

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
***CAMPUS* DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS -CECA**
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MARIA GILBERLÂNDIA FERREIRA FERRO

**PRODUTIVIDADE E DESENVOLVIMENTO DE PITAYA SOB DIFERENTES
COMBINAÇÕES DE ADUBAÇÃO E SELETIVIDADE DE HERBICIDA**

Rio Largo – AL

2025

MARIA GILBERLÂNDIA FERREIRA FERRO

**PRODUTIVIDADE E DESENVOLVIMENTO DE PITAYA SOB DIFERENTES
COMBINAÇÕES DE ADUBAÇÃO E SELETIVIDADE DE HERBICIDA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do grau de Doutora em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha

Rio Largo – AL

2025

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA Bibliotecário
Responsável: Erisson Rodrigues de Santana
CRB – 1512

F586p Ferro, Maria Gilberlândia Ferreira.

Produtividade e desenvolvimento de pitaya sob diferentes combinações de adubação e seletividade de herbicida. / Maria Gilberlândia Ferreira Ferro. – 2025.

134 f.: il.

Orientador (a): Jorge Luiz Xavier Lins Cunha.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui Bibliografia

1. *Hylocereus*. 2. Nutrição. 3. Fruticultura. 4. Cactáceas. 5. Manejo de herbicida. .

CDU:634:632.9

TERMO DE APROVAÇÃO

MARIA GILBERLÂNDIA FERREIRA FERRO
(Matrícula 2021102525)

“PRODUTIVIDADE E DESENVOLVIMENTO DE PITAYA SOB DIFERENTES COMBINAÇÕES DE ADUBAÇÃO E SELETIVIDADE DE HERBICIDA”

Tese apresentada e avaliada pela banca examinadora em trinta de junho de 2025, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) do *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias da UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.

Documento assinado digitalmente
 JORGE LUIZ XAVIER LINS CUNHA
Data: 29/08/2025 08:11:26-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha
(Presidente)

Documento assinado digitalmente
 EURICO EDUARDO PINTO DE LEMOS
Data: 29/08/2025 10:29:19-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos
(Membro Interno)

Documento assinado digitalmente
 JOAO LUCIANO DE ANDRADE MELO JUNIOR
Data: 29/08/2025 14:29:41-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. João Luciano de Melo Andrade Junior
(Membro Interno)

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO LUCRECIO DOS SANTOS NETO
Data: 29/08/2025 06:57:53-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Lucrécio dos Santos Neto
(Membro Externo)

Documento assinado digitalmente
 JOAO GOMES DA COSTA
Data: 29/08/2025 12:03:01-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. João Gomes da Costa
(Membro Externo)

Rio Largo – AL
Junho/2025

À minha Mãe Gizalva Ferro, meu Pai Luiz Ferro (*in memoriam*), meus irmãos Betânia Ferro e Gilberto Ferro, e ao Fernando Vieira, por todo amor, carinho, paciência e principalmente pelo incentivo para conquistar meus objetivos. Amo vocês!

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela presença constante em minha vida, guiando-me e protegendo-me em todos os momentos.

Aos meus pais, Gizalva Ferro e Luiz Ferro (*in memoriam*), e aos meus irmãos, Betânia Ferro e Gilberto Ferro, por serem meu alicerce, pela educação, amor, carinho, paciência, apoio e confiança. Em especial à minha mãe, por ser exemplo de força e determinação cuja dedicação e retidão foram fundamentais em minha trajetória. Obrigada, por tudo!

Ao Fernando Vieira, por ser minha fonte de admiração e inspiração, bem como pelo companheirismo, apoio, paciência, incentivo e confiança. Agradeço, sobretudo, por tornar meus dias mais leves, plenos de amor, alegria e serenidade.

À Universidade Federal de Alagoas – *Campus* de Engenharia e Ciências Agrárias - CECA, pela agradável convivência, disponibilidade de laboratórios e áreas experimentais e pela oportunidade de realizar o meu curso de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha meu orientador, que proporcionou o melhor conhecimento possível como professor durante o curso Pós-Graduação em Agronomia, e colaborou de forma intensa na realização desse trabalho. Agradeço pelos ensinamentos, as orientações e as valiosas contribuições.

Aos meus professores do curso Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) do *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, que com experiência e profissionalismo contribuíram de forma significativa para a minha formação.

Aos meus amigos (as) do curso de doutorado, pela amizade construída e cada experiência vivenciada durante esse período.

Ao pessoal do grupo de pesquisa, orientados pelo professor Dr. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha, por contribuírem na condução do experimento. Em especial Anderson Sabino e Romário Guimarães.

À Universidade Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca, pela disponibilidade de laboratório para a realização das análises, em especial ao Técnico Sivaldo Paulino, do laboratório de Química dos Solos, que auxiliou nas avaliações químicas.

Aos amigos (as) que construí durante a graduação e pós-graduação, em especial a Taciana Ferreira, Symone Fernandes e Simônes Nemezio.

À banca examinadora, Prof. Dr. Antônio Lucrécio dos Santos Neto, que proporcionou o melhor conhecimento possível como professor durante o curso de graduação e mestrado e

colaborou com a minha formação profissional. Ao Dr. Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Júnior, Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos e Prof. Dr. João Gomes da Costa por ter aceitado o convite e realizar as contribuições.

À FAPEAL/CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Finalmente, gostaria de agradecer a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o sucesso deste trabalho e para a minha formação pessoal e profissional.

A todos, muito obrigada!

“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso!
Não se apavore, nem se desanime, pois, o Senhor,
o seu Deus, estará com você por onde você andar.”
Josué 1:9

RESUMO

FERRO, Maria Gilberlândia Ferreira Ferro. Produtividade e desenvolvimento de Pitaya sob diferentes combinações de adubação e seletividade de herbicida. 2025. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Centro de Engenharias e Ciências Agrárias/Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL, Rio Largo – AL, 2025.

A *Hylocereus costaricensis*, comumente conhecido como pitaya, é uma fruta exótica nativa da América Tropical, apresenta grande potencial para diversificar propriedades rurais devido à sua alta rusticidade e tolerância a fatores abióticos. Apesar do potencial, a cultura ainda se encontra em fase inicial de adaptação em diversas áreas, demandando pesquisas e estudos para otimizar os sistemas de produção às condições locais. Dois estudos foram realizados no Centro de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA-UFAL) com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo da pitaya vermelha. O primeiro estudo investigou o impacto de diferentes nutrientes (N, P e K) no desenvolvimento e produtividade da planta. Foi utilizado o delineamento em Blocos Casualizados (DBC) com quatro repetições para testar sete combinações de nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK) e testemunha na *H. costaricensis* (var. Costa Rica). No segundo estudo, também implantado em DBC, com sete repetições, avaliou-se o efeito de diferentes tipos de adubo (químico, orgânico, combinação entre químico e orgânico e testemunha) no desempenho da mesma variedade de pitaya. Em ambos os experimentos as plantas e os frutos foram avaliadas em relação a diversos parâmetros, incluindo índice de verde dos cladódios, altura do cladódio principal, número de cladódios, comprimento, circunferência do cladódio, massa fresca e seca de diferentes partes da planta, teor de nutrientes na planta, circunferência, comprimento e largura do fruto, °Brix, peso fresco do fruto, peso da polpa e da casca, peso seco da polpa e da casca, e teor de nutrientes na polpa e na casca. Um terceiro estudo, realizado no mesmo centro de pesquisa, avaliou a seletividade de diferentes herbicidas em duas variedades de pitayas (Costa Rica e Branca Comum) e verificou o nível de fitotoxicidade. O experimento foi conduzido com duas espécies de pitaya e seis tratamentos de herbicidas (isoxaflutole, flumioxazina, imazapique, sulfentrazone, oxifluorfem e testemunha), com quatro repetições, totalizando 48 parcelas. Após a aplicação dos herbicidas, foram realizadas avaliações para verificar a fitotoxicidade, número de brotações por planta, comprimento médio dos cladódios, diâmetro dos cladódios, intensidade de verde, massa fresca total, massa fresca por cladódio e massa seca dos cladódios secundários. Para os três estudos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que o nitrogênio, isoladamente ou em associação com fósforo e/ou potássio, favoreceu o desenvolvimento vegetativo, enquanto a combinação PK e NP teve impacto positivo nas características do fruto. A produtividade foi favorecida pelos tratamentos NP, NPK, PK e P, reforçando a importância da adubação equilibrada. A combinação de adubo químico e orgânico proporcionou maior crescimento da planta, resultando em frutos com características mais favoráveis, como maior largura, circunferência, teor de sólidos solúveis e peso. Os maiores índices de produtividade foram obtidos nos tratamentos com adubação combinada (química + orgânica) e química isolada, evidenciando a eficiência dessas estratégias nutricionais para maximizar a produção. De forma geral, a ordem de acúmulo dos macronutrientes na planta e nos frutos foi $K > N > P$, confirmando a elevada exigência da cultura por potássio. Além disso, verificou-se que os princípios ativos isoxaflutole, flumioxazina, imazapique, sulfentrazone e oxifluorfem não

apresentaram fitotoxicidade nas plantas estudadas com idade de 12 meses, até a altura de 100 cm, embora tenham causado injúrias em tecidos jovens com brotações novas.

Palavras-chave: *Hylocereus*; Nutrição; Fruticultura; Cactáceas; Manejo de herbicida.

ABSTRACT

FERRO, Maria Gilberlândia Ferreira Ferro. Productivity and development of Pitaya under different combinations of fertilization and herbicide selectivity. 2025. 134f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Plant Production) – Center for Agricultural Engineering and Sciences/Federal University of Alagoas – CECA/UFAL, Rio Largo – AL, 2025.

The *Hylocereus costaricensis*, commonly known as pitaya, is an exotic fruit native to Tropical America, with great potential to diversify rural properties due to its high rusticity and tolerance to abiotic factors. Despite this potential, the crop is still in the early stages of adaptation in several regions, requiring further research to optimize production systems under local conditions. Two studies were carried out at the Center for Engineering and Agricultural Sciences (CECA-UFAL) with the aim of evaluating the agronomic performance of red pitaya. The first study investigated the impact of different nutrients (N, P, and K) on plant growth and yield. A randomized complete block design (RCBD) with four replications was used to test seven nutrient combinations (N, P, K, NP, NK, PK, NPK) and a control treatment in *H. costaricensis* (var. Costa Rica). The second study, also established under an RCBD with seven replications, evaluated the effect of different fertilizer types (chemical, organic, chemical + organic combination, and control) on the performance of the same pitaya variety. In both experiments, plants and fruits were assessed for several parameters, including cladode greenness index, main cladode height, number of cladodes, cladode length and circumference, fresh and dry mass of different plant parts, nutrient content in plant tissues, as well as fruit circumference, length, and width, °Brix, fresh fruit weight, pulp and peel weight, dry pulp and peel weight, and nutrient content in pulp and peel. A third study, conducted at the same research center, evaluated the selectivity of different herbicides in two pitaya varieties (Costa Rica and Branca Comum) and assessed phytotoxicity levels. The experiment was conducted with two *Hylocereus* species and six herbicide treatments (isoxaflutole, flumioxazin, imazapic, sulfentrazone, oxyfluorfen, and a control), with four replications, totaling 48 plots. After herbicide application, evaluations included phytotoxicity, number of shoots per plant, mean cladode length, cladode diameter, greenness index, total fresh mass, fresh mass per cladode, and dry mass of secondary cladodes. For all three studies, the data were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Scott-Knott test ($p < 0.05$). The results demonstrated that nitrogen, either applied alone or in association with phosphorus and/or potassium, enhanced vegetative growth, whereas PK and NP combinations positively influenced fruit traits. Yield was favored by NP, NPK, PK, and P treatments, highlighting the importance of balanced fertilization. The combination of chemical and organic fertilizers promoted greater plant growth, resulting in fruits with more favorable characteristics, such as increased width, circumference, soluble solids content, and weight. The highest productivity indices were observed under combined (chemical + organic) and chemical fertilization, confirming the efficiency of these nutritional strategies to maximize pitaya yield. Overall, the order of macronutrient accumulation in plants and fruits was $K > N > P$, confirming the high potassium requirement of this crop. Furthermore, the active ingredients isoxaflutole, flumioxazin, imazapic, sulfentrazone, and oxyfluorfen showed no phytotoxicity in 12-month-old plants up to 100 cm in height, although they caused injuries in young tissues with new shoots.

Keywords: *Hylocereus*; Nutrition; Fruit growing; Cactaceae; Herbicide management.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1: Cladódio da Pitaya e planta com a copa em formação.....25

CAPÍTULO II

Figura 1: Estacas de tutoramento na área experimental da pitaya e plantio da cultura (A), separação e pesagem dos adubos (B) e tratos culturais (poda de condução) (C).....47

Figura 2: Análises da parte vegetativa da pitaya: IV (A), AP (B), MVCP (C), CC (D), Processo de análise de nutrientes (E e F).....49

Figura 3: Análises do fruto da pitaya: CF (A), PFF (B), Brix (C) e Peso da polpa (D).....50

Figura 4: Índice de verde (IV) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....53

Figura 5: Altura do cladódio principal (AP) (A) e Massa Fresca do cladódio principal (MFCP) (B) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....55

Figura 6: Número de cladódios por planta (NCP) (A), Comprimento médio por cladódio (CMC) e Comprimento Total dos Cladódios (CTC) (B) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....56

Figura 7: Massa fresca total dos cladódios (MFC) e Massa fresca média dos cladódios (MVMC) (kg planta^{-1}) da *Hylocereus costaricensis* em função da aplicação de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....58

Figura 8: Teores de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) nas plantas da *Hylocereus costaricensis* em função da aplicação de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....59

Figura 9: Teores de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) do cilindro central da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....60

Figura 10: Comprimento do fruto (CF), Largura do fruto (LF) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....63

Figura 11: °Brix da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....64

Figura 12: Peso fresco do fruto (PFF) (A), Peso da polpa (PP) e Peso da casca (PC) (B) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....65

Figura 13: Produtividade (Kg ha^{-1}) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....66

Figura 14: Teor de nutrientes (N (TNP) (A), P (TPP) (B) e K (TKP) (C) da polpa do fruto da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes tipos de adubo: N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle.....68

Figura 15: Teor de nutrientes (N (TNC) (A), P (TPC) (B) e K (TKC) (C)) da casca do fruto da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes tipos de nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....69

CAPÍTULO III

Figura 1: Estacas de tutoramento na área experimental da pitaya e plantio da cultura.....79

Figura 2: Análises de algumas das variáveis estudadas da parte vegetativa da pitaya: IV (A), CMC (B), CC (C), Preparação do material para secagem (D), MVCP (E), DC(F), MVCC (G) e secagem do material fresco (H).....82

Figura 3: Algumas das análises do fruto da pitaya: CF (A), Peso do fruto (B), Peso da polpa (C), ° Brix (D), PFF (E), PP (F), PSC (G) e Processo de análise de nutrientes (H).....83

Figura 4: Índice de verde (IV) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico.....86

Figura 5: Altura do cladódio principal (AP) e Massa fresca do cladódio principal (MFCP) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico.....87

Figura 6: Número de Cladódios por Planta (NCP) (A), Circunferência do cladódio (CC) (B), em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).....89

Figura 7: Comprimento total dos cladódios secundários (CTC), Comprimento médio de cada cladódio (CMC), em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).....90

Figura 8: Massa verde total dos cladódios (MVC) e Massa verde média por cladódio (MVMC) (A), Massa fresca de 20 cm de cladódio (MF) (B) e massa seca de 20 cm dos cladódios (MSF) (C) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).....92

Figura 9: Massa fresca do cilindro central (MFC) e massa seca do cilindro central (MSC) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....93

Figura 10: Teores de nutrientes N (A), P (B) e K (C) encontrado em cada g kg^{-1} da planta da pitaya em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....94

Figura 11: Circunferência do fruto (C) e Largura do fruto (LF) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....98

Figura 12: °Brix em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....99

Figura 13: Peso Fresco do Fruto (PFF) (A), Peso polpa (PP), Peso da casca (PC) (B), Peso seco da polpa (PSP) e Peso seco da casca (PSC) (C) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....101

Figura 14: Produtividade (kg ha⁻¹) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....102

Figura 15: Teor de nutrientes na casca do fruto, N (TNC), P (TPC) e K (TKC) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....104

Figura 16: Teor de nutrientes na polpa do fruto, N (TNP) (A), P (TPP) (B) e K (TKP) (C) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....105

CAPÍTULO IV

Figura 1: Pulverização dos herbicidas na área experimental.....115

Figura 2: Procedimentos avaliativos: aferição do índice de verde (A), comprimento do cladódio (B), Massa verde do cladódio (C), Preparação para colocar em estufa (D) e na estufa para secagem (E), pesagem da massa seca (F).....117

Figura 3: Fitotoxicidade, do 6° aos 60° dias após a aplicação dos herbicidas na cultura *Hylocereus costaricensis* com aplicação dos herbicidas (A) e *Hylocereus undatus* com aplicação dos herbicidas (B). Dados médios referentes a notas, variando de 1 (ausência de injúrias) a 9 (perda total).....119

Figura 4: Efeito da aplicação Oxifluorfem na *Hylocereus costaricensis* (Costa Rica) (A) e *Hylocereus undatus* (Branca comum) (B), do 6° ao 60° dias após a aplicação.....121

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1: Componentes químicos e físicos do solo da área experimental Centro de Ciências Agrárias para o cultivo da cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....46

Tabela 2: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Índice de verde dos cladódios (IV), Altura do Cladódio Principal (AP), Massa Fresca do Cladódio Principal (MFPC), Número de Cladódios por Planta (NCP), Comprimento total dos cladódios secundários (CTB), Comprimento médio por cladódio (CMC), Massa fresca total dos cladódios secundários (MFC), Massa fresca média por cladódio (MFMC) e Circunferência do cladódio (CC) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....52

Tabela 3: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Teor de Nitrogênio na planta (TN), Teor de Fósforo na Planta (TP) e Teor de Potássio na planta (TK), Teor de Nitrogênio no cilindro central (TN1), Teor de Fósforo no cilindro central (TP1) e Teor de Potássio no cilindro central (TK1) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....52

Tabela 4: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Circunferência do Fruto (C), comprimento do fruto (CF) e Largura do Fruto (LF), ° Brix, Peso fresco do fruto (PFF), Peso da Polpa (PP), Peso da casca (PC), Produtividade (Prod) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....62

Tabela 5: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Teor de nitrogênio na polpa (TNP), Teor de Fósforo na polpa (TFP), Teor de potássio na polpa (TKP), Teor de nitrogênio na casca (TNC), Teor de fósforo na casca (TPC) e Teor de potássio na casca (TKC), da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).....62

CAPÍTULO III

Tabela 1: Componentes químicos do solo da área experimental do Campus de Ciências Agrárias para o cultivo da cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).....78

Tabela 2: Tabela com os parâmetros de nitrogênio, fósforo e potássio encontrados na torta de filtro utilizada na área experimental.....78

Tabela 3: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Índice de verde dos cladódios (IV), Altura do Cladódio Principal (AP), Massa Fresca do Cladódio Principal (MFPC), Número de Cladódios por Planta (NCP), Comprimento total dos cladódios secundários (CTB), Comprimento médio por cladódio (CMC), Massa fresca total dos cladódios secundários (MFC), Massa fresca média por cladódio (MFMC) e Circunferência do cladódio (CC) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).....85

Tabela 4: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Massa fresca de 20 cm de cladódio (MF), massa seca da folha (20 cm) (MSF), Diâmetro do cilindro central (DCC), massa fresca do cilindro central (MFCC), Massa seca do Cilindro central, Teor de Nitrogênio na planta (TN), Teor de Fósforo na Planta (TP) e Teor de Potássio na planta (TK) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).....85

Tabela 5: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Circunferência do Fruto (CF), comprimento do fruto (C) e Largura do Fruto (LF), ° Brix, Peso fresco do fruto (PFF), Peso da Polpa (PP), Peso da casca (PC), Peso seco da polpa (PSP), Peso seco da casca (PSC) e Produtividade (Prod) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).....97

