vol.95(2), pp.319-327

ZEE, F.; YEN, C. R.; NISHINA, M. - Pitaia (Dragon Fruit, Strawberry Pear). Fruits and Nuts, Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources, (CTAHR), University of Hawaii, v. 3, p. 1-3, 2004.

ZORZETO, T. Q. - Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). Instituto Agrônômico de Campinas, 2011. Dissertação de Mestrado.