

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

FERNANDA LUDMYLA BARBOSA DE SOUZA

**EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GENÓTIPOS DE
PITAIEIRA**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2023

FERNANDA LUDMYLA BARBOSA DE SOUZA

**EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GENÓTIPOS DE
PITAIEIRA**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Dr. Elcio Silvério Klosowski

Coorientador: Dr. Daniel Fernandes da Silva

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2023

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

de Souza , Fernanda Ludmyla Barbosa
Eficiência no uso da água na produção de mudas de
genótipos de pitaieira / Fernanda Ludmyla Barbosa de Souza
; orientador Élcio Silvério Klosowski; coorientador Daniel
Fernandes da Silva. -- Marechal Cândido Rondon, 2023.
85 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) --
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2023.

1. pitaieira. 2. fruta dragão . 3. restrição hídrica. I.
Klosowski, Élcio Silvério , orient. II. da Silva, Daniel
Fernandes, coorient. III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.

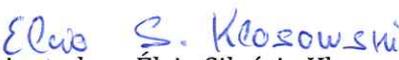


PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

FERNANDA LUDMYLA BARBOSA DE SOUZA

Eficiência do uso da água na produção de mudas de pitaieira

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Sistemas de Produção Vegetal Sustentáveis, APROVADA pela seguinte banca examinadora:


Orientador - Elcio Silvério Klosowski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)


Fabíola Villa

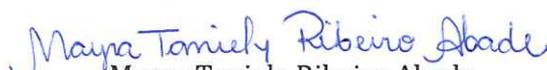
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)


Daniele Guarienti Rorato

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Ellen Toews Doll Hojo

Centro Universitário Assis Gurgacz


Mayra Taniely Ribeiro Abade

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Marechal Cândido Rondon, 29 de maio de 2023

*A minha família e a todos que de alguma
forma contribuíram para minha evolução
pessoal e espiritual*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar até aqui, por todo ensinamento adquirido em todos os momentos difíceis. A nossa senhora de Nazaré padroeira do Pará, por ajudar a todos os paraenses em outros estados, que sofrem por estar distantes de seus entes queridos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao meu orientador Élcio Silvério Klosowski e ao coorientador Daniel da Silva Fernandes, pelo auxílio e todo o conhecimento repassado.

A Universidade estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) e seu corpo docente por todo o conhecimento repassado. Em especial aos professores Fabíola Villa, Cândido Ferreira, Daniele Rorato. Aos técnicos de laboratório e campo, Neusa e Flávio, pela ajuda prestada. A Leila, que sempre ajudou a todos em momentos críticos.

Aos meus pais, Océlio Miranda de Souza e Marilda do Socorro Barbosa de Souza por todo apoio, amor e ensinamento que me deram durante minha vida, sem vocês nada disso seria possível, serei eternamente grata a vocês.

Às minhas irmãs Marcelly Barbosa e Nájla Barbosa pelo incentivo, pelas conversas, apoio e especialmente por acreditarem no meu potencial; as minha sobrinhas Anna Clara e Antonella, aos meus afilhados Analú e Océlio Neto, pelo amor e carinho que me dão a cada dia.

Aos meus familiares, pelo amor, tios e tias em especial, Luciene Barbosa, Valeska Barbosa, Edna Soares, Raimundo Lira, Mauro Correa, Silvio. As Madrinhas, Fernanda Moura, Graciete e Liane. A minha prima e comadre, Anna Beatriz. Aos meus cunhados, Ednardo e Rodrigo. A família Vanzetto pelo acolhimento e amor que me deram durante esses anos, Luciana Vanzetto, Eduardo, Vilson e Leonardo.

A minha parceira de vida e irmã de alma, Maria Eunice, obrigada por tudo que fez por mim, te amo. A minha querida amiga Soraia e toda a sua família por todo amor e carinho que me foi dado.

Aos meus avós Benedito de Oliveira Barbosa, Maria Clara Barbosa, Claudomira Miranda, Paulo Firmino (*in memoriam*) e Florentina Gomes (*in memoriam*).

Aos meus amigos Eunice Lima, Mayra Abade, Kidelmir Milomes, Marlison Ávila, José Leandro, Iza Layana, Jefferson Vorpapel, Pablo Wenderson, Rafael Ferreira e aos meus novos amigos conquistados durante esses quatro anos de luta, com quem eu pude aprender que tudo é questão do ambiente que você está inserido e que suas opiniões podem mudar, basta você olhar pela perspectiva do próximo. Obrigada por fazerem parte disso, Ana Carolina, Guilherme,

Jéssica Almeida, Edvan Silva, Michel Masiero, N elle Cristina, Jordanya Pinheiro, Andresa Natacha, Guilherme Noce, Sidney, Roberto Cecatto, Karlene, Phelipe, André Silas, Geovana Lima, Anderson Suss, Belmiro, Leticia Cunha, Alex Andrade.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que de alguma forma contrib ram diretamente ou indiretamente no meu desenvolvimento e na conclusão da minha tese.

“A vida é o que lhe acontece, enquanto você está ocupado fazendo outros planos.”

John Lennon

RESUMO

SOUZA, F. L. B., D. S., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, março de 2023. **Eficiência no uso da água na produção de mudas de genótipos de pitaieira.** Orientador: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski. Coorientador: Dr. Daniel Fernandes da Silva.

Diferentes fatores podem limitar o crescimento inicial de mudas de pitaia, destacando-se a escassez de água. Dessa forma, objetivou-se com esse estudo, avaliar o efeito dos fatores déficit hídrico, lâmina de água e turnos de irrigação, no crescimento de mudas de genótipos de pitaia em ambiente protegido. Nesta pesquisa, foram efetuados três experimentos na área experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus Marechal Cândido Rondon- PR. No primeiro experimento o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial triplo $2 \times 4 \times 2$, sendo, dois genótipos de pitaia, quatro dias de avaliação (15, 30, 45, 60 dias) e manejos com e sem irrigação. Após a aclimação, estas foram submetidas ao déficit hídrico e avaliadas ao final dos períodos de 15, 30, 45, 60 dias e submetidas a determinação do conteúdo relativo de água, altura de planta, diâmetro, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e radicular, além das análises bioquímicas, a citar, prolina e açúcares solúveis totais. O déficit hídrico influenciou negativamente a altura, diâmetro, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, as quais tiveram menor crescimento aos 60 dias sem irrigação. No segundo experimento, utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2×5 . O primeiro fator foi constituído de dois genótipos de pitaia e o segundo fator constituído de cinco lâminas de irrigação, entre as quais, sem irrigação, 25, 50, 75 e 100% da irrigação real necessária. As avaliações foram iniciadas 60 dias após o plantio sendo coletados dados das variáveis altura da planta, diâmetro da planta, número de cladódios, comprimento do cladódio 1, comprimento do cladódio 2, diâmetro do cladódio 1, diâmetro do cladódio 2. Após 150 dias a implantação do experimento, foram obtidos massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, comprimento da maior raiz, massa seca da raiz. As diferentes lâminas de irrigação influenciaram de forma significativa a altura, diâmetro da planta e altura da planta, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte área, obtendo-se as maiores médias quando aplicadas as lâminas 75 e 100%. No terceiro experimento, utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2×6 sendo que os fatores foram dois genótipos de pitaia e seis turnos de irrigação, que ocorreram aos 48, 96, 144, 192, 240 e 288h. A interação entre os fatores genótipos e turnos de irrigação foi alterado de forma significativa para a maioria das variáveis avaliadas, a citar, altura, comprimento da somatória dos cladódios, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca da

raiz, massa seca total, comprimento da maior raiz. Os turnos de irrigação que proporcionaram maiores ganhos para essas variáveis foram de 48 h para o genótipo 1 e 96 h para o genótipo 2.

Palavras-chave: fruta dragão, qualidade de mudas, fruticultura.

ABSTRACT

SOUZA, F. L. B., D. S., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, March 2023. **Efficiency in water use in the production of seedlings of pitaya tree genotypes.** Advisor: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski. Co-Advisor: Dr. Daniel Fernandes da Silva.

Different factors can limit the initial growth of pitaya seedlings, emphasized the scarcity of water. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of water deficit factors, water depth and irrigation shifts, on the growth of pitaya genotype seedlings in an environment. In this research, three experiments were carried out in the experimental area of Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus Marechal Cândido Rondon. In the first experiment, the design used was completely randomized, arranged in a 2x4x2 triple factorial scheme, with two dragon fruit genotypes, four days of evaluation (15, 30, 45, 60 days) and with and without irrigation. After acclimatization, they were subjected to water deficit and evaluated at the end of periods of 15, 30, 45, 60 days and subjected to determination of relative water content, height, diameter, fresh mass of the aerial part, dry mass of the aerial part and root, in addition to biochemical analyses, including proline, total soluble sugars. The water deficit negatively influenced the height, diameter, fresh mass of the aerial part, dry mass of the aerial part and dry mass of the root, which had lower growth after 60 days without irrigation. In the second experiment, a completely randomized design was used, in a 2 x 5 factorial scheme. The first factor consisted of two dragon fruit genotypes and the second factor consisted of five irrigation depths, including, without irrigation, 25, 50, 75 and 100% of the actual irrigation required. The evaluations began 60 days after planting, collecting data on the variables plant height, plant diameter, number of cladodes, length of cladode 1, length of cladode 2, diameter of cladode 1, diameter of cladode 2. After 150 days of implementation of the experiment, fresh mass of the aerial part, dry mass of the aerial part, length of the largest root and dry mass of the root were obtained. The different irrigation depths significantly influenced the height, plant diameter and plant height, fresh mass of the aerial part, dry mass of the aerial part, obtaining the highest averages when the depths 75 and 100% were applied. In the third experiment, a completely randomized design was used, in a 2 x 6 factorial scheme, with the factors being two dragon fruit genotypes and six irrigation shifts, which occurred at 48, 96, 144, 192, 240 and 288h. The interaction between genotype factors and irrigation shifts was significantly changed for most of the variables evaluated, namely, height, cladode sum length, fresh mass of the shoot, dry mass of the shoot, dry mass of the root, total dry mass, length of the largest root. The irrigation shifts that provided the greatest gains for these variables were 48 h for genotype 1 and 96 h for genotype 2.

Keywords: dragon fruit, seedling quality, fruit growing.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1. Médias de Temperaturas máximas, mínimas (°C) e umidade relativa média (%) do ar, de Junho a Setembro de 2020..... 11
- Figura 2. Altura (A) e Diâmetro (B) de genótipos de pitaia em função de dias de avaliação x ausência e presença de irrigação..... 16
- Figura 3. Massa fresca da parte aérea de genótipos de pitaia em função de dias de avaliação, sob ausência e presença de irrigação (A) e Massa fresca da parte aérea de genótipos de pitaia sob ausência e presença de irrigação (B)..... 17
- Figura 4. Massa seca da parte aérea de plantas de pitaia em função da interação entre genótipos e dias de avaliação (A) e Massa seca da parte aérea em função da interação entre dias de avaliação e manejo com ausência e presença de irrigação (B)..... 18
- Figura 5. Concentração de açúcares solúveis totais em cladódios de pitaia, em função da interação entre genótipos x dias de avaliação (A) e Concentração de açúcares solúveis totais em cladódios de pitaia, em função da interação entre dias de avaliação x manejo com ausência e presença de irrigação (B)..... 21

CAPÍTULO 2

- Figura 1. Médias de temperaturas máximas, mínimas (°C) e umidade relativa média (%) do ar, durante o período de avaliação do experimento. Mrechal Cândido Rondon 2021. 31
- Figura 2. Altura de genótipos de pitaia em função de lâminas de irrigação aos 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dias após aplicação dos tratamentos 36
- Figura 3. Diâmetro de cladódio principal de genótipos de pitaia em função de lâminas de irrigação aos 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dias após aplicação dos tratamentos 37
- Figura 4. Comprimento do cladódio 2 de genótipos de pitaia em função de lâminas de irrigação aos 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dias após aplicação dos tratamentos..... 39
- Figura 5. Diâmetro do cladódio 1(5A) e Diâmetro do cladódio 2 (5B) de genótipos de pitaia em função de lâminas de irrigação aos 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dias após aplicação dos tratamentos. 40
- Figura 6. Biomassa fresca da parte aérea (6A) Biomassa seca da parte aérea (6B) e Biomassa seca da raiz (6C) em função do genótipo e lâmina de irrigação, 150 após aplicação dos tratamentos. 44

CAPÍTULO 3

- Figura 1. Valores médios de temperaturas máximas, mínimas (°C) e umidade relativa média (%) do ar, durante o período de avaliação do experimento 2021. 52
- Figura 2. Diâmetro de cladódio principal (mm) de genótipo 1 (pitaia branca – A) e de genótipo 2 (pitaia vermelha – B) em função dos turnos de irrigação aos 60, 90, 120, 150 dias após aplicação dos tratamentos..... 60

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Análise química do solo utilizado para o preenchimento dos vasos. Marechal Cândido Rondon-2021.	12
Tabela 2. Resultados da análise de variância para as variáveis, altura (AL), diâmetro (DC), biomassa fresca da parte aérea (MFPA), biomassa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR).	14
Tabela 3. Resultados da análise de variância para as variáveis, prolina, açúcares solúveis totais, conteúdo relativo de água.	15
Tabela 4. Massa seca da raiz (MSR) interação genótipos, dias de avaliação e manejo com e sem irrigação.	20
Tabela 5. Concentração de prolina ($\mu\text{mol Prolina g}^{-1} \text{MS}$) em cladódios de genótipos de mudas de pitaita com e sem irrigação em função dos dias de avaliação.	22
Tabela 6. Conteúdo relativo de água (CRA) em cladódios de genótipos de mudas de pitaita com e sem irrigação em função dos dias de avaliação.	23

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Análise química do solo utilizado para o preenchimento dos vasos. Marechal Cândido Rondon-2021.	31
Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura da planta (AL) de pitaita em função de diferentes genótipos e lâminas de irrigação aos 60,75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após aplicação dos tratamentos.	34
Tabela 3. Resumo da análise de variância para o diâmetro do cladódio principal de pitaita em função de diferentes genótipos e lâminas de irrigação aos 60,75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após o plantio.	35
Tabela 4. Comprimento do cladódio 1: interação entre genótipo e lâminas de irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio.	38
Tabela 5. Número de cladódios: interação entre genótipo e lâminas de irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio.	41
Tabela 6. Resultados da análise de variância para as variáveis, biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca da raiz (BSR), comprimento da maior raiz (CMR).	42
Tabela 7. Comprimento da maior raiz (CMR) (cm) em função do genótipo e lâmina de irrigação, 150 dias após aplicação dos tratamentos.	45

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Análise química do solo utilizado para o preenchimento dos vasos. Uniãoeste, Campus- Marechal Cândido Rondon-2023.	53
Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura da planta (AL) de pitaita em função de diferentes genótipos e turnos de irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após aplicação dos tratamentos.	55

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o comprimento da somatória dos cladódios em função de diferentes genótipos e turnos irrigação aos 60, 90, 120 150 dias após o plantio.	55
Tabela 4. Resumo da análise de variância para o diâmetro do cladódio principal de pitaia em função de diferentes genótipos e turnos de irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio.	56
Tabela 5. Altura de genótipos de pitaia em função de turnos de irrigação aos 60, 90, 120, 150 dias após aplicação dos tratamentos	57
Tabela 6. somatório do comprimento dos cladódios de genótipos de pitaia em função de turnos de irrigação aos 90, 120, 150 dias após aplicação dos tratamentos.....	58
Tabela 7. Resultados da análise de variância para as variáveis, massa fresca da parte aérea (BFPA), massa seca da parte aérea (BSPA), massa seca da raiz (BSR), massa seca total (BST), comprimento da maior raiz (CMR).	60
Tabela 8. Massa fresca da parte aérea (BFPA), massa seca da parte aérea (BSPA), massa seca da raiz (BSR), comprimento da maior raiz (CMR) interação genótipos e turnos de irrigação, 150 dias após aplicação dos tratamentos.	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	4
CAPÍTULO 1: DESENVOLVIMENTO INICIAL DE GENÓTIPOS DE PITAEIRA COM PRESENÇA E AUSÊNCIA DE IRRIGAÇÃO	8
RESUMO	8
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS DE DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPÍTULO 2: LÂMINA DE ÁGUA ÓTIMA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PITAEIRA EM CULTIVO PROTEGIDO	27
RESUMO	27
ABSTRACT	27
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
CAPÍTULO 3: TURNOS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GENÓTIPOS DE PITAEIRA CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO	49
RESUMO	49
ABSTRACT	49
INTRODUÇÃO.....	50
MATERIAL E MÉTODOS.....	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69

INTRODUÇÃO GERAL

A pitiaia (*Hylocereus* spp.), também conhecida como fruta dragão, pertence à família Cactaceae e é originária das Américas tropicais e subtropicais é uma frutífera tropical não climatérica. A cultura apresenta diversos usos, podendo ser utilizada tanto na alimentação humana e animal na produção de forragem (NORZAIDA et al., 2020; KIRTI et al., 2022).

O cultivo de pitiaia desperta interesse de fruticultores e consumidores em todo o mundo, pela exuberância dos frutos e alto valor no mercado de frutas exóticas, além de ser uma cultura rustica e de fácil adaptação. Os frutos podem ser consumidos *in natura* ou utilizados na fabricação de produtos, como sorvetes, geleias, bebidas. Além de, possuir grande importância nutricional e medicinal (PAA et al., 2020; THITHUY-HAI et al., 2021).

A produção de frutos de pitiaia no Brasil é recente, datado inicialmente de 2005, sendo a primeira comercialização realizada na CEASA (Centrais de abastecimento S/A) do estado do Rio de Janeiro. Várias regiões brasileiras apresentam cultivo comercial, a citar, os estados de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Ceará, Pará, Pernambuco, sendo o estado de São Paulo o maior produtor de pitiaia do Brasil (PROHORT, 2023).

No Brasil apesar de recente, o cultivo de pitiaia tem alcançado valores consideráveis, de acordo com dados do IBGE, foram produzidas 1.493,19 toneladas de pitiaia em uma área colhida de 536 ha, distribuída entre as regiões Sudeste - 812,64 toneladas, contribuindo com 54,42% da produção nacional; Sul - 502,08 toneladas (33,62%); Norte - 157,01 toneladas (10,52%); Centro-Oeste - 12,35 toneladas (0,83%); e Nordeste - 9,12 toneladas com 0,61% da produção (IBGE, 2017).

No Paraná o cultivo de pitiaia teve início no ano de 2009, desde então a cultura tem se adaptado bem ao solo e clima da região, colaborando com o crescimento do cultivo e gerando resultados positivos aos produtores (NEPOMOCENO et al., 2019). Nos últimos 10 anos, os municípios de Abátia, Andirá, Assaí, Bandeirantes, Carlópolis, Guapirama, Jandaia do Sul, Jundiá do Sul, Mandaguari, Marialva, Prado Ferreira, Santa Mariana e Santo Antonio da Plantina foram os que mais evidenciaram cultivos comerciais de pitiaia no estado do Paraná (PROHORT, 2023).

A pitiaia pertence à família cactaceae, que possui cerca de 100 gêneros e 1.500 espécies nativas das Américas. As espécies de pitiaia estão distribuídas em três gêneros, sendo identificados dependendo do formato das costilhas. O gênero *Epiphyllum* possui

apenas duas nervuras, sem angulação e com formato relativamente plano, já o gênero *Hylocereus* apresenta forma triangular enquanto o gênero *Selenicereus* exibe quatro nervuras e forma quadrangular (TEL-ZUR et al., 2011; MIZRAHI, 2014).

O gênero *Hylocereus* são classificados pela aparência da polpa da fruta e pela casca, por exemplo, polpa vermelha com casca vermelha, polpa branca com casca vermelha e polpa branca com casca amarela. As espécies mais comumente produzidas e consumidas são *Hylocereus undatus* (polpa branca com casca vermelha) e *Hylocereus polyrhizus* (polpa vermelha com casca vermelha) (ABIRAMI et al., 2021; KIRANMAI et al., 2022).

A Pitaia é uma cactaceae perene, semi-epífita, com hábito de liana cujas raízes são superficiais, finas e ramificadas que se estendem favorecendo a captação de água, abertura floral noturna e caule do tipo cladódio fotossintetizante, com metabolismo ácido das crassuláceas (MAC). O fruto é do tipo baga, formato globuloso e subglobuloso, além disso possui aureolas dispostas em aproximadamente cinco series de espirais, glabras e com escama basal foliácea. O aspecto do fruto cheio de brácteas se assemelha a escamas de dragão, por esse motivo, são conhecidas mundialmente como “fruta dragão” (ORTIZ-HERNANDEZ 2012; NUNES et al., 2014; SANTOS; PIO; FALETRO, 2022).

Devido ao metabolismo MAC a cultura é capaz de tolerar diversas condições, no entanto extremos de temperatura abaixo de $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e acima de $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ podem limitar seu crescimento e até mesmo levá-las à morte a espécie se desenvolve melhor quando cultivada em condições de temperaturas médias diurnas de 30°C , noturnas de 20°C e densidade de fluxo de fótons de $1570,2\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, pois o estresse por altas temperaturas limita o crescimento e a produtividade (HASANUZZAMAN et al., 2013).

Predominantemente de áreas de sub-bosque, a pitaia sofre danos severos quando cultivada sob luminosidade intensa, influenciando na atividade fotossintética e crescimento da planta, sendo necessário para o seu cultivo o uso de cobertura contra a incidência direta dos raios solares, podendo ser utilizadas estruturas de 50 a 75% de sombreamento (CAVALCANTE et al., 2011; SOUZA et al., 2011; MIZRAHI, 2014).