Tabela 6: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Teor de nitrogênio na polpa (TNP), Teor de Fósforo na polpa (TFP), Teor de potássio na polpa (TKP), Teor de nitrogênio na casca (TNC), Teor de fósforo na casca (TPC) e Teor de potássio na casca (TKC) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).....97

CAPÍTULO IV

Tabela 1: Característica química do solo experimental, no plantio da cultura da pitaya.....114

Tabela 2: Escala de notas visual para avaliação de fitotoxicidade E.R.W.C. (1964).....116

Tabela 3: Resumo da análise de variância para as variáveis Índice de verde dos cladódios (IVC) Número de brotações por plantas (NBP) em função da utilização de herbicidas em duas espécies de pitayas (*Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*).....122

Tabela 4: Índice de verde dos cladódios (IVC) em função do desdobramento entre os herbicidas e as espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.....123

Tabela 5: Número de brotações da planta (NBP) em função da interação entre os herbicidas e as espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.....124

Tabela 6: Resumo da análise de variância para as variáveis diâmetro dos cladódios (DC) e comprimento dos cladódios (CM) em função da utilização de herbicidas em duas espécies de pitayas (*Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*).....125

Tabela 7: Comprimento médio dos cladódios (CM) em função da interação entre os herbicidas e as espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.....126

Tabela 8: Resumo da análise de variância para as variáveis Massa fresca total (MFT), Massa fresca média por cladódio (MFC), massa seca do cladódio (MS) e Teor de água na planta

(TA) em função da utilização de herbicidas em duas espécies de pitayas (*Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*).....127

Tabela 9: Média da Massa fresca total em função do desdobramento de herbicidas e espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.....128

Tabela 10: Média da Massa fresca do cladódio em função dos fatores isolados de herbicidas e espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.....128

Tabela 11: Massa seca (g) para o fator isolado herbicidas.....129

Tabela 12: Média do Teor de água na planta (%) para o fator isolado herbicidas.....130

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO.....	20
2 OBJETIVOS.....	22
2.1 Objetivo geral.....	22
2.2 Objetivos específicos.....	22
3 REVISÃO DE LITERATURA	
3.1 Aspectos Gerais da cultura da Pitaya.....	23
3.2 Importância da Adubação química.....	26
3.3 Adubação orgânica.....	28
3.4 Controle de plantas daninhas.....	30
3.5 Isoxaflutole.....	31
3.6 Flumioxazina.....	33
3.7 Imazapique.....	33
3.8 Sulfentrazone.....	34
3.9 Oxifluorfem	35
4 REFERÊNCIAS.....	36

CAPÍTULO II - PRODUTIVIDADE E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES DAS PLANTAS DE PITAYA SOB DIFERENTES COMBINAÇÕES DE ADUBAÇÃO QUÍMICA NPK

Resumo.....	42
Abstract.....	43
1. INTRODUÇÃO.....	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4. CONCLUSÃO.....	70
5. REFERÊNCIAS.....	71

CAPÍTULO III - DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA PITAYA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA

Resumo	74
Abstract	75
1. INTRODUÇÃO	76
2. MATERIAL E MÉTODOS	77
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
4. CONCLUSÃO	106
5. REFERÊNCIAS	108

CAPÍTULO IV - SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM DUAS ESPÉCIES DE PITAYA

Hylocereus costaricensis (Var. Costa Rica) e Hylocereus undatus (Var. Branca comum)

Resumo.....	111
Abstract	112
1. INTRODUÇÃO.....	113
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	114
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	118
4. CONCLUSÃO.....	130
5. REFERÊNCIAS	132

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A demanda por frutas tropicais nativas e exóticas está aumentando devido aos seus comprovados benefícios à saúde e ao aumento da renda disponível dos consumidores, especialmente em países em desenvolvimento. Um exemplo disso é o crescente mercado da pitaya, cujos principais produtores são a região da Ásia-Pacífico, Vietnã, China e Indonésia (RESEARCHANDMARKETS, 2024). No entanto, é importante destacar que o Brasil apresenta grande potencial para expandir sua produção e atender à crescente demanda global, devido à diversidade de climas e solos, que favorecem uma grande produção de frutas tropicais, subtropicais e temperadas (FACHINELLO *et al.*, 2011; MARTINS *et al.*, 2023).

A pitaya, pertencente à família Cactaceae e ao gênero *Hylocereus*, é considerada uma planta rústica, e tem como centro de origem as regiões da América do Norte (México), Central e do Sul (MIZRAHI *et al.*, 1997; FREITAS; MITCHAM, 2013). De acordo com Gunasena *et al.* (2007); Xu *et al.* (2016), a distribuição da cultura está concentrada nas regiões tropicais, subtropicais e asiáticas.

Os frutos são ricos em vitaminas B1, B2, B3, E, C, além de betacarotenos, licopenos, carboidratos, sais (potássio e magnésio) e polifenóis, que oferecem vários benefícios à saúde (ABREU *et al.*, 2012). A planta também se destaca pelas propriedades bioativas, decorrentes dos elevados teores de compostos com capacidade antioxidante (DEMBITSKY *et al.*, 2011; HOR *et al.*, 2012). Os frutos podem ser consumidos tanto in natura quanto processados.

Apesar dos reconhecidos benefícios desta cultura, a produção no Brasil ainda é recente (COSTA, 2022). Contudo, alguns Estados como São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Pará têm se destacado como principais produtores (IBGE, 2017). Além desses Estados, Alagoas também tem demonstrado potencial para o cultivo da pitaya, embora ainda não haja dados oficiais sobre a produção, observa-se a inserção de alguns cultivos.

A rápida adaptação da cultura em Alagoas indica que o Estado possui condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo, considerando assim, perspectivas promissoras para o desenvolvimento produtivo da cadeia, diversificação agrícola e geração de renda. No entanto, a falta de conhecimento relacionados a adaptação da cultura a diferentes tipos de solos, adubação, manejo, tratos culturais adequados, pragas e doenças, torna-se fator limitante para a rápida expansão.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os elementos de forma independentes e combinados entre si, para entender a dinâmica dos macronutrientes (N, P e K), no desempenho vegetativo e produtivo da pitaya, de forma similar foi utilizado em outro experimento as combinações entre os elementos químicos e orgânicos, além de verificar a seletividade de alguns herbicidas na cultura.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desenvolvimento vegetativo e os aspectos produtivos da cultura da pitaya (*Hylocereus* ssp.) sob diferentes adubos químicos e orgânicos e sua seletividade a herbicidas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura sob diferentes combinações de adubos químicos e orgânicos.
- Determinar qual ou quais elementos proporcionou desenvolvimento satisfatório da cultura;
- Determinar a absorção dos elementos, Nitrogênio, Fósforo e Potássio (N, P e K), nos tecidos da planta e de seus frutos (polpa e casca) da pitaya;
- Avaliar a fitotoxicidade das moléculas de herbicidas em diferentes épocas de aplicação nas plantas das espécies *Hylocereus costaricensis* (Costa Rica) e *Hylocereus hunderatus* (Branca comum).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos Gerais da cultura da Pitaya

As cactáceas são um grupo de plantas que compreendem cerca de 1.600 espécies, sendo que cerca de 70% de sua ocorrência é em regiões áridas e semiáridas do México, Peru, Argentina e Chile (WALLACE; GIBSON, 2002). Nos últimos anos observa-se que espécies de cactáceas são alternativas promissora a produção de frutos, destacando-se as espécies do gênero *Hylocereus hundertii* e *H. costaricensis*, as quais são conhecidas popularmente como pitaya (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

A cultura da pitaya pertence à família Cactáceas, subfamília Cactoideae, tribo Hylocereeae, gênero *Hylocereus* (SILVA, 2014). Classifica-se como diploide, perene, trepadeira, com caules do tipo cladódio, de formato triangular, suculento, esverdeados e com função fotossintetizante, desprovido de folhas verdadeiras, mas com folhas modificadas contendo espinhos de 2 a 4 mm de comprimento (CANTO, 1993, PAULA; RIBEIRO, 2004; SOCHA, 2009). No habitat natural a espécie apresenta-se com o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), embora as cactáceas sob condições de sombreamento tenham a capacidade de efetuar CAM cíclico, obtendo o máximo de absorção de CO₂ durante a noite quando são observadas as menores temperaturas (ORTIZ *et al.*, 1999).

As pitayas, de acordo com Wallace e Gibson (2002), são plantas epífitas secundárias ou facultativas, visto que iniciam o enraizamento no solo e posteriormente se tornam epífitas, enraizando na estrutura (estacas) de plantio. O sistema radicular é constituído por uma raiz principal pouco profunda, ocupando até 15 cm de profundidade no solo, e raízes secundárias ramificadas e raízes adventícias com grande capacidade de extração de nutrientes que se desenvolvem ao longo da planta (LE BELLEC *et al.*, 2006). As numerosas raízes adventícias são formadas a partir dos cladódios, contribuindo na absorção dos nutrientes e na fixação da planta à estrutura, vale salientar que essas raízes não apresentam ação parasitária (HERNÁNDEZ, 2000).

As flores da cultura se desenvolvem nas axilas dos espinhos, são tubulares, hermafroditas, grandes (aproximadamente 30 cm de comprimento), aromáticas, com coloração das pétalas variando de branca cremosa a rosa a depender da espécie, e a antese ocorre no período noturno (BARBEAU, 1990; LIMA, 2013; BICCA, 2021). A antese é o momento em que a flor se abre e expõe seus órgãos reprodutivos. Luders; MC Mahon (2006), afirmam que a

pitaya apresenta um período de florescimento médio durante o ano, relacionado à região de cultivo, chegando a registrar de 4 a 6 picos, pois é uma espécie dependente do fotoperíodo, caracterizando-se como plantas de dias longos.

Estudos realizados por Mizrahi e Nerd (1999) ressaltam que fatores como luz, temperatura, umidade, macro e micronutrientes são essenciais na obtenção de uma boa floração. Salientando, que a polpa dos frutos é formada a partir do desenvolvimento do ovário e a casca a partir do receptáculo que circunda o ovário.

O fruto é uma baga indeiscente, não climatérico, caracterizando-se por formato globoso a elipsóide, diâmetro variando de 10 a 12 cm, com sabor levemente adocicado, rico em vitaminas B1, B2, B3 e C, fibras, betacaroteno, licopeno, polifenóis, ácido ascórbico, potássio, magnésio e carboidratos (CANTO, 1993; MIZRAHI; NERD, 1999; HERNÁNDEZ, 2000; ABREU *et al.*, 2012). Pode ocorrer variação dos frutos em suas características de acordo com a espécie (LIMA *et al.*, 2014). O fruto tem auréolas dispostas em cerca de cinco séries de espirais, glabras e com escama basal fotiácea (HERNÁNDEZ, 2000), em outros termos, escamas lisas e brilhante que fica na base do fruto e ajuda a protegê-lo dos danos causados pelo sol e chuva.

É observado na polpa e na casca dos frutos da pitaya a presença de betacianina, pigmento avermelhado considerado importante substância antioxidante na dieta humana e atuam na proteção das células contra agentes cancerígenos (STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2002; MARQUES, 2010).

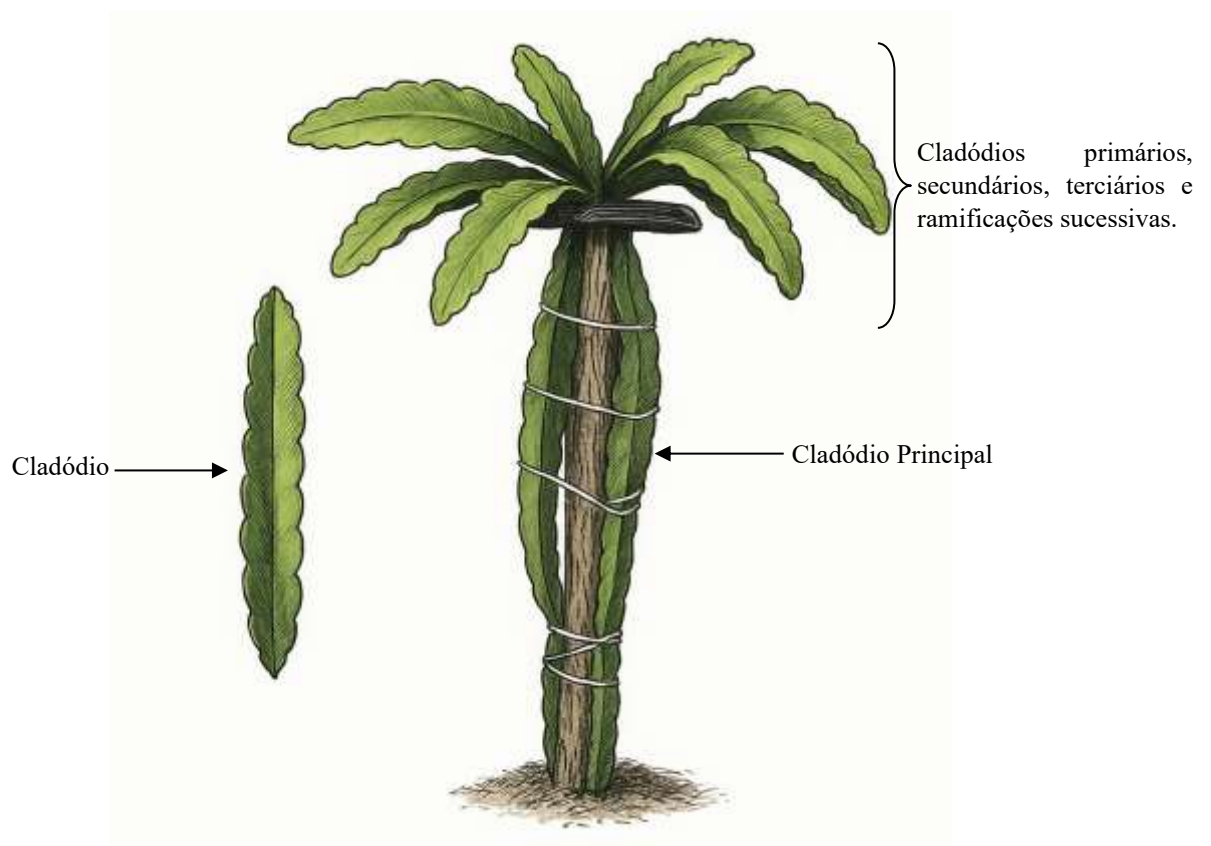
As sementes das pitayas são pequenas, numerosas, obovadas, medem aproximadamente 2-3 mm de diâmetro, com coloração preta ou marrom, estão localizadas na polpa do fruto, apresentando elevada capacidade de germinação (CANTO, 1993; HERNÁNDEZ, 2000). De acordo com Crane; Balerni (2005); Marques (2010) e Ariffin *et al.* (2009), as sementes são ricas em ácido linoleico, contendo óleo laxante que pode ajudar a reduzir os níveis de colesterol total e lipoproteína de baixa densidade, devido a inibição do colesterol no intestino. O óleo presente nas sementes tem nível elevado de lipídios funcionais, podendo ser usado como uma nova fonte de óleo essencial (LIM *et al.*, 2010).

A cultura pode ser propagada tanto de forma sexuada quanto assexuada. Utiliza-se a forma sexuada quando o objetivo é a obtenção de variabilidade genética, visto que, apesar de apresentarem alto percentual de germinação e viabilidade, as plântulas apresentam período juvenil longo, podendo levar de 6 a 8 anos para frutificar (HERNÁNDEZ, 2000; BICCA, 2018).

Quando a busca é por plantas genotipicamente idênticas à planta-mãe, utiliza-se a propagação assexuada - vegetativa (estaquia ou enxertia) - que possibilitará plantações mais

uniformes, fator importante quando o foco é comercial. As plantas oriundas da produção vegetativa resultam na precocidade da frutificação, iniciando o florescimento entre um e dois anos após o plantio, além da possibilidade de formar grande número de mudas a partir de uma única matriz com as características desejáveis preservadas (BASTOS *et al.*, 2006; GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007; MARQUES *et al.*, 2012; SILVA, 2014). As mudas podem ser feitas a partir de cladódios inteiros ou segmentados, devendo apresentar de 25 – 45 cm de comprimento (BASTOS *et al.*, 2006, MARQUES *et al.*, 2011; PONTES FILHO *et al.*, 2014; BARROSO *et al.*, 2017).

Figura 1: Cladódio da Pitaya e planta com a copa em formação.



Fonte: Autora (2025).

A cultura apresenta grande capacidade de adaptação às diferentes condições ambientais, sendo possível encontrá-la tanto em regiões quentes e úmidas (18° a 27°C), quanto em regiões de clima seco (temperaturas acima de 35°C), no entanto, são sensíveis a geadas, não resistem a

temperaturas abaixo de 4°C (BICCA, 2018). Segundo BEN-ASHER *et al.* (2006), a temperatura ótima ao crescimento e desenvolvimento é entre 20 e 30° C.

Relacionado ao solo, o pH ideal para o cultivo da pitaya pode variar de 5,5 a 6,5, bem drenado e rico em matéria orgânica. A cultura não é exigente em tratos culturais, no entanto, a depender da pluviosidade regional, exige-se que realize a irrigação, principalmente no crescimento vegetativo e frutificação (LIMA, 2013; BICCA, 2018).

3.2 IMPORTÂNCIA DA ADUBAÇÃO QUÍMICA

As plantas para atingir níveis adequados de produtividade necessitam de água, luz, temperatura adequada e de elementos minerais que são essenciais para ter seu desenvolvimento pleno. Normalmente, a fertilidade natural dos solos não satisfaz as exigências das culturas fazendo-se necessário a utilização de fertilizantes, ou seja, o uso de produtos que contém um ou mais nutrientes que são utilizados quando o solo não é capaz de fornecê-lo em quantidade suficiente (MALAVOLTA, 1989; UNIFERTIL, 2012).

As culturas necessitam encontrar no solo, sob forma e quantidade adequada, nutrientes, estes se dividem em: macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e os micronutrientes (B, Zn, Mo, Cu, Mn, Fe, Cl e Ni). É irrelevante considerar quais desse é o mais importante, pois a ausência de qualquer um deles na solução do solo torna-se fator limitante no desenvolvimento e produção da cultura. Além dos macronutrientes e micronutrientes, as plantas necessitam de oxigênio (O₂), carbono (CO₂) e hidrogênio (H⁺), os quais são fornecidos pelo ar e pela água (EMBRAPA, 2004; FILGUEIRA, 2008).

Costa *et al.* (2015) ressaltam que a carência de informações acerca do manejo nutricional em cultivos de pitayas é considerado um problema. A cultura, apesar de ser uma planta rústica, de boa adaptação a diversas condições edafoclimáticas, requer para o seu desenvolvimento adubações com nitrogênio, fósforo e potássio (ORTIZ-HERNANDEZ, 2000).

O nitrogênio é um elemento químico essencial para as plantas e é considerado o nutriente mais exigido pelas culturas agrícolas, é absorvido pela planta nas formas nítrica (NO₃⁻) e amoniacal (NH₄⁺), sendo o nitrato a principal forma de nitrogênio inorgânico disponível para as plantas. A absorção depende do pH na rizosfera, sendo que em solos ácidos a absorção de nitrato é mais prejudicada que a de amônio. Quando comparado com os demais nutrientes, o nitrogênio tem uma maior participação sobre as taxas de crescimento e na absorção dos elementos, sendo o nutriente que mais limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa

da maioria das culturas (HUETT; DETTMANN, 1988; FAQUIN, 1994; BUCHANAN *et al.*, 2000; LOPES *et al.*, 2004).

Malavolta (2006) ressalta que o nitrogênio é o elemento químico mais abundante, representando cerca de 78% dos gases presentes na atmosfera. A assimilação do N é o segundo maior processo metabólico nas plantas superiores, sendo superado apenas pela fixação fotossintética do CO₂. Entretanto, alguns autores afirmam que existe um déficit deste nutriente de forma prontamente disponível para a planta, que é justificada devido à alta estabilidade das moléculas de N₂ (BUCHANAN *et al.*, 2000; SOUZA; FERNADES, 2006). De acordo com Filgueira (2008), a carência do N na planta é percebida pela coloração verde clara, ou pela clorose nas folhas inferiores.

A adubação nitrogenada deve ser realizada de forma parcelada, pois o N é um elemento que apresenta grandes perdas por volatilização, desnitrificação e lixiviação, resultando em baixo desempenho da cultura e aumentando o risco de contaminação ambiental. Os principais fatores que afetam a perda de N são a variação no teor de água e na drenagem do solo devido a diferenças nas propriedades do solo em campos agrícolas ou as variações na precipitação anual durante a estação de crescimento (MALAVOLTA, 2006; NOELLSCH *et al.*, 2009; HE *et al.*, 2012).

O N é aplicado na agricultura por meio de alguns formulados comerciais, no entanto a ureia é uma das fontes mais adquiridas para a utilização agrícola. Esse produto, tem menor custo por unidade de N, possui elevada solubilidade e compatibilidade para uso em associação com outros fertilizantes. No Brasil, aproximadamente 47% do N é aplicado no solo sob a forma de ureia, 33% como nitrato de amônio e 20% como sulfato de amônio (POTAFOS, 2006).

Outro elemento de grande importância é o fósforo. Estudos mostram que é um macronutriente importante para o crescimento das plantas, quando fornecido em doses adequadas favorece o desenvolvimento do sistema radicular, consequentemente melhora a absorção de nutrientes e água, aumentando o vigor das plantas oriundas de semeadura direta, precocidade da colheita e melhorando a qualidade do produto. Entretanto, respostas a aplicação de fósforo é diferente de cultura para cultura, podendo até mesmo variar entre cultivares da mesma espécie. De acordo com Marschner (2012), na cultura da pitaya o fósforo é importante para a formação dos frutos. A carência desse nutriente é perceptível pela coloração purpúrea nas folhas e hastes, ocorrendo devido à planta não ter desenvolvido o sistema radicular capaz de absorver a quantidade de fósforo necessária (RAIJ, 1991; POTAFOS, 1998; FILGUEIRA, 2008).

Por outro lado, o potássio também é de suma importância na adubação, pois participa dos processos osmóticos, da síntese de proteínas, da abertura e fechamento de estômatos, da permeabilidade da membrana, do controle do pH e da ativação de cerca de 60 sistemas enzimáticos. Este nutriente ajuda a equilibrar a aplicação de nitrogênio e contrabalança os malefícios; aumenta a resistência a algumas doenças fúngicas e bacterianas, tornando os tecidos mais fibrosos e resistentes (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Porém, Filgueira (2008) ressalta que o excesso de potássio desequilibra a nutrição da planta prejudicando a absorção e utilização de outros nutrientes, como o cálcio. INTA (2002), ressalta que o potássio além das funções já conhecidas, favorece o aumento do diâmetro do caule da pitaya.

3.3 ADUBAÇÃO ORGÂNICA

No cultivo da pitaya, as adubações são feitas de forma empíricas sendo baseadas em experiências não comprovadas cientificamente. Apesar da cultura está em ascensão no Brasil, poucos estudos sobre adubação (química e/ou orgânica) são encontrados (COSTA, 2017).

Guzmán (1994), afirma que em si tratando do cultivo da pitaya, o solo deve apresentar um percentual de matéria orgânica alto (7%), cuja finalidade deverá ser a de manter a temperatura, umidade e as características texturais e químicas.

A matéria orgânica tem sido considerada um importante suporte de apoio à agricultura, sendo uma prática milenar a fertilização dos solos (TIBAU, 1984). Os resíduos orgânicos apresentam como principais elementos o carbono, representado pela celulose, responsável por compor cerca de 40% a 60% do carbono do solo (RECH, 2003). Mendes (2000) ressalta que o equilíbrio da relação solo-planta é mantido pelo fornecimento dos resíduos orgânicos pela biomassa vegetal.

Ao utilizar o adubo orgânico, é possível observar melhorias nas propriedades do solo, pois haverá o fornecimento de nutrientes, aumento da capacidade de trocas catiônicas, formação de complexos, aumento do poder tampão, aumento da estabilidade de agregados, melhoria na estrutura do solo, melhorando assim a aeração, permeabilidade, retenção de água, resistência a erosão e a atividade biológica do solo, assim há melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo (MEEK *et al.*, 1982).

Destacam-se a existência de vários adubos orgânicos que podem ser utilizados como fonte de nutrientes, ganhando visibilidade os de origem animal e os resíduos vegetais. Os esterco devido à sua composição e comportamento dos componentes, adquirem alto valor

agrícola. Na urina dos animais também se observa um poderoso estimulante das raízes, tendo em vista a presença do ácido indolacético (TIBAU, 1984; COSTA, 2017).

Nos esterco, grande parte dos nutrientes está na forma orgânica, necessitando serem mineralizados para ficarem disponíveis ao ambiente (solo-planta). Observa-se que nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) não ficam prontamente assimiláveis pelas plantas (RESCH, 2003). De acordo com Smith; Hadley (1989), o N presente nos adubos orgânicos resiste à mineralização e torna-se disponível somente para as culturas seguintes. Rolas (1994), por sua vez, afirma que o N aplicado mineraliza 50% no primeiro ano de cultivo, 20% no segundo ano e encontra-se totalmente mineralizado a partir do terceiro ano.

O fósforo é praticamente imóvel, devido a este fato os adubos orgânicos devem ser incorporados ao solo, o que servirá também para evitar perdas de N por meio da volatilização. Já o potássio, comporta-se como mineral desde a aplicação, não necessitando da ação de microrganismos para ficar disponível às plantas, verificando-se que 60% do P_2O_5 aplicado mineraliza no primeiro ano e 20% no segundo ano (ROLAS, 1994).

Além dos macronutrientes, também é possível encontrar os micronutrientes nos adubos orgânicos, que possuem funções importantes no desenvolvimento das plantas, sendo a deficiência considerada fator limitante na produção. Vale salientar que as indicações de uso deverão ser realizadas de acordo com a necessidade da cultura (COSTA, 2017).

Estudando a produção e qualidade de frutos de pitaia-vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica, Moreira *et al.* (2011) concluíram que a adubação com esterco de curral mais a cama de frango produziram maior número de frutos por planta.

A fonte a ser utilizada como adubo orgânico dependerá da disponibilidade na região. Nesse sentido a torta de filtro tona-se uma opção viável aos empreendedores rurais alagoanos, tendo em vista o Estado ter várias indústrias canavieiras (ASSIS, 2019).

A torta de filtro é um produto proveniente da filtração à vácuo da mistura de lodo dos decantadores com bagacinho, no processo de produção de açúcar, sendo produzida na proporção de 20 a 40 kg por tonelada de cana-de-açúcar (DECHEN *et al.*, 1992; ALCARDE, 2015). Apesar de apresentar uma composição química variável, é considerado um resíduo rico em matéria orgânica, cálcio, fósforo e nitrogênio, e teores consideráveis de potássio e magnésio (NUNES JÚNIOR, 2005).

Autores como Ferreira *et al.* (1986), ressaltam que a composição média da torta de filtro, expressa em % da matéria seca, é: 77 a 85 de matéria orgânica; 1,1 a 1,4 de N; 1,04 a 2,55 de P_2O_5 ; 0,30 a 0,96 de K_2O ; 4,07 a 5,46 de CaO ; 0,15 a 0,56 de MgO ; e 2,70 a 2,96 de S. Nunes Júnior (2008) afirma que a torta de filtro também contém importantes quantidades de

micronutrientes, tais como: Fe (0,8-1,2%), Mn (500-800 mg kg⁻¹), Cu (40-80 mg kg⁻¹) e Zn (50-220 mg kg⁻¹).

Conforme Korndorfer; Anderson (1997), a torta de filtro promove alterações significativas nos atributos químicos do solo, uma vez que proporciona o aumento na disponibilidade de fósforo, cálcio e nitrogênio, aumento nos teores de carbono orgânico e capacidade de troca de cátions e, na diminuição nos teores de alumínio trocáveis.

Estudos que evidenciem os efeitos da torta de filtro na cultura da pitaya ainda são escassos, no entanto, Assis *et al.* (2019), estudando o desenvolvimento de cultivares de alface submetidos a diferentes doses de torta de filtro de cana-de-açúcar, concluíram que este adubo influenciou positivamente a altura das plantas, número de folhas e a produtividade da cultura, tendo um aumento significativo na produção com seu incremento. Gonçalves *et al.* (2023) observaram que a utilização do resíduo orgânico torta de filtro na cultura da soja é viável, pois se apresentou como uma alternativa à adubação química na cultura.

3.4 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas são espécies que, se não forem controladas, podem causar prejuízos às plantas cultivadas. Essas espécies quando se desenvolvem junto com a cultura competem por elementos essenciais como água, luz e nutrientes. De acordo com IQBAL *et al.* (2019), como elas não passam pelo processo de melhoramento genético, evoluíram como espécies infestantes, com alta capacidade de se desenvolver em ambientes adversos, alta rusticidade e adaptações que lhes garantem melhor dispersão, grande número de sementes viáveis e variadas formas de multiplicação.

As espécies de plantas daninhas normalmente levam vantagem competitiva sobre as culturas principais de interesse econômico. Elas crescem rapidamente, têm grande capacidade reprodutiva e são muito eficientes na exploração de nutrientes do solo e da luminosidade, assegurando a permanência (BRAZ *et al.*, 2016).

A competição é a forma mais conhecida de interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. No entanto, Vasconcelos *et al.* (2012) ressaltam que elas também podem ser hospedeiras para pragas e doenças agrícolas, além de liberar substâncias químicas (alelopatia) que podem prejudicar o desenvolvimento das culturas. Esses fatos as tornam um desafio significativo para a produção agrícola, sendo o manejo eficaz, essencial para garantir a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Estudos Morota *et al.* (2020) afirmam que, para se ter sucesso no manejo das plantas daninhas, é essencial conhecer as características biológicas destas e das espécies cultivadas, bem como a capacidade de interferência da comunidade infestante e os diferentes métodos de controle que podem ser empregados.

Diversos métodos de controle são utilizados para essas plantas, entre eles destaca-se o uso de herbicidas, que a curto prazo é considerado uma boa alternativa. Entretanto, a dependência desta tecnologia se utilizada exclusivamente, pode levar ao risco de populações de plantas daninhas resistentes (PAZUCH *et al.*, 2017). USUI (2010), verifica que o manejo químico é importante porque é de fácil utilização, altamente eficiente e proporciona um controle estável das plantas daninhas.

Cieslik *et al.* (2017) observaram que a eficácia dos herbicidas pode ser influenciada por diversos fatores, tais como as características físico-químicas, dose do produto, espécie a ser controlada, estágio de desenvolvimento e a biologia da planta daninha, além das técnicas de aplicação e os fatores ambientais no momento e após a aplicação dos herbicidas.

Os herbicidas podem ser seletivos e não seletivos. Os seletivos são usados para controlar as plantas daninhas devido aos seus efeitos não fitotóxicos, ou seja, não prejudicam as culturas principais (ZHANG *et al.*, 2019). Já os não seletivos são aqueles que afetam tanto as plantas daninhas quanto as plantas cultivadas (NAKKA *et al.*, 2019).

Embora os herbicidas sejam ferramentas valiosas para controlar plantas daninhas, eles podem causar danos às plantas cultivadas, conhecidos como fitotoxidade. Vários fatores contribuem para esse efeito, incluindo, a sensibilidade da cultura ao herbicida, misturas de produtos, uso de adjuvantes, rotação de cultura, condições ambientais adversas, manejo incorreto durante a aplicação, volume de calda, nutrição da planta, cultivar, clima e pela tecnologia de aplicação inadequada (MAGALHÃES *et al.*, 2012). Compreender e gerenciar esses fatores torna-se essencial para minimizar a fitotoxidade. No cultivo da pitaya, são escassos estudos que ressaltem os efeitos ocasionados pelas plantas daninhas e seus métodos de controle. Fazem-se necessárias pesquisas que subsidiem os efeitos da utilização de herbicidas para o controle de plantas daninhas em pomares comerciais.

3.5 ISOXAFLUTOLE

O isoxaflutole é um herbicida do grupo químico dos isoxazóis, classificado como um pró-herbicida, pois sua forma ativa é o metabólito diquetonitrila, formado após a aplicação no solo ou diretamente na planta (CEZARINO, 1997). A conversão é favorecida por solos

alcalinos e com alta umidade, sendo mais rápida em pH 7,2 do que em pH 5,5 (ROUCHAUD *et al.*, 1998).

A diquetonitrila, mais solúvel, estável e persistente que o isoxaflutole, possui solubilidade em água de 326 mg L⁻¹ (MITRA *et al.*, 2000; TAYLOR-LOVELL *et al.*, 2002). Sua meia-vida em solo com pH 7,0 e 2,5% de carbono orgânico é superior a 56 dias, enquanto o isoxaflutole possui meia-vida de apenas dois dias nessas condições (TAYLOR-LOVELL *et al.*, 2002).

O isoxaflutole é recomendado para o controle de gramíneas anuais e perenes, propagadas por sementes, e algumas plantas de folhas largas em culturas como milho, mandioca, batata, algodão e cana-de-açúcar (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018). Pode ser aplicado em pré e pós emergência inicial (KRUSE, 2001).

Esse herbicida possui mecanismo de ação específico, o qual inibe a síntese de carotenoides, levando ao branqueamento de tecidos em plantas suscetíveis, seguido de paralisação do crescimento e necrose (Pallet *et al.*, 1998). Esse branqueamento resulta da fotoxidação e destruição da clorofila, devido à ausência de carotenoides, que normalmente protegem contra a fotoxidação (DEVINE *et al.*, 1993; VIDAL, 1997; SPRAGUE *et al.*, 1999).

A inibição da síntese de carotenoides pelo isoxaflutole ocorre indiretamente. O metabólito diquetonitrila, formado após a aplicação, inibe a enzima 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase (HPPD), envolvida na degradação do aminoácido tirosina (PALLET *et al.*, 1998; VIVIANI *et al.*, 1998). Essa inibição causa depleção de plastoquinona, um cofator essencial para a enzima fitoeno desaturase, responsável pela produção de licopeno, α -caroteno e β -caroteno. A falta de carotenoides, conseqüentemente, leva à fotoxidação da clorofila e ao branqueamento das plantas.

O isoxaflutole apresenta preferência pela absorção radicular, embora a absorção por sementes também seja possível. Seu metabólito ativo, a diquetonitrila, é absorvido exclusivamente pelas raízes. Após a absorção, tanto o isoxaflutole quanto a diquetonitrila são rapidamente translocados para o ápice da plântula, onde ocorre a conversão majoritária do isoxaflutole em diquetonitrila. Experimentos com aplicações foliares de isoxaflutole demonstraram a ocorrência de absorção foliar e translocação subsequente, evidenciando a mobilidade simplástica e apoplástica do herbicida e seu principal metabólito (SPRAGUE *et al.*, 1999; YOUNG; HART, 2000).

3.6 FLUMIOXAZINA

O Flumioxazina, é um herbicida seletivo, não sistêmico, não-iônico, que atua como inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO). Ele apresenta uma solubilidade em água de $1,79 \text{ mg L}^{-1}$ a 25°C e pressão de vapor de $2,41 \times 10^{-6} \text{ mmHg}$ a 22°C , com meia-vida no solo de aproximadamente 22 dias. Pertencente ao grupo químico das N-fenil-ftalimidas, é utilizado para o controle de plantas daninhas em diversas culturas (CARBONARI; GOMES; VELINI, 2010; WEED SCIENCE, 2014; SOUSA JONAS *et al.*, 2020). Esse herbicida se degrada principalmente por ação microbiana no solo, apresenta baixa solubilidade e alta adsorção pela matéria orgânica do solo, sendo considerado não volátil (LOBATO, 2016).

O mecanismo de ação do Flumioxazina se baseia na inibição da enzima PPO (protoporfirinogênio-oxidase), que é crucial para a produção de clorofila. Essa inibição leva ao acúmulo de protoporfirinogênio IX, que migra para o citoplasma, onde se converte em protoporfirina IX. Essa molécula, em contato com a luz, gera oxigênio singlete, causando danos às membranas celulares e inibindo a fotossíntese. A presença de luz intensifica os sintomas necróticos nas plantas suscetíveis (GEHRKE *et al.*, 2020).

A seletividade dos herbicidas inibidores da PROTOX geralmente está ligada ao metabolismo rápido do herbicida nas plantas, frequentemente via citocromos P-450 ou conjugação com glutathione. No entanto, também pode haver menor absorção foliar ou radicular, menor translocação, superprodução ou insensibilidade enzimática e sequestração do herbicida (CHRISTOFFOLETI; NICOLAI, 2016).

Shoup *et al.* (2003), em seu experimento, constataram que a resistência aos inibidores da PROTOX não está associada ao metabolismo diferencial. Li *et al.* (2004), trabalhando com biótipos de *A. tuberculatus* resistentes aos inibidores da PROTOX, observaram que o acúmulo de protoporfirina-IX no citoplasma celular das plantas resistentes tratadas com os herbicidas foi menor quando comparado às plantas suscetíveis.

3.7 IMAZAPIQUE

O imazapique, um herbicida sistêmico da classe das imidazolinonas, é indicado para aplicação em pré e pós-emergência inicial em diversas culturas, incluindo arroz, amendoim e cana-de-açúcar, com destaque para o controle da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). Sua alta solubilidade em água (2200 mg L^{-1}), baixo coeficiente de partição octanol-água (Kow 0,01 em pH 7,0) e baixa pressão de vapor ($1,3 \times 10^{-5} \text{ mm Hg}$ a 25°C) indicam sua mobilidade no

ambiente. Sua meia-vida média de 30 dias, suscetível a variações com as condições edafoclimáticas, é principalmente influenciada pela atividade microbiológica (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

O imazapique atua como um inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS), também conhecida como hidroxiaacético sintetase (AHAS), bloqueando a síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018). Essa inibição interrompe a síntese proteica, levando à cessação da biossíntese do DNA, do crescimento celular e, por fim, a morte da planta.

As características físico-químicas dos herbicidas desse grupo, como os coeficientes de dissociação em meio ácido (pK_a) e de partição octanol-água (K_{ow}), influenciam a dinâmica desses produtos no solo, resultando em uma persistência prolongada (VENCILL, 2002; RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

3.8 SULFENTRAZONE

O sulfentrazone é um herbicida pré-emergente com ação inibitória da Protoporfirinogênio Oxidase (PROTOX), com a fórmula química $N-[2,4\text{-dicloro-5-[4-(difluorometil)-4,5\text{-dihidro-3-metil-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-il}] fenil}] metanossulfonamida$, pertence ao grupo químico das aril triazolinonas (SHANER, 2014). É considerado um ácido fraco com um pK_a de 6,56, o que significa que sua constante de dissociação está na mesma faixa de pH ($pK_a \pm 1$) da maioria dos solos agrícolas. Essa característica torna o pH um fator crucial na atividade do sulfentrazone (GEHRKE *et al.*, 2020).

Apresenta alta solubilidade em água (780 mg L^{-1}), baixa pressão de vapor ($1 \times 10^{-7} \text{ mm Hg}$ a 25°C), mobilidade moderada no solo e baixa adsorção (K_{oc} 43). Seu pK_a é de 6,56 e seu coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) é de 9,8 (pH 7,0). Sua meia-vida no solo é de aproximadamente 180 dias, sendo sua degradação principalmente via microbiana (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

O mecanismo de ação do sulfentrazone, assim como de outros herbicidas do grupo das triazolinonas, se baseia na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Essa inibição impede a conversão do protoporfirinogênio IX em protoporfirina IX, levando ao acúmulo do primeiro composto nos cloroplastos das células. Quando a capacidade de armazenamento do cloroplasto é excedida, o protoporfirinogênio IX extravasa para o citosol, onde é convertido em protoporfirina IX. Na presença de luz, a protoporfirina IX gera oxigênio

reativo, o que resulta na ruptura da membrana celular e na morte da planta (BARBERIS *et al.*, 2009).