No cultivo de pitaia, a propagação pode ser realizada por diferentes métodos, como por meio de sementes e estacas. A propagação vegetativa via cladódios apresenta vantagens relacionadas ao menor tempo para obtenção das mudas além da conservação das características genéticas das plantas matrizes (BRUNINI; CARDOSO, 2011; MARQUES et al., 2012).

Para produzir mudas saudáveis e vigorosas, é necessário fornecer a quantidade de água adequada. Embora a pitaia possua alta eficiência no uso da água, tolerando a baixa disponibilidade hídrica, a cultura exige uma quantidade adequada de água para o seu desenvolvimento, especialmente durante as fases iniciais. Em geral, a pitaia necessita de irrigação regulares para suprir sua demanda hídrica que é em média de 3,5 mm por dia (ANDRADE et al., 2023).

A falta de água por dias consecutivos compromete o desenvolvimento da pitaia, além de diminuir a absorção de nutrientes, afeta processos morfofisiológicos da cultura e a interação de todos esses efeitos conduz a redução do crescimento. Por outro lado, o excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes e proporcionar um microclima favorável ao desenvolvimento de doenças, além das questões socioambientais relativas à economia de água e ao acúmulo de lixiviados no solo (LOPES, 2005; GOMES, 2014).

No entanto, é relevante destacar que a necessidade de água da pitaia pode mudar de acordo com diversos fatores, como a temperatura, a umidade relativa do ar, o tipo de solo, a intensidade luminosa e o estágio de desenvolvimento das plantas. O monitoramento constante do estado hídrico das mudas é essencial para um cultivo saudável, sendo necessário ajustar as práticas de irrigação de acordo com as necessidades específicas da cultura (ALVES; GODY; OLIVEIRA, 2012).

A pitaia é uma cultura rentável e considerada rústica, no entanto é necessário realizar pesquisas que analisem não apenas a parte técnica relacionada ao manejo da cultura e às características genéticas dos genótipos, mas também o seu rendimento econômico na região em que será implantada. Estudos sobre o manejo adequado da irrigação também são fundamentais, principalmente no que se refere à influência da disponibilidade hídrica no desenvolvimento inicial de mudas de pitaia e em suas características biométricas e fisiológicas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da irrigação, ausência, assim como determinar a lâmina de água e turnos de irrigação no desenvolvimento de mudas de diferentes genótipos de pitaia em ambiente protegido.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. R. S.; SILVA, E. G.; JADOSKI, S. O.; SILVA, J. D.; SILVA, E. T.; AMORIM, P. M. D.; JADOSKI, C. J.; PEREIRA, R. G. Necessidade hídrica para cultura da pitaya irrigada por gotejamento no município de São João/PE. **Revista foco**, v.16, n.1, e816, 2023.
- ABIRAMI, K.; SWAIN, S.; BASKARAN, V. Distinguishing three Dragon fruit (*Hylocereus* spp.) species grown in Andaman and Nicobar Islands of India using morphological, biochemical and molecular traits. **Scientific Reports**, v.11, n. 2894, p. 1-14, 2021.
- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; OLIVEIRA, N. C. Efeito da remoção da mucilagem na germinação e vigor de sementes de *Hylocereus undatus* Haw. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 86 7, n. 4, p.586-589, 2012.
- ALMEIDA, O. A. de; REINHARDT, D. H. R. C. **O abacaxizeiro**. Cultivo, agroindústria e economia. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.203-227, 2000.
- BERNANDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**, 9. ed. Viçosa: Ed UFV, 2019. 545 p.
- BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. D. de.; MELO, L. A.; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, v. 35, p. 425-434, 2011.
- BRUNINI, MARIA A.; CARDOSO, SAULO S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.
- CAJAZEIRAS, J. P. **Crescimento e ecofisiologia de pitaias cultivadas em vasos a diferentes doses de k e ca**. 2016. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS; A. B. G.; SILVA JÚNIOR, G. B. DA; ROCHA, L. F. DA; FALCÃO NETO, R.; CAVALCANTE, L. F. Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da Pitaya em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.3, p.970-982, 2011.
- DIÓGENES, M. F. S.; MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. M.; MOURA, E. A.; REGES, K. S. L.; OLIVEIRA, L. M. Use of hydrogel in the irrigation management of white pitaya (*Hylocereus undatus*) seedlings: Biometrics and accumulation of organic and inorganic solutes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 2, p. 491-508, 2022.
- ESQUIVEL, P.; ARAYA, QUESADA. Y. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 3, n. 1, p. 113-129, 2012.
- GALVÃO, E.C.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. D. R., MIRANDA, J. M. D. S. Substratos e ácido indo-3-butírico na produção de mudas de pitaya vermelha de polpa branca. **Revista Ceres**, n. 63, n. 6, p. 860 -867, 2016.

GOMES, G. R. Família Cactaceae: breve revisão sobre sua descrição e importância. **Revista Técnico-Científica**, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2014.

HASANUZZAMAN, M.; NAHAR, K.; ALAM, M.; ROYCHOWDHURY, R.; FUJITA, M. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, n.5, p. 9643-9684, 2013.

HATFIELD, J. L., PRUEGER, J. H. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. **Weather and climate extremes**, v. 10, n.1, p.4-10, 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Resultados do Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

JIANG, X., LU, Y., LIU, S.Q. Effects of pectinase treatment on the physicochemical and oenological properties of red dragon fruit wine fermented with *Torulaspora delbrueckii*. **LWT Food Science Technology**, v. 132, n.1, p. 1-9, 2020.

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.). **Hortscience**, v. 47, n. 8, p. 1063-1037, 2012.

KAKADE, V.; MORADE, A.; KADAM, D. **Tropical Fruit Crops: Theory to Practical**. Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*). 1.ed. 2022.

KIRTI, J.; MANOJ, K. M.; BHUSAN, B.; PANKAJ, K. Postharvest Profile, Processing and Waste Utilization of Dragon Fruit (*Hylocereus* Spp.): A Review. **Food Reviews International**, v. 38, n. 4, p. 733-759, 2022.

KIRANMAI, M. Review of exotic fruit: Nutritional composition, nutraceutical properties and food application of Dragon fruit (*Hylocereus* spp.). **The Pharma Innovation Journal**, v. 11, n. 6, p. 613-622, 2022.

LOPES, J. L. W.; AMARAL, I. G.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tratos. **Scientia Forestalis**, v.68, n. 1, p.97- 106, 2005.

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

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

MELO, A. S. de.; AGUIAR, A. O. N.; DANTAS NETO, J.; BRITO, E. B.; VIÉGAS, R. A.; MAGALHÃES, L. T. S.; FERNANDES, P. D. Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 93-98, 2006.

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

MIZHARI, Y. Vine-Cacti pitayas – The new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n.1, p. 124-138, 2014.

NEPOMOCENO, T. A. R.; PIETROBON, A. J.; FERREIRA, C. A.; ZANELATTO. O cultivo e a comercialização de pitaya (*hylocereus* sp.) no brasil, com enfoque no estado do Paraná. 13^a Seagro. 2019. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/6310e64f5da4e.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

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

NOBEL, P.S.; DE LA BARRERA, E. CO₂ uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. **Annals of Applied Biology**, v. 144, n. 1, p. 1-8, 2004.

NORZAIDA, Y., NORANIZAN, M. A.; KHARIDAH, M. Optimization of Spray Drying Parameters for White Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) Juice Powder using Response Surface Methodology (RSM). **Malaysian Journal of Applied Sciences** v.5, n.2, p. 45-56, 2020.

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p.90-98, 2014.

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p.90-98, 2014.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y.D.; CARRILLOS ALAZAR, J.A. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): a short review. **Comunicata Scientiae**, v.3. n.4, p.220-237, 2012.

PAA, B. K.; ASGAR A.; MTTHEW, D.; YASMEEN, S.; GIANFRANCO, R. A review on the management of postharvest anthracnose in dragon fruits caused by *Colletotrichum* spp. **Crop Protection**, v. 130, n. 1, p. 1-7, 2020.

PEZZUTTI, R. V.; CALDATO, S. L. Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* L. com diferentes diâmetros do colo. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 355-362, 2011.

PROHORT. Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro. Ministério da Agricultura. 2023. Disponível em: <<http://dw.ceasa.gov.br/>>. Acesso em: 03 fev.2023.

SANTOS, D. N.; PIO, L. A. S.; FALEIRO, F. G. **Pitaya**: uma alternativa frutífera. Brasília: ProImpress, 2022. 66p. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de>

publicacoes/-/publicacao/1140650/pitaya-uma-alternativa-frutifera>. Acesso em: 8 dez. 2022.

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

SILVA, A. de C. C. da. **Pitaya: Melhoria e produção de mudas**. 2014. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S.; FERREIRA, D. R. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* schultz bip. Ex baker (guaco) cultivadas sob malhas coloridas. **Enciclopédia biosfera**, v. 7, n.12, p. 1-14, 2011.

TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y.; CISNEROS, A.; MOUYAL, J.; SCHNEIDER, B.; DOYLE, J.J. Phenotypic and genomic characterization of vine cactus collection (Cactaceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.58, n. 1, p.1075-1085, 2011.

THI-THUY-HAI, L.; TRUC-LINH, L.; NGA, H.; PABLO, Q. A. Dragon fruit: A review of health benefits and nutrients and its sustainable development under climate changes in Vietnam. **Czech Journal of Food Sciences**, v.39, n.2, p.71-94, 2022.

WEISS, I.; MIZHARI, Y.; RAVEH, E. Effect of elevated CO₂ on vegetative and reproductive growth characteristics of the CAM plants *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus*. **Scientia Horticulturae**, v. 123, n. 1, p.531–536, 2010.

WINTER, K.; GARCIA, M.; HOLTUM, J. A. M. Drought-stress-induced up-regulation of CAM in seedlings of a tropical cactus, *Opuntia elatior*, operating predominantly in C₃ mode. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 11, p. 4037-4042, 2011.

CAPÍTULO 1: DESENVOLVIMENTO INICIAL DE GENÓTIPOS DE PITAEIRA COM PRESENÇA E AUSÊNCIA DE IRRIGAÇÃO

RESUMO

O cultivo de pitaia tem ganhado destaque na fruticultura mundial, por ser uma cultura de grande retorno econômico e que exige poucos tratamentos culturais. Apesar de sua rusticidade, a falta de água pode ser um fator limitante para o crescimento, atrasando o plantio das mudas no campo. O objetivo do presente estudo foi investigar a morfofisiologia de mudas de genótipos de pitaieira em função a presença e ausência de irrigação em ambiente protegido. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial triplo 2x4x2, dois genótipos de pitaieira (branca e vermelha), quatro dias de avaliação (15, 30, 45, 60 dias) e presença e ausência de irrigação. Após a aclimação, estas foram tratadas e avaliadas ao final dos períodos de 15, 30, 45, 60 dias. As avaliações realizadas foram: determinação do conteúdo relativo de água, altura, diâmetro, massa fresca e seca da parte aérea, massa seca da raiz, prolina, açúcares solúveis totais. A aplicação de irrigação na cultura da pitaia proporcionou maiores médias para maioria das variáveis avaliadas aos 60 dias, exceto para as concentrações de prolina e açúcares solúveis totais, já que estes estão diretamente ligados ao déficit hídrico. As mudas de genótipos de pitaia com irrigação regular, apresentam maior desenvolvimento inicial. O déficit hídrico influenciou negativamente no desenvolvimento de mudas de pitaia, causando redução no crescimento, diâmetro, produção de massa seca e fresca. Plantas estressadas apresentam uma maior concentração de aminoácidos e açúcares envolvidos no processo de regulação osmótica.

Palavras-chave: *Hylocereus* spp. Conteúdo relativo de água. Cultivo protegido.

INITIAL DEVELOPMENT OF IRRIGATED PITAYA GENOTYPES SUBMITTED TO WATER DEFICIT

ABSTRACT

Pitaya cultivation has gained prominence in world fruit farming, as it is a crop with great economic return and requires little cultural treatment. Despite its rusticity, lack of water can be a limiting factor for growth, delaying the planting of seedlings in the field. The objective of the present study was to investigate the morphophysiology of seedlings of

pitai tree genotypes depending on the presence and absence of irrigation in a protected environment. The experiment was conducted at the Experimental Station of Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon. The design used was completely randomized, arranged in a 2x4x2 triple factorial scheme, two pitai tree genotypes (white and red), four days of evaluation (15, 30, 45, 60 days) and presence and absence of irrigation. After acclimatization, they were treated and evaluated at the end of periods of 15, 30, 45, 60 days. The evaluations carried out were: determination of relative water content, height, diameter, fresh and dry mass of the aerial part, dry mass of the root, proline, total soluble sugars. The application of irrigation to the dragon fruit crop provided higher averages for most of the variables evaluated at 60 days, except for the concentrations of proline and total soluble sugars, as these are directly linked to the water deficit. Seedlings of dragon fruit genotypes with regular irrigation show greater initial development. Water deficit negatively influenced the development of dragon fruit seedlings, causing a reduction in growth, diameter, production of dry and fresh mass. Stressed plants have a higher concentration of amino acids and sugars involved in the osmotic regulation process.

Keywords: *Hylocereus* spp. Relative water content. Protected cultivation.

INTRODUÇÃO

Pertencente à família das cactáceas a pitaiia originária de florestas tropicais do México, América Central e América do Sul, que tem ganhado destaque mundial devido a cultura apresentar tolerância a ambientes áridos e alta resistência a patógenos, bem como às características organolépticas, nutricionais, que trazem benefícios a saúde humana.

Por ser uma planta rustica desenvolve-se bem em vários tipos de solo, desde arenosos, pedregosos, rasos até em argilosos com maior quantidade de matéria orgânica. A pitaiia é resistente a estiagens e altas temperaturas, porém o sistema de irrigação maximiza a produção do fruto nas épocas mais secas do ano.

Os genótipos mais estudados são *Hylocereus polyrhizus* (pitaia vermelha de polpa vermelha), *Hylocereus undatus* (pitaia vermelha de polpa branca) e *Selenicereus megalanthus* (pitaia amarela) e, sendo a pitaiia vermelha e a branca as mais consumidas no Brasil (SILVA et al., 2006; ANDRADE et al., 2008; LIMA et al., 2013; HUA et al., 2018).

A pitáia é um fruto valorizado e aceito nos mercados consumidores devido ao seu sabor suave e doce, além de suas propriedades nutricionais e funcionais. A alta produtividade da cultura depende principalmente do manejo adequado, que vem desde a produção de mudas, até a sua colheita (COSTA et al., 2007; MARQUES et al., 2011).

A produção de mudas é o objeto de muitos estudos relacionados a pitáia, pois nessa fase se inicia o ciclo da cultura, sendo sua propagação comumente realizada por meio de estaquia, obtendo clones da planta matriz (JUNQUEIRA et al., 2010).

A pitáia é uma cultura bastante rústica, podendo ser cultivada em diferentes regiões, por pertencer ao grupo de plantas MAC, essas espécies são capazes de tolerar calor e frio, além de longos períodos de estiagem e solos com baixa fertilidade. No entanto a falta de água por longos períodos de seca, podem comprometer o desenvolvimento da pitáia, já que a água é um fator essencial no desenvolvimento das plantas (KLEIN, 2015).

Em condições de baixa disponibilidade hídrica, a cultura pode entrar em estresse hídrico que pode levar a uma série de efeitos negativos na pitáia, incluindo a redução no crescimento. Como forma de minimizar esses efeitos a cultura pode se ajustar por meio de alterações morfológicas, bioquímicas ou fisiológicas (SILVA et al., 2002; GOMES et al., 2004; PORTES et al., 2006).

Há pouca disponibilidade de referências e estudos que abordem as respostas da pitáia nessas condições. O objetivo do presente estudo foi investigar as respostas bioquímicas, fisiológicas e morfológicas de mudas de pitáia submetidas a irrigação e ausência de irrigação em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre o período de junho a setembro de 2020 na Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico “Professor Doutor Mario Cesar Lopes” pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Marechal Cândido Rondon (PR). O município está localizado na latitude de 24° 33’ 24’’ S, longitude de 54° 05’ 67’’ W e altitude de 420 m.

De acordo com a classificação climática segundo Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, mesotérmico, subtropical úmido (ALVARES et al., 2013). A média anual de temperatura do ar se encontra na faixa de 22 a 23 °C e da umidade relativa do ar entre 70 e 75%. Os totais anuais de precipitação pluvial variam entre 1600 e 1800 mm e de evapotranspiração de referência na faixa de 1000 a 1100 mm anual (NITSCHKE et al., 2019).

Os valores temperatura e umidade relativa (Figura 1), foram obtidos durante o período do experimento diariamente com o auxílio de sensor de temperatura e umidade do ar com datalogger (marca HOMIS, modelo 494) instalado no interior da estrutura (cultivo protegido).

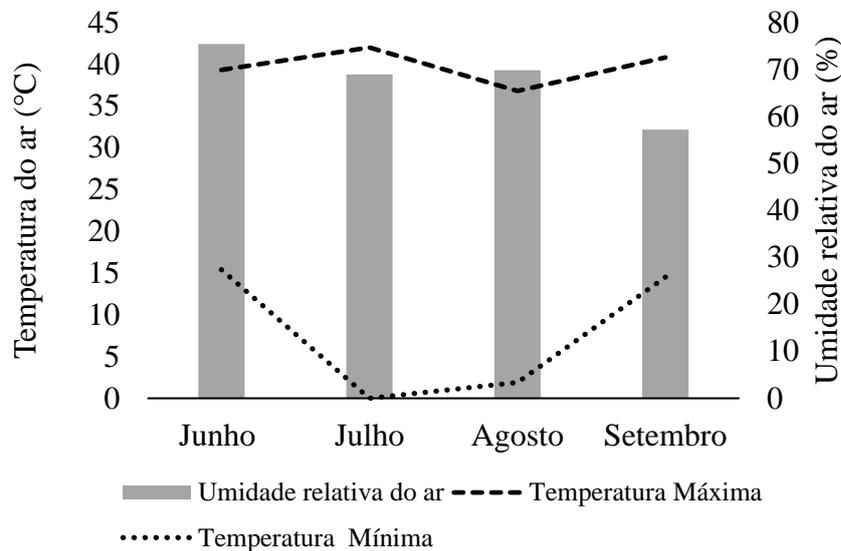


Figura 1. Médias de Temperaturas máximas, mínimas (°C) e umidade relativa média (%) do ar, de junho a Setembro de 2020.

O experimento foi instalado em ambiente protegido, com cobertura de polietileno de baixa densidade (PEBD) transmissividade de fábrica de 80% com aproximadamente 4 anos de uso e anti-UV de 150 micra de espessura, laterais com tela antiafídica na cor branca. Para condução da pesquisa, utilizou-se dois genótipos de pitaia, conhecidos popularmente como pitaia vermelha de polpa branca (G1) e pitaia vermelha de polpa vermelha (G2). As mudas foram selecionadas de plantas matrizes de 1 ano de idade cultivadas em ambiente protegido a fim de padronizar o desenvolvimento das estacas.

As estacas (cladódios) foram segmentadas com 30 cm de comprimento (MOREIRA et al., 2017) retirando-se a dominância apical de todas. Após o corte e seleção, as estacas foram implantadas em vasos de polietileno de três litros utilizando como substrato LATOSSOLO VERMELHO.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado para o preenchimento dos vasos. Marechal Cândido Rondon-2021.

P	M.O.	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+AL	Al	CTC	SB
mg dm ⁻³	g/dm ³	-----				cmolc dm ⁻³	-----		%
19,51	18,14	5,5	0,83	4,02	1,77	3,72	0,04	10,34	6,62
V (%)	Al	Ca	Mg	K	H	Mn	Zn	Cu	Fe
-----		% de saturação na CTC				-----			
-----		%				-----			
64,02	0,39	38,85	17,15	8,02	35,6	169,00	10,76	15,5	40,46

Acidez potencial (H + Al); soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica (CTC); saturação de base (V); matéria orgânica (MO).

As mudas passaram por um período de 30 dias de aclimação, sendo irrigadas a cada três dias, com aplicação de uma lâmina de água fixa de 250 ml e adubadas mensalmente, seguindo recomendações de Moreira et al. (2018) a base de NPK. Após esse período foi realizada a suspensão hídrica dos tratamentos não irrigados e os tratamentos irrigados continuaram recebendo água a cada três dias, com a mesma lâmina.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial triplo 2x4x2, contendo quatro repetições e quatro plantas por repetição totalizando 256 unidades experimentais. Os fatores se constituíram de dois genótipos de pitaiá (pitaiá vermelha de polpa branca e pitaiá vermelha de polpa vermelha), quatro dias de avaliação (15, 30, 45, 60) e dois tratamentos de irrigação (irrigados e não irrigados).

As avaliações iniciaram 15 dias após a aplicação dos tratamentos, efetuadas a cada 15 dias sendo avaliadas duas plantas por tratamento, determinando-se o conteúdo relativo de água (CRA), altura (AL), diâmetro (DC), biomassa seca da parte aérea (BSPA), massa seca da raiz (BSR).

Para a determinação do CRA a metodologia empregada foi a de Slavick (1979) em que consiste na retirada de 30 discos foliares, com diâmetro próximo de 10 mm para todas as repetições. A massa fresca 1 (MS1) dos discos foliares foi determinada em balança analítica. Em seguida, às amostras foram transferidas para béqueres contendo 35 mL de água destilada e mantidos a 25 °C, durante 6 horas em uma BOD. Ao término do período, estes foram pesados novamente para obtenção do peso dos discos com as células túrgidas, quantificando assim, a massa fresca 2 (MF2). Ao final do período de pesagem os discos foram transferidos para recipientes de alumínio e levados a estufa, por 48 horas, a 60 °C para a determinação da massa seca (MS).

Para a obtenção do CRA os valores obtidos foram substituídos na fórmula a seguir (Equação 1), relação esta proposta por Irigoyen et al. (1992) e expressa em porcentagem.

$$\text{CRA (\%)} = \left(\frac{\text{MF1} - \text{MS}}{\text{MF2} - \text{MS}} \right) * 100 \quad (1)$$

Para mensurar a altura utilizou-se régua graduada (cm) a medição foi realizada a partir da base do cladódio até o limite final do broto. O diâmetro do cladódio foi mensurado com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, medindo-se a parte mediana dos cladódios principal os resultados foram expressos em mm. A MSPA e MSR foram obtidas em balança analítica com precisão de 0,01 g após secagem dos cladódios e raízes em estufa de circulação forçada a 60 °C até que atingisse massa constante. A massa fresca da parte aérea, foi mensurada com ajuda de balança analítica com precisão de 0,01g.

Para determinar as análises bioquímicas, as amostras de caules e raízes secas em estufa de circulação forçada foram moídas em moinho tipo Willye, com peneira de malha 40 mesh seguindo a metodologia de Van Soest (1994). Armazenadas em sacos de papel para que fosse realizada as análises no laboratório da Universidade Federal da Amazônia.

Os teores de prolina foram mensurados a partir da pesagem de 0,2 g de pó da matéria seca (MS) do cladódio e adicionados 2 mL de H₂O destilada. Posteriormente, o material foi homogeneizado em agitador e levado a banho maria por 30 minutos e à 100 °C. Os tubos foram centrifugados a 2500 rpm por 5 minutos e 400 µL do sobrenadante foi colocado em microtubos juntamente com 400 µL da mistura da reação e 400 µL ácido acético a 100%, seguindo de agitação e incubação a 100 °C por 60 minutos (Bates et al., 1973).

Após esse processo as amostras foram distribuídas em recipientes com água e gelo a fim de paralisar a reação, simultaneamente foi adicionado 800 µL de tolueno a 100% e agitados vigorosamente por 30 segundos. As amostras foram mantidas em temperatura ambiente por 20 minutos e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 520 nm. A fase não aquosa foi descartada e o branco foi feito somente com tolueno a 100%. O cálculo da determinação de prolina pode ser visualizado a seguir:

$$Y = 8,1941X + 0,0457 \quad (R^2 = 0,9961) \quad (2)$$

Em que:

X= µmol de prolina

Y= Absorbância a 520 nm

Para a quantificação de açúcares solúveis, seguiu-se o método de Yemm e Willis (1954). Utilizou-se uma alíquota de 50 µL do extrato bruto e completou-se 950 µL de

água destilada. A solução estoque usada na obtenção da curva foi preparada usando glicina nas concentrações 0 até 0,1 μmol . Depois de completado o tempo de reação, a quantificação 22 das amostras foi realizada em espectrofotômetro de massa modelo Cary 60 (Agilent) no comprimento de onda de 570 nm.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade. Quando necessários os dados foram normalizados usando transformação logarítmica (Log (x)). Posteriormente os dados foram analisados pelo teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e, quando apresentaram significância, as médias foram comparadas utilizando teste de Tukey ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS DE DISCUSSÃO

As Tabelas 2 e 3 mostram resultados da anova para todas as variáveis avaliadas, altura, diâmetro da planta, massa fresca de parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, prolina, açúcares solúveis totais e CRA.

Para as variáveis altura, diâmetro, massa fresca da parte aérea, se observou interação significativa entre os fatores dias de avaliação e plantas com e sem irrigação. O efeito da interação genótipos e dias de avaliação foi significativo para massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, prolina, açúcares solúveis totais e CRA.

Para as variáveis massa seca da raiz, prolina e CRA houve interação tripla entre os fatores estudados.

Tabela 2. Resultados da análise de variância para as variáveis, altura (AL), diâmetro (DC), biomassa fresca da parte aérea (MFPA), biomassa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR).

Fontes de variação	GL	AL	DC	MFPA	MSPA	MSR
Genótipo	1	31,03 ns	4,82 ns	312,27 ns	0,00188 ns	150,21 **
Dias	3	134,06 8 **	102,87 *	787,64 *	0,05096 *	1,7517 ns
Irrigação	1	1744,83 **	2106,46 **	183401,27 **	0,37199 **	76,2347 **
GxD	3	13,23 ns	3,2768 ns	419,4819 ns	0,11269 **	9,491 **
GxI	1	14,07 ns	8,2728 ns	1469,09 *	0,0021 ns	0,0066 ns
DxI	3	90,46 *	177,29 *	2536,6682 **	0,06056 *	3,4147 ns
GxDxI	3	14,06 ns	9,05 ns	196,7896 ns	0,93718 ns	8,8132 **
Resíduo	48	26,8000	26,37	2339,0153	0,01585	1,7247
CV %		12,19	10,24	10,93	10,98	18,4

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Tabela 3. Resultados da análise de variância para as variáveis, prolina, açúcares solúveis totais, conteúdo relativo de água.

Fontes de variação	Prolina	Açúcares S. T.	CRA
G	12,3376 **	981,7255 ns	430,04 **
D	8,4014 **	6639,5876 **	785,95 **
I	40,8001 **	4,2745 ns	4884,26 **
GxD	8,2968 **	4780,56 **	120,4493 *
GxI	0,1501 ns	40,259 ns	49,1751 ns
DxI	4,8893 **	1006,547 *	1364,6405 **
GxDxI	0,8343 *	560,0075 ns	163,033 **
Resíduo	0,2166	252,8501	35,4042
CV %	14,93	15,75	12,76

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

As plantas que receberam água apresentaram altura, diâmetro e MFPA superiores em todos os dias de avaliação em comparação com as plantas que não foram irrigadas. (Figuras 2A, 2B e 3A).

Para variável altura, as mudas irrigadas tiveram desenvolvimento semelhante até os 45 dias, no entanto aos 60 dias se obteve média de 54,61 cm. Esse resultado pode estar relacionado aos fluxos de crescimento da cultura. De acordo com Silva (2014) a pitaiá apresenta fluxos de crescimento acelerado, sendo estes observados aos 60, 90 e 150 dias após a estaquia.

As mudas apresentaram crescimento lento, quando submetidas ao tratamento sem irrigação, não havendo diferença estatística entre os dias de avaliação. O estresse causado pela falta de água afetou o crescimento da planta, possivelmente devido ajustes fisiológicos realizados pela planta em resposta a baixa disponibilidade hídrica.

Para o diâmetro as mudas irrigadas, não apresentaram diferença estatística. No entanto se observou, que as mudas submetidas ao tratamento sem irrigação foram semelhantes até os 45 dias, após esse período foi observado redução do diâmetro aos 60 dias (36,54 mm). Essa redução do diâmetro está diretamente associada a intensidade e duração do déficit hídrico, devido à falta de reposição de água no solo, a resposta mais sensível ao déficit hídrico é diminuição da turgescência, resultando em cladódios com menores diâmetros. A água nas células forma o que é chamado de pressão de turgor. Assim para que haja multiplicação e expansão celular é necessário que as células estejam turgidas (TAIZ et al., 2017).

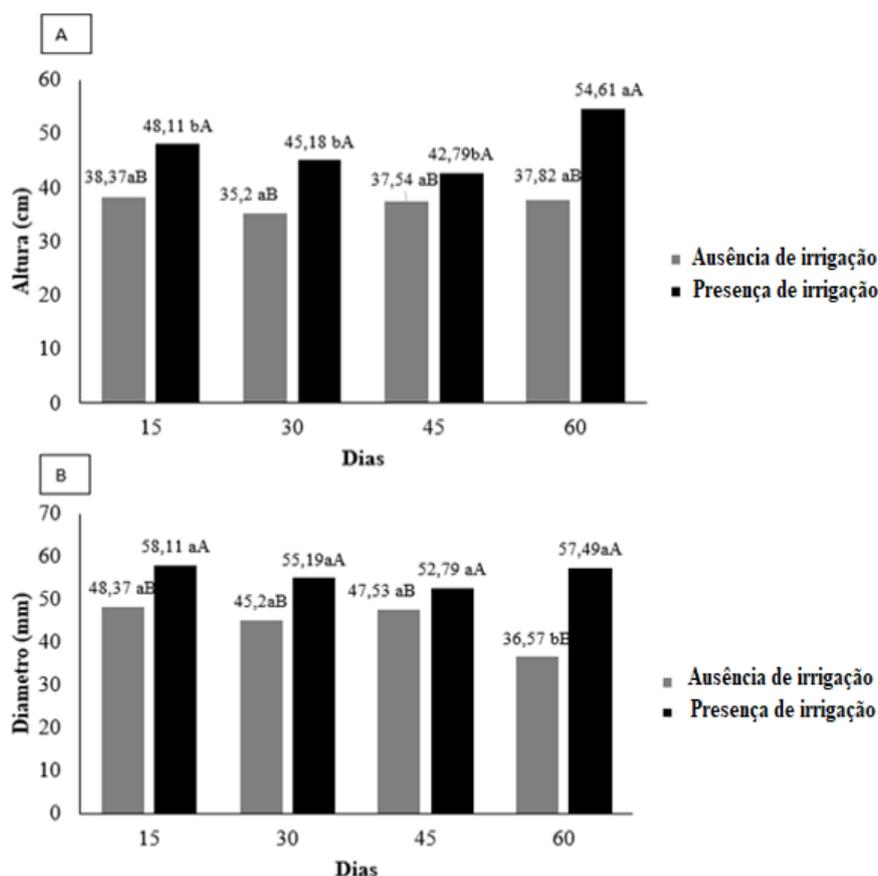


Figura 2. Altura (A) e Diâmetro (B) de genótipos de pitaiia em função de dias de avaliação x ausência e presença de irrigação.

A produção de massa fresca apresenta uma relação direta com as variáveis acima. Em geral quanto maior o crescimento em altura e diâmetro, maior será a massa fresca dos cladódios (Figura 3A). Como pode ser observado a aplicação de irrigação expôs a planta a uma maior quantidade de água, essa condição favoreceu o crescimento em altura e diâmetro das mudas, resultando em uma maior produção de massa fresca da parte aérea, devido a expansão celular.

Neste trabalho observou-se que as variáveis mencionadas acima, apresentaram redução do crescimento, em resposta ao déficit hídrico no solo, como resultado ocorreu um decréscimo na produção de parte aérea da pitaiia, como estratégia de conservação de água.

As médias de MFPA estão na Figura 3B, para os dois genótipos o tratamento com irrigação favoreceu a produção de massa fresca da parte aérea (201,98 e 187,98 g/planta). No entanto, o genótipo 2 apresentou maior produção de massa fresca na condição de cultivo imposta.

Os dois genótipos não foram estatisticamente diferentes quando submetidos ao tratamento sem irrigação, apresentando as seguintes médias genótipo 1 (90,5 g/planta) e genótipo 2 (85,33 g/planta) para essa variável. A redução no suprimento hídrico no período de crescimento, tem efeito adverso sobre a produção de massa fresca, devido ao crescimento lento em altura e diâmetro, a redução da área foliar é um mecanismo adaptativo que permite que a cultura utilize a água de maneira mais eficiente, se ajustando as condições do ambiente (OLIVEIRA et al., 2022).

Nerd et al. (2002) sustentam os resultados encontrados na pesquisa, os autores relataram que mudas de pitaiá vermelha e branca foram influenciadas pelo déficit hídrico, apresentando crescimento lento como consequência da falta de água. Os autores afirmam que em condições de déficit hídrico no solo, ocorre a redução da expansão dos cladódios, que reduz a área foliar.

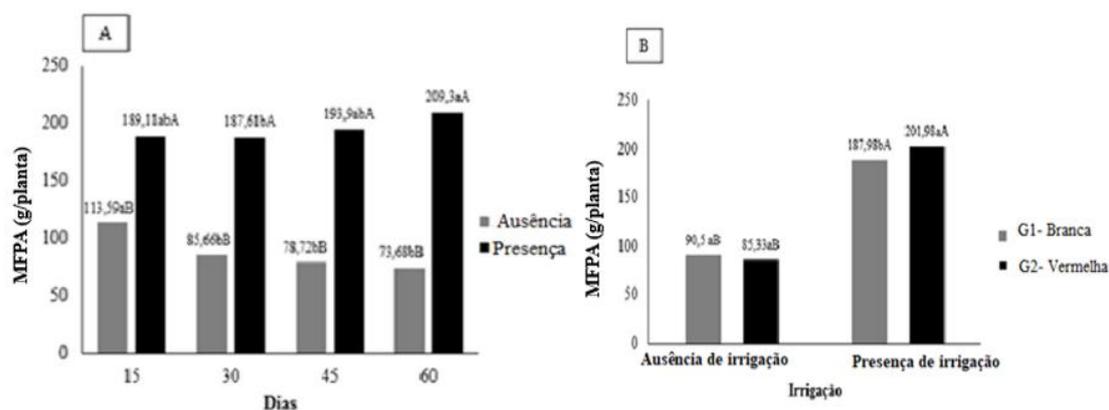


Figura 3. Massa fresca da parte aérea de genótipos de pitaiá em função de dias de avaliação, sob ausência e presença de irrigação (A) e Massa fresca da parte aérea de genótipos de pitaiá sob ausência e presença de irrigação (B).

As médias de MSPA estão na Figura 4A, os genótipos se apresentaram diferentes somente aos 15 dias. Nessa condição o genótipo 2 (26,3 g/planta) teve um resultado significativamente superior ao genótipo 1 (12,68 g/planta).

As plantas irrigadas tiveram MSPA significativamente superior as plantas não irrigadas, em todos os dias de avaliação. As plantas irrigadas, não apresentaram diferença para a variável massa seca nos dias 15, 45 e 60. Aos 30 dias (Figura 4A) as plantas irrigadas e não irrigadas foram estatisticamente iguais.

O resultado demonstra haver maior eficiência na conversão de massa seca da parte aérea quando as plantas foram irrigadas. Assim como a variável MFPA, a altura e o diâmetro da parte aérea das mudas também apresentam uma relação com a sua massa

seca. Espera-se que mudas com uma área foliar maior produzam mais massa seca, já que essa característica está relacionada à maior capacidade fotossintética dessas mudas. Como resultado, essas mudas conseguem realizar mais fotossíntese, produzindo mais carboidratos e, conseqüentemente, mais massa seca na parte aérea. Esse aumento na produção de massa seca pode ser atribuído, em grande parte, à presença de cladódios maiores, que apresentam uma maior área fotossintética.

As plantas não irrigadas (Figura 4A) apresentaram as médias mais baixas para essa variável aos 45 (10,82 g) e 60 (8,98 g) dias, devido à duração prolongada do período sem água. Esse resultado pode ser explicado pela redução da área fotossintética da planta, que ocorre devido à baixa disponibilidade de água no solo, o que leva a um crescimento mais lento, uma vez que a planta está utilizando a pouca água disponível e suas reservas. Como resultado, há uma menor conversão de massa seca da parte aérea das plantas que não foram irrigadas.

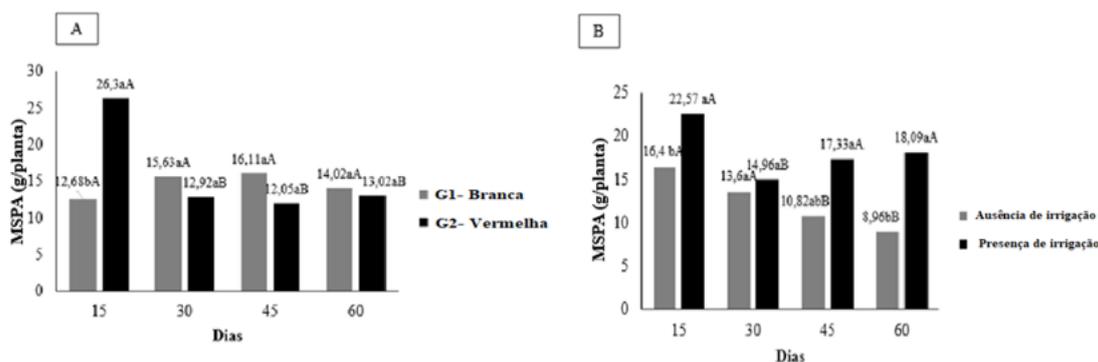


Figura 4. Massa seca da parte aérea de plantas de pitaia em função da interação entre genótipos e dias de avaliação (A) e Massa seca da parte aérea em função da interação entre dias de avaliação e manejo com ausência e presença de irrigação (B).

Para a variável MSR (Tabela 4), observou-se uma interação tripla entre os fatores estudados. Para o genótipo 1, não houve diferença significativa na variável MSR quando as plantas foram avaliadas aos 15, 30 e 60 dias. Além disso, as plantas não irrigadas e irrigadas do genótipo 1 foram estatisticamente iguais aos 15 e 45 dias. No entanto, as médias mais baixas para esse genótipo foram observadas em plantas não irrigadas aos 30 (6,97 g/planta) e 60 (6,62 g/planta) dias.

Para o genótipo 2, observou-se que as médias para a variável em questão aumentaram quando avaliadas aos 30 (7,87 g/planta) e 45 (8,67 g/planta) dias. Em contrapartida, as menores médias para esse genótipo foram registradas no tratamento sem

irrigação, embora não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos com (4,97 e 5,22 g/planta) e ausência de irrigação (4,75 e 4,57 g/planta) aos 15 e 60 dias.

De maneira geral, observou-se que as plantas de pitaiá do genótipo 1 (branca) apresentaram médias superiores de MSR, tanto nos tratamentos com presença e ausência de irrigação. Entretanto, ao comparar a produção de massa seca da raiz entre os dois genótipos de pitaiá avaliados (polpa branca e polpa vermelha), verificou-se que a pitaiá de polpa branca apresentou uma produção de massa seca da raiz maior do que a polpa vermelha. Isso pode estar relacionado com a presença de características específicas da planta de pitaiá de polpa branca, como por exemplo, um sistema radicular mais desenvolvido e eficiente na absorção de nutrientes e água do solo. Essa diferença pode ser ainda mais evidenciada em condições de déficit hídrico, onde as plantas de pitaiá de polpa branca tendem a manter uma maior produção de massa seca da raiz do que as de polpa vermelha. Apesar de sua inata rusticidade tal genótipo (polpa branca) pode ser mais recomendado em regiões de escassez hídrica.

Os resultados obtidos na massa seca da raiz em plantas não irrigadas indicam que a pitaiá é capaz de manter o crescimento radicular mesmo em condições de deficiência hídrica. Isso pode ser explicado pelo fato de a planta apresentar uma estratégia de sobrevivência diante de situações de déficit hídrico, translocando fotoassimilados da parte aérea para as raízes.

A formação de sistemas radiculares extensos e superficiais, e a absorção atmosférica através dos espinhos, permitindo um melhor aproveitamento do uso da água permitindo a tolerância a condições de escassez hídrica (WINTER; GARCIA; HOLTUM, 2011).

Esse processo de expansão do sistema radicular, além de ajudar a planta a captar água em camadas mais profundas do solo, também contribui para a absorção de nutrientes, o que pode favorecer o desenvolvimento da planta em condições de estresse. Sendo assim, a pitaiá apresenta uma boa capacidade de adaptação a diferentes condições de disponibilidade hídrica, o que pode contribuir para a sua produção de massa seca da raiz, mesmo em condições de déficit hídrico (TAIZ et al., 2017).

Tabela 4. Massa seca da raiz (MSR) interação genótipos, dias de avaliação e manejo com e sem irrigação

GxI	Dias			
	15	30	45	60
G1SI	8,95 aA	6,97 bA	7,72 aA	6,62 bA
G1CI	10,75 aA	10,03 aAB	8,12 aB	10,17 aAB
G2SI	4,75 bA	4,42 cA	4,35 bA	4,57 bA
G2CI	4,97 bB	7,87 abA	8,67 aA	5,22 bB

As médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As Figuras 5A e 5B apresentam as médias para a concentração de açúcares solúveis totais. Observou-se que inicialmente as concentrações foram semelhantes para ambos os genótipos de pitaia. No entanto, aos 45 e 60 dias, houve diferença entre os genótipos. Para essa variável, os valores mais altos foram encontrados para ambos os genótipos aos 30 dias de avaliação, sendo de 131,64 mg/g planta para o genótipo 1 e de 129,12 mg/g planta para o genótipo 2.

Na Figura 5B, não foram observadas diferenças significativas entre as mudas irrigadas e não irrigadas para a concentração de açúcares solúveis aos 15, 30 e 45 dias. Entretanto, aos 30 dias, foram registradas médias mais elevadas para os tratamentos com irrigação, alcançando valores de 122,39 mg/g planta e sem irrigação 138,37 mg/g planta.

A concentração de açúcares solúveis totais foi significativamente maior nos tratamentos sem irrigação aos 60 dias de avaliação (107,17 mg/g planta), em comparação aos tratamentos com irrigação. Esse resultado é atribuído à severidade e duração do déficit hídrico, que leva a uma redução na taxa fotossintética e acúmulo de carboidratos solúveis na planta, incluindo açúcares como glicose, sacarose e frutose. Esse acúmulo, a curto prazo, pode melhorar a tolerância da planta ao déficit hídrico, conforme sugerido por Chen e Jiang (2010).

Diógenes et al. (2022) relataram resultados congruentes, uma vez que eles observaram uma concentração mais alta de açúcares solúveis totais em mudas de pitaia que foram submetidas ao déficit hídrico.

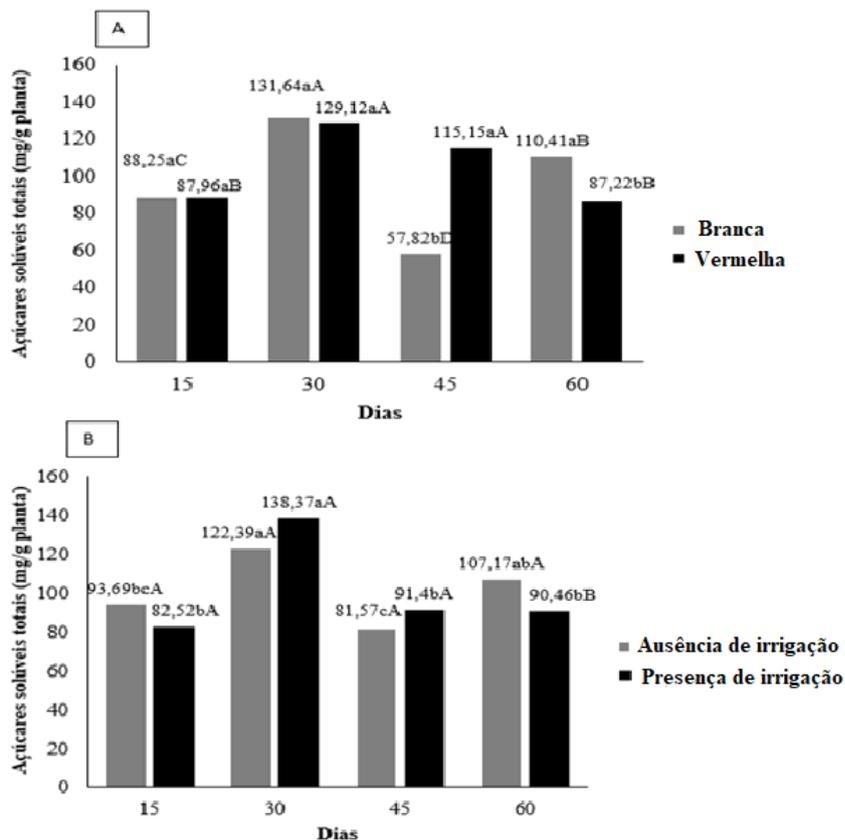


Figura 5. Concentração de açúcares solúveis totais em cladódios de pitaiia, em função da interação entre genótipos x dias de avaliação (A) e Concentração de açúcares solúveis totais em cladódios de pitaiia, em função da interação entre dias de avaliação x manejo com ausência e presença de irrigação (B).

A análise dos resultados da variável prolina (Tabela 5) revelou uma interação tripla entre os fatores estudados, indicando que a falta de irrigação afetou significativamente a concentração de prolina nos cladódios das plantas de pitaiia, foi observado um aumento na concentração de prolina nas plantas submetidas ao tratamento sem irrigação em comparação com as plantas irrigadas.

Esse resultado sugere que a deficiência hídrica estimulou a síntese de prolina nas plantas de pitaiia. A prolina auxilia no ajuste osmótico atando na proteção do vegetal frente a compostos tóxicos, sintetizados sob restrição hídrica. Os sistemas de defesa fazem com que ocorra maior síntese de enzimas antioxidantes que fazem a neutralização das espécies reativas do oxigênio (ERO's). Essa resposta adaptativa é uma estratégia comum adotada pelas plantas para sobreviver em condições adversas (SZABADOS; SAVOURÉ, 2010).

Se observou que as mudas irrigação dos dois genótipos apresentaram baixas concentrações de prolina em comparação com as plantas submetidas ao tratamento sem

irrigação. Não foram observadas diferenças significativas na concentração de prolina entre os dois genótipos para os períodos de 15, 30 e 60 dias com irrigação.

No entanto, aos 45 dias, o genótipo 1 apresentou a menor concentração de prolina $0,85 \mu\text{mol Prolina g}^{-1} \text{M}$ para plantas irrigadas. As plantas irrigadas apresentaram uma baixa produção de prolina devido ao fato de que a presença de água no solo supre a demanda hídrica das plantas, reduzindo a necessidade de ajuste osmótico. Assim, em condições de irrigação adequada, as plantas não precisam acumular prolina para sobreviver ao estresse hídrico, o que explica a baixa produção de prolina observada nas plantas irrigadas em comparação com as plantas submetidas ao tratamento sem irrigação.

Tabela 5. Concentração de prolina ($\mu\text{mol Prolina g}^{-1} \text{MS}$) em cladódios de genótipos de mudas de pitaia com e sem irrigação em função dos dias de avaliação.

GxI	Dias			
	15	30	45	60
G1SI	2,17 bC	4,75 aB	4,37 aB	5,80 aA
G1CI	1,67 bAB	2,52 bA	0,85 bB	2,27 cA
G2SI	3,95 aA	4,77 aA	3,97 aA	4,52 bA
G2CI	2,40 bBC	3,25 bAB	3,55 aA	2,02 cC

As médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados da variável conteúdo relativo de água (CRA) (Tabela 6) indicaram a presença de uma interação tripla entre os fatores avaliados. Aos 15 dias, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as plantas irrigadas e não irrigadas. Em relação ao genótipo 1, foi observado que as plantas não irrigadas apresentaram médias inferiores aos 30, 45 e 60 dias em comparação com as plantas irrigadas, sendo que a maior média foi observada nas mudas irrigadas aos 60 dias (81,82%).

Para mudas do genótipo 2, os resultados foram similares entre plantas irrigadas e não irrigadas aos 15 e 45 dias, porém houve diferença significativa entre esses dois fatores aos 45 e 60 dias. Com média maior de CRA em mudas irrigadas avaliadas aos 60 dias (70,10%).

Ao comparar os genótipos de pitaia de polpa vermelha e branca submetidos ao tratamento sem irrigação, observou-se que a pitaia de polpa vermelha apresentou menores valores de CRA em relação à pitaia de polpa branca. Isso pode estar relacionado às características de cada genótipo, como a capacidade de ajuste osmótico. Alguns estudos

indicam que a pitáia de polpa vermelha apresenta menor capacidade de ajuste osmótico em resposta ao estresse hídrico do que a pitáia de polpa branca, o que pode ter contribuído para a menor CRA observada neste genótipo (MARTINS et al., 2017). Além disso, a redução do CRA em ambas os genótipos indicam que o déficit hídrico afetou o conteúdo de água nos tecidos foliares, o que pode ter consequências negativas nos processos vitais da planta.

Concentrações de açúcares solúveis totais e prolina, observadas nos tratamentos sem irrigação, são resultado da restrição hídrica. Essas substâncias têm a função de proteger as células contra a desidratação e o estresse oxidativo. No entanto, quando há uma alta concentração dessas substâncias, observa-se que o CRA é reduzido, pois apresenta uma menor quantidade relativa de água nos tecidos dos cladódios. Ou seja, em situações de restrição hídrica maior a concentração de açúcares solúveis totais e prolina, menor será o conteúdo relativo de água (TAIZ et al., 2017).

Tabela 6. Conteúdo relativo de água (CRA) em cladódios de genótipos de mudas de pitáia com e sem irrigação em função dos dias de avaliação.

GxI	Dias			
	15	30	45	60
G1SI	53,85 aA	35,20 bB	36,87 bB	39,57 cB
G1CI	45,07 aB	47,15 aB	54,32 aB	81,82 aA
G2SI	45,45 aA	41,95aA	23,87 cB	26,47 dB
G2CI	52,85 aB	45,65 aB	46,05 abB	70,10 bA

As médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos indicam que a disponibilidade de água é um fator determinante para o desenvolvimento dos genótipos de pitáia. Ficou evidente que as mudas de pitáia apresentam maior desempenho quando há uma irrigação regular, apesar de possuírem certa tolerância ao déficit hídrico. Assim, é importante ter conhecimento dos limites da cultura para que a produção seja otimizada.

CONCLUSÕES

As mudas de genótipos de pitáia com irrigação, apresentam maior desenvolvimento inicial.

O déficit hídrico influencia negativamente no desenvolvimento de mudas de pitáia, causando redução no crescimento.

Plantas estressadas apresentam maior concentração de aminoácidos e açúcares envolvidos no processo de regulação osmótica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, J. L. de; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Development of seedlings of red pitaya (*Hylocereus undatus* H.) in different substrate volumes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 697-700, 2008.

CHEN, H.; JIANG, J. G. Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. **Environmental Reviews**, v. 18, p. 309-319, 2010.

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; BERTO-LUCCI, S. K. V. Comprimento da estaca e tipo de substrato na propagação vegetativa de atoveran. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p.1157-1160, 2007.

DIÓGENES, M. F. S.; MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. M.; MOURA, E. A.; REGES, K. S. L.; OLIVEIRA, L. M. Use of hydrogel in the irrigation management of white pitaya (*Hylocereus undatus*) seedlings: Biometrics and accumulation of organic and inorganic solutes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 2, p. 491-508, 2022.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

GOMES, M. M. A.; LAGÔA, A. M. M. A. MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; MACHADO, M. A. Interactions between leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid content of orange trees submitted to drought stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 16, n. 3, p. 155-161, 2004.

HEMAPRABHA, G.; SWAPNA, S.; LAVANYA, D. L.; SAJTHA, B.; VENKATARAMANA, S. Evaluation of drought tolerance potential of elite genotypes and progenies of sugarcane (*Saccharum sp.* hybrids). **Sugar Tech**, v. 15, n.1, p. 9-16, 2013.

HUA, Q.; CHEN, C.; TEL ZUR, N.; WANG, H.; WU, J.; CHEN, J.; ZHANG, Z.; ZHAO, J.; HU, GUIBING; QIN, Y. Metabolomic characterization of pitaya fruit from three red-skinned cultivars with different pulp colors, **Plant Physiology and Biochemistry**, v.126, n. 1, p.117-125, 2018.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, G. da.; LIMA, C. A. de.; SANTOS, R. C. dos. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2010.

KLEIN, C. Utilização de Substratos Alternativos para Produção de Mudanças. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, n.1, p. 43-63, 2015.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N.T. V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitáia com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1066-1072, 2013.

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

MENCUCINI, M. Temporal scales for the coordination of tree carbon and water economies during droughts. **Tree Physiology**, v. 34, n. 5, p. 439–442, 2014.

MOREIRA, A. R.; SOUZA, F. L. B.; SILVA, R. T. L.; OLIVEIRA, R. L. L.; ALONÇO, A. S.; OLIVEIRA NETO, C. F. SOUSA, S. K. A. Determinação do Comprimento da Estaca para a Produção de Mudanças de Pitáia (*Hylocereus Costaricensis*) Em Ambiente Protegido. **Tecnológica**, v. 21, n. 2, p. 41-45, 2017.

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

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. Atlas climático do estado do Paraná. Londrina, **Instituto Agrônômico do Paraná**, 2019.

OLIVEIRA, L. M.; MENDONÇA, V.; MOURAB, E. A.; IRINEUA, T. H. S.; FIGUEIREDOA, F. R. A.; MELOA, M. F.; CELEDONIOC, W. F.; RÊGOA, A. L. B.; MENDONÇAD, L. F. M.; ANDRADEA, A. D. M. Salt stress and organic fertilization on the growth and biochemical metabolism of *Hylocereus costaricensis* (red pitaya) seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, e258476, p. 1-11, 2022.

PORTES, M. T.; ALVES, T. H.; SOUZA, G. M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understory and gap conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 4, p. 491-512, 2006.

SLAVICK, B. **Methods of studying plant water relations**. 1.ed. Heidelberg: Ecological Studies Series, 1979. 499 p.

SILVA, S. R. S.; DEMUNER, A. D.; BARBOSA, L. C. de. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A.; PINHEIRO, A. L. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1363- 1368, 2002.

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

SZABADOS, L.; SAVOURÉ, A. Proline: a multifunctional aminoacid. **Trends in Plant Science**, v. 15, n. 1, p. 89-97, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

WANG, K.; BIAN, S.; JIANG, Y. Anaerobic metabolism in roots of Kentucky bluegrass in response to short-term waterlogging alone and in combination with high temperatures. **Plant and Soil**, v. 314, n. 1, p. 221–229, 2009.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plants extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.

CAPÍTULO 2: LÂMINA DE ÁGUA ÓTIMA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PITAIEIRA EM CULTIVO PROTEGIDO

RESUMO

O cultivo de pitáia tanto no Brasil e no mundo está em grande expansão, no entanto pesquisas sobre a necessidade hídrica da cultura, são limitadas. Diante disso o objetivo desse trabalho foi estabelecer a lâmina de água ideal para produção de mudas de diferentes genótipos de pitáia. O experimento foi conduzido na Estação de Cultivo Protegido da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 5. O primeiro fator foi constituído de dois genótipos de pitáia (polpa branca e polpa vermelha) e o segundo fator constituído de cinco lâminas de irrigação (controle: sem irrigação; 25, 50, 75 e 100% da irrigação real necessária). As avaliações foram iniciadas 60 dias após o plantio e em intervalos regulares de 15 dias, sendo determinados os seguintes parâmetros: altura (cm) e diâmetro da planta (mm), número de cladódios (unidade), comprimento do cladódio 1 e 2 (cm), diâmetro do cladódio 1 e 2 (mm). As avaliações destrutivas foram realizadas 150 após a implantação do experimento, em que foram determinadas, biomassa fresca e seca da parte aérea, comprimento da maior raiz, biomassa seca da raiz. As diferentes lâminas de irrigação influenciaram de forma significativa as variáveis altura, diâmetro, comprimento dos cladódios, biomassa fresca e seca da parte aérea, as maiores médias para essas variáveis foram obtidas quando utilizadas as lâminas de água iguais a 75 e 100% aos 150 dias. Para as variáveis produção de matéria seca de raízes, comprimento da maior raiz, comprimento de raiz, houve interação entre os tratamentos. As demais variáveis analisadas não apresentaram interação entre os fatores avaliados e a aplicação dos tratamentos. A aplicação de 75% e 100 da irrigação real necessária pode ser indicada quando utilizada as mesmas condições do experimento e para os mesmos genótipos.

Palavras-chave: gênero, mudas de pitáieira, *Hylocereus*.

OPTIMAL WATER BLADE FOR PRODUCING PITAYA SEEDLINGS IN PROTECTED CULTIVATION

ABSTRACT

Pitaya cultivation both in Brazil and around the world is expanding, however research on the crop's water needs is limited. Therefore, the objective of this work was to establish

the ideal water depth for the production of seedlings of different dragon fruit genotypes. The experiment was conducted at the Experimental Station of Universidade Estadual do Oeste do Paraná. The treatments were distributed in a completely randomized design, in a 2 x 5 factorial scheme. The first factor consisted of two dragon fruit genotypes (white pulp and red pulp) and the second factor consisted of five irrigation depths (control: no irrigation; 25, 50, 75 and 100% of the actual irrigation required). Assessments began 60 days after planting and at regular intervals of 15 days, determining the following parameters: plant height (cm) and diameter (mm), number of cladodes (unit), length of cladode 1 and 2 (cm), diameter of cladode 1 and 2 (mm). Destructive evaluations were carried out 150 after the implementation of the experiment, in which fresh and dry biomass of the aerial part, length of the largest root, dry biomass of the root was determined. The different irrigation depths significantly influenced the variables height, diameter, cladode length, fresh and dry biomass of the aerial part, the highest averages for these variables were obtained when using water depths equal to 75 and 100% at 150 days. For the variables root dry matter production, length of the largest root, root length, there was an interaction between treatments. The other variables analyzed did not show any interaction between the factors evaluated and the application of treatments. The application of 75% and 100% of the actual required irrigation can be indicated when using the same experiment conditions and for the same genotypes.

Keywords: genus, dragon fruit seedlings, *Hylocereus*.

INTRODUÇÃO

A pitia é uma fruta tropical que vem ganhando popularidade tanto no mercado nacional quanto internacional. O seu atrativo está na aparência exótica e nas características organolépticas, como o sabor agradável, levemente adocicado e na polpa firme, que é repleta de sementes com propriedades laxantes. Além disso, devido à sua composição nutricional, a fruta é considerada benéfica para a saúde e pode auxiliar no controle e prevenção de várias doenças (JIANG et al., 2020; PANISSON et al., 2021).

Em razão de todas essas características atrativas e por apresentar rápido retorno, a pitia tem despertado o interesse de produtores por ser uma alternativa promissora, já que a espécie é considerada rústica necessitando de poucos tratamentos culturais, podendo ser cultivada em diversos solos e climas, sendo possível o plantio em lugares onde outras culturas não podem ser cultivadas (THAIUDOM et al., 2021).

No Brasil, dentre os diversos genótipos de pitaia conhecidos, os mais cultivados pertencem ao gênero *Hylocereus*, popularmente conhecidos como pitaia vermelha de polpa branca e pitaia vermelha de polpa vermelha. Estes genótipos têm se destacado por se desenvolverem em diferentes regiões do país se adaptando a diferentes tipos de solo e clima, além de possuírem alta produtividade de qualidade de frutos (MAGALHÃES et al., 2019).

O genótipo *Hylocereus undatus* é amplamente cultivado em todo o mundo, sendo notável por seu destaque comercial devido à alta produtividade e à geração de frutos de tamanho considerável. Esse genótipo exhibe cladódios alongados, triangulares e verdes, medindo cerca de 5 a 6 cm de diâmetro. Possui normalmente três costilhas bem delimitadas, com margens intensamente onduladas. As aréolas estão espaçadas em torno de 3 a 4 cm, nas quais se desenvolvem de um a três espinhos pequenos, com comprimento de 2 a 4 mm. O sistema radicular é particularmente vigoroso e apresenta maior resistência (SILVA, 2014, SANTOS et al., 2022).

Por outro lado, o genótipo *Hylocereus polyrhizus* apresenta ramos mais finos, exibindo diâmetros que variam entre 3 e 4 cm. Inicialmente, esses ramos podem exibir coloração verde ou arroxeada, porém, ao longo do tempo, tendem a assumir tonalidades acinzentadas para, eventualmente, retornarem à sua coloração verde original. As costilhas deste genótipo são mais estreitas, mas à medida que amadurecem, têm a tendência de aumentar em espessura. Nas aréolas, podem ser encontrados de dois a quatro espinhos castanhos, cada um medindo entre 2 e 4 mm de comprimento (SILVA, 2014).

A propagação é um processo fundamental para o cultivo de pitaia, sendo necessário selecionar genótipos que apresentem características desejáveis, como resistência a doenças, produção de frutos de qualidade e adaptação ao clima e solo local. Além disso, a escolha de substratos adequados, a irrigação e nutrição correta são elementos essenciais para o sucesso na produção de mudas de pitaia (ABIRAMI et al., 2021; ZITHA, et al., 2022).

De acordo com Almeida et al. (2016), a pitaia possui baixa necessidade hídrica, porém a deficiência de água pode prejudicar a produção de frutos, tornando-se um fator limitante para o seu cultivo. Estudos indicam que a pitaia se comporta como uma planta com adaptação facultativa à disponibilidade hídrica, o que significa que a irrigação frequente pode favorecer seu desenvolvimento e resultar em uma produção satisfatória.

A irrigação é um fator importante para o sucesso no cultivo da pitaia. O uso de lâminas de irrigação adequadas pode garantir o suprimento hídrico necessário para a

planta e, conseqüentemente, maximizar o crescimento das mudas. O manejo da irrigação deve ser feito de forma cuidadosa para evitar excessos e déficit hídrico. Nesse sentido, o uso de lâminas de irrigação controladas pode ser uma opção viável para garantir a eficiência do uso da água e evitar desperdícios (ANDRADE et al., 2023).

O manejo da irrigação para pitaia tem como objetivo, definir como, quanto e quando irrigar. O uso de lâminas de irrigação adequadas é fundamental para o sucesso no cultivo da pitaia, garantindo o suprimento hídrico necessário para o aumento da produtividade, evitando desperdício de água diminuído gastos do produtor e preservando o meio ambiente. Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo definir a lâmina de água ideal para produção de mudas de diferentes genótipos de pitaia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no verão no período de novembro 2020 a maio de 2021, na Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico “Professor Doutor Mario Cesar Lopes” pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Marechal Cândido Rondon (PR). O município está localizado na latitude de 24° 33’ 24’’ S, longitude de 54° 05’ 67’’ W e altitude de 420 m.

De acordo com a classificação climática segundo Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, mesotérmico, subtropical úmido (ALVARES et al., 2013). A média anual de temperatura do ar se encontra na faixa de 22 a 23 °C e da umidade relativa do ar entre 70 e 75%. Os totais anuais de precipitação pluvial variam entre 1600 e 1800 mm e de evapotranspiração de referência na faixa de 1000 a 1100 mm anual (NITSCHKE et al., 2019).

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos durante o período do experimento diariamente com o auxílio de sensor de temperatura e umidade do ar com datalogger (marca HOMIS, modelo 494) instalado no interior da estrutura (cultivo protegido), como pode ser observado na Figura 1.

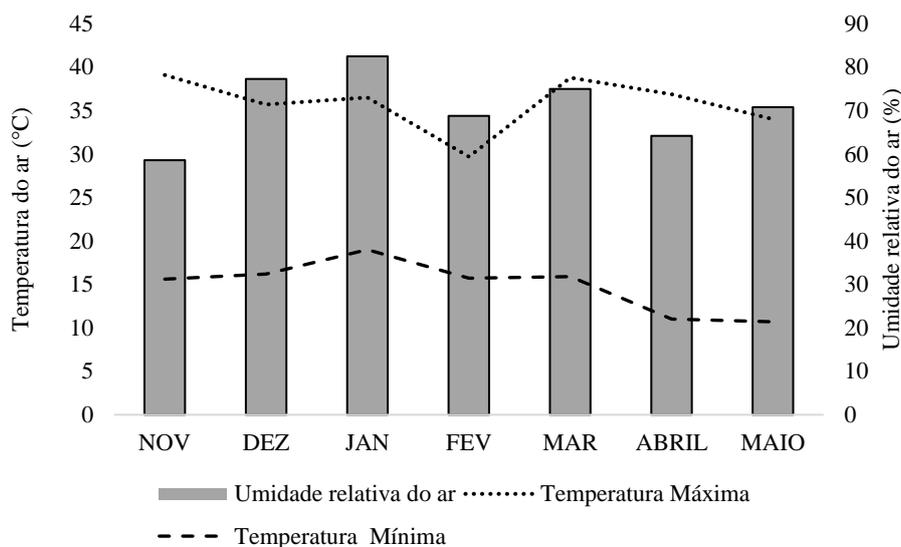


Figura 1. Médias de temperaturas máximas, mínimas (°C) e umidade relativa média (%) do ar, durante o período de avaliação do experimento. Marechal Cândido Rondon 2021.

O solo predominante na região é do tipo Latossolo Vermelho Eutroférico de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018). A análise química de solo utilizado para produção das mudas foi realizada na camada de 0-20 cm, demonstrando os seguintes resultados (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo utilizado para o preenchimento dos vasos. Marechal Cândido Rondon-2021.

P	M.O.	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+AL	Al	CTC	SB
mg dm ⁻³	g/dm ³	-	-----			cmolc dm ⁻³	-----	%	
19,51	18,14	5,5	0,83	4,02	1,77	3,72	0,04	10,34	6,62
V(%)	Al	Ca	Mg	K	H	Mn	Zn	Cu	Fe
-----		% de saturação na CTC		-----mg dm ⁻³ -----					
-----		-----		-----					
64,02	0,39	38,85	17,15	8,02	35,6	169,00	10,76	15,5	40,46

Acidez potencial (H + Al); soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica (CTC); saturação de base (V); matéria orgânica (MO).

O experimento foi instalado em ambiente protegido, com cobertura de polietileno de baixa densidade (PEBD) transmissividade de fábrica de 80% com aproximadamente quatro anos de uso e anti-UV de 150 micra de espessura, laterais com tela antiáfídica na cor branca. Para condução do experimento foram utilizados dois genótipos de pitaiá, conhecidos como pitaiá vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus*) e vermelha de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). As estacas foram selecionadas de cladódios maduros retirados de plantas matrizes de dois anos, cultivadas em ambiente protegido,

segmentadas em 30 cm de comprimento, aproximadamente. A dominância apical de todas as mudas foi retirada com a eliminação do ápice das estacas, utilizando somente a parte medial dos cladódios.

Após a coleta das estacas (cladódios) ser concluída, estas foram transferidas para vasos de polietileno de três litros utilizando como substrato Latossolo Vermelho (Tabela 1) e plantadas a dois centímetros.

As mudas precisaram passar por um período de 30 dias de aclimação, sendo irrigadas a cada três dias, com aplicação de uma lâmina fixa de 250 ml/planta e adubadas com adubação de cobertura realizada mensalmente, seguindo as recomendações de Moreira et al. (2018) a base de NPK. Em seguida, passado esse intervalo, foram aplicadas as lâminas de irrigação definidas para cada tratamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial duplo 2x5 contendo quatro repetições e duas plantas por repetição, totalizando 80 unidades experimentais. Os fatores constituíram-se de dois genótipos (pitaia vermelha de polpa branca e vermelha de polpa vermelha) e lâminas correspondentes a 0 T1- sem irrigação; 25% - T2; 50% - T3; 75% - T4 e 100% da irrigação real necessária (IRN) -T5.

Para a determinação do teor da umidade na capacidade de campo do Latossolo Vermelho a metodologia empregada foi o método das diferenças de massa, em que, saturou-se primeiramente o solo e determinou-se depois de 24h a massa úmida (μ). Após essa primeira coleta, procedeu-se com a secagem em estufa a 105°C e determinou-se a massa seca (m_s).

Para a obtenção do teor da umidade na capacidade de campo os valores obtidos foram substituídos na equação a seguir:

Umidade na capacidade de campo:

$$\text{Umidade} = \frac{(\mu - m_s) * 100}{m_s} \quad (1)$$

A densidade do solo foi obtida segundo a equação:

$$d_s = \frac{m_s}{V} \quad (2)$$

Em que: d_s = densidade do solo (g/cm^3); m_s = massa de solo seco (g); e V = volume do recipiente (cm^3).

Depois de determinada a umidade, foi calculada a irrigação real necessária (IRN), recomendada por Bernardo et al. (2019).

Irrigação real necessária (IRN)

$$IRN = \frac{(Cc - Pm) * ds * Z * f}{10} (3)$$

Em que: Cc = capacidade de campo (%); Pm = ponto de murcha permanente (%) em massa, considerando 70% da água prontamente disponível (Moreira et al., 2018); ds = densidade do solo (g/cm³); Z = profundidade efetiva do sistema radicular, 20 cm ou 80% do sistema radicular da cultura; e f = fator de disponibilidade de água no solo, menor que 1, adimensional, neste caso utilizou-se 0,5, valor referente a cultura do abacaxi (ALMEIDA; REINHARDT, 2000).

O volume de água determinado de acordo com a equação para cada tratamento foi de 220 mL para 100% da IRN e os demais foram de 165 (75%), 110 (50%), 55 mL (25%) e o tratamento controle sem irrigação. As lâminas foram aplicadas diariamente 1x ao dia ao final da tarde em cada vaso, manualmente com proveta graduada de vidro.

As avaliações foram iniciadas 60 dias após o plantio e em intervalos regulares de 15 dias em todas as plantas, sendo determinadas as seguintes variáveis: altura da planta (AL) (cm), diâmetro da planta (DP) (mm) e número de cladódios (NC) (unidade). Os dois primeiros cladódios que brotaram de cada planta foram selecionados para as avaliações, dos quais se observou o comprimento do cladódio 1 (C1) (cm), comprimento do cladódio 2 (C2) (cm), diâmetro do cladódio 1 (DC1) (mm) e diâmetro do cladódio 2 (DC2) (mm).

Os diâmetros dos cladódios foram mensurados com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, medindo-se a parte mediana dos cladódios principal e laterais e os resultados expressos em mm. O comprimento da parte aérea foi realizado a partir da base do cladódio até o limite final dos brotos. As medidas de comprimento foram realizadas com o auxílio de régua graduada (cm).

As avaliações destrutivas foram efetuadas 150 após a implantação do experimento sendo utilizada uma planta de cada tratamento, em que foi obtida a biomassa fresca da parte aérea (BFPA) (g), biomassa seca da parte aérea (BSPA) (g), biomassa seca da raiz (BSR) (g), comprimento da maior raiz (CMR) (cm).

A biomassa fresca da parte aérea, foi mensurada com ajuda de balança analítica com precisão de 0,01g. O comprimento do sistema radicular foi mensurado da inserção da raiz até a extremidade da maior raiz.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade. Quando necessários os dados foram normalizados usando transformação $\sqrt{x+1}$ (Assistat). Posteriormente os dados foram analisados pelo teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e quando apresentaram significância, as médias foram comparadas utilizando de Tukey ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para altura e diâmetro da planta de pitaiá em função de diferentes genótipos e lâminas de irrigação aos 60,75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após aplicação dos tratamentos podem ser observados nas Tabelas 2 e 3. Para as variáveis citadas acima não houve interação entre os fatores estudados e pela análise de variância, verificou-se apenas diferenças significativas para as lâminas de água ($p < 0,01$), pelo teste F. O modelo matemático linear foi o que melhor se ajustou a altura e diâmetro de plantas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura da planta (AL) de pitaiá em função de diferentes genótipos e lâminas de irrigação aos 60,75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após aplicação dos tratamentos

FV	GL	Quadrado médio						
		Dias após a aplicação dos tratamentos						
		60	75	90	105	120	135	150
Genótipo	1	10,69 ns	66,82 ns	0,6003 ns	17,69 ns	117,9 ns	172,43 ns	122,38 ns
Lâmina	4	1,984 ns	104,20 **	335,83 **	939,3 **	1810,6 **	2960 **	3952 **
G x L	4	3,006 ns	6,23 ns	11,17 ns	9,56 ns	40,49 ns	64,92 ns	34,67 ns
Linear	1	1,081 ns	400,07 **	1248,99 **	3692,4 **	7083,9 **	11402 **	15159 **
Polinomial	1	5,670 ns	2,29 ns	0,7232 ns	3,43 ns	9,086 ns	24,84 ns	15,21ns
Erro	30	2,969	17,34	17,17	25,94	40,78	42,79	40,18
CV		6,2	12,26	10,57	11,42	13,21	12,43	11,28
MG		27,77	33,95	39,19	44,41	48,34	52,61	56,19

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o diâmetro do cladódio principal de pitaia em função de diferentes genótipos e lâminas de irrigação aos 60,75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após o plantio.

FV	GL	Quadrado médio						
		Dias após a aplicação dos tratamentos						
		60	75	90	105	120	135	150
Genótipo	1	286,47**	104,60 ns	125,85*	87,45 ns	47,80 ns	84,97 ns	27,15 ns
Lâmina	4	115,35**	21,95 ns	96,84**	222,49**	388,85**	711,98**	1306,9**
G x L	4	16,46 ns	11,68 ns	7,14 ns	4,37 ns	13,99 ns	19,12 ns	14,07 ns
Linear	1	336,47**	12,27 ns	301,17**	818,46**	1456,24 **	2577,8**	4764,6**
Polinomial	1	0,0373**	2,17 ns	51,31 ns	64,53 ns	76,47 ns	162,72*	156,07*
Erro	30	750,94	26,57	28,37	34,11	33,24	34,63	28,15
CV		12,06	12,2	12,41	13,63	13,51	13,75	12,29
MG		41,48	42,36	42,92	42,84	42,66	42,79	43,17

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Nas Figuras 2 e 3, pode-se observar a altura e o diâmetro das mudas de pitaia em relação às diferentes lâminas de irrigação aplicadas. As plantas de todos os tratamentos apresentaram valores superiores ao controle para essas variáveis. Nota-se que a lâmina de irrigação correspondente a 100% da IRN foi a que proporcionou os melhores resultados, com altura média de 81,49 cm e diâmetro médio de 55,89 mm.

De acordo com os resultados dos modelos ajustados (Figuras 2 e 3), verificou-se que a aplicação de diferentes lâminas de irrigação teve um efeito significativo nas características de altura e diâmetro das mudas de pitaia avaliadas. Ambas as variáveis apresentaram um efeito linear positivo, onde a altura e o diâmetro aumentaram à medida que as lâminas de irrigação foram aumentadas. No final do experimento, a altura das mudas variou de 81,49 cm (lâmina 100%) a 31,32 cm (sem irrigação), sendo este último tratamento o que obteve o menor valor para a variável, independentemente da data de avaliação.

O diâmetro das mudas obtidas no final do experimento, variaram de 55,89 mm (100%) a 27,01mm (sem irrigação), havendo um incremento de 28,88 mm nas plantas irrigadas em relação as não irrigadas demonstrando que a quantidade de água aplicada influenciou essa característica. A análise das medidas de diâmetro dos cladódios ao longo dos dias de avaliação revelou que houve uma redução linear dessa medida com a diminuição da quantidade de água aplicada.

O crescimento das mudas de pitaiá está diretamente relacionado com a quantidade de água aplicada, como pode ser observado nos resultados obtidos. O crescimento em altura e diâmetro dos cladódios é influenciado pela disponibilidade de água no solo, e pode ser comprometido em situações de déficit hídrico prolongado. Além disso, a redução no tamanho dos cladódios observada nos tratamentos sem irrigação pode ser explicada pela menor quantidade de água disponível para a planta, o que acarreta uma redução na atividade fotossintética e, conseqüentemente, no crescimento da planta.

Os resultados obtidos neste estudo estão em concordância com os achados de Silva et al. (2017), que também observaram crescimento linear em cactáceas submetidas a lâminas de irrigação. Os autores atribuíram o aumento na área foliar ao maior suprimento de água presente nas lâminas maiores, já que a absorção de água pelas células é fundamental para o crescimento das plantas e é influenciada pelo suprimento hídrico no solo.

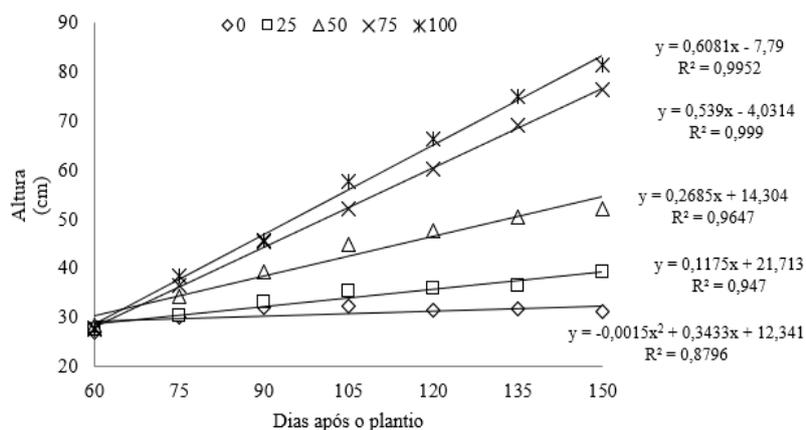


Figura 2. Altura de genótipos de pitaiá em função de lâminas de irrigação aos 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dias após aplicação dos tratamentos

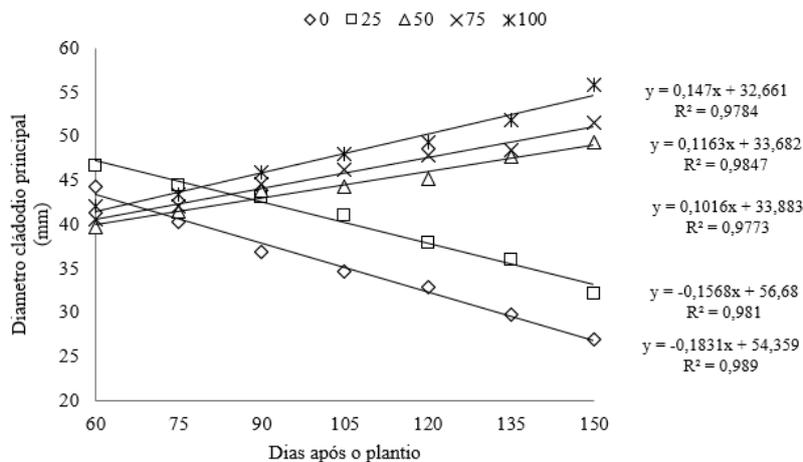


Figura 3. Diâmetro de cladódio principal de genótipos de pitaia em função de lâminas de irrigação aos 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dias após aplicação dos tratamentos

Na Tabela 4, são apresentados os dados de comprimento dos cladódios de primeira ordem. Para a variável avaliada, é possível observar que, aos 60 dias, o genótipo 1 (polpa branca) apresentou média mais elevada quando aplicada a lâmina de 25% (1,93 cm), não havendo diferença significativa entre os demais tratamentos. Já o genótipo 2 (polpa vermelha) apresentou o maior comprimento do cladódio quando aplicada a lâmina de 75% (4,93 cm), sendo a menor média observada quando aplicada a lâmina de 25% (1,12 cm).

Nos demais dias de avaliação, observou-se que os dois genótipos apresentaram maiores valores de comprimento dos cladódios de primeira ordem quando foram aplicadas lâminas de irrigação de 75% e 100% da IRN, sem diferença significativa entre esses tratamentos. Ao final do experimento, o comprimento dos cladódios de primeira ordem (CC1) do genótipo 1 variou de 59,21 cm (com lâmina de irrigação de 100%) a 9,05 cm (sem irrigação), enquanto o CC1 do genótipo 2 variou de 7,50 cm (com lâmina de irrigação de 25%).

Em geral, foi observado que os dois genótipos apresentaram menores médias para o comprimento dos cladódios de primeira ordem quando aplicadas a lâmina de 25% e sem irrigação aos 90, 120 e 150 dias de avaliação. Isso pode ser explicado pela redução na disponibilidade de água no solo, o que pode levar a uma diminuição na absorção de água pelas células das plantas, reduzindo assim seu crescimento.

Os genótipos apresentaram um desenvolvimento final similar, com pouca variação no crescimento dos cladódios. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de

que ambos os genótipos pertencem ao mesmo gênero, *Hylocereus* e, portanto, compartilham características semelhantes.

O comprimento do cladódio 2 (CSC2) (Figura 4) foi analisado e ajustado ao modelo de regressão polinomial quadrática. Se observa que o comprimento máximo do cladódio 2 (18,60 cm) foi obtido com a aplicação da lâmina de 100%. Esses resultados corroboram com os de Queiroz et al. (2015), que destacam que a aplicação de uma lâmina máxima de 125% pode aumentar a eficiência das cactáceas, promovendo um efeito positivo na formação da área foliar.

Os resultados demonstraram uma relação direta entre a disponibilidade de água e o comprimento do cladódio 2, com uma tendência de menores valores observados em lâminas menores, o que indica um efeito negativo na cultura da pitaita. Esses resultados confirmam a importância da água para o desenvolvimento dos genótipos de pitaita, mesmo que a cultura apresente baixa necessidade hídrica.

Tabela 4. Comprimento do cladódio 1: interação entre genótipo e lâminas de irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio.

Genótipos	Lâminas				
	0	25%	50%	75%	100%
60 dias					
G1	1,46 bB	1,93 aA	1,00 bB	1,52 bB	1,05 bB
G2	2,12 aC	1,12 bD	3,90 aB	4,93 aA	3,47 aB
CV	14,08				
90 dias					
G1	8,50 aD	9,18 aD	16,63 aC	22,13 aB	30,08 bA
G2	7,45 bB	6,35 bB	18,70 aB	20,89 aA	21,58 aA
CV	9,83				
120 dias					
G1	8,79 aC	11,55 aC	24,15 aB	40,01 aA	43,09 aA
G2	8,29 aC	7,29 aC	20,96 aB	36,34 aA	39,97 aA
CV	9,00				
150 dias					
G1	9,05 aC	15,32 aC	25,87 aB	46,80 aA	59,21 aA
G2	8,36 bB	7,50 bB	22,94 aB	45,23 aA	44,97 bA
CV	8,47				

C.V. - Coeficiente de variação; médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

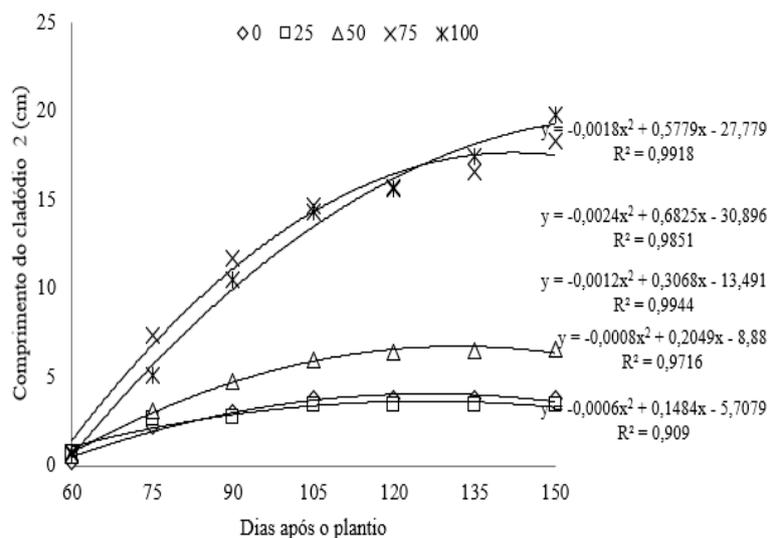


Figura 4. Comprimento do cladódio 2 de genótipos de pitaia em função de lâminas de irrigação aos 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dias após aplicação dos tratamentos.

Os diâmetros dos cladódios 1 e 2 são apresentadas nas Figuras 5A e 5B. Nesse experimento, diâmetros dos cladódios variaram entre os períodos e as lâminas aplicadas. As médias ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial quadrática. Se observa que as médias máximas 55,03 e 50,23 mm para o diâmetro dos cladódios 1 e 2 respectivamente foram observadas aos 135 dias, quando aplicada a lâmina 75%.

Os resultados indicam que o aumento da lâmina de irrigação está diretamente relacionado ao aumento do diâmetro dos cladódios em plantas de pitaia. Isso pode ser explicado pelo fato de que os cladódios são órgãos fotossinteticamente ativos e são responsáveis pelo armazenamento de água e nutrientes. Quando há uma maior disponibilidade de água no solo, a planta é capaz de realizar uma maior fotossíntese e, conseqüentemente, produzir mais carboidratos, que são armazenados nos cladódios. Dessa forma, lâminas maiores de irrigação proporcionam um aumento na quantidade de água disponível para a planta, o que resulta em um aumento do diâmetro. Esse resultado está em concordância com o estudo de Moreira et al. (2018).

Os resultados indicam que o tratamento sem irrigação levou a valores menores da variável independente do dia. Esses resultados reforçam a importância da irrigação para o desenvolvimento da pitaia, já que lâminas de irrigação inferiores a 50% da IRN podem comprometer o crescimento da cultura, levando à desidratação dos cladódios. Diógenes et al. (2022) demonstraram que o déficit hídrico afetou negativamente os diâmetros dos cladódios, pois a diminuição na reposição de água prejudicou o desenvolvimento da planta.