A absorção do sulfentrazone ocorre principalmente pelas raízes e sua translocação é realizada pelo xilema até as folhas, onde atinge o cloroplasto, local de ação da enzima PROTOX (MATRINGE *et al.*, 1989). Os primeiros sintomas de fitotoxicidade, como clorose e necrose, se manifestam após a exposição à luz (WEHTJE *et al.*, 1997).

3.9 OXIFLUORFEM

O oxifluorfem (2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl) benzene) é um herbicida de contato, podendo ser utilizado em pré e pós-emergência, pertencente à classe dos éteres difenílicos, os quais requerem luz para ativar-se (MATSUNAKA, 1969).

O mecanismo de ação do oxifluorfem consiste na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (protox), uma enzima essencial na via de biossíntese de porfirina nos cloroplastos. A inibição da protox impede a formação da clorofila e resulta no acúmulo de seus precursores. Na presença de luz, esses precursores são convertidos em espécies reativas que danificam a membrana celular, levando à morte celular (LAGANA *et al.*, 2000). Estudos adicionais sugerem que os difenileteres podem ter um efeito direto sobre as membranas celulares das plantas, causando extravasamento do conteúdo celular e desequilíbrio iônico, culminando em morte celular (PRENDERVILLE; WARREN, 1977). A perda de eletrólitos foi observada apenas 12 horas após a aplicação do herbicida no tecido foliar, sugerindo que esse efeito é um resultado da morte celular e não a causa primária.

Esse princípio ativo apresenta uma meia-vida no solo que varia de 30 a 603 dias. Devido à sua baixa solubilidade em água (0,1 mg/L), o herbicida tende a permanecer adsorvido aos solos e sedimentos (SCRANO *et al.*, 1999; EXTOWNET, 2002; USDA, 2005). A taxa de dissipação do oxifluorfem no solo é influenciada pela temperatura e umidade, sendo a temperatura o fator mais determinante; a dissipação é praticamente inexistente a 10°C (YEN, SHEU e WANG, 2003).

No Brasil o oxifluorfem, é registrado para nas culturas de Algodão, Arroz Irrigado, Café, Cana-de-açúcar, Citros, Pinus e Eucalipto (PEREIRA, 1987).

4 REFERÊNCIAS

- ABREU, W. C. D.; LOPES, C. D. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, G. B. M. D., & BARCELO, M. D. F. P. (2012). Características física-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impresso), 71(4), 656–661.
- ALCARDE, A. R. Cana-de-açúcar. **EMBRAPA**. 2015. Campinas. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_108_22122006154841.html. Acesso em: 10 ago. 2024
- ARIFFIN, A. A.; Bakar, J.; Tan, C. P.; Rahman, R.A.; Karim, R.; Loi, C. C. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. **London**, v. 114, n. 2, p. 561-564, 2009.
- ASSIS, W. O.; FARIA, A. R.; PAES, R. de A.; MELO, L. D. F. de A.; REIS, L. S.; MEDEIROS, L. dos S.; SANTOS, P. da S.; ASSIS, S. C. de M. DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE ALFACE SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE TORTA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, Suplemento, p. e8955, 2019.
- BARBEAU, G. La Pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**, Paris, v. 45, n. 2, p. 141 – 147, 1990.
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P. D.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1106-1109, 2006.
- BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; COSTA, C. G. Sistemática de angiosperma no Brasil. São Paulo: EDUSP, 1978. V. 1, 255 p.
- BERNARDI, L.; WDOWCZYK-SZULC, J.; VALENTI, C.; CASTOLDI, S.; PASSINO, C.; SPADACINI, G.; SLEIGHT, P. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. **J Am Coll Cardiol**. 2000 May;35(6):1462-9. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00595-7.
- BICCA, M. L. Revisão sobre a cultura da pitaya e concentrações de ácido bórico e temperaturas na conservação de grãos de pólen de diferentes espécies. 2021. 84 p. Tese de Doutorado. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Pelotas.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. Biochemistry and molecular biology of plants. 3rd ed. Rockville: **American Society of Plant Physiologists**, p. 1367; 2000.
- CANTO, A.R. El cultivo de pitahaya en Yucatán. Yucatán: Universidad Autónoma de Chapingo, 1993.
- CEZARINO, H. J. Isoxaflutole: um novo herbicida para o controle de plantas daninhas em culturas de milho. In: Anais do Congresso Brasileiro de Ciência das Plantas Daninhas, 1997, Londrina. Anais... Londrina: ABCP, 1997. p. 1-10.

COSTA, A. C., RAMOS, J. D., MENEZES, T. P. D., LAREDO, R. R., & DUARTE, M. H. Quality of pitaia fruits submitted to field bagging. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017377>

COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; MENEZES, T. P.; MOREIRA, R. A.; DUARTE, M. H. Adubação orgânica e Lithothamnium no cultivo da pitaia vermelha. *Semina*, Londrina, v. 36, n.1, p. 77-87, 2015.

COSTA, A. C, RAMOS, J. D., SILVA, F. O. D. R., DUARTE, M. H. Floração e frutificação em diferentes tipos de cladódios de pitaia-vermelha em Lavras -MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 279- 284, 2014.

COSTA, A. C. Cenário atual e projeções para a produção de pitaia. In: LACERDA, V. R.; ALMEIDA, S. (org.). E-book I Circuito Internacional da Pitaia: tendências e projeções latino-americanas para a cultura da pitaia. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais – FEPAF, 2022. p. 10-14. Disponível em: https://www.fepaf.org.br/wp-content/uploads/2022/08/E-book-I-Circuito-pitaia-pronto_compressed-1.pdf Acesso em: 1 jan. 2025.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. Pitaya growing in the Florida home landscape. Orlando: **Institute of Food and Agricultural Sciences**, 2005.

DECHEN, A. R; BOARETTO, A. E; VERDADE, F. C. Anais dos Simpósios. XX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. **Fundação Cargill**. p. 1 425, 1992.

DEMBITSKY, V. M.; POOVARODOM, S.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; VEARASILP, S.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1671-1701, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.003>. Acesso em: 03 jul. 2024.

EMBRAPA - Fertirrigação de hortaliças – 2004 – Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/778821/1/ct32.pdf> Acesso em: 20 jul. 2024.

FACHINELLO, J. C. PASA, M. da S.; SCHIMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.** 33 (spe1), Out 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500014>

FAQUIN, V. – Nutrição mineral de plantas. - Lavras: ESAL-FAEPE, 227 p. 1994.

FERREIRA, E. S.; ZOTARELLI, E. M. M.; SALVIATI, L. Efeitos da utilização da torta de filtro na produtividade da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4, 1986, Piracicaba. Anais. Piracicaba: Copersucar, p. 321-331, 1986.

FILGUEIRA, F. A. R. – Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças – 3. Ed. Rev. e Ampl. – Viçosa, MG : Ed. UFV 2008.

FREITAS, S. T.; MITCHAM, E. J. Quality of pitaya fruit (*Hylocereus undatus*) as influenced by storage temperature and packaging. **Crop Science**, Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) 70 (4), Aug 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000400006>

GONÇALVES, J. C.; NETO, X. R. P.; NUNES, E. H.; PECORARO, C. A.; usoil chemical attributes. Semina: **Ciênc. Agrár. Londrina**, v. 44, n. 2, p. 755-766, mar./abr. 2023

GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; KARIYAWASAM, M. Dragon fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. In: PUSHPAKUMARA, D. K. N.; GUNASENA, H. P.M.; SINGH, V. P. Underutilized fruit trees in Sri Lanka. Nairobi: World Agroforestry Centre, 2007. 110-142p.

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

HE, J.; DUKES, M.D.; HOCHMUTH, G.J.; JONES, J.W.; GRAHAM, W.D. -Identifying irrigation and nitrogen best management practices for sweet corn production on sandy soils using CERES-Maize model - **Agricultural Water Management** 109:61-70. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.02.007> Acesso em: 02 fev, 2024

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

HOR, S. Y.; AHMAD, M.; FADZIL, S.; MOHAMAD, A. S.; ASMAWI, M. Z.; ALI, R. M.; ISMAIL, N. H.; ZAKARIA, Z. A. Polyphenols from *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*: antioxidant activity and cytotoxicity evaluation. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 2, p. 662-667, 2012.

HOR, S. Y.; AHMAD, M.; FARSI, E.; YAM, M. F.; HASHIM, M. A.; LIM, C. P.; SADIKUN, A.; ASMAWI, M.Z. Safety assessment of methanol extract of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): Acute and subchronic toxicity studies. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Volume 63, Issue 1, June 2012, Pages 106-114. Doi <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2012.03.006> Acesso: 13 out. 2024.

HUETT, D.O.; DETTMANN, E.B. - Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture - Australian Journal of Experimental Agriculture, v.28, n.3, p.391-399, 1988. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/an/EA9880391> Acesso em: 03 fev. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/> Acesso em: 03 fev. 2024.

INTA. Guía técnica para la producción de pitahaya. San Marcos: Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuária, 2002. 52p.

KORNDÖRFER, G. H.; ANDERSON, D. L. Use and impact of sugaralcohol residues vinasse and filter on sugarcane production in Brazil. Sugar y azucar, **Engleood Cliffs**, v.3, p.26-35, 1997

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

LIM, H. K., TAN, C. P., KARIM, R., ARIFFIN, A. A., BAKAR, J. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1326-1331, 2010.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 3, p. 377-383, 2014.

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

LOPES, H.M.; GALVÃO, J.C.C.; DAVID, A.M.S.S.; ALMEIDA, A.A.; ARAÚJO, E.F.; MOREIRA, L.B.; MIRANDA, G.V. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho em função da adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.265-275, 2004. Disponível em: rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/107/0 Acesso em: 20 fev. 2024.

LUDERS, L., MC MAHON, G. The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*). Australia: Department of Primary Industry, **Fisheries and Mines**. 2006.

MALAVOLTA, E. – ABC da adubação - 5. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 292 p. 1989.

_____ - Manual de nutrição de plantas - São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants, 3ed. London: Academic Press, 2012. 889p.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A. de.; SILVA, F. O. dos R. Fenologia reprodutiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.984- 987, 2011

MARQUES, V. B. Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose). 2010. 141 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; CRUZ, M. C. M. Profundidade de plantio e dominância apical na estaquia de pitaia vermelha. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2091-2098, 2012. Available from: doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n6p2091.

MARTINS, M. M. V.; BISPO, S. Q. A.; NONNENBERG, M. J. B. Normas Voluntárias de Sustentabilidade (NVS) e implicações sobre as exportações de produtos do agronegócio: frutas. Brasília: Ipea, out. 2023. 85 p.: il. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2931-port>

MENDES, C.A.P. Composto orgânico: aplicações, benefícios e restrições de uso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 65-67.

MEEK, B.; GRAHAM, L.; DONOVAN, T. Long-term effects of manure on soil nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, organic matter and water infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.46, p.1014-1019, 1982.

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

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulada bioclastica. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 762-766, Outubro 2011.

NOELLSCH, A. J.; MOTAVALLI, P. P.; NELSON, K. A.; KITCHEN, N. R. Corn response to conventional and slow-release nitrogen fertilizers across a Claypan Landscape. **Agronomy Journal**, v. 101, n. 3, p. 607–614, 2009. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/101/3/607?access=0&view=pdf> Acesso em: 03 fev. 2024.

NUNES JÚNIOR, D. Torta de filtro: de resíduo a produto nobre. *Idea News*, Ribeirão Preto, v. 8, n. 92, p. 22-30, 2008.

ORTÍZ-HERNÁNDEZ, Y.D., LIVERA-MUÑOZ, M.; CARRILLO-SALAZAR, A. Asimilación de CO₂ por la pitahaya *Hylocereus undatus* en condiciones de campo. **Agrociencia**, Montecillo, v.33, p.165-169, 1999.

ORTIZ- HERNÁNDEZ, Y. D. Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* sp.). 1 ed. Oaxaca: IPN-CONACYT-SIBEJ-FMCN, 2000. 124p.

PAULA, C.C. de; RIBEIRO, O. B. de C. cultivo prática de Cactáceas. Viçosa, MG: UFV, 2004.

PONTES FILHO, F. S. T.; ALMEIDA, E. I. B.; BARROSO, M. M. A.; CAJAZEIRA, J. P.; CORRÊA, M. C. M. Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 788-793, 2014.

POTAFOS. Brasil: consumo aparente de fertilizantes. – 2006. Disponível em: www.potafos.org Acesso em: 16 jan 2024.

RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/Potafos, 343 p. 1991.
RESEARCHANDMARKETS. Dragon Fruit – Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts 2019-2029. Relatório, fevereiro 2024. 120 p. Disponível em: https://www.researchandmarkets.com/reports/5023850/dragon-fruit-market-share-analysis-industry?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 20 set. 2024.

RODRIGUES, R. A.; ALMEIDA, L. F. Herbicidas: Princípios de Ação e Utilização em Diferentes Culturas. Editora UFV. 2018.

ROLAS. Recomendações de adubações e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3. Ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul. 1994. 224 p.

ROUCHAUD, J., BOUCHE, M. P., & GUILLAUME, J. (1998). Environmental Fate of Isoxaflutole in Soil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 46(10), 4203-4209.

SILVA, A. de C. C. da. Pitaya: Melhoramento e produção de mudas. 2014. 132f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

SMITH, S. R.; HADLEY, P. A. Comparison of the effects of organic and inorganic nitrogen fertilizers their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune) **Plant and soil**, Dordrecht, v. 115, n. 1, 1989.

SOCHA, A. M. A. From Areolas to Zygocactus: an evolutionary masterpiece: synopsis of the Family Cactaceae. Disponível em: <https://www.nybg.org/bsci/herb/cactaceae1.html> Acesso em: 10 nov. 2023.

SOUZA, R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio In: FERNANDES, M. S. (ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências dos Solos. 2006. 216 p.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. **Food Chemistry, London**, v. 77, n. 1, p. 101-106, May 2002.

TIBAU, A. O. Matéria Orgânica e Fertilidade do Solo. São Paulo: Nobel, 1984.

UNIFERTIL - Nutrientes: Do que as plantas precisam? - UNIVERSAL DE FERTILIZANTES S.A. Out. 2012. Disponível em: <http://unifertil.com.br/wpcontent/uploads/2018/04/Artigo-n%C2%BA-2-Nutrientes-O-que-as-plantas-precisam.min.pdf> Acesso em: 03 fev. 2024.

VIDAL, J. The Role of Carotenoids in Photosynthesis. *Photosynthesis Research*, 51(2), 107-116. 1997.

XU, L.; ZHANG, Y. WANG, L. Structure characteristics of a water-soluble polysaccharide purified from dragon fruit (*Hylocereus undatus*) pulp. **Carbohydrate Polymers**, Amsterdam, v. 136, p. 732-739, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.09.099>. Acesso em: 1 set. 2024.

WALLACE, R. S.; GIBSON, A. C. Evolution and Systematics. In: Park S. Nobel (ed.). *Cacti: Biology and uses*. Ed. University of California Press. California, EUA. 2002.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização e frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.023-038, 2014. doi:<https://doi.org/10.1590/0100-2945-443/13>

CAPÍTULO II

PRODUTIVIDADE E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES DAS PLANTAS DE PITAYA SOB DIFERENTES COMBINAÇÕES DE ADUBOS QUÍMICOS NPK

RESUMO: A pitaya (*Hylocereus costaricensis*) é uma fruta exótica nativa da América Tropical, reconhecida como uma alternativa promissora para a diversificação de culturas nas propriedades rurais, devido à sua alta aceitação, rusticidade e tolerância a fatores abióticos. Em Alagoas, a cultura da pitaya ainda se encontra em fase de adaptação, o que demanda informações que subsidiem a adequação dos sistemas de produção às condições edafoclimáticas específicas da região. Objetivou-se com esse trabalho, avaliar o desempenho agrônômico e absorção de nutrientes da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*), submetida a diferentes nutrientes (N, P e K). O ensaio experimental foi conduzido no *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA-UFAL), com oito tratamentos e quatro repetições (blocos), totalizando 32 parcelas experimentais, onde foram avaliadas sete combinações de fontes de adubo N, P e K (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e a testemunha). As mudas foram plantadas com o tamanho padronizado de 40 cm e avaliou-se: Índice de verde dos cladódios (IV), Altura do cladódio principal (AP), Massa fresca do cladódio principal (MFCP), Número de cladódios por planta (NBP), Comprimento total dos cladódios secundários (CTC), Comprimento médio por cladódio (CMC), Massa fresca total dos cladódios secundários (MFC), Massa fresca média por cladódio (MFMC), Circunferência do cladódio (CC), Teor de nitrogênio na planta (TN), Teor de fósforo na planta (TP), Teor de potássio na planta (TK), Teor de nitrogênio no cilindro central (TN1), Teor de fósforo no cilindro central (TP1) e Teor de potássio no cilindro central (TK1), Circunferência do fruto (CF), Comprimento do fruto (C) e Largura do fruto (LF), °Brix, Peso fresco do fruto (PFF), Peso da polpa (PP), Peso da casca e produtividade (Prod), Teor de nitrogênio na polpa (TNP), Teor de fósforo na polpa (TFP), Teor de potássio na polpa (TKP), Teor de nitrogênio na casca (TNC), Teor de fósforo na casca (TPC) e Teor de potássio na casca (TKC). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Observou-se que a utilização do nitrogênio, isoladamente ou em combinação com fósforo e/ou potássio, influenciou positivamente a maioria das variáveis de crescimento vegetativo, como índice de verde, altura e massa fresca dos cladódios, destacando o papel central do N no desenvolvimento. Em relação à qualidade dos frutos (LF, °BRX, PFF, PP) foram significativamente influenciadas em sua maioria pela utilização da combinação PK e NP. A produtividade foi otimizada pelos tratamentos NP, NPK, PK e P, atingindo entre 5.362,85 kg ha⁻¹ a 6.416,19 kg ha⁻¹, o que reforça a relevância da adubação equilibrada para maximizar o desempenho produtivo. Conclui-se que a ordem geral de concentração de macronutrientes na planta e nos frutos é K>N>P, confirmando a elevada exigência da cultura por potássio.

Palavras-chave: *Hylocereus costaricensis*. Fruticultura. Adubação convencional. Micronutrientes primários.

PRODUCTIVITY AND NUTRIENT UPTAKE OF PITAYA PLANTS UNDER DIFFERENT COMBINATIONS OF NPK FERTILIZERS

Abstract: Pitaya (*Hylocereus costaricensis*) is an exotic fruit native to tropical America, recognized as a promising alternative for crop diversification in rural properties due to its high acceptance, hardiness, and tolerance to abiotic factors. In Alagoas, pitaya cultivation is still in the adaptation phase, requiring information to support the adjustment of production systems to the specific edaphoclimatic conditions of the region. This study aimed to evaluate the agronomic performance and nutrient uptake of red pitaya (*H. costaricensis*) subjected to different nutrient combinations (N, P, and K). The experiment was carried out at the Center of Agricultural and Engineering Sciences (CECA-UFAL), in a randomized block design with eight treatments and four replications (32 experimental plots). Seven combinations of N, P, and K fertilizers (N, P, K, NP, NK, PK, NPK) and an unfertilized control were evaluated. Seedlings with a standardized height of 40 cm were planted, and the following variables were assessed: cladode greenness index (IV), main cladode height (AP), fresh mass of the main cladode (MFCP), number of cladodes per plant (NBP), total length of secondary cladodes (CTC), average length per cladode (CMC), total fresh mass of secondary cladodes (MFC), average fresh mass per cladode (MFMC), cladode circumference (CC), nitrogen content in the plant (TN), phosphorus content in the plant (TP), potassium content in the plant (TK), nitrogen content in the central cylinder (TN1), phosphorus content in the central cylinder (TP1), potassium content in the central cylinder (TK1), fruit circumference (CF), fruit length (C) and width (LF), °Brix, fresh fruit weight (PFF), pulp weight (PP), peel weight, productivity (Prod), nitrogen content in the pulp (TNP), phosphorus content in the pulp (TFP), potassium content in the pulp (TKP), nitrogen content in the peel (TNC), phosphorus content in the peel (TPC), and potassium content in the peel (TKC). Data were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Scott-Knott test ($p < 0.05$). Nitrogen, applied alone or in combination with phosphorus and/or potassium, positively influenced most vegetative growth variables, such as cladode greenness, height, and fresh mass, highlighting the central role of N in plant development. Regarding fruit quality (LF, °Brix, PFF, PP), significant improvements were observed mainly under PK and NP combinations. Productivity was optimized with NP, NPK, PK, and P treatments, reaching between 5,362.85 kg ha⁻¹ and 6,416.19 kg ha⁻¹, reinforcing the relevance of balanced fertilization to maximize productive performance. Overall, the order of macronutrient accumulation in plants and fruits was K > N > P, confirming the high demand of the crop for potassium.

Keywords: *Hylocereus costaricensis*; fruit crops; conventional fertilization; primary macronutrients.

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura ocupa papel de destaque entre as atividades agrícolas, sendo responsável pela geração de milhões de empregos diretos e indiretos. Esse desempenho se deve, principalmente, à necessidade de mão de obra intensiva e qualificada, o que favorece melhores condições socioeconômicas para pequenos produtores e contribui significativamente para a fixação do homem no campo (WURZ *et al.*, 2020).

No Brasil, o consumo de frutas tem apresentado crescimento nos últimos anos, impulsionado por fatores como o aumento do poder aquisitivo da população, a valorização de hábitos alimentares saudáveis e a maior oferta e diversidade de frutas no mercado (COSTA *et al.*, 2014; WATANABE; OLIVEIRA, 2014). Embora a demanda ainda se concentre, em grande parte, em espécies tradicionais, frutas exóticas vêm ganhando espaço, destacando-se a pitaya (*Hylocereus* spp.).

A pitaya é uma planta perene, xerófita, de hábito rupícola e/ou terrestre, com crescimento ramificado e cladódios (caules suculentos) de coloração verde quando jovens, tornando-se mais pálidos com o envelhecimento. Apresenta espinhos curtos (1 a 4 mm de comprimento) e pertence à família Cactaceae, sendo nativa das regiões tropicais das Américas (LÜDERS; McMAHON, 2006; MADGWICH, 1991). O termo “pitaya” refere-se tanto à planta quanto ao fruto (ZEE; YEN; NISHINA, 2004), cujo nome tem origem indígena e significa “fruto escamoso” (ECHEVERRI, 1990). Internacionalmente, é conhecida como *dragon fruit* (fruta-do-dragão) (LIMA, 2013). Essa cultura vem sendo considerada promissora para o desenvolvimento agrícola em regiões de clima tropical e subtropical, devido à sua rusticidade e capacidade de adaptação (MOHAMED-YASSEEN, 2002).

Apesar da expansão recente do cultivo de pitaya no Brasil, ainda são escassas as informações técnicas disponíveis, especialmente no que se refere ao manejo nutricional da cultura. Em geral, as práticas de adubação são baseadas em extrapolações de recomendações para outras espécies frutíferas, o que pode comprometer a produtividade e sustentabilidade dos cultivos (CAVALCANTE *et al.*, 2011). Isso evidencia a urgência de estudos agronômicos que forneçam parâmetros mais precisos aos produtores.

Embora apresente elevada rusticidade, a pitaya responde significativamente ao fornecimento adequado de matéria orgânica e nutrientes essenciais, sobretudo nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (NUNES *et al.*, 2014; ORTIZ-HERNÁNDEZ, 2000). O nitrogênio desempenha papel fundamental nas fases de crescimento vegetativo e pré-florescimento, promovendo o desenvolvimento de raízes e brotações; o fósforo é essencial para a formação e

maturação dos frutos, enquanto o potássio está diretamente envolvido no transporte de carboidratos e na regulação estomática, sendo determinante para a qualidade dos frutos (LÜDERS, 2004; MARENCO; LOPES, 2011; DUARTE, 2013).

Apesar dessa relevância nutricional, observa-se que ainda há lacunas significativas quanto ao conhecimento da dinâmica de absorção de nutrientes pela cultura da pitaya. Nesse cenário, a ausência de recomendações técnicas específicas para o manejo nutricional representa um dos principais entraves ao seu avanço comercial em larga escala. A adoção de adubações empíricas, desvinculadas da realidade fisiológica da espécie, pode comprometer a eficiência produtiva e gerar desequilíbrios nutricionais. Além disso, a escassez de estudos que avaliem a resposta da cultura à aplicação de diferentes combinações de nutrientes dificulta o estabelecimento de programas de adubação baseados em critérios científicos.

Dessa forma, a geração de dados agronômicos sólidos relacionados à absorção e acúmulo de nutrientes, bem como à produtividade da pitaya em resposta a distintas estratégias de fertilização, é essencial para promover o uso racional de insumos, elevar a sustentabilidade dos sistemas produtivos e apoiar tecnicamente produtores e extensionistas. Diante do exposto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a produtividade e a absorção de macronutrientes primários da pitaya sob diferentes combinações de adubações NPK.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do *Campus* de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (9°27'58,7" S; 35°49'47,2" W; 127 m), localizado na região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro, município de Rio Largo, Alagoas, no período de outubro de 2021 a maio de 2023. O clima da região é úmido, megatérmico, com deficiência hídrica moderada no verão e grande excesso de água no inverno (THORNTHWAITE; MATHER, 1955). A precipitação pluvial média anual é 1.800 mm, a temperatura do ar varia de 19,3°C (Agosto) a 31,7°C (Janeiro), com média anual de 25,4 °C e a umidade relativa do ar média mensal fica acima de 70% (SOUZA *et al.*, 2005). O solo da área experimental é classificado como Latossolo amarelo coeso argissólico de textura médio-argilosa. As características físicas e químicas do solo estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1: Componentes químicos e físicos do solo da área experimental Centro de Ciências Agrárias para o cultivo da cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).

-----Atributos Químicos-----											
pH	K ⁺	P	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺
-----mg dm ⁻³ -----				-----cmol _c dm ⁻³ -----				----- mg dm ⁻³ -----			
4,9	20	4	13	2,2	1,1	1,1	0,94	328,6	3,01	0,72	5,20
CTC efetiva				% V (Ind.de Sat. de Bases)				Matéria Orgânica Total (%)			
3,25				24,5				2,22			

Fonte: Central Analítica, 2022.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em oito combinações de macronutrientes primários, a saber: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), nitrogênio + fósforo (NP), nitrogênio + potássio (NK), fósforo + potássio (PK), nitrogênio + fósforo + potássio (NPK) e uma testemunha (sem adubação). Cada parcela foi composta por uma estaca de sustentação, ao redor da qual foram implantadas três mudas de pitaya com aproximadamente 40 cm de comprimento, dispostas equidistantemente (Figura 1). As plantas foram estabelecidas com espaçamento de 3,0 m entre linhas e 2,5 m entre plantas na linha, totalizando uma densidade de 4.000 plantas ha⁻¹.

A implantação do pomar ocorreu em outubro de 2021. As estacas foram fixadas a 50 cm de profundidade no solo, com 1,5 m de altura livre acima da superfície. Na extremidade superior de cada estaca, fixou-se uma estrutura metálica em cruz, sobre a qual foi acoplado um pneu, servindo de suporte para a condução e sustentação dos cladódios secundários. Todas as parcelas foram submetidas às mesmas condições de manejo ao longo do ciclo experimental.

Para correção de acidez do solo e adubação, foram coletadas amostras na camada de 0-20 centímetros, e enviadas ao Laboratório da Central Analítica LTDA. A análise serviu como base para recomendar a dose necessária de calcário e adubação. A calagem foi realizada de forma manual 60 dias antes da adubação, aplicando-se 1,20 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, o qual apresentava PRNT de 80%. A adubação foi realizada para correção do solo, sendo assim, aplicou-se 40 kg/ha⁻¹ de nitrogênio (N), 120 kg/ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) e 317 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O), sendo as fontes ureia (45% de N), superfosfato simples (19% de P₂O₅) e cloreto de potássio (57,8% K₂O) (Figura 1). Essas informações da composição dos adubos foram observadas nos rótulos dos produtos comerciais.

Figura 1: Estacas de tutoramento na área experimental da pitaya e plantio da cultura (A), separação e pesagem dos adubos (B) e tratos culturais (poda de condução) (C).



Fonte: Autora (2021).

Durante a condução do experimento, foram realizados os tratos culturais necessários, tais como: podas de condução, capinas das plantas daninhas, irrigação e controle de pragas e doenças (com a utilização de defensivos agrícolas). Para a realização das irrigações, utilizou-se o sistema localizada por gotejamento, determinado a quantidade de água necessária a partir da evapotranspiração da cultura.

As avaliações da planta e do fruto foram realizadas em diferentes etapas do experimento, sendo realizadas em uma planta de cada parcela experimental. As características da planta avaliadas foram (Figura 2):

- **Índice de verde dos cladódios (IV):** a intensidade de verde, foi determinada com a utilização do Clorofilômetro modelo Chlorophyll Meter Spad- 502 Plus. Em cada parcela, os valores foram encontrados a partir de aferições feitas nas folhas das plantas – realizando-se no cladódio principal a uma altura de 1,5 m, e em um cladódio secundário, o qual se encontrava na altura de 1,7 m - onde em cada uma faz-se cinco aferições para determinar o valor médio do teor de clorofila por planta. A leitura (unidade SPAD) corresponde ao teor de pigmento na folha, e seu valor é equivalente à quantidade de luz transmitida pela folha em duas regiões de comprimento de onda, nas quais a absorção de clorofila é diferente (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

- **Altura do Cladódio Principal (AP):** as análises iniciaram aos 60 DAP (Dias após o plantio), sendo realizadas no intervalo de 60 dias, com o auxílio de uma trena, no entanto, AP final foi realizado aos 19 meses após o plantio, medindo a distância entre os 40 cm iniciais da planta até as brotações secundárias, em que os dados foram expressos em m.
- **Massa Fresca do Cladódio Principal (MFPC):** aos 19 meses após o plantio, as plantas foram cortadas a uma altura de 40 cm do solo, levadas a laboratório e pesadas, os dados foram expressos em kg.
- **Número de Cladódios por Planta (NCP):** realizado a partir da contagem numérica dos cladódios observados na planta avaliada em cada parcela experimental.
- **Comprimento Total dos Cladódios Secundários (CTC), Comprimento Médio por Cladódio (CMC):** os cladódios secundários foram medidos a partir do cladódio principal com auxílio de fita métrica e posteriormente foi obtido a média de tamanho por cladódios, os dados foram expressos em metros.
- **Massa Fresca Total dos Cladódios Secundários (MFC), Massa Fresca Média por Cladódio (MFMC):** os cladódios secundários foram pesados em balança digital de precisão e posteriormente foi determinado a média do peso por cladódio, os dados foram expressos em kg.
- **Circunferência do cladódio (CC):** medido com o auxílio de uma fita métrica, onde se escolhia 3 partes de cladódios (principal e secundários) de alturas diferentes e posteriormente realizava-se a média dessas medidas, os dados foram expressos em cm.
- **Teor de Nitrogênio na planta (TN), Teor de Fósforo na Planta (TP), Teor de Potássio na planta (TK), Teor de Nitrogênio no cilindro central (TN1), Teor de Fósforo no cilindro central (TP1) e Teor de Potássio no cilindro central (TK1):** a quantidade de nutriente presente no cladódio e no cilindro central (vaso condutor do cladódio da pitaya), foram determinadas em laboratório, seguindo a metodologia descrita por Bezerra Neto (2011), os dados foram expressos em g kg^{-1} .

Figura 2: Análises da parte vegetativa da pitaya: IV (A), AP (B), MVCP (C), CC (D), Processo de análise de nutrientes (E e F).



Fonte: Autora (2023).

As características avaliadas do fruto foram (Figura 3):

- **Circunferência do Fruto (CF):** as medições foram realizadas com o auxílio de uma fita métrica, os resultados foram expressos em cm.
- **Comprimento do fruto (C) e Largura do Fruto (LF):** com o auxílio do paquímetro foram realizadas medições do CF e LF, os resultados foram expressos em cm.
- **°Brix:** determinado com a solução da polpa das frutas, através do Pocket Refractometer PAL-3.
- **Peso fresco do fruto (PFF), Peso da Polpa (PP) e Peso da casca (PC):** os frutos de uma planta de cada parcela experimental foram colhidos e levado a laboratório, onde com o auxílio da balança de precisão realizou-se o peso fresco dos frutos, e

posteriormente separou-se casca da polpa e pesavou-se individualmente, os dados foram expressos em g.

- **Produtividade (Prod):** Estimada com base na multiplicação do número médio de frutos por planta, pelo peso médio dos frutos e pela densidade de plantas por hectare. Considerou-se, para o cálculo, o espaçamento adotado no experimento, em que três plantas foram conduzidas por estaca, totalizando 4.000 plantas por hectare. Dessa forma, o valor de produtividade por hectare foi obtido a partir da projeção do desempenho individual das plantas sobre a população total da área, os dados formaram expressos em Kg ha⁻¹.
- **Teor de nitrogênio na polpa (TNP), Teor de Fósforo na polpa (TFP), Teor de potássio na polpa (TKP), Teor de nitrogênio na casca (TNC), Teor de fósforo na casca (TPC) e Teor de potássio na casca (TKC):** a quantidade de nutriente presente na planta e nos frutos, foram determinadas em laboratório, seguindo a metodologia descrita por Bezerra Neto (2011), os dados foram expressos em g kg⁻¹.

Figura 3: Análises do fruto da pitaya: CF (A), PFF (B), Brix (C) e Peso da polpa (D).



Fonte: Autora (2023).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), com o auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, verifica-se que houve efeito significativo pelo teste F para as variáveis Índice de verde dos cladódios (IV), Altura do Cladódio Principal (AP), Massa Fresca do Cladódio Principal (MFCP), Número de Cladódios por Planta (NBP),

comprimento total dos cladódios secundários (CTB), comprimento médio por cladódio (CMC), massa fresca total das cladódios secundários (MFC) e massa fresca média por cladódio (MFMC) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle) aplicados na adubação (Tabela 2).

Na tabela 3, observa-se que houve diferença significativa pelo teste F para os diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle), aplicados na adubação da *Hylocereus costaricensis*, sendo Teor de nutrientes (N (TN), P (TP) e K (TK)) do cladódio e Teor de nutrientes (N (TN1), P (TP1) e K (TK1)) do cilindro central significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 2: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Índice de verde dos cladódios (IV), Altura do Cladódio Principal (AP), Massa Fresca do Cladódio Principal (MFCP), Número de Cladódios por Planta (NCP), Comprimento total dos cladódios secundários (CTB), Comprimento médio por cladódio (CMC), Massa fresca total das cladódios secundários (MFC), Massa fresca média por cladódio (MFMC) e Circunferência do cladódio (CC) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios								
		IV	AP (m)	MFCP (kg)	NCP (Unidade)	CTC (m)	CMC (m)	MFC (kg)	MFMC (kg)	CC (cm)
Adubo (A)	7	66,98**	0,10**	0,22**	9,85**	2,41**	0,018**	1,99*	0,02*	2,27 ^{NS}
Bloco	3	5,59 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,41 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,09 ^{NS}
Resíduo	21	11,52	0,01	0,11	0,65	0,08	0,0017	0,04	0,001	1,90
CV (%)		14,53	6,64	6,20	14,07	17,86	15,04	13,40	17,27	6,38

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2023).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Teor de Nitrogênio na planta (TN), Teor de Fósforo na Planta (TP) e Teor de Potássio na planta (TK), Teor de Nitrogênio no cilindro central (TN1), Teor de Fósforo no cilindro central (TP1) e Teor de Potássio no cilindro central (TK1) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios					
		TN (g kg ⁻¹)	TP (g kg ⁻¹)	TK (g kg ⁻¹)	TN1 (g kg ⁻¹)	TP1 (g kg ⁻¹)	TK1 (g kg ⁻¹)
Adubo (A)	7	4,82**	1,72**	65,94**	6,73**	0,52**	5,11**
Bloco	3	0,07 ^{NS}	0,20 ^{NS}	7,46*	1,25 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,47 ^{NS}
Resíduo	21	0,85	0,03	2,18	0,41	0,16	0,46
CV(%)		16,95	12,34	16,51	15,01	14,75	17,05

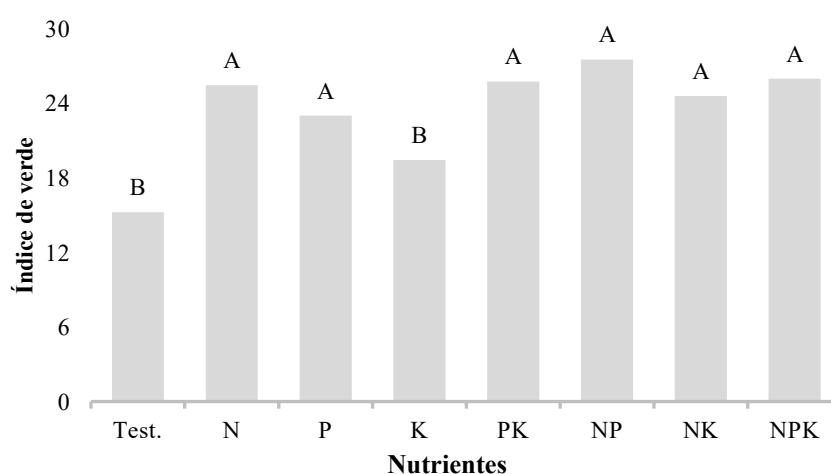
**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2023).

Os tratamentos N, NP, NK, NPK, P e PK proporcionaram os maiores valores de índice de verde, com variações entre 23,00 e 27,52 (Figura 4), indicando maior intensidade de coloração foliar em comparação à testemunha e aos demais tratamentos isolados. Esses resultados refletem a influência positiva da adubação com macronutrientes, especialmente quando combinados, sobre a pigmentação foliar das plantas de pitaya.

A intensidade do verde nas plantas está diretamente associada à concentração de clorofila, pigmento essencial para a fase fotoquímica da fotossíntese, que desempenha papel central na captação de energia luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2021). A presença de nitrogênio, elemento estrutural da clorofila, justifica o aumento no índice de verde observado nos tratamentos que o continham, especialmente quando associado ao fósforo e ao potássio, que contribuem para a eficiência metabólica e o equilíbrio nutricional da planta.

Figura 4: Índice de verde (IV) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

O índice de verde, amplamente utilizado para quantificar o conteúdo de clorofila em plantas, tem se mostrado um indicador valioso para desvendar aspectos cruciais da fisiologia e nutrição vegetal (SHAH *et al.*, 2017). Diversos estudos, como o de Ferhi *et al.* (2017), demonstram uma relação direta entre o índice SPAD e a atividade

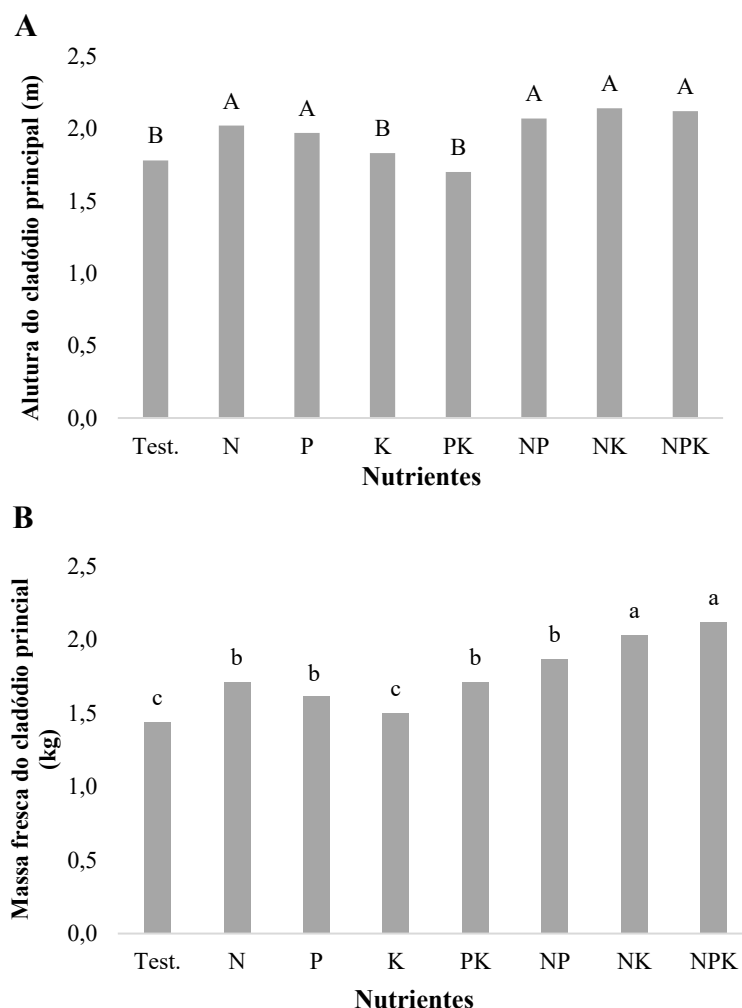
fotoassintética e o crescimento vegetal em diferentes espécies, como a ervilha. Essa correlação sugere que o SPAD pode servir como um indicador indireto da capacidade fotoassintética da planta, fornecendo informações valiosas sobre o potencial de crescimento e produtividade.

A relação entre o SPAD (índice de verde) e o estado nutricional da planta também tem sido amplamente explorada. Szulc (2021) destaca que as medições de SPAD refletem a condição de N na planta, corroborando com as observações de Rocha *et al.* (2005) que constataram correlação positiva entre o índice SPAD e o teor de N nas folhas de híbridos de milho. Essa relação também foi observada por Godoy *et al.* (2008) em estudos com cafeeiros, onde foi demonstrada uma correlação positiva entre o índice SPAD e o teor de N em folhas. Esses estudos, em conjunto, reforçam a importância do índice SPAD como um indicador do estado nutricional de N em diferentes culturas.

Os resultados do presente estudo, com maiores médias de índice de verde em condições de adubação com N, NP, NK, NPK, corroboram essa relação, evidenciando o papel crucial do N na fisiologia vegetal, levando a considerar que as plantas da pitaya nesses tratamentos não apresentam deficiência N em seus tecidos, o que sugere que a adubação com N, mesmo em combinações com outros nutrientes, contribui para um bom estado nutricional da planta, refletindo em um índice SPAD elevado.

Essa influência do N no estado nutricional da planta também se reflete em outros parâmetros de crescimento. A *Hylocereus costaricensis*, demonstrou diferenças estatísticas em relação à aplicação de diferentes nutrientes, sendo verificado que para a variável altura de planta (AP), as maiores médias foram obtidas com a aplicação dos adubos contendo os nutrientes N, P, NP, NK e NPK, sendo que a altura do cladódio principal variou entre 1,97 m e 2,14 m. Em relação à massa fresca do cladódio principal, os maiores valores foram registrados com o uso dos adubos NPK (2,12 kg) e NK (2,03 kg) (Figura 5). Esses resultados indicam que a adubação com N, seja isoladamente ou em combinação com outros nutrientes, promove um crescimento mais vigoroso da planta, evidenciado pelo aumento da altura do cladódio principal.

Figura 5: Altura do cladódio principal (AP) (A) e Massa Fresca do cladódio principal (MFCP) (B) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra maiúscula para AP e minúscula para MFCP não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

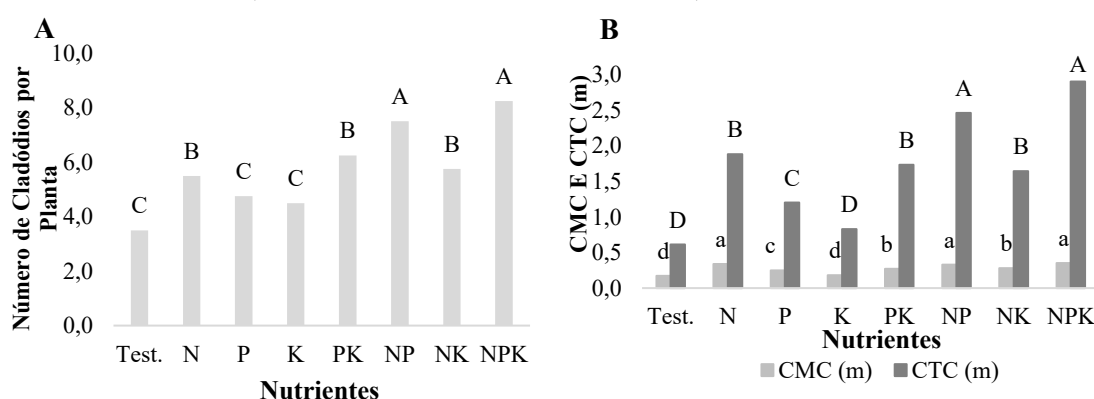
O presente estudo demonstra um maior percentual de crescimento e produção de massa verde da *Hylocereus costaricensis* em sua maioria nos tratamentos com a utilização de N na adubação, seja isoladamente ou associado ao P e K, corroborando com Rodrigues *et al.* (2024) que observaram um aumento significativo na altura e no teor de massa verde da palma forrageira em resposta à adubação nitrogenada, evidenciando a importância do N para o desenvolvimento da cultura. Silva *et al.* (2016), também observaram maior altura da palma forrageira no tratamento submetido à adubação mineral, atribuindo esse resultado à maior disponibilidade de nutrientes,

especificamente N. Santos *et al.* (2024), corroboram com esses resultados, observando uma resposta positiva da utilização de N na produtividade da parte área da palma.

No entanto, na Figura 5 do presente estudo demonstra que o P isoladamente não diferiu dos tratamentos N, NP, NK e NPK para a AP, sugerindo que o fósforo também desempenha um papel crucial no desenvolvimento da *Hylocereus costaricensis*. Moreira *et al.* (2020), estudando adubação fosfatada em cladódios de pitaya vermelha, verificaram um aumento de 205,8% no crescimento dos cladódios, corroborando com a importância do fósforo para o crescimento da cultura. Essa observação pode ser explicada pelo papel fundamental do fósforo no desenvolvimento das raízes, tornando-as mais robustas e eficientes na absorção de água e nutrientes do solo, além de sua participação vital no armazenamento e transferência de energia (RAIJ, 2017). O fósforo, como componente essencial do ATP, auxilia na conversão de energia durante a fotossíntese e na respiração celular, processos que são diretamente relacionados ao crescimento vegetal.

A aplicação de NPK e NP proporcionou um aumento significativo do número de cladódios, com uma média de 8 cladódios por planta (Figura 6). Além disso, o NPK e NP, também contribuiu para o aumento do comprimento total dos cladódios secundários, alcançando uma média de 2,90 m e 2,56 m, respectivamente. Em relação ao comprimento médio de cada cladódio (CMC), verifica-se que este foi influenciado pelo uso de NPK, N e NP apresentando médias que variaram de 0,33 m a 0,35 m.

Figura 6: Número de cladódios por planta (NCP) (A), Comprimento médio por cladódio (CMC) e Comprimento Total dos Cladódios (CTC) (B) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra maiúscula para NCP (Figura 6A) e CTC (Figura 6B) e minúscula para CMC (Figura 6B) não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

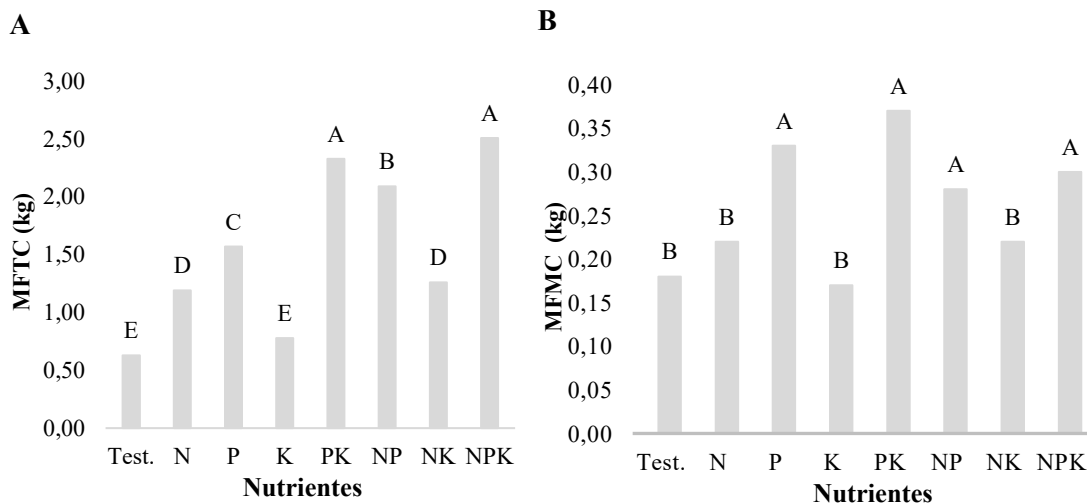
A produção de frutos em pitaya está relacionada à presença de cladódios secundários, sendo o número de cladódios um fator importante para produtividade da planta. Conforme Perez e Coto (2022), a emissão de brotos reprodutivos ocorre no início do período chuvoso, sugerindo que a produção de brotos vegetativos durante essa fase é reduzida ou inexistente. Esse padrão indica uma relação direta entre a disponibilidade de água e a priorização da reprodução pela cultura.

A pesquisa em questão observou um número de cladódios (NCP), significativamente superior nos tratamentos com a aplicação de NPK e NP, em comparação aos demais grupos. Esse resultado demonstra a importância dos macronutrientes essenciais ao desenvolvimento da cultura, com uma média de aproximadamente 8 cladódios para esse tratamento. Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados por Corrêa *et al.* (2014), que identificaram uma variação de 5 a 9 unidades. Almeida *et al.* (2014) constataram que as maiores médias de NCP foram alcançadas com a aplicação de doses de N e K ao solo, o que elevou a disponibilidade desses nutrientes na solução do solo para a planta.

Na figura 6B, é possível verificar que o comprimento total dos cladódios obteve seus melhores resultados quando as plantas de pitaya foram adubadas com NKP (2,90 kg) e NP (2,56 kg). Essa correlação positiva pode ser explicada pela maior quantidade de cladódios observadas nesses mesmos tratamentos, o que influencia diretamente no comprimento total dos cladódios. Esses resultados sugerem que a aplicação de NPK e NP impacta positivamente o desenvolvimento da planta, promovendo um aumento no NCP e no CTC. De acordo com Almeida *et al.* (2014), a aplicação de N e K, e a interação nitrogênio-potássio, influencia o crescimento de mudas de pitaya. Marques *et al.* (2011), verificaram que cladódios com comprimentos médios variando de 15 a 25 cm podem ser utilizados para produção de mudas.

A massa fresca total dos cladódios (MFC), apresentou um incremento significativo quando aplicado os nutrientes NPK e PK, obtendo 2,51 kg e 2,33 kg, respectivamente. Em relação à massa fresca média dos cladódios (MFMC), observou-se uma diferença estatística entre os tratamentos utilizados. Contudo, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos NPK (0,30 kg), NP (0,28 kg), PK (0,37 kg) e P (0,33 kg) (Figura 7).

Figura 7: Massa fresca total dos cladódios (MFC) e Massa fresca média dos cladódios (MVMC) (kg planta^{-1}) da *Hylocereus costaricensis* em função da aplicação de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Esses resultados corroboram com estudos anteriores que demonstram a importância do nitrogênio para o crescimento das plantas, aumentando o número de cladódios, altura e consequente aumento da massa fresca da palma (NETO *et al.*, 2020). O nitrogênio é um nutriente essencial para a formação de moléculas orgânicas, como proteínas e ácidos nucleicos, além de desempenhar papel fundamental na regulação da fotossíntese (CUNHA *et al.*, 2012; CAMARGO *et al.*, 2022). A associação do nitrogênio com outros nutrientes, como o fósforo e o potássio, parece potencializar o desenvolvimento da planta, como observado no presente estudo.

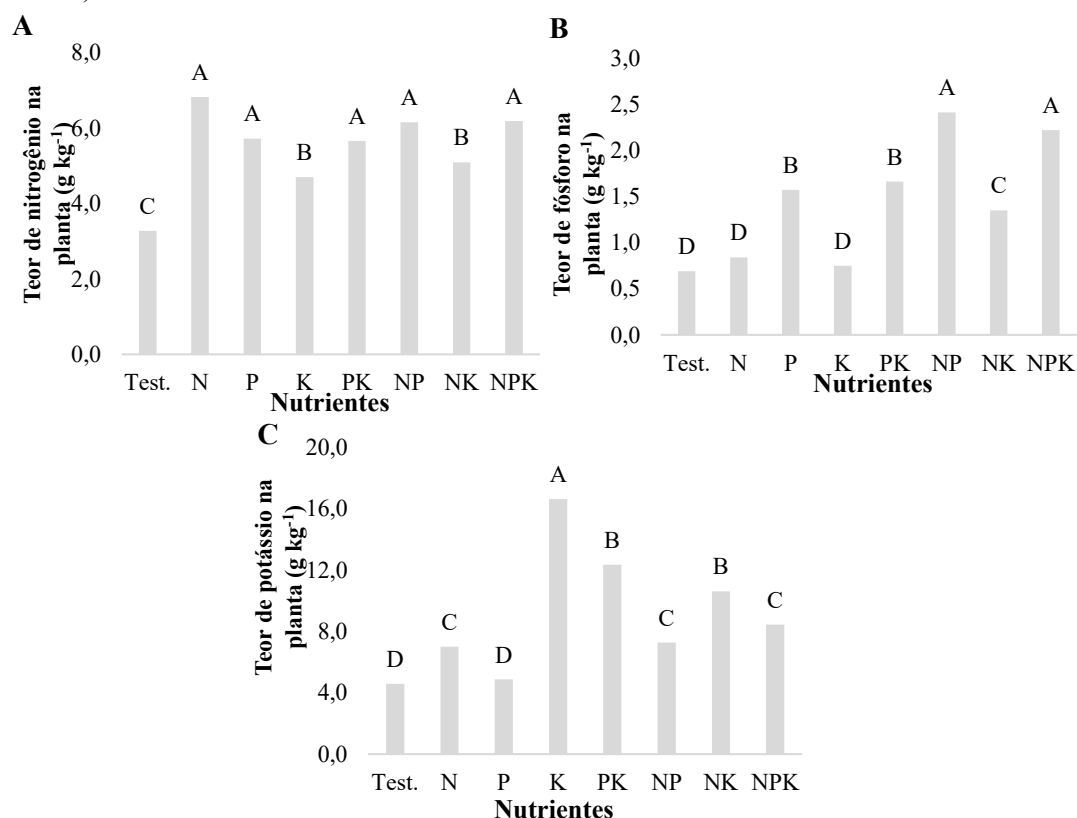
O potássio, por sua vez, desempenha um papel crucial no controle estomático, regulando a abertura e fechamento dos estômatos, o que impacta diretamente a entrada e saída de água, e consequentemente, a transpiração da planta (Rios *et al.*, 2022). Além disso, o potássio está indiretamente relacionado ao acúmulo e transporte de carboidratos e lipídeos, contribuindo para o desenvolvimento da planta.

Correa *et al.* (2014) destacaram a importância do fósforo (P) e do zinco (Zn) para o crescimento inicial da pitaya. A aplicação de P e Zn, e a interação entre esses nutrientes, influenciaram a disponibilidade de ambos no substrato, no sistema radicular e na parte aérea da planta.

A análise do teor de macronutrientes nos cladódios (Figura 8) revelou que a adubação com N, P, NP, NPK e PK não apresentaram diferença estatística para o teor de

nitrogênio (Figura 8A), obtendo valores médios variando entre 5,66 e 6,82 g kg⁻¹. O menor teor de N foi observado no tratamento testemunha (sem adubação), com 3,27 g kg⁻¹. Em relação ao fósforo, a adubação com NP (nitrogênio e fósforo) resultou em um teor de 2,41 g kg⁻¹, enquanto a adubação com NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) apresentou um teor de 2,22 g kg⁻¹. O teor de potássio nos cladódios foi significativamente influenciado pela adubação, onde a aplicação de K ao solo resultou no maior incremento de K nos tecidos vegetais (16,6 g kg⁻¹). Sendo assim, verifica-se que a ordem de abundância desses macronutrientes no tecido vegetal foi K>N>P.

Figura 8: Teores de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) nas plantas da *Hylocereus costaricensis* em função da aplicação de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



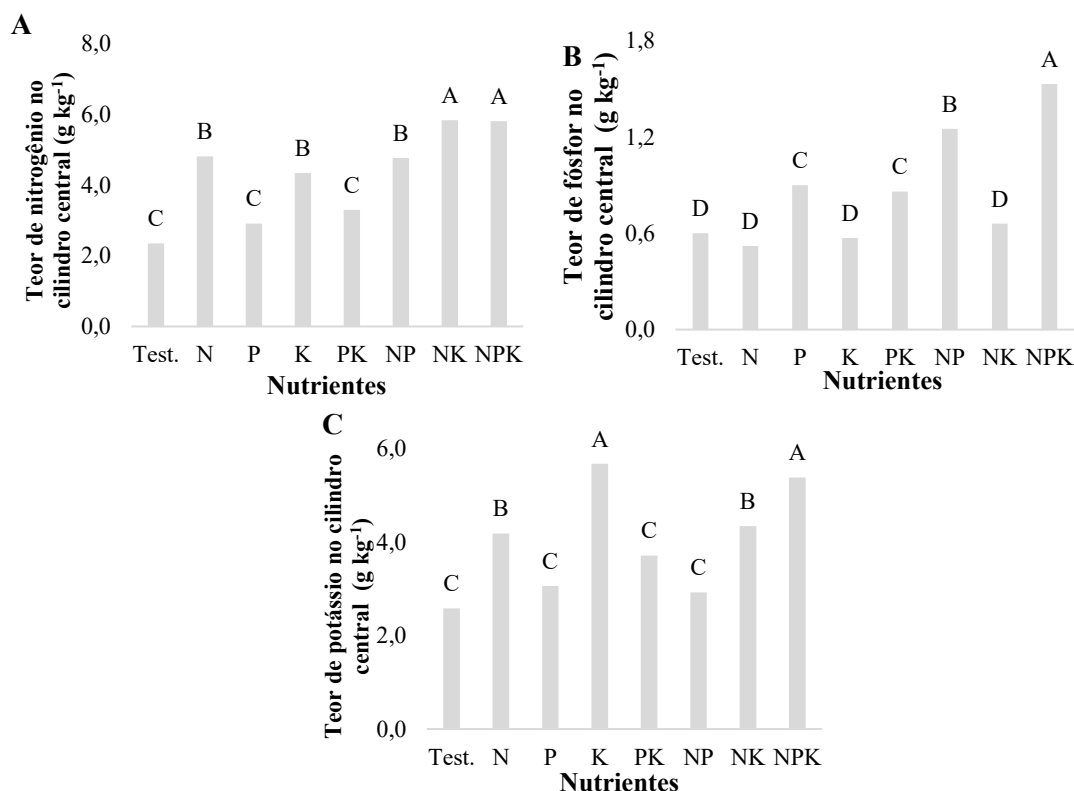
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

O cilindro central é o vaso condutor de nutrientes para toda a planta, verificando o teor de nutrientes presente nele, observou-se que para o teor de nitrogênio, não houve diferença estatística da utilização do NPK e NK, o que levou ao acúmulo de N de 5,80 g kg⁻¹ e 5,83 g kg⁻¹, respectivamente. Em relação ao fósforo verifica-se que se obtém uma maior concentração no cilindro central dos cladódios, com a aplicação de NPK,

resultando em um acúmulo de fósforo de $1,53 \text{ g kg}^{-1}$. O teor de potássio também foi influenciado pelos nutrientes utilizados na adubação, apresentando maior concentração quando se utilizou K e NPK, observando valores médios de $5,67 \text{ g kg}^{-1}$ de K e $5,38 \text{ g kg}^{-1}$ de K, respectivamente (Figura 9).

Figura 9: Teores de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) do cilindro central da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Verifica-se que o teor de nutrientes na parte vegetativa do cladódio apresentou a seguinte ordem $K > N > P$. Já no vaso condutor (cilindro central), os teores de nitrogênio e potássio mostram-se semelhantes, ambos superiores ao de fósforo, configurando a ordem de acúmulo de nutrientes como $N \geq K > P$. (Figura 8 e 9). Esses resultados corroboram com Rozane *et al.* (2011), que sugerem que a variação no acúmulo de nutrientes pode ser influenciada por fatores como genótipo e as condições de cultivo. No presente estudo, a utilização de apenas uma variedade de pitaya sugere que as diferenças na concentração de macronutrientes na parte área pode estar diretamente relacionada aos diferentes tratamentos.

A presença de nitrogênio (N) na cultura, mesmo em tratamentos sem aplicação direta de N no solo, pode ser explicada por duas fontes principais: a reserva de N presente naturalmente no solo e a deposição de N pela chuva. O solo naturalmente contém uma reserva de N proveniente da decomposição da matéria orgânica, da fixação biológica de N atmosférico por microrganismos e da mineralização de compostos orgânicos. Essa reserva de N pré-existente no solo pode ser utilizada pelas plantas, mesmo em tratamentos sem aplicação adicional de N (Figura 8A). A chuva, embora não seja a principal fonte de N para as plantas, pode contribuir para a disponibilidade de N no solo. A água da chuva contém pequenas quantidades de N dissolvido, principalmente na forma de amônia (NH_3) e nitrato (NO_3^-) (BATISTA *et al.*, 2018). É importante ressaltar que a quantidade de N proveniente da chuva é geralmente menor do que a quantidade de N disponível no solo.

Em relação ao fósforo presente na planta da pitaya, os resultados observados na figura 8B e 9B, foram superiores aos encontrados por Côrrea *et al.* (2014), visto que em seu estudo sobre crescimento inicial da pitaya, ele encontrou um teor de P na parte área de 1,64 a 7,73 mg dm^{-3} o que equivale a 0,00164 a 0,00773 g kg^{-1} .

A aplicação de K_2O no solo, por sua vez, resulta em um aumento significativo do teor de K disponível tanto no solo quanto na planta de lúpulo (FINK *et al.*, 2023). O que condiz com o resultado deste estudo para a cultura da pitaya (Figura 6C e 7C), visto os tratamentos na presença de K isoladamente, quanto em combinação (NK e NPK). Esse aumento na concentração de K na solução do solo gera um gradiente de potencial osmótico entre o meio externo e a raiz da planta, favorecendo o movimento de potássio para o interior da raiz (TAIZ *et al.*, 2021).

Avaliando o fruto da *Hylocereus costaricensis*, verificou-se de acordo com a análise de variância efeito significativa pelo teste F a 1% de probabilidade ($p < 0,01$) para as variáveis Comprimento do Fruto (C), Largura do Fruto (LF), °Brix, Peso do fruto fresco (PFF), Peso da Polpa (PP), Peso da casca (PC) e Produtividade (Prod) em função do fator nutrientes (Tabela 4). Da mesma forma as variáveis Teor de nitrogênio na polpa (TNP), Teor de Fósforo na polpa (TFP), Teor de potássio na polpa (TKP), Teor de nitrogênio na casca (TNC), Teor de fósforo na casca (TPC) e Teor de potássio na casca (TKC), também foram significativas pelo teste F a 1% de probabilidade ($p < 0,01$) (Tabela 5).

Tabela 4: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Circunferência do Fruto (C), comprimento do fruto (CF) e Largura do Fruto (LF), ° Brix, Peso fresco do fruto (PFF), Peso da Polpa (PP), Peso da casca (PC), Produtividade (Prod) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios							
		C (cm)	CF (cm)	LF (cm)	°Brix	PFF (g)	PP (g)	PC (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
Adubo (A)	7	5.37 ^{NS}	1,79*	1,47**	4,86**	10070,84**	9003.65**	375,42**	10450718,66**
Bloco	3	1.17 ^{NS}	0,34 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,62 ^{NS}	2253,85 ^{NS}	530.37 ^{NS}	13,44 ^{NS}	258527,24 ^{NS}
Resíduo	21	2,70	0,61	0,34	1,22	903,91	513.48	95,90	915367,67
CV (%)		5,94	9,98	7,54	8,60	9,57	10,80	9,40	20,89

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2023).

Tabela 5: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Teor de nitrogênio na polpa (TNP), Teor de Fósforo na polpa (TFP), Teor de potássio na polpa (TKP), Teor de nitrogênio na casca (TNC), Teor de fósforo na casca (TPC) e Teor de potássio na casca (TKC), da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).

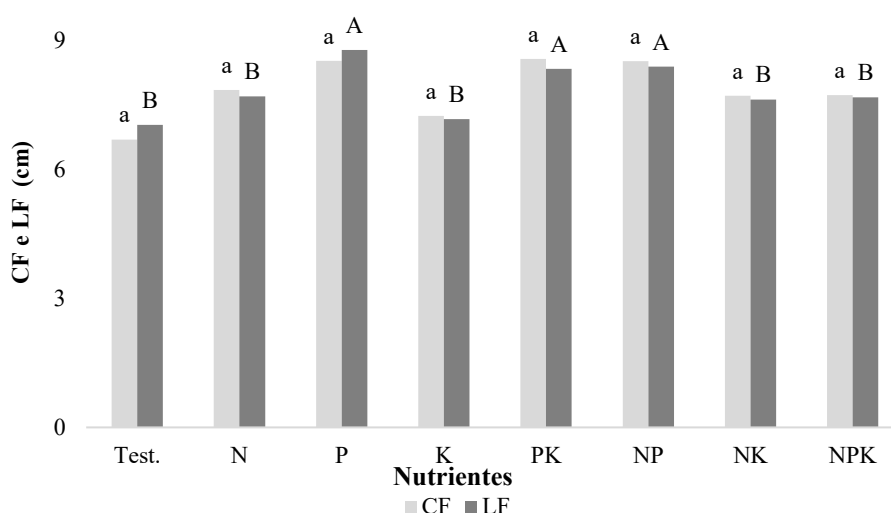
Fontes de variação	G L	Valores de Quadrados Médios					
		TNP (g kg ⁻¹)	TPP (g kg ⁻¹)	TKP (g kg ⁻¹)	TNC (g kg ⁻¹)	TPC (g kg ⁻¹)	TKC (g kg ⁻¹)
Adubo(A)	7	32,71**	0,41**	34,63**	9,74**	1,29**	173,92**
Bloco	3	0,26 ^{NS}	0,002 ^{NS}	2,26 ^{NS}	2,03 ^{NS}	0,03 ^{NS}	29,16 ^{NS}
Resíduo	21	1,23	0,04	6,95	0,73	0,02	36,92
CV (%)		15,63	16,74	19,10	14,59	12,54	14,29

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2023).

Os resultados indicaram que o comprimento do fruto não apresentou diferença significativa entre os tratamentos estudados. Quanto a largura do fruto (LF), constatou-se que a utilização dos tratamentos P, PK e NP apresentaram médias superiores aos demais, com valores médios de LF de 8,77, 8,33 e 8,38 cm, respectivamente (Figura 10). Esta relação evidencia a importância da escolha adequada dos nutrientes, para otimizar as características morfológicas dos frutos, impactando diretamente no seu peso final.

Figura 10: Comprimento do fruto (CF), Largura do fruto (LF) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra maiúscula para LF e minúscula para CF não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

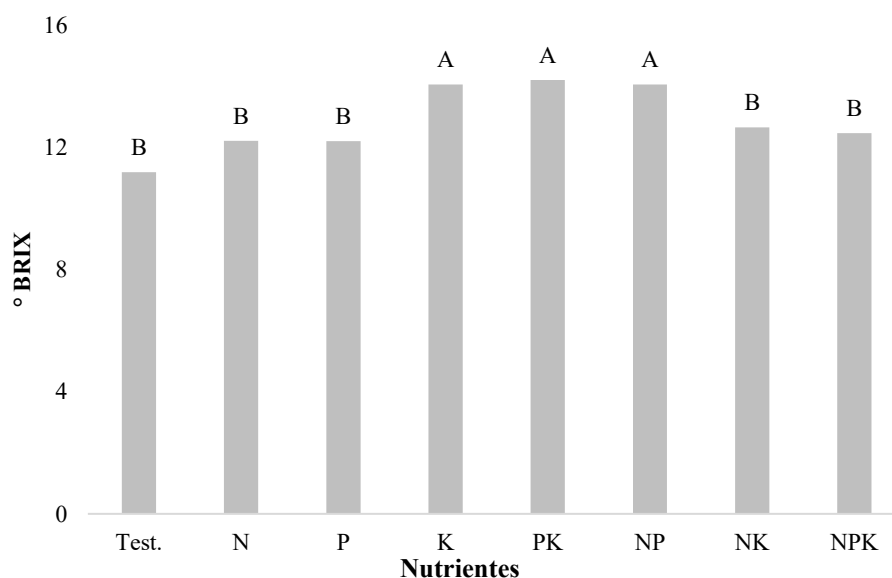
Fonte: Autora (2024).

A literatura reporta valores médios de 8,5 cm para o comprimento e 7,3 cm para o diâmetro de frutos de pitaya (ESQUIVEL *et al.*, 2007; MOREIRA *et al.*, 2011). No presente estudo, os resultados para o fator CF corroboram com os dados da literatura, enquanto para a variável resposta LF, os valores obtidos foram superiores (Figura 10). Ambos os parâmetros, comprimento e diâmetro, exercem influência direta sobre o peso final do fruto.

A Figura 11, demonstra que os tratamentos com PK (14,20), K (14,06) e NP (14,06) apresentaram valores de °Brix significativamente superior em comparação ao tratamento controle (11,19), que não recebeu adubação. O teor de sólidos solúveis (°Brix) é um indicador amplamente utilizado na avaliação da qualidade de frutas, pois

está diretamente relacionado ao sabor, à doçura e à qualidade geral do fruto. Valores elevados de Brix indicam uma maior concentração de açúcares.

Figura 11: °Brix da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

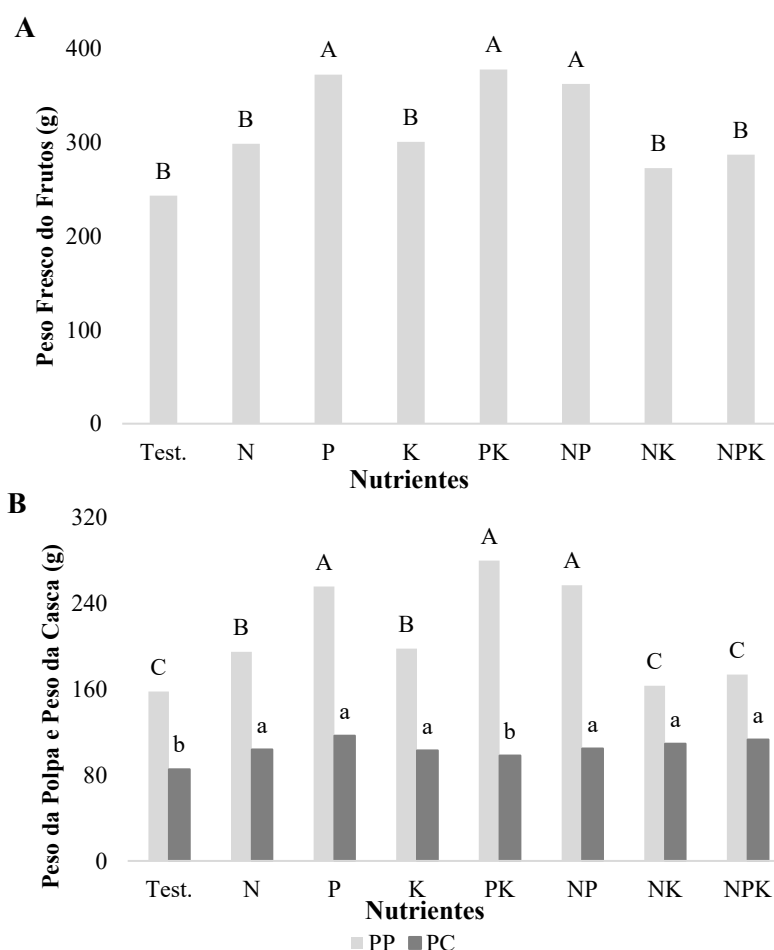
A presente pesquisa, ao avaliar o teor de sólidos solúveis (°Brix) em polpa de pitaya, obteve resultados superiores aos reportados em estudos prévios. Cordeiro *et al.* (2015) encontraram 13,14 °Brix em pitaya de polpa vermelha. De acordo com Piña e Lacerda (2020), o Brix em *H. costaricensis* em torno de 13% possui alta aceitabilidade, o que sugere um potencial de palatabilidade superior para a fruta.

A aplicação de adubo K, PK e NP no solo resultou em um teor de °Brix entre 14,06 a 14,20 na polpa do fruto (Figura 11), demonstrando um impacto positivo da adubação na qualidade nutricional da pitaya. Esses resultados sugerem que a adubações com K, PK e NP pode ser uma estratégia promissora para aumentar o teor de sólidos solúveis na polpa de pitaya, o que pode ser um fator importante para a qualidade e o valor comercial do fruto.

O peso fresco dos frutos é um parâmetro crucial para avaliar a produção, sendo influenciado por diversos fatores, ente eles a nutrição do solo. No primeiro ano de produção da *Hylocereus costaricensis*, observou-se que as plantas fertilizadas com os nutrientes P, PK e NP apresentaram médias de 372,35 g fruto⁻¹, 377,74 g fruto⁻¹, 362,74 g

fruto⁻¹, respectivamente (Figura 12A). É importante ressaltar que a produção neste primeiro ano após o plantio ainda não é considerada comercial. Em relação ao peso da polpa, conforme indicado na Figura 12B, os tratamentos PK, NP e P resultaram nos maiores pesos, com valores de 279,71 g, 256,85 e 255,55 g, respectivamente. Por outro lado, no que diz ao peso da casca, apenas o tratamento controle (testemunha) e PK apresentaram diferença estatística significativa, apresentando os menores pesos de 85,40 g e 98,03 g, em comparação com os demais tratamentos, que variaram entre 102,79 g e 116,72 g (Figura 12B).

Figura 12: Peso fresco do fruto (PFF) (A), Peso da polpa (PP) e Peso da casca (PC) (B) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra maiúscula para PFF (Figura 12A) e PP (Figura 12B), e minúscula para PC (Figura 12B), não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

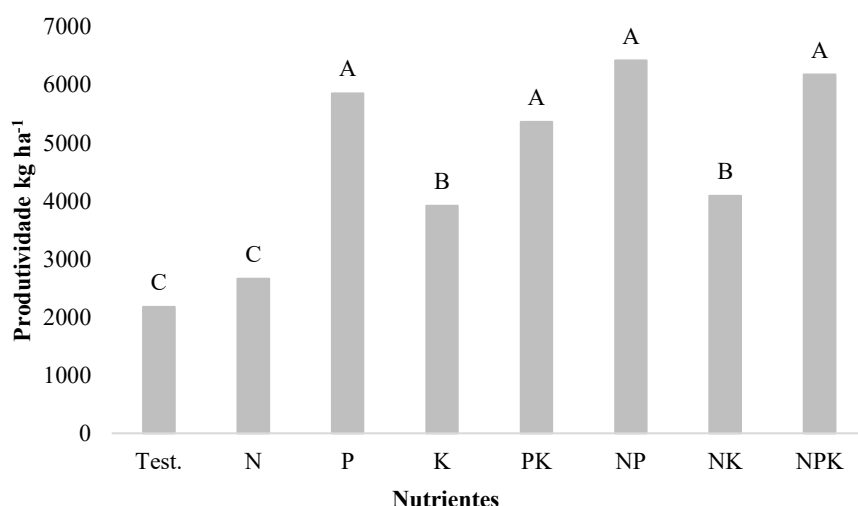
Fonte: Autora (2024).

Costa júnior *et al.* (2023), estudando a produção e caracterização biométrica de frutos de pitaya no semiárido paraibano, observaram valores médios do peso do fruto inferiores aos observados na presente pesquisa. Com um peso total de 201 g para o peso total do fruto, dos quais 137,79g eram de polpa e 63 g de casca. Essa comparação ressalta a variabilidade na produção de pitaya em diferentes condições edafoclimáticas.

O peso dos frutos de pitaya no primeiro ano de produção pode ser influenciado por fatores relacionados ao crescimento vegetativo da planta. A formação da copa, com a emissão de novos cladódios, e a fase de expansão do sistema radicular demandam grande parte dos recursos da planta, o que pode resultar em frutos com peso inferior ao esperado.

A produtividade das culturas agrícolas é condicionada por diversos fatores, dentre os quais se destaca o manejo nutricional adequado. Neste estudo, observou-se efeito significativo das diferentes combinações de nutrientes sobre a produtividade da pitaya, conforme apresentado na Figura 13. Os tratamentos com aplicação conjunta de nitrogênio e fósforo (NP), nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), fósforo e potássio (PK) e o fósforo (P) de forma isolada, resultaram em maiores produtividades, com variação de 5.362,85 kg ha⁻¹ a 6.416,19 kg ha⁻¹, apresentando diferença estatística em relação aos demais, segundo o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Figura 13: Produtividade (Kg ha⁻¹) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

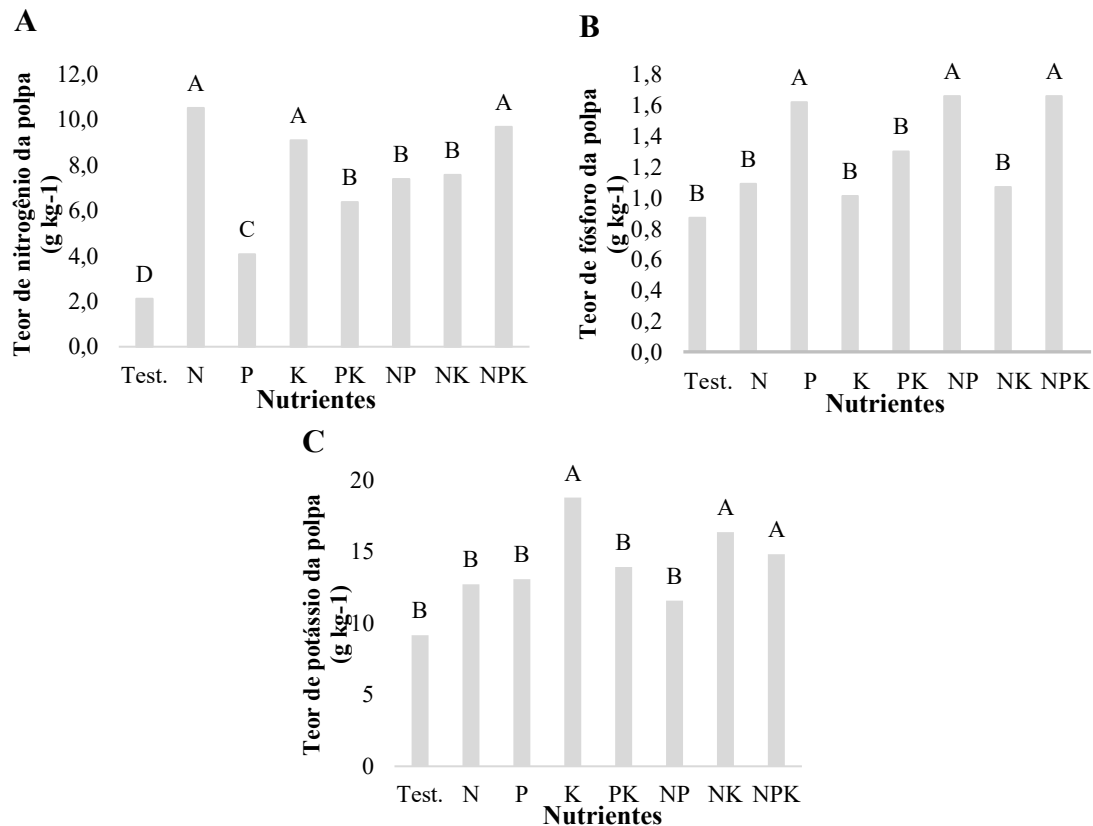
Fonte: Autora (2024).

A menor média de produtividade foi observada na testemunha (2.173,85 Kg ha⁻¹) e na utilização de N (2.662 Kg ha⁻¹), o que evidencia a deficiência nutricional do solo em atender às exigências da cultura e ressalta a necessidade de suplementação para o desenvolvimento adequado. Entre os tratamentos avaliados, a combinação NP, NPK, PK e P destacaram-se com as maiores produtividades, o que pode ser atribuído às funções fisiológicas complementares desses nutrientes. O fósforo está diretamente envolvido na formação e expansão do sistema radicular, além de ser essencial na transferência e armazenamento de energia celular via ATP, processos fundamentais para a absorção de nutrientes e o crescimento inicial. O nitrogênio, por sua vez, exerce papel central na biossíntese de aminoácidos, proteínas, enzimas e pigmentos fotossintéticos, promovendo o crescimento vegetativo e o acúmulo de biomassa.

Dessa forma, a aplicação conjunta desses nutrientes revelou-se uma estratégia eficaz para potencializar a produtividade de *Hylocereus costaricensis* no primeiro ano de cultivo, reforçando a importância de um manejo nutricional integrado, especialmente em fases iniciais de desenvolvimento da planta. No entanto, é importante considerar que a pitaya apresenta um ciclo perene, com aumento gradual na produção ao longo dos anos. Conforme relatado por Santos *et al.* (2022), a produtividade está diretamente relacionada à idade da planta, sendo comum que a primeira frutificação apresente rendimentos inferiores. Portanto, espera-se que, com o avanço da maturidade das plantas e o contínuo fornecimento de nutrientes adequados, a produtividade se eleve nos ciclos subsequentes.

Além dos efeitos observados na produtividade, a aplicação de nutrientes no solo influenciou significativamente o acúmulo de macronutrientes na polpa do fruto de *Hylocereus costaricensis*, como evidenciado na Figura 14A. A análise da composição nutricional da polpa revelou que o teor de nitrogênio na polpa do fruto (TNP) foi significativamente maior quando se utilizou a aplicação de N, NPK e K, obtendo o total de 10,52 g kg⁻¹, 9,69 g kg⁻¹ e 9,10 g kg⁻¹ de N. Em relação ao fósforo (TPP), os maiores teores foram observados com a aplicação de NP, NPK e P os quais obteve 1,66 g kg⁻¹, 1,66 g kg⁻¹ e 1,62 g kg⁻¹ de P na polpa (Figura 14B). O potássio (TKP), considerado o macronutriente mais requerido pela pitaya, apresentou maior concentração na polpa do fruto quando se utilizou K (18,78 g kg⁻¹ de K) e NPK (14,82 g kg⁻¹ de K) e NK (16,40 g kg⁻¹ de K) (Figura 14C).

Figura 14: Teor de nutrientes (N (TNP) (A), P (TPP) (B) e K (TKP) (C) da polpa do fruto da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes tipos de adubo: N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle.

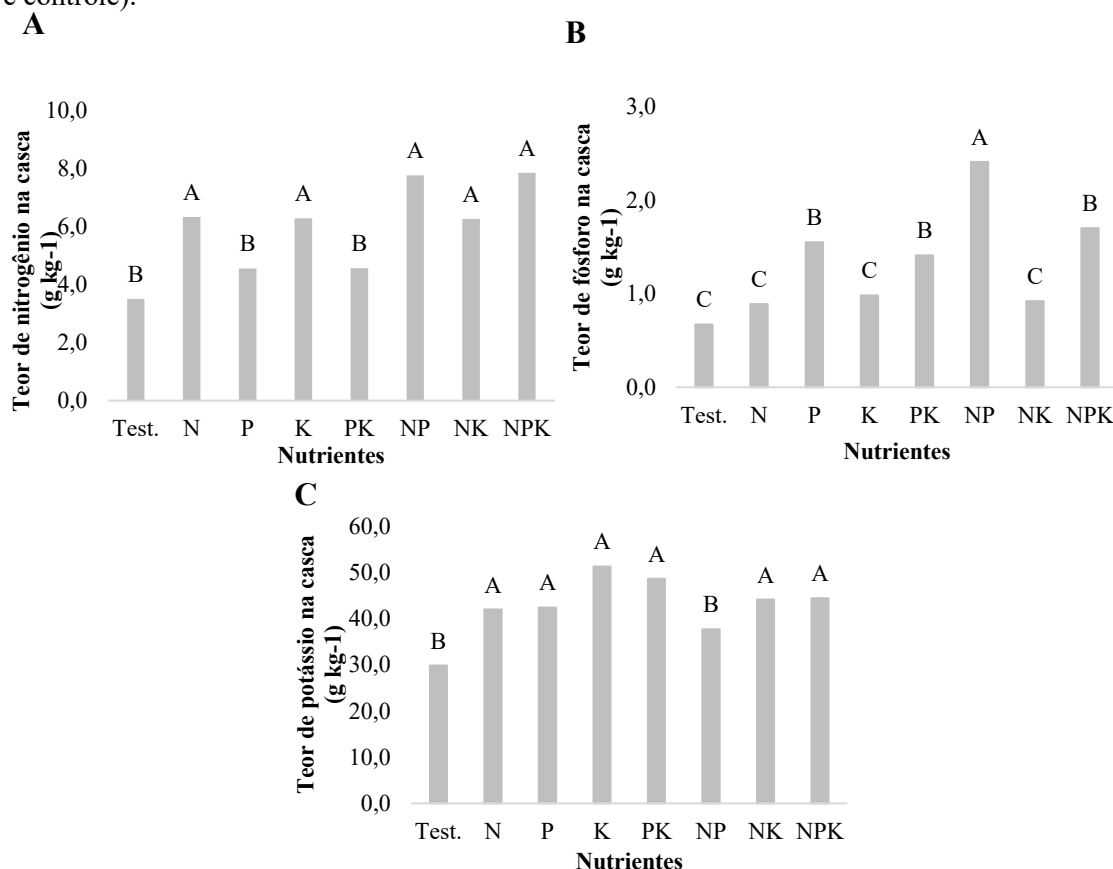


Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Na figura 15 verifica-se a influência da aplicação de diferentes nutrientes no solo sobre o teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (P) na casca do fruto de *Hylocereus costaricensis*. Os maiores teores de nitrogênio (N) na casca do fruto (TNC) foram observados com a aplicação dos seguintes tratamentos: NPK, NP, NK, N e K, variando de 6,28 g kg⁻¹ a 7,84 g kg⁻¹ de N. A maior concentração de fósforo (P) na casca do fruto, foi observada no tratamento NP, o qual apresentou o teor de 2,41 g kg⁻¹ de P. Em relação ao potássio, observou-se valores de TKC variando de 41,94 g kg⁻¹ a 51,25 g kg⁻¹ de K, quando na utilização dos tratamentos: N, P, NK, NPK, PK e K.

Figura 15: Teor de nutrientes (N (TNC) (A), P (TPC) (B) e K (TKC) (C)) da casca do fruto da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes tipos de nutrientes (N, P, K, NP, NK, PK, NPK e controle).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

A análise da composição nutricional da polpa e da casca do fruto de pitaya, mostrada nas Figuras 14 e 15, indicou que a aplicação dos tratamentos NPK, K e N resultou em teores significativos de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em ambas as partes do fruto. Esses resultados destacam a influência direta da aplicação de nutrientes no solo sobre a composição nutricional do fruto, refletindo a necessidade nutricional da planta.

A ordem de concentração dos nutrientes no fruto (polpa e casca) foi $K > N > P$, similar à ordem de requerimento da planta, evidenciando a importância da adubação para o desenvolvimento e qualidade nutricional da pitaya. Essa ordem de concentração é consistente com a pesquisa de Lima *et al.* (2019), que também observou $K > N > P$ como a ordem de acúmulo de nutrientes nos frutos de pitaya.

A similaridade entre os resultados deste estudo e os de Lima *et al.* (2019) reforça a importância da aplicação de nutrientes, especialmente potássio, para a produção de

frutos de pitaya com alta qualidade nutricional e sabor. Estudos como os de Moreira *et al.* (2016); Lima *et al.* (2019); Rabelo *et al.* (2020), indicam que o potássio (K) é o nutriente mais exportado durante o ciclo de produção da pitaya, o que destaca a necessidade de uma adubação adequada para garantir o bom desenvolvimento dos frutos.

4 CONCLUSÃO

A adubação influenciou significativamente o crescimento, a composição nutricional e a produção de *Hylocereus costaricensis*. O nitrogênio, aplicado isoladamente ou em associação ao fósforo e ao potássio, promoveu maiores valores de índice de verde, altura e massa fresca de cladódios, evidenciando seu papel central no crescimento vegetativo. Nos cladódios, a ordem de acúmulo de nutrientes foi $K > N > P$, enquanto no cilindro central predominou $N \geq K > P$.

Quanto às características dos frutos, observou-se que alguns tratamentos exerceram influência pontual sobre variáveis específicas, como LF, °Brix, PFF e PP. Entretanto, os tratamentos com PK e NP destacaram-se por apresentarem melhorias consistentes nessas variáveis específicas avaliadas, evidenciando maior consistência na melhoria da qualidade dos frutos. A produtividade foi favorecida, sobretudo, pelos tratamentos NP, NPK, PK e P, atingindo valores entre 5.362,85 kg ha⁻¹ a 6.416,19 kg ha⁻¹, o que demonstra a relevância da adubação equilibrada para maximizar o desempenho produtivo.

De forma geral, a ordem de concentração dos macronutrientes primários na planta e nos frutos de pitaya foram $K > N > P$, confirmando a elevada exigência da cultura por potássio.

5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. de M.; CRISOSTOMO, L. A.; ARAÚJO, N. A. de; SILVA, J. C. do V. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitáia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1-10, dez. 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-296/13.
- BATISTA, M.A., INOUE, T.T., ESPER NETO, M., and MUNIZ, A.S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: **EDUEM**, 2018, pp. 113-162. ISBN: 978-65-86383-01-0. <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0006>.
- CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitáia-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.1, p. 20-26, mar. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-046/14>
- CORRÊA, M. C. de M.; ALMEIDA, E. I. B.; MARQUES, V. B.; SILVA, J. C. do V. Crescimento inicial de pitáia em função de combinações de doses de fósforo-zinco. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 36, n. 1, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-297/13.
- ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. **Z Naturforsch C J Biosci**, 62(9-10), 636-44. 2007. doi: 10.1515/znc-2007-9-1003.
- FERHI, J.; Oliveira, M.; OLIVEIRA, C.; KROUMA, A. Potencial da fisiológica resposta de plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.) à deficiência de ferro (direta ou calcária-induzido). **Revista de Biociências**, v.33, n.5, p.1208-1218, 2017. DOI: 10.14393/BJ-v33n5a2017-36988
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>. Acesso em: 19 de fev. de 2022.
- Fink, Jessé; Frosi, Gustavo; Bastiani, Kayn; Eckert, Dayana; Lagos, Frank; Aparecido, Ricardo; Martignoni, Maurício. Produção de mudas e desenvolvimento do lúpulo em solo com diferentes valores de pH e doses de potássio. **Cienc. suelo**, 40(1), 2020 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Epub 20-Abr-2023.
- GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. da S.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEITE JÚNIOR, J. B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 217-226, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/xgryqGFKpRXS6pjFkx3zMZN/abstract/?lang=pt> Acesso em: 28 jul. 2024.

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

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; MARQUES, V. B.; ARAÚJO, N. A.; MELO, P. C. Crescimento de pitaia-vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica. **Ciência Rural**, v.41, n.5, p.785-788, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000500008>.

MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. do C. M. da; FERNANDES, D. R.; OLIVEIRA, J. de. Adubação fosfatada no crescimento e nos teores de nutrientes em cladódios de pitaia vermelha. **Agrarian**, Dourados, v. 13, n. 49, p. 377-384, 2020.

NETO J. D.; MATOS, R. M DE.; SILVA, P. F.; LIMA, A. S.; C. A. V.; SABOYA, L. M. F. Growth and yield of cactus pear under irrigation frequencies and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.24, n.10, p.664-671, 2020. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n10p664-671>

PEREZ, J. E.M.; COTO, M. L. Producción de brotes en pitahaya (Hylocereus sp.) cultivada en Guanacaste, Costa Rica: relación con variables climáticas. **InterSedes**, San Pedro de Montes de Oca, v. 23, n. 48, p. 94-114. 2022.

PIÑA, J. C.; LACERDA, V. R. Cultivo de pitaia vermelha: produção atual, análise SWOT da atividade na Costa Rica e expectativas para o futuro. In: LACERDA, V. R.; ALMEIDA, S. (Org.). I CIRCUITO Internacional de Pitaia: tendências e projeções latino-americanas para a cultura da pitaia. Botucatu: FEPAF, 2022.

RAIJ, B. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. 2.ed. Piracicaba-SP. IPNI. 2017.

RIOS, C. V.; SOUZA, G. V. D.; BRITO, E. P. de; PAGLIOSA, F. M; SILVA, C. P. da. Technological use of carrots to produce homemade bread. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v. 9, n. 1, p. 1, 2022.

ROCHA, R. N. C, GALVÃO, J. C. C.; TEXEIRA, P. C.; MIRANDA, G. V.; AGNES, E. L.; PEREIRA, P. R. G. LEITE, T. U. Relação do índice spad, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento de grãos em três genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v. 4, p. 161- 171, 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/678986/1/13759421PB.pdf>
Acesso em: 17 ago. 2024.

Rodrigues, G. do N., Cunha, J. L. X. L., Souza, R. C., Lima, L. A. R., & Soares, M. A. S. (2024). Adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento e a produtividade da palma forrageira (Nopalea cochenillifera) (L.) Salm – Dick cv Miúda. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, 17(6), 01-25. doi: 10.55905/revconv.17n.6-255.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; FRANCO, C. F. Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em hipobiotos de caramboleiras, cultivados em diferentes soluções nutritivas. **Revista Ceres**, v.58, n.3, p.366-372, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000300018>

SILVA, J. A. Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2012.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R. Composição mineral em cladódios de palma sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, PE, v. 7, jun. 2012

SANTOS, J. P. A. S.; OLIVEIRA, A. C.; MORAIS, J. E. F.; JARDIM, A. M. R.; ALVES, C. P.; SILVA, M. J.; SOUZA, L. F.; SIMÕES, A. M.; QUEIROIS, M. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, T. G. F. Morphophysiological responses, water, and nutritional performance of the forage cactus submitted to different doses of nitrogen. *Field Crops Research*, v. 308, e.109273, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109273>.

SHAH, S. H.; HOUBORG, R.; MCCABE M. F. Response of Chlorophyll, Carotenoid and SPAD – 502 Measurement to Salinity and Nutrient Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomia*, v.7, n.3, e.61, 2017. DOI: 10.3390/agronomy7030061

Szulc, P., Bocianowski, J., Nowosad, K., Zielewicz, W., & Kobus-cisowska, J. Spad leaf greenness index: Green mass yield indicator of maize (*zea mays* l.), genetic and agriculture practice relationship. In *Plants* (Vol. 10, Issue 5). 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10050830>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fundamentos de Fisiologia Vegetal*. 1ª ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2021. 584 pp. ISBN: 9786581335113.

CAPÍTULO III

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA PITAYA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA

RESUMO: Para a expansão de cultivos de pitaya, há necessidade de informações que subsidiem as adaptações de sistemas de produção mais adequados às condições edafoclimáticas de cada região. O presente trabalho teve como objetivo, avaliar o desempenho agrônomo da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*), submetida a diferentes combinações de adubo químico e orgânico. O ensaio experimental foi conduzido no *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA-UFAL), no delineamento em Blocos Casualizados (DBC) com sete repetições, onde foram avaliados o adubo químico, orgânico, a combinação do químico mais o orgânico e a testemunha utilizando a variedade de pitaya Costa Rica. As mudas foram plantadas com o tamanho padronizado de 40 cm e avaliou-se o Índice de verde dos cladódios, Altura do cladódio principal, Massa fresca do cladódio principal, Número de cladódios por planta, Comprimento total dos cladódios secundários, Comprimento médio por cladódio, Massa fresca total das cladódios secundários, Massa fresca média por cladódio, Circunferência do cladódio, Massa fresca de 20 cm de cladódio, massa seca da folha (20 cm), Diâmetro do cilindro central, massa fresca do cilindro central, Massa seca do Cilindro central, Teor de Nitrogênio na planta, Teor de Fósforo na Planta e Teor de Potássio na planta, Circunferência do Fruto, Comprimento do fruto e Largura do Fruto, ° Brix, Peso fresco do fruto fresco, Peso da Polpa, Peso da casca, Peso seco da polpa, Peso seco da casca, Produtividade, Teor de nitrogênio, fósforo e potássio na polpa, Teor de nitrogênio, fósforo e potássio na casca. Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), utilizando o software estatístico Sisvar. A combinação de adubo químico e orgânico promoveu maior crescimento da planta de pitaya, com maior concentração de nitrogênio, fósforo e potássio. Essa combinação também resultou em frutos com características mais favoráveis, como maior largura, circunferência, teor de sólidos solúveis e peso. O potássio foi o nutriente predominante tanto na planta quanto nos frutos. Os maiores valores de produtividade foram observados nos tratamentos com adubação combinada (química + orgânica) e química isolada, evidenciando a eficiência dessas estratégias nutricionais para maximizar a produção de pitaya no primeiro ano de cultivo.

Palavras-chave: *Hylocereus ssp.* Fertilização química. Matéria orgânica. Absorção de nutrientes.

DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF PITAYA AS AFFECTED BY CHEMICAL AND ORGANIC FERTILIZATION

Abstract: For the expansion of pitaya cultivation, it is necessary to generate information that supports the adaptation of production systems to the edaphoclimatic conditions of each region. This study aimed to evaluate the agronomic performance of red pitaya (*Hylocereus costaricensis*), subjected to different combinations of chemical and organic fertilizers. The experimental trial was conducted at the Center of Agricultural and Engineering Sciences (CECA-UFAL), in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with seven replications. Treatments included chemical fertilizer, organic fertilizer, the combination of chemical + organic fertilizer, and an unfertilized control, using the Costa Rica pitaya variety. Seedlings with a standardized height of 40 cm were planted, and the following variables were evaluated: cladode greenness index, height of the main cladode, fresh mass of the main cladode, number of cladodes per plant, total length of secondary cladodes, average length per cladode, total fresh mass of secondary cladodes, average fresh mass per cladode, cladode circumference, fresh mass of 20 cm cladode segments, dry mass of the 20 cm cladode segment, central cylinder diameter, fresh and dry mass of the central cylinder, nitrogen, phosphorus, and potassium content in the plant, fruit circumference, fruit length and width, °Brix, fresh fruit weight, pulp weight, peel weight, dry pulp weight, dry peel weight, yield, nitrogen, phosphorus, and potassium content in pulp and peel. Data were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Scott-Knott test ($p < 0.05$), with the Sisvar statistical software. The combination of chemical and organic fertilization promoted greater pitaya plant growth, with higher nitrogen, phosphorus, and potassium concentrations. This combination also resulted in fruits with more favorable characteristics, such as greater width, circumference, soluble solids content, and weight. Potassium was the predominant nutrient in both plants and fruits. The highest productivity values were observed in treatments with combined (chemical + organic) and chemical fertilization alone, highlighting the efficiency of these nutritional strategies to maximize pitaya production in the first year of cultivation.

Keywords: *Hylocereus* spp.; chemical fertilization; organic matter; nutrient uptake.

1 INTRODUÇÃO

A Pitaya (*Hylocereus* sp.) é uma fruta exótica que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado brasileiro. A planta é uma frutífera trepadeira pertencente à família das Cactáceas, subfamília Cactoideae, tribo Hylocereeae, gênero *Hylocereus* (SILVA, 2014), originária das florestas tropicais do México, América Central e América do Sul (MIZRAHI *et al.*, 1997; HERNÁNDEZ, 2000).

Apesar de ser uma fruta relativamente nova no Brasil, a pitaya já conquistou um espaço importante no mercado europeu e nos Estados Unidos, o que a torna uma fruta promissora para o nosso país (Le BELLEC