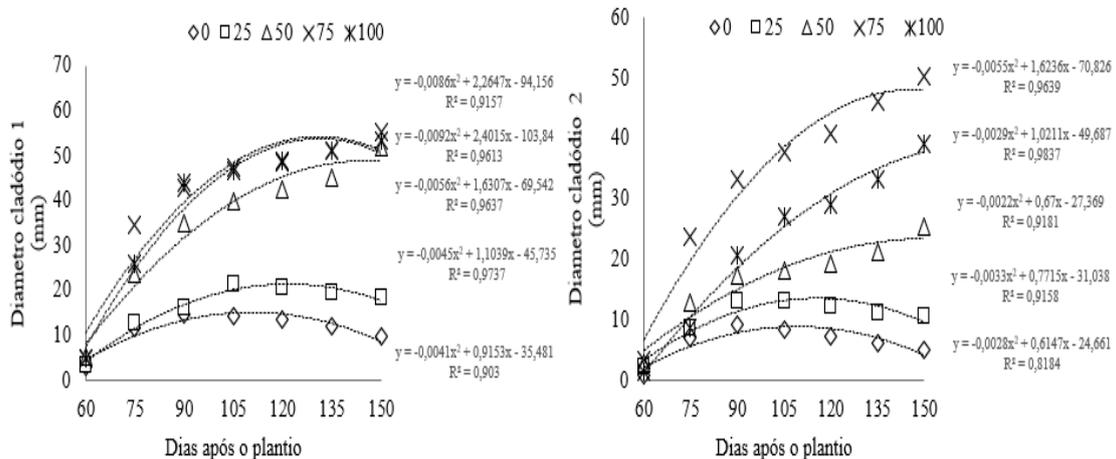


Figura 5. Diâmetro do cladódio 1(5A) e Diâmetro do cladódio 2 (5B) de genótipos de pitaia em função de lâminas de irrigação aos 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 dias após aplicação dos tratamentos.

Os resultados mostraram que houve uma diferença significativa na interação entre os fatores genótipos e lâminas para a variável número de cladódios ($p < 0,01$), de acordo com o teste F (Tabela 5). Observou-se que a aplicação de diferentes lâminas de água teve efeitos diferentes nos genótipos de pitaia, com o genótipo 1 (pitaia vermelha de polpa branca) apresentando o maior número de cladódios. Especificamente, o maior número de cladódios (4,00) foi observado aos 150 dias, quando aplicada a lâmina 75%.

Se observou que o genótipo 2 (pitaia vermelha de polpa vermelha) apresentou melhor desenvolvimento quando as lâminas aplicadas foram de 75% e 100% da IRN, com um número de cladódios de 4,50 e 5,00, respectivamente. Não houve diferença significativa entre esses dois tratamentos ao final das avaliações. Esses resultados indicam uma ligação direta entre o desenvolvimento da cultura e a presença de água no ambiente. O aumento do suprimento hídrico resulta na maior produção de cladódios (brotos). A formação desses cladódios exige o transporte de fotoassimilados das áreas de síntese para os meristemas correspondentes, um procedimento que depende da disponibilidade adequada de água.

Tabela 5. Número de cladódios: interação entre genótipo e lâminas de irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio.

Lâminas					
IRN					
Genótipos	0	25%	50%	75%	100%
60 dias					
Genótipo 1	1,50 aB	1,25 aB	1,00 bB	2,00 bA	2,00 bA
Genótipo 2	1,00 bD	1,00 bD	2,00 aC	3,00 aB	4,00 aA
CV	13,61				
90 dias					
Genótipo 1	1,50 aB	2,00aB	2,00 aB	2,00 bB	3,00 bA
Genótipo 2	1,00 bD	1,25 aD	2,50 aC	3,75 aB	4,25 aA
CV	15,89				
120 dias					
Genótipo 1	2,25 aC	2,00 aC	2,75 aB	4,00 aA	3,00 bB
Genótipo 2	1,00 bD	1,25 aD	2,50 aC	3,75aB	4,50 aA
CV	14,81				
150 dias					
Genótipo 1	2,25 aC	2,00 aC	2,75 aB	4,00 aA	3,00 bB
Genótipo 2	1,00 bC	1,00 aC	2,50 aB	4,50 aA	5,00 aA
CV	13,59				

C.V. - Coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A análise de variância (Tabela 6) indicou que a biomassa fresca da parte aérea (BFPA) apresentou diferença significativa para os dois fatores isolados, genótipos e lâminas de irrigação ($p < 0,01$). Já a biomassa seca da parte aérea (BSPA) e massa seca da raiz (MSR) tiveram efeito significativo apenas para o fator isolado lâminas, com nível de probabilidade de 1% pelo teste F. Quanto à variável comprimento da maior raiz (CMR), houve interação significativa entre os fatores genótipos e lâminas de irrigação, com nível de probabilidade de 1% e 5%, pelo teste F.

Tabela 6. Resultados da análise de variância para as variáveis, biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca da raiz (BSR), comprimento da maior raiz (CMR).

FV	GL	Quadrado médio			
		FPA	BSPA	BSR	CMR
Genótipos	1	12379,1**	19,65 ns	2,86 ns	48,99*
Lâmina	4	561997,6**	8373,54**	81,55**	524,44**
G x L	4	1917,25 ns	14,70 ns	17,45 ns	51,55**
Linear	1	2078242**	1933,54**	273,95**	1535,7**
Polinomial	1	153,36 ns	14,72	23,19*	188,53**
Erro	30	1079,41	6,5	4,21	8,02
CV		9,7	8,75	16,51	8,85
MG		338,84	29,13	12,42	32,02

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Os resultados indicam que houve uma relação positiva entre a aplicação de lâminas de água e o crescimento das mudas de pitaiá. As variáveis BFPA, BSPA e BSR apresentaram um efeito linear, ou seja, quanto maior a lâmina aplicada, maior foi a massa fresca e seca da parte aérea e da raiz.

Os resultados indicaram que a lâmina 100% foi a mais efetiva para o crescimento das mudas, tendo apresentado as maiores médias para as variáveis BFPA (611,01 g/planta), BSPA (47,44 g/planta) e BSR (15,86 g/planta). Por outro lado, o tratamento sem irrigação apresentou as menores médias para essas variáveis. Esses resultados sugerem que a quantidade de água aplicada exerce um efeito direto no crescimento das mudas, influenciando diretamente as variáveis BFPA, BSPA e BSR.

Os resultados obtidos indicam que a disponibilidade hídrica é um fator crucial para o desenvolvimento da pitaiá. Em condições de alta disponibilidade hídrica, as plantas apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro, além de um maior número de brotos e conseqüentemente uma maior área foliar, o que resultou em uma maior produção de biomassa fresca e seca. É importante destacar que a biomassa fresca da parte aérea da pitaiá é altamente influenciada pela quantidade de água presente nos tecidos, enquanto a massa seca reflete a quantidade de matéria orgânica produzida durante a fotossíntese. Esses resultados ressaltam a importância do manejo adequado da irrigação para o cultivo da pitaiá e indicam que a eficiência fotossintética da cultura pode ser melhorada através do fornecimento adequado de água.

O estudo demonstrou que a maior disponibilidade hídrica teve um impacto positivo no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da pitiaia, resultando em uma maior produção de biomassa seca da raiz. Isso pode ser atribuído ao fornecimento adequado de água e nutrientes às plantas.

Esses resultados estão em concordância com outro estudo realizado por Sousa et al. (2021), que observaram um maior acúmulo de biomassa seca da parte aérea e raiz em mudas de pitiaia irrigadas em ambiente protegido. É importante ressaltar que a biomassa seca da raiz é um indicador importante do desempenho da cultura, pois reflete a capacidade da planta de extrair água e nutrientes do solo e converter em biomassa.

Os resultados evidenciam que o tratamento controle apresentou menor acúmulo de biomassa fresca da parte aérea (57,67 g/planta), biomassa seca da parte aérea (12,22 g/planta) e biomassa seca da raiz (7,31 g/planta), em comparação com os tratamentos irrigados, indicando que a deficiência hídrica pode ter sido um fator limitante ao crescimento das plantas. A falta de água no solo prejudica a eficiência do processo fotossintético, resultando em uma menor produção de biomassa seca tanto da parte aérea quanto da raiz.

De acordo com Santos et al. (2020), a redução de BFPA e BSPA em mudas de pitiaia pode ser atribuída à deficiência hídrica, que reduz a área foliar ou a região fotossinteticamente ativa. Esses resultados estão em concordância com os observados neste estudo, onde o tratamento sem irrigação apresentou as menores médias para essas variáveis. Portanto, é possível afirmar que a disponibilidade hídrica é um fator determinante para o crescimento e desenvolvimento das mudas de pitiaia.

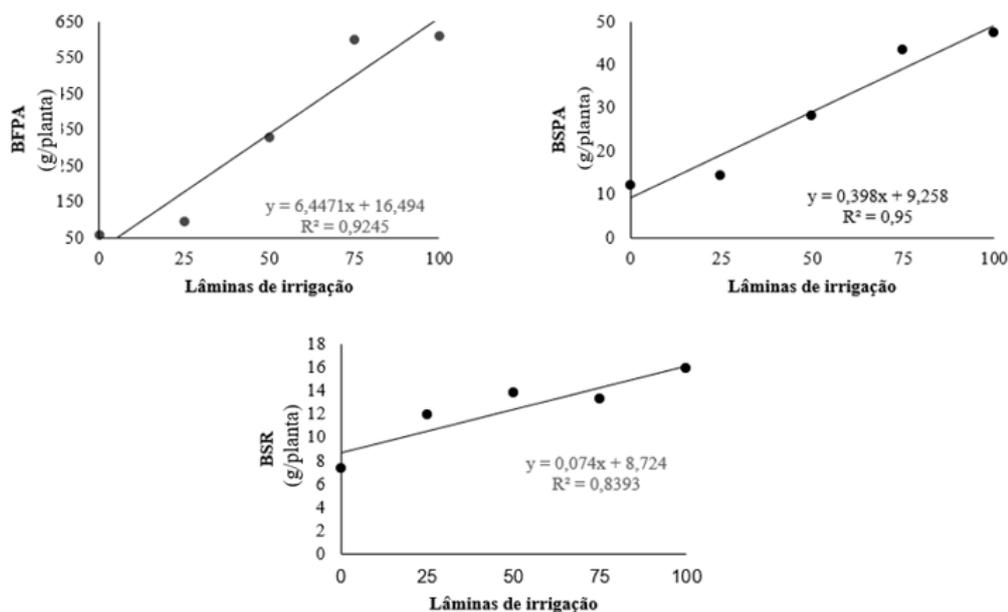


Figura 6. Biomassa fresca da parte aérea (6A) Biomassa seca da parte aérea (6B) e Biomassa seca da raiz (6C) em função do genótipo e lâmina de irrigação, 150 após aplicação dos tratamentos.

Para comprimento da maior raiz (Tabelas 7) foi observada interação entre genótipos e lâminas de irrigação. Para o genótipo 1, os tratamentos lâminas de 50, 75 e 100% IRN não diferiram para variável CMR (Tabela 7). Para o genótipo 2, o maior comprimento do sistema radicular foi observado quando aplicadas as lâminas de 50 (41,87 cm) e 100% (37,15 cm). Observa-se que os genótipos responderam de forma semelhante a aplicação das lâminas. A formação de um sistema radicular bem desenvolvido é importante para o crescimento das mudas, já que favorece a absorção de água e nutrientes (ALMEIDA et al., 2017).

Portanto, é interessante destacar, quando submetidos ao tratamento sem irrigação, o genótipo 1 apresentou um maior comprimento de raiz em comparação ao genótipo 2. Isso pode indicar que o genótipo 1 é mais indicado para uso m regiões de déficit hídrico.

Tabela 7. Comprimento da maior raiz (CMR) (cm) em função do genótipo e lâmina de irrigação, 150 dias após aplicação dos tratamentos.

Genótipos	Lâminas				
	0	25%	50%	75%	100%
G1	25,53 aB	25,88 aB	37,1 bA	35,81 aA	41,33 aA
G2	16,95 bD	26,45 aC	41,87 aA	31,15 aBC	37,15 bAB
CV	8,85				

C.V. - Coeficiente de variação; médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os genótipos apresentaram desenvolvimento semelhante para as variáveis, obtendo-se valores mais altos quando aplicadas as lâminas de 50, 75 e 100% e valores mais baixos para os tratamentos controle e 25%.

Esses resultados indicam que estudos referentes a determinação da lâmina de irrigação ideal, podem ajudar a compreender necessidade hídrica da cultura, de modo que, a irrigação seja uma solução para aumentar a eficiência da cultura.

Garantir mudas de pitaya de alta qualidade é essencial para alcançar o sucesso na criação de um pomar vigoroso e produtivo. No estágio inicial de crescimento, essas mudas desempenham um papel primordial, uma vez que sua qualidade direciona diretamente a sobrevivência inicial das plantas. Dados como a biomassa seca da raiz e o comprimento da maior raiz são de grande relevância, pois, após o plantio definitivo, é importante que o sistema radicular se estabeleça prontamente para iniciar a absorção eficaz de água e nutrientes do ambiente circundante.

CONCLUSÃO

A aplicação das lâminas 75 e 100%, favorecem o crescimento inicial de mudas de genótipos de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*, sendo recomendadas para produção de mudas em ambiente protegido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. R. S.; SILVA, E. G.; JADOSKI, S. O.; SILVA, J. D.; SILVA, E. T.; AMORIM, P. M. D.; JADOSKI, C. J.; PEREIRA, R. G. Necessidade hídrica para cultura da pitaya irrigada por gotejamento no município de São João/PE. **Revista Foco**, v.16, n.1, p.1-22, 2023.

ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. M.; CAJAZEIRA, J. P.; QUEIROZ, R. F.; BARROSO, M. M. A.; MARQUES, V. B. Cultivo de *Hylocereus* sp. com enfoque na propagação vegetativa, sombreamento e adubação mineral. **Revista Agro@mbiente Online**, v. 10, n. 1, p. 308 65, 2016.

ALMEIDA, O. A. DE; REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. DA; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. DA S. **O abacaxizeiro**. Cultivo, agroindústria e economia. 1.ed. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BERNANDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Viçosa: Ed UFV, 2019. 545 p.

CUNHA, R. L. M.; GALVÃO, J. R.; ALVES, R. M.; GOMES, V. A.; OLIVEIRA, F. C. DE; FERREIRA, I. V. L. Ecofisiologia de progênie de cupuaçuzeiro submetida a déficit hídrico e reidratação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 2, p. 2500-2509, 2018.

DIÓGENES, M. F. S.; MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. M.; MOURA, E. A.; REGES, K. S. L.; OLIVEIRA, L. M. Use of hydrogel in the irrigation management of white pitaya (*Hylocereus undatus*) seedlings: Biometrics and accumulation of organic and inorganic solutes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 2, p. 491-508, 2022.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Resultados do Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

JIANG, X., LU, Y., LIU, S.Q. Effects of pectinase treatment on the physicochemical and oenological properties of red dragon fruit wine fermented with *Torulaspora delbrueckii*. **LWT**, v.132, n. 1, p.1-9, 2020.

JÚNIOR FRÓES, P. S.; CARDOSO, N. R. P.; REBELLO, F. K.; HOMMA, M. L. B. L. Aspectos da produção, comercialização e desenvolvimento da cultura da pitaya no estado do Pará. **Enciclopédia biosfera**, v.16 n.29; p. 264, 2019.

KHOLODOVA, V.P., NETO; D.S., MESHCHERYAKOV, A.B.; BORISOVA, N.N.; ALEKSANDROVA, S.N.; KUZNETSOV, V.V. Can stress induced CAM provide for performing the developmental program in *Mesembryanthemum crystallinum* plants under longterm salinity. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 49, n. 1, p. 336–343, 2002.

MAGALHÃES, D. S.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; VILAS, E. V. B.; PASQUAL, M. Physical, and physicochemical modifications of white-fleshed pitaya throughout its development. **Scientia Horticulturae**, v. 243, n. 1, p. 537-543, 2019.

MARTINS, C. R.; SILVA, T. F.; LIMA, M. A.; LIMA, J. S.; BEZERRA, M. A.; AGUIAR, L. A. Características físicas, químicas e fisiológicas de pitaya vermelha e branca em resposta ao déficit hídrico. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 959-968, 2017.

MOREIRA, A. R.; SOUZA, F. L. B.; SILVA, R. T. L.; OLIVEIRA, R. L. L.; ALONÇO, A. S.; OLIVEIRA NETO, C. F. SOUSA, S. K. A. Determinação do Comprimento da Estaca para a Produção de Mudanças de Pitaia (*Hylocereus Costaricensis*) Em Ambiente Protegido. **Tecnológica**, v. 21, n. 2, p. 41-45, 2017.

MOREIRA, A. R.; SOUZA, F. L. B. DE; SILVA, R. T. L.; OLIVEIRA, R. L. L.; ALONÇO, A. S.; SOUZA, L. C.; CARPES, D. P. Determinação do Turno de Rega para a Produção de Mudanças de Pitaia em Ambiente Protegido. **Tecnológica**, v. 22, n. 1, p. 73-77, 2018.

NAGAKURA, J.; SHIGENAGA, H.; AKAMA, A.; TAKAHASHI, M. Growth and transpiration of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) and Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*) seedlings in response to soil water content. **Tree Physiology**, v.24, n. 11, p. 1203-1208, 2004.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. 1.ed. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2019.

PANISSON, D.; MARQUES, N. K.; SOUZA, F. B. M. DE; MAGRI-NETO, J. C. Crescimento e Desenvolvimento Inicial de Pitaya Branca (*Hylocereus undatus*) e Vermelha (*Hylocereus monacanthus*) no Município de Araguaína-TO. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1-8, 2021.

PING, M.A.; TUAN-HUI, B. A. I.; FENG-WANG, M.A. Effects of progressive drought on photosynthesis and partitioning of absorbed light in apple trees. **Journal of Integrative Agriculture**, v.14, n.4, p.681-690, 2015.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; LIMA, L. R.; ALVES, J. O. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.931-938, 2015.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. DE; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; OLIVEIRA, J. B. DE; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SANTOS, P. F.; SILVA, R. P.; FARIAS, D. L.; NASCIMENTO, V. C. O.; BEZERRA NETO, F. Crescimento e aspectos fisiológicos de mudas de pitaia sob diferentes níveis de sombreamento e irrigação. **Irriga**, v. 25, n. 3, p. 415-425, 2020.

SCHIESTL, F. P.; KIRK, L.; SALVATORE, B. DESURMONT, G. A. Herbivory and floral signaling phenotypic plasticity and tradeoffs between reproduction and indirect defense. **New Phytologist**, v. 203, n. 1, p. 257–266, 2014.

SILVA, A. C. C.; SABIÃO, R. R.; CHIAMOLERA, F. M.; SEGANTINI, D. M.; MARTINS, A. B. G. Morphological traits as tools to verify genetic variability of interspecific dragon fruit hybrids. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2017.

SOUSA, R. V.; SANTOS, J. B. dos; LIMA, V. L. A. de; SOUSA, J. S. de; SILVA, E. F; OLIVEIRA, J. R. de. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de pitaia sob irrigação em ambiente protegido. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 2, p. 408-416, 2021.

SOUSA, G. G. de; SOUSA, S. B.; PEREIRA, A. C.; MARQUES, V. B.; SILVA, M. L. G. da; LOPES, J. S. Effect of saline water and shading on dragon fruit ('pitaya') seedling growth. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, n.8, p.547-552, 2021.

THAIUDOM, S.; OONSIVILAI, R.; THAIWONG, N. Production of colorant powder from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel: bioactivity, heavy metal contamination, antimutagenicity, and antioxidation aspects. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, e15044, p. 1-10, 2021.

CAPÍTULO 3: TURNOS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE GENÓTIPOS DE PITAIEIRA CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO

RESUMO

A pitáia é uma cactácea frutífera que tem demonstrado grande potencial nos mercados interno e externo, devido a sua rusticidade e rápido retorno financeiro. Alguns fatores podem limitar o crescimento inicial das pitáieiras, destacando-se a falta de água. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos turnos de irrigação no desenvolvimento inicial de mudas de genótipos de pitáia produzidas em ambiente protegido, estabelecendo o intervalo ideal para aplicação da irrigação na cultura. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 6, sendo dois genótipos de pitáia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*) e seis turnos de irrigação 48, 96, 144, 192, 240, 288 horas. As avaliações foram iniciadas 60 dias após o plantio, a cada 15 dias, sendo coletado dados das seguintes variáveis: altura da planta, diâmetro da planta e comprimento da somatória dos cladódios. 150 após a implantação do experimento, foram determinadas, a massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca total, comprimento da maior raiz, massa seca da raiz. A interação entre os fatores genótipos e turnos de irrigação foi significativa para a maioria das variáveis avaliadas, a citar, altura, comprimento da somatória dos cladódios, massa fresca e seca da parte aérea, massa seca da raiz e total comprimento da maior raiz. O turno de irrigação que proporcionou maiores médias para essas variáveis foram as 48 horas para o genótipo 1 e 96 horas para o genótipo 2. Dessa maneira, conclui-se que a utilização de longos intervalos de irrigação causam danos ao crescimento inicial de mudas de pitáia, sendo o intervalo de irrigação de 48 h o mais indicado para as condições desse trabalho ou condições similares para produção de mudas de pitáia do genótipo 1, enquanto o intervalo de 96 h para o genótipo 2.

Palavras-chave: intervalos de irrigação. Cactaceae. restrição hídrica.

IRRIGATION SHIFTS IN THE PRODUCTION OF PITAYA GENOTYPE SEEDLINGS CULTIVATED IN PROTECTED ENVIRONMENTS

ABSTRACT

Dragon fruit is a fruitful cactus that has shown great potential in the domestic and foreign markets, due to its rusticity and quick financial return. Some factors can limit the initial

growth of pitaya trees, notably the lack of water. This work aimed to evaluate the influence of irrigation shifts on the initial development of seedlings of dragon fruit genotypes produced in a protected environment, establishing the ideal interval for applying irrigation to the crop. The experiment was conducted at the Experiment Station of Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon. The treatments were distributed in a completely randomized design, in a 2 x 6 factorial scheme, with two genotypes of dragon fruit (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) and six irrigation shifts 48, 96, 144, 192, 240, 288 hours. The evaluations began 60 days after planting, every 15 days, collecting data on the following variables: plant height, plant diameter and sum length of the cladodes. 150 after implementing the experiment, the fresh mass of the aerial part, dry mass of the aerial part, total dry mass, length of the largest root, dry mass of the root was determined. The interaction between genotype factors and irrigation shifts was significant for most of the variables evaluated, namely height, length of cladode sum, fresh and dry mass of the shoot, dry mass of the root and total length of the largest root. The irrigation shift that provided the highest averages for these variables were 48 hours for genotype 1 and 96 hours for genotype 2. Therefore, it is concluded that the use of long irrigation intervals causes damage to the initial growth of dragon fruit seedlings, with an irrigation interval of 48 hours being the most suitable for the conditions of this work or similar conditions for the production of dragon fruit seedlings of genotype 1, while an interval of 96 hours for genotype 2.

Keywords: irrigation intervals. Cactaceae. water restrict.

INTRODUÇÃO

A pitaiia, também conhecida como "fruta dragão", faz parte da família Cactaceae e é uma planta frutífera não tropical. Ela é considerada uma fruta resistente, capaz de crescer em condições adversas, como solos com poucos nutrientes, temperaturas extremas e altos níveis de umidade. Graças às suas raízes profundas, a pitaiia consegue sobreviver a longos períodos de seca, pois consegue extrair água de camadas mais profundas do solo (PERWEEN; MANDAL; HASAN, 2018).

O gênero *Hylocereus* tem cerca de 14 espécies identificadas no mundo todo, no entanto apenas quatro espécies são cultivadas e comercializadas mundialmente, *H. undatus*, *H. monacanthus*, *H. polyrhizus*, *H. costaricensis* (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012; GALVÃO et al., 2016), no Brasil a mais cultivada é *H. undatus*.

A separação das espécies e variedades, atualmente é muito difícil, em decorrência da alta hibridização intra e interespecífica que acabou gerando confusão taxonômica em todo mundo (LIMA et al., 2013; SANTOS et al., 2022). Os genótipos de pitaia que tem demonstrado grande potencial para produção nas últimas décadas são aquelas popularmente conhecidas como pitaia vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus*) e pitaia vermelha de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) (CHUN; CHANG, 2022).

A produção de pitaia tornou-se uma indústria lucrativa entre vários países, passando de um plantio de quintal para uma escala comercial em muitas regiões tropicais onde as condições agroambientais são favoráveis para o cultivo. A expansão dos plantios de pitaia requer um suprimento adequado de mudas, sendo as principais formas de propagação, por germinação de sementes, estaquia e cultura de tecidos (XU et al., 2019; HUANG et al., 2022).

A produção de mudas de qualidade é um dos principais fatores que implicam no potencial produtivo da cultura, visto que a produtividade do pomar e a qualidade do fruto vai depender da adaptação da muda ao campo, influenciando no sucesso ou fracasso da implantação (PEZUTTI; CALDATO, 2011).

Para a produção de mudas com características desejáveis a irrigação é uma técnica de extrema importância, visto que, quando não realizada de maneira adequada, tanto a falta quanto excesso de água podem causar danos ao crescimento e desenvolvimento da pitaia (VIEIRA, 2010; WINTER, 2011). Para que as mudas cresçam saudáveis é importante manter um regime hídrico adequado. Uma técnica comum que pode ser usada, para aumentar a eficiência da cultura é o turno de irrigação, que consiste na alternância do fornecimento de água para planta (OLIVEIRA et al., 2022).

A quantidade e o turno de irrigação, podem afetar o crescimento da muda de pitaia, embora a cultura necessite de baixa disponibilidade hídrica, a planta responde bem quando irrigada, com lâminas e o turno de irrigação adequadas, sendo importante a realização de estudos referentes a tolerância a seca e o turno de irrigação ideal de suplemento de água para os diferentes genótipos de pitaia. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do turno de irrigação no crescimento inicial de mudas de genótipos de pitaia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de agosto a dezembro de 2021 na Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico “Professor Doutor Mario Cesar Lopes” pertencente à

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Marechal Cândido Rondon (PR). O município está localizado na latitude de 24° 33' 24'' S, longitude de 54° 05' 67'' W e altitude de 420 m.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, mesotérmico, subtropical úmido (ALVARES et al., 2013). A média anual de temperatura do ar se encontra na faixa de 22 a 23 °C e da umidade relativa do ar entre 70 e 75%. Os totais anuais de precipitação pluvial variam entre 1600 e 1800 mm e de evapotranspiração de referência na faixa de 1000 a 1100 mm anual (NITSCHE et al., 2019).

Os valores temperatura e umidade relativa (Figura 1), foram obtidos durante o período do experimento diariamente com o auxílio de sensor de temperatura e umidade do ar com datalogger (marca HOMIS, modelo 494) estão dispostos na Figura 1.

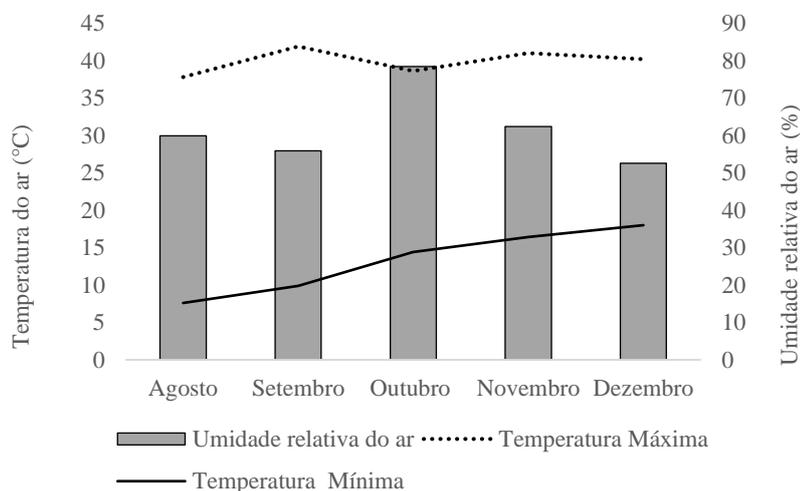


Figura 1. Valores médios de temperaturas máximas, mínimas (°C) e umidade relativa média (%) do ar, durante o período de avaliação do experimento 2021.

O solo predominante na região é do tipo Latossolo Vermelho Eutroférico de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018). A análise química de solo utilizado para produção das mudas foi realizada na camada de 0-20 cm, demonstrando os seguintes resultados (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo utilizado para o preenchimento dos vasos. Unioeste, Campus- Marechal Cândido Rondon-2023

P	M.O.	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+AL	Al	CTC	SB
mg dm ⁻³	g/dm ³					cmolc dm ⁻³			%
19,51	18,14	5,5	0,83	4,02	1,77	3,72	0,04	10,34	6,62
	Al	Ca	Mg	K	H	Mn	Zn	Cu	Fe
V(%)	% de saturação na CTC								
		%					mg dm ⁻³		
64,02	0,39	38,85	17,15	8,02	35,6	169,00	10,76	15,5	40,46

Acidez potencial (H + Al); soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica (CTC); saturação de base (V); matéria orgânica (MO).

O experimento foi instalado em ambiente protegido, com cobertura de polietileno de baixa densidade (PEBD) transmissividade de fábrica de 80% com aproximadamente 4 anos de uso e anti-UV de 150 micra de espessura laterais com tela antiafídica na cor branca.

Para produção de mudas foram utilizados dois genótipos de pitaia. As estacas foram retiradas de cladódios maduros de plantas matrizes de dois anos, cultivadas em ambiente protegido, segmentadas com 30 cm de comprimento. O plantio das estacas (cladódios) foi realizado em vasos de três litros, na profundidade de dois cm, utilizando-se Latossolo Vermelho, como substrato.

Depois da produção das mudas, elas foram submetidas a um período de 30 dias de aclimação, sendo irrigadas a cada três dias, com aplicação de uma lâmina fixa de 250 ml e adubadas mensalmente, seguindo as recomendações de Moreira et al. (2018) a base de NPK.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial duplo 2 x 6 com 4 repetições, cada unidade experimental foi constituída por duas plantas, totalizando 96 unidades. Os fatores constituíram de dois genótipos de pitaia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*) e seis turnos de irrigação 48, 96, 144, 192, 240, 288h.

A irrigação foi realizada manualmente, conforme estimado usando a equação (1) recomendada por Bernardo et al. (2019), foram utilizados 165 ml de água potável para cada planta nos intervalos de irrigação determinados.

$$IRN = \frac{(Cc - Pm) * ds * Z * f}{10} (1)$$

Em que: C_c = capacidade de campo (%); P_m = ponto de murcha permanente (%) em massa, considerando 70% da capacidade de campo (MOREIRA et al., 2018); d_s = densidade do solo (g/cm^3); Z = profundidade efetiva do sistema radicular, 20 cm ou 80% do sistema radicular da cultura; f = fator de disponibilidade de água no solo, menor que 1, adimensional, neste caso utilizou-se 0,5, valor referente a cultura do abacaxizeiro (ALMEIDA et al., 2000).

As avaliações foram iniciadas 60 dias após o plantio, a cada 15 dias, sendo coletado dados das seguintes variáveis: altura da planta (AL) (cm), diâmetro da planta (DP) (mm) e comprimento da somatória dos cladódios (CSC) (cm).

As avaliações destrutivas foram realizadas 150 após a implantação do experimento, foram utilizadas 1 planta de cada tratamento, foram realizada retirada e a limpeza dos cladódios e raízes, após esse processo foram obtidos dados de biomassa fresca da parte aérea (BFPA) (g), biomassa seca da parte aérea (BSPA) (g), massa seca da raiz (BSR) (g), biomassa seca total (BMST), comprimento da maior raiz (CMR) (cm).

O diâmetro do cladódio foi mensurado com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, sendo realizados no terço médio. O comprimento da parte aérea foi obtido a partir da base do cladódio até o limite final dos brotos. As medidas de comprimento foram realizadas com o auxílio de régua graduada (cm). A massa fresca da parte aérea, foi mensurada utilizando balança analítica com precisão de 0,01g. O comprimento do sistema radicular foi mensurado da inserção da raiz até a extremidade da maior raiz. A massa seca total foi obtida com o somatório entre a massa seca da parte aérea e do sistema radicular.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade. Quando necessários os dados foram normalizados usando transformação $\sqrt{x+1}$. Posteriormente os dados foram analisados pelo teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e, quando apresentaram significância, as médias foram comparadas utilizando de Tukey ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 2, 3 e 4 mostram o resumo dos resultados da análise de variância para as variáveis altura da planta, comprimento da somatória dos cladódios e diâmetro do cladódio principal, avaliados aos 60, 90, 120 e 150 dias. As variáveis altura de plantas (Tabela 2) e comprimento da somatória dos cladódios (CSC) (Tabela 3) apresentaram efeito significativo ($p < 0,01$) para interação aos 90, 120 e 150. Não havendo diferença significativa entre os tratamentos aos 60 dias de avaliação.

Para o diâmetro do cladódio principal (Tabela 4) não houve interação entre os fatores estudados, a variável apresentou efeito significativo somente para os fatores isolados genótipos de pitaia e turnos de irrigação ($p < 0,01$).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura da planta (AL) de pitaia em função de diferentes genótipos e turnos de irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após aplicação dos tratamentos.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Dias após a aplicação dos tratamentos			
		60	90	120	150
Genótipos	1	8,2 ns	0,1408 ns	47,6 ns	247,52 *
Turnos de irrigação	5	7,14 ns	109,553 **	67,48 ns	102,32 *
G x TI	5	9,52 ns	123,70 **	185,26 **	276,80 **
Resíduo	36	6,75	27,73	31,9	34,5
CV %		8,42	14,14	14,38	12,71

ns - não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F. Dados transformados.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o comprimento da somatória dos cladódios em função de diferentes genótipos e turnos irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Dias após a aplicação dos tratamentos			
		60	90	120	150
Genótipos	1	0,32156 ns	114,54 ns	445,30 ns	3267,00 **
Turnos de irrigação	5	0,03402 ns	552,77 **	366,23*	391,21 **
G x TI	5	0,40918 ns	1037,60 **	1311,16**	903,90 **
Resíduo	36	0,2049	89,31	121,065	58,27
CV%		7,76	18	18,91	10,38

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o diâmetro do cladódio principal de pitaia em função de diferentes genótipos e turnos de irrigação aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Dias após a aplicação dos tratamentos			
		60	90	120	150
Genótipos	1	288,61**	604,92 **	482,79**	415,95 **
Turnos de irrigação	5	76,73**	16,88 ns	128,00**	454,11**
G x TI	5	25,66 ns	23,35 ns	14,70 ns	28,3327 ns
Resíduo	36	13,01	16,28	19,24	18,41
CV%		6,78	7,98	9,36	9,67

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

A Tabela 5 apresenta a variação da altura dos genótipos de pitaia em relação aos turnos de irrigação. Constatou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos aos 60 dias de avaliação. Contudo, a partir dos 90 dias de aplicação dos tratamentos, observou-se uma interação dos genótipos com os turnos de irrigação, resultando em diferenças significativas na altura das plantas.

Para o genótipo 1, as mudas que receberam irrigação a cada 48 horas apresentaram alturas superiores nas avaliações subsequentes. No caso do genótipo 2, notou-se que a altura foi maior quando submetido ao turno de irrigação de 96 h. Os outros tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Ao final do experimento, a altura das mudas do genótipo 1 foi de 60,25 cm no turno de 48 horas e 40,75 cm no turno de 240 h. Já para o genótipo 2, a altura variou de 56,25 cm no turno de 96 horas a 38,50 cm nos turnos de 48 e 240 horas.

Em experimento realizado por Panisson et al. (2021) foi observado que os genótipos de pitaia apresentam um crescimento inicial semelhante, com pouca variação entre eles. No entanto, neste estudo, foi observado que, à medida que as avaliações avançavam, os genótipos apresentavam necessidades hídricas diferentes, possivelmente devido às características fisiológicas e bioquímicas de cada um deles. Além disso, de acordo com Nerd et al. (2002) a pitaia de polpa branca é mais adaptada ao clima tropical (NERD et al., 2002), o que pode ter contribuído para o seu crescimento mais rápido.

A condição hídrica é um fator que exerce influência sobre o crescimento das mudas de pitaiá. De acordo com Guimarães et al. (2021), a disponibilidade de água está relacionada com o aumento ou a redução da altura das mudas, sendo que o crescimento é comprometido quando aplicado turno de irrigação de 168 horas, resultando em prejuízos causados pelo aumento do déficit hídrico.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com essa observação, uma vez que os turnos de irrigação a partir de 144 horas foram prejudiciais para o crescimento das mudas, com redução da altura quando submetidas a dias consecutivos sem água. O aumento dos turnos entre as irrigações resulta na redução do crescimento vegetativo e reprodutivo da planta, devido à diminuição do suprimento de água disponível. Esse déficit hídrico afeta negativamente processos fundamentais como a divisão celular e o alongamento (TAIZ et al., 2017).

Tabela 5. Altura de genótipos de pitaiá em função de turnos de irrigação aos 60, 90, 120, 150 dias após aplicação dos tratamentos

Genótipos	Turnos de Irrigação					
	48	96	144	192	240	288
60 DIAS						
G1	30,92 aA	31,47 aA	30,22 aA	30,94 aA	30,27 aA	28,9 aA
G2	28,46 aA	31,00 aA	31,27 aA	31,27 aA	34,25 aA	30,91 aA
90 DIAS						
G1	43,31 aA	32 aB	37,45 aAB	34,75 bAB	35,08 aAB	40,53 aAB
G2	32,87 bB	47,81 aA	34,18 aB	34,26 aB	32,00 aB	42,64 aAB
120 DIAS						
G1	49,31 aA	37,92 aB	40,43 aAB	34,88 bB	37,68 aB	41,44 aAB
G2	33,75 bB	48,81 aA	35,50 aB	35,50 aB	33,36 aB	42,81 aAB
150 DIAS						
G1	60,25 aA	50,37 aB	49,50 aB	42,13 aB	40,75 aB	47,87 aB
G2	38,50 bB	56,25 aA	43,25 aB	40,50 Ab	38,50 aB	46,63 aB

C.V. - Coeficiente de variação; médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados para o comprimento da somatória dos cladódios de genótipos de pitaiá submetidos a diferentes turnos de irrigação são apresentados na Tabela 6.

Observou-se uma interação entre os genótipos e os turnos de irrigação para a variável CSC aos 90, 120 e 150 dias de avaliação. Em todos esses dias, o genótipo 1

apresentou médias superiores quando submetido ao turno de irrigação de 48 horas, não havendo diferença significativa entre os demais tratamentos. Para esse genótipo, o melhor resultado foi observado aos 150 dias para os turnos de 48 horas (95,43 cm) e 96 horas (94,02 cm), enquanto o menor comprimento foi obtido quando aplicado o turno de 288 horas (61,75 cm).

Os resultados mostram que o genótipo 2 teve melhor desempenho com o turno de irrigação de 96 h em todos os dias de avaliação. Aos 150 dias, as maiores médias foram obtidas com esse turno de irrigação (90,50 cm), enquanto as menores médias foram observadas com os turnos de 48 (55,12 cm) e 240 h (51,15 cm). Foi constatado que o crescimento das plantas foi afetado pela falta de água, resultando em menor desenvolvimento vegetativo. Estudos anteriores (CORRÊA et al., 2014) demonstram que a redução do suprimento de água compromete o metabolismo da pitiaia. No entanto, os danos causados dependem da intensidade e duração dos dias sem irrigação.

O genótipo 1 apresentou médias superiores de comprimento da somatória dos cladódios em relação ao genótipo 2. Segundo Silva (2014), isso pode estar relacionado à maior taxa de crescimento desse genótipo, é importante ressaltar que o comprimento das brotações está diretamente relacionado ao crescimento da planta, sendo que genótipos com maior taxa de crescimento tendem a apresentar maior comprimento das brotações.

Tabela 6. Somatório do comprimento dos cladódios de genótipos de pitiaia em função de turnos de irrigação aos 90, 120, 150 dias após aplicação dos tratamentos.

Genótipos	Turnos de Irrigação					
	48	96	144	192	240	288
90 dias						
G1	75,37aA	46,00 bB	54,10 aB	46,66 aB	44,15 aB	57,90 aB
G2	37,81 bC	64,43 aA	43,33 aB	44,88 aB	40,36 aB	39,83 bB
120 dias						
G1	86,02 aA	52,87 bB	64,37 aB	50,92 aB	53,31 aB	59,83 aB
G2	39,68 bC	81,98 aA	46,87 bBC	49,75 aBC	46,97 aBC	42,81 aBC
150 dias						
G1	95,43 aA	94,02 aA	76,90 aB	70,50 aB	72,12 aB	61,75 aC
G2	55,12 bC	90,50 aA	60,81bBC	61,01bBC	51,15 bC	63,03 aB

C.V. - Coeficiente de variação; médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A análise das Figuras 2A e 2B mostrou que, de modo geral, houve efeito significativo dos tratamentos na variável diâmetro do cladódio, com exceção do dia 90 de avaliação para os fatores isolados genótipos de pitaia e turnos de irrigação.

Os resultados para o diâmetro do cladódio foram semelhantes aos das variáveis altura e somatório do comprimento dos cladódios. A maior média foi observada aos 150 dias quando aplicado o turno de irrigação de 48 h para ambos os genótipos, sendo de 58,2 cm para o genótipo 1 e 57,47 cm para o genótipo 2. Os menores diâmetros foram observados quando se aplicou o turno de 288 h (12 dias), para ambos os genótipos, apresentando as seguintes médias: 36,21 mm para o genótipo 1 e 33,3 mm para o genótipo 2 (Figuras 2A e 2B).

Os resultados mostraram que o aumento na reposição de água no solo está relacionado com as maiores médias de diâmetros dos cladódios. É importante destacar que o diâmetro dos cladódios está diretamente relacionado à área foliar, uma vez que o maior ou menor crescimento dessas estruturas pode afetar a área de superfície disponível para a fotossíntese.

Os resultados obtidos neste estudo confirmam a forte influência da disponibilidade de água no solo sobre o crescimento dos cladódios da pitaia. A altura e o diâmetro dos cladódios foram diretamente afetados pela condição hídrica, apresentando maiores médias quando aplicado o turno de irrigação de 48 e 96 h e menores médias quando submetidos aos turnos de 288 e 240 h entre irrigações. Os resultados corroboram com os achados de Graham e Nerd (2005), que destacam a relação entre o crescimento em diâmetro da pitaia e o potencial hídrico na planta, que por sua vez depende da quantidade de água no solo. É importante ressaltar que o crescimento em diâmetro dos cladódios está diretamente relacionado à área foliar, o que pode afetar a capacidade fotossintética da planta. Portanto, a aplicação adequada de água é essencial para garantir o crescimento e desenvolvimento adequados da pitaia.

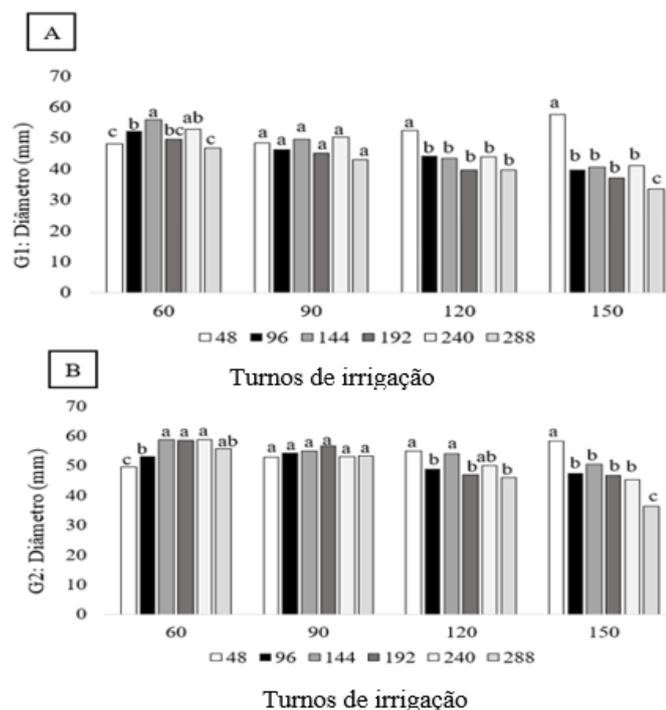


Figura 2. Diâmetro de cladódio principal (mm) de genótipo 1 (pitaia branca – A) e de genótipo 2 (pitaia vermelha – B) em função dos turnos de irrigação aos 60, 90, 120, 150 dias após aplicação dos tratamentos.

Após a análise de variância (conforme apresentado na Tabela 7), verificou-se que algumas características morfométricas avaliadas, tais como biomassa fresca e seca da parte aérea, biomassa seca da raiz, biomassa seca total e comprimento da maior raiz, apresentaram interação significativa entre os fatores genótipos e turnos de irrigação. Isso indica que a resposta das plantas a esses fatores foi diferente entre os genótipos e turnos de irrigação testados, o que pode indicar a presença de diferentes mecanismos adaptativos em cada genótipo.

Tabela 7. Resultados da análise de variância para as variáveis, massa fresca da parte aérea (BFPA), massa seca da parte aérea (BSPA), massa seca da raiz (BSR), massa seca total (BST), comprimento da maior raiz (CMR).

Quadrado médio						
FV	GL	BFPA	BSPA	BSR	BST	CMR
Genótipos	1	31414,7 **	38,52*	4,1301*	67,877**	7.099**
Turnos de irrigação	5	5861,70 **	117,12**	10,7342**	175,50 **	1,3443**
G x TI	5	311,80 *	64,10**	6,3437**	67,67**	0,6658**
Resíduo	36	95,98	5,65	0,8059	6,8548	0,073
CV%		7,35	11,05	15,2	9,52	5,48

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Os resultados das variáveis biomassa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e comprimento da maior raiz para cada genótipo e turno de irrigação estão apresentados na Tabela 8.

Para massa fresca verificou-se que ambos os genótipos apresentaram maior acúmulo de massa fresca quando submetidos ao turno de irrigação de 48 horas, com o genótipo 1 atingindo 207,25 g/planta e o genótipo 2, 154 g/planta. Para o genótipo 1, o menor acúmulo de massa fresca foi observado quando submetido ao turno de irrigação de 240 horas, alcançando apenas 133,97 g/planta, sem diferença significativa entre os demais tratamentos. Para o genótipo 2, as menores médias foram obtidas quando aplicados os tratamentos de 192 e 288 horas, com valores de 86,70 g/planta e 71,62 g/planta, respectivamente.

De modo geral, os resultados evidenciam que o genótipo 1 apresentou uma produção superior de massa fresca da parte aérea, em todos os turnos de irrigação aplicados. Essa maior média para o genótipo 1 pode indicar uma maior eficiência desse genótipo na produção de massa fresca da parte aérea, o que sugere que esse genótipo possua características que o tornem mais adaptável às condições impostas pelo experimento.

Os resultados obtidos para massa fresca da parte aérea dos genótipos neste estudo são semelhantes aos encontrados por Cajazeira (2016), que observou médias de 218,3 g/planta para a pitaiá de polpa branca e 169,3 g/planta para a pitaiá de polpa vermelha. De acordo com o autor, o maior valor para essa variável foi atribuído à pitaiá de polpa branca, que apresenta um sistema radicular mais desenvolvido, resultando em maior absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, em maior produção da parte aérea da planta. Esses resultados evidenciam a importância do sistema radicular no crescimento e desenvolvimento da parte aérea da pitaiá.

A Tabela 8 evidencia que a variável massa seca da parte aérea também apresentou interação entre os fatores genótipos e turnos de irrigação. O genótipo 1 demonstrou maior eficiência na produção de biomassa seca em condições de maior disponibilidade de água no solo, apresentando as maiores médias nos turnos de irrigação de 48 (30,65 g/planta) e 96 h (26,30 g/planta). No entanto, plantas desse genótipo apresentaram as menores médias nos turnos de 240h (15,65g/planta) e 288h (15,87 g/planta), indicando menor eficiência para produzir massa seca da parte aérea em condições de maior déficit hídrico. Já o genótipo 2 não apresentou diferença significativa entre os turnos de irrigação de 48, 96, 144, 192 h, mas as menores médias foram observadas nos turnos de 240h

(17,65g/planta) e 288h (16,45 g/planta), sugerindo menor capacidade de produzir biomassa seca sob condições de maior déficit hídrico.

Para ambos os genótipos, foi observado que as mudas apresentaram baixo acúmulo de matéria seca da parte aérea quando submetidos a turnos de irrigação maiores de 240 e 288 h para o genótipo 1 e 288h para o genótipo 2. Os resultados indicam que o aumento dos turnos comprometeu a produção de massa seca da parte aérea, indicando que a falta de reposição de água no solo afeta diretamente a taxa fotossintética das mudas. Isso destaca a importância da manutenção adequada da umidade do solo para o crescimento e desenvolvimento das plantas, especialmente em condições de déficit hídrico.

Os resultados sugerem que o genótipo 1 apresenta maior eficiência de uso de água para produção de massa seca da parte aérea em comparação com o genótipo 2. Isso é explicado pelo fato de que a maior ou menor eficiência na utilização de água é geralmente associada à produção de matéria seca, conforme defendido por Ramos et al. (2011).

Com relação à massa seca da raiz, observou-se que o genótipo 1 apresentou maiores médias quando submetido aos diferentes turnos de irrigação de 48, 96, 192 e 288 horas. Esse resultado sugere que a cultura se adaptou à disponibilidade limitada de água no solo, o que pode ter levado a um desenvolvimento mais pronunciado do sistema radicular em busca de água, resultando em uma maior massa seca da raiz.

Com relação ao genótipo 2, os resultados indicam que as maiores médias de massa seca da raiz foram obtidas quando as mudas foram submetidas aos turnos de 48 (7,42 g) e 96 (8,07 g) horas, sem diferença estatística entre os demais tratamentos. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que a pituaia de polpa vermelha pode ser mais sensível à falta de água, o que pode afetar negativamente a produção de massa seca da raiz.

Tabela 8. Massa fresca da parte aérea (BFPA), massa seca da parte aérea (BSPA), massa seca da raiz (BSR), comprimento da maior raiz (CMR) interação genótipos e turnos de irrigação, 150 dias após aplicação dos tratamentos.

Genótipos de pitaia	Turnos de Irrigação					
	48	96	144	192	240	288
BFPA (g/planta)						
G1	207,25 aA	157,92 aB	147,47 aB	144,30 aB	133,97 aC	143,55 aB
G2	154,00 bA	119,70 bB	103,50 bBC	86,70 bCD	91,95 bC	71,62 bD
BSPA (g/planta)						
G1	30,65 aA	26,30 aAB	25,17 aB	20,82 aB	15,65 bC	15,87 aC
G2	21,25 bAB	24,10 aA	20,85 bAB	23,27 aA	17,80 aA	16,45 aB
BSR (g/planta)						
G1	7,57 aA	6,05 bAB	5,37 aBC	7,22 aAB	4,37 aC	7,02 aAB
G2	7,42 aA	8,07 aA	5,30 aB	4,30 bB	4,70 aB	4,30 bB
BST (g/planta)						
G1	38,22 aA	32,35 aB	30,55 aB	28,05 aB	20,08 aC	22,9 aC
G2	28,67 bAB	32,18 aA	26,15 bB	27,57 aAB	22,50 aC	20,75 aC
CMR (cm)						
G1	28,30 aB	29,67 aB	24,30 aB	26,12 aB	40,29 aA	24,15 aB
G2	23,37 bAB	14,15 bC	20,50 aB	19,87 bBC	26,25 bA	22,75 aAB

C.V. - Coeficiente de variação; médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A tabela 8 apresenta os resultados de biomassa seca total para os genótipos estudados. Para o genótipo 1, observa-se que a média mais alta para a variável matéria seca total ocorreu quando o turno de irrigação de 48h (38,30 g/planta) foi aplicado. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que esse genótipo possui uma maior área foliar, o que resulta em uma maior produção de fotoassimilados que podem ser distribuídos para outras partes da planta, contribuindo para o aumento biomassa seca total.

Nos resultados obtidos, é possível observar que os tratamentos utilizando turnos mais longos de irrigação impactaram na produção de biomassa seca total das mudas. Isso se deu porque, nessas circunstâncias, houve uma menor quantidade de massa seca na parte aérea e um maior desenvolvimento do sistema radicular, o que sugere que ocorreu uma redistribuição de recursos da parte aérea para as raízes. Essa estratégia de sobrevivência das plantas foi motivada pela restrição hídrica, que favoreceu o crescimento radicular e a absorção de água e nutrientes pelas raízes (NAGAKURA et al. 2004).

Para o genótipo 2, os resultados indicam que houve uma maior produção de biomassa seca total nos tratamentos com turnos de irrigação 48 (28,67 g/planta) e 96h (32,18 g/planta), onde se teve uma maior área foliar. Isso sugere que a produção de massa

seca está diretamente relacionada à produção de fotoassimilados. É importante ressaltar que a pitaia de polpa vermelha é mais sensível à falta de água, o que pode ter influenciado nos resultados obtidos.

Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que os genótipos de pitaia avaliados exibiram produção de biomassa seca total semelhantes quando sujeitos aos turnos de irrigação de 192, 240 e 288 h. No entanto, observou-se que o genótipo 1 teve uma maior produção de biomassa seca na raiz, enquanto o genótipo 2 apresentou uma maior produção de massa seca na parte aérea. Essas diferenças podem ser atribuídas às diversas características fisiológicas e morfológicas dos genótipos, como por exemplo, a capacidade de distribuição de fotoassimilados e a capacidade de adaptação às condições de baixa disponibilidade hídrica. De maneira geral, esses fatores contribuíram para o resultado da produção de massa seca total dos genótipos.

Nos resultados apresentados na Tabela 8, foi observado que os dois genótipos tiveram as maiores médias de comprimento da maior raiz ao serem submetidos ao turno de irrigação de 240 h, com 40,29 cm para o genótipo 1 e 26,25 cm para o genótipo 2. Essas condições de cultivo podem ter levado ao desenvolvimento de raízes maiores nas plantas, devido à síntese do ácido abscísico nas raízes, permitindo uma busca ativa por água no perfil do solo e um ajuste da transpiração para resfriar a superfície foliar. Esses resultados indicam que ambo os genótipos de pitaia são capazes de se adaptar a condições de déficit hídrico, desenvolvendo estratégias para otimizar a absorção de água e, assim, manter seu crescimento e desenvolvimento. (LARCHER, 2000; LIPIEC et al., 2013).

Mediante os resultados, nota-se que, mesmo os dois genótipos tendo maiores médias de comprimento da maior raiz ao colocar o turno de 240h, o genótipo 1 possui um comprimento de raiz superior ao genótipo 2. Esse resultado pode ser explicado pelas diferentes estruturas das raízes dos genótipos. De acordo com Silva (2013), a pitaia branca apresenta raízes mais robustas e desenvolvidas em comparação à pitaia de polpa vermelha. Essa diferença pode ter influenciado no resultado do comprimento da maior raiz.

Para um melhor crescimento das mudas, é essencial um suprimento hídrico adequado e contínuo durante todo o ciclo da cultura. Nesse sentido, a determinação do turno de irrigação é crucial para fornecer água em turnos gerenciados de forma eficiente, evitando tanto o déficit quanto o excesso de irrigação.

CONCLUSÕES

Os turnos de irrigação de 48 h para o genótipo 1 (pitaia de polpa branca) e 96 h para o genótipo 2 (pitaia de polpa vermelha), são recomendados para a produção de mudas.

Turnos de irrigação superiores a 96h interferem negativamente no crescimento de mudas de pitaia, comprometendo a eficiência da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. de; REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. **O abacaxizeiro**. Cultivo, agroindústria e economia. 1.ed. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. **As plantas e o clima**: princípios e aplicações. 1.ed. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352 p.

BERNANDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D. D. da; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9.ed. Viçosa: Ed UFV, 2019.

CAJAZEIRAS, J. P. **Crescimento e ecofisiologia de pitaias cultivadas em vasos a diferentes doses de k e ca**. 2016. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

CHU, Y.C.; CHANG, J.C. Codification and description of the phenological growth stages of red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) using the extended BBCH scale-with special reference to spines, areole, and flesh color development under field conditions. **Science Horticulturae**, v. 293, n.1, p. 1-11, 2022.

CORRÊA, M. C. DE M.; ALMEIDA, E. I. B.; MARQUES, V. B.; AQUINO, B. F. Crescimento inicial de pitaia em função de combinações de doses de fósforo-zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 261-270, 2014.

FARIDUDDIN, Q., MIR, B.A.; AHMAD, A. Physiological and biochemical traits as tools to screen sensitive and resistant varieties of tomatoes exposed to salt stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 24, n. 4, p. 281-292, 2012.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

GALVÃO, E.C.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. D. R., MIRANDA, J. M. D. S. Substratos e ácido indol-3 - butírico na produção de mudas de pitaia vermelha de polpa branca. **Revista Ceres**, n. 63, p. 860 -867, 2016.

GRAHAM, E. A.; NOBEL, P.S. Daily changes in stem thickness and related gas exchange patterns for the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus*. **International Journal of Plant Sciences**, v. 166, n.1, p. 13-20, 2005.

GOMES, G. R. Família Cactaceae: breve revisão sobre sua descrição e importância. **Revista Técnico-Científica**, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2014.

GUIMARÃES, R. R. C.; BARRADAS, J. O.; SILVA, R. T. L.; MOREIRA, K. O.; SOUZA, S. K. A. Growth of pitaya seedlings according to the type of substrate. and the frequency of irrigation. **Revista Ceres**, v. 68, n.4, p. 276-284, 2021.

HUANG, W.; YANG, G.; LIU, D.; LI, Q.; ZHENG, L.; MA, J. Metabolomics and transcriptomics analysis of vitro growth in pitaya plantlets with different LED Light spectra treatment. **Industrial Crops and Products**, v.186, n.1, p. 1-12, 2022.

KLEIN, C. Utilização de Substratos Alternativos para Produção de Mudanças. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, n.1, p. 43-63, 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 1.ed. São Paulo: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaya com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1066-1072, 2013.

LIPIEC, J., DOUSSAN, C., NOSALEWICZ, A., KONDRACKA, K. Effect of drought and heat stresses on plant growth and yield: a review. **International Agrophysics**, v. 27, n. 4, p. 463-477, 2013.

MEDEIROS, M. B. C. L.; JESUS, H. I.; SANTOS, N. F. A.; MELO, M. R. S.; BORGES, L. S.; GUERREIRO, A. C.; FREITAS, L. S. Índice de qualidade de dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Agroecossistemas**, v.10, n.1, p.159 –173, 2018.

MIZHARI, Y. Vine-Cacti pitayas – The new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n.1, p. 124-138, 2014.

MOREIRA, A. R.; SOUZA, F. L. B.; SILVA, R. T. L.; OLIVEIRA, R. L. L.; ALONÇO, A. S.; OLIVEIRA NETO, C. F. SOUSA, S. K. A. Determinação do Comprimento da Estaca para a Produção de Mudanças de Pitaia (*Hylocereus Costaricensis*) Em Ambiente Protegido. **Tecnológica**, v. 21, n. 2, p. 41-45, 2017.

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

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. 1.ed. Londrina: **Instituto Agrônomo do Paraná**, 2019. Disponível em:< <https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>>.

NUNES, J. S. L.; SALVADOR, K. R. S.; JARDIM, A. M. R. D.; ARAUJO JUNIOR, G. N.; CARVALHO, A. A.; SOUZA, L. S. B.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, T. G. F. Índices morfofisiológicos e biofísicos da palma forrageira cultivada sob tecnologias hídricas na bacia do Rio Pajeú. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.5, n.1, p.128-139, 2020.

NUNES, J. S. L.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; JARDIM, A. M. R. F.; ALVES, H. K. M. N.; CRUZ NETO, J. F.; LEITE, R. M; C.; PINHEIRO, A. G. Morfogênese da palma forrageira sob modificação do ambiente de crescimento. **Agrometeoros**, v.27, n.2, p.367-375, 2020.

OLIVEIRA, L. M.; MENDONÇA, V.; MOURAB, E. A.; IRINEUA, T. H. S.; FIGUEIREDOA, F. R. A.; MELOA, M. F.; CELEDONIOC, W. F.; RÊGOA, A. L. B.; MENDONÇAD, L. F. M.; ANDRADEA, A. D. M. Salt stress and organic fertilization on the growth and biochemical metabolism of *Hylocereus costaricensis* (red pitaya) seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, n. 1, p. 1-11, 2022.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y.D.; CARRILLOS ALAZAR, J.A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, v.3. n.4, p. 220-237, 2012.

PANISSON, D.; MARQUES, N. K.; DE SOUZA, F. B. M.; MAGRI NETO, J. C.; FREIRE, A. I.; ARAÚJO, N. O.; MELO, C. C. V.; MARTINS, A. D. Crescimento e Desenvolvimento Inicial de Pitaya Branca (*Hylocereus undatus*) e Vermelha (*Hylocereus monacanthus*) no Município de Araguaína-TO. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1-8, 2021.

PERWEEN, T.; MANDAL, K. K.; HASAN, M. A. Dragon fruit: An exotic super future fruit of India. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n.1, p. 1022-1026, 2018.

PEZZUTTI, R. V.; CALDATO, S. L. Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* L. com diferentes diâmetros do colo. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 355-362, 2011.

RAMOS, J. P. R.; LEITE, M. L. M. V.; OLIVEIRA JÚNIOR, S.; NASCIMENTO, J. P.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de opuntia ficus-indica em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 41 - 48, 2011.

ROCHA, R. S.; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.66, n.255, p.365-373, 2017.

SANTOS, D. N. dos; PIO, L. A. S.; FALEIRO, F. G. **Pitaya: uma alternativa frutífera**. Brasília: ProImpress, 2022. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1140650/pitaya-uma-alternativa-frutifera>>. Acesso em: 8 dez. 2022.

SCALISI, A.; MORANDI, B.; INGLESE, P.; BIANCO, R. L. Cladode growth dynamics in *Opuntia ficusindica* under drought. **Environmental and Experimental Botany**, v.122, n.1, p.158–167, 2016.

SCHIESTL, F. P.; HEATHER, K.; BIGLER, L.; COZZOLINO, S.; DESURMONT, G. A. Herbivory and floral signaling phenotypic plasticity and tradeoffs between reproduction and indirect defense. **New Phytologist**, v. 203, n. 1, p. 257-266, 2014.

SILVA, A. de C. C. da. **Pitaya: Melhoramento e produção de mudas**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 142 f., 2014.

SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; MORAIS, J. E. F.; DINIZ, W. J. S.; SOUZA, C. A. A.; SILVA, M. C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no Semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v.28, n.2, p.10-18, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de Fisiologia Vegetal**. 1.ed. São Luis: Universidade Federal do Maranhão - UFMA, 2010. 230 p.

WINTER, K.; GARCIA, M.; HOLTUM, J. A. M. Drought-stress-induced up-regulation of CAM in seedlings of a tropical cactus, *Opuntia elatior*, operating predominantly in C3 mode. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 11, p. 4037-4042, 2011.

XU, M.; WANG, J.; GU, S. Rapid identification of tea quality by E-nose and computer vision combining with a synergetic data fusion strategy. **Journal of Food Engineering**, v. 241, n. 1, p. 10-17, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os genótipos de pitaia se mostraram tolerantes a períodos longos de déficit hídrico, apresentando crescimento apesar de lento, quando comparado com as mudas irrigadas frequentemente. Ambos os genótipos apresentaram resultados satisfatórios, em relação as variáveis avaliadas evidenciando a importância da irrigação na produção de mudas de pitaia.

Apesar da pitaia responder bem a irrigação é importante ressaltar que a cultura não é exigente em água diariamente, por ser uma planta MAC a pitaia pode tolerar por muito mais tempo a falta de água, quando comparada com plantas C3 e C4, mantendo o conteúdo relativo de água e continuaram crescendo mesmo que de forma limitada.

Portanto, o manejo adequado da irrigação é uma alternativa promissora para a cultura da pitaia, sendo um fator de extrema importância na produção de mudas desses genótipos. Informações sobre a sensibilidade da cultura ao déficit hídrico, lâmina e os turnos de irrigação são fundamentais para evitar a falta ou excesso de água, evitando desperdícios e obtendo alta eficiência no consumo de água. Com base nessas informações, pode-se concluir que a pitaia é uma cultura promissora para regiões com estresse hídrico, desde que seja realizado um manejo adequado da irrigação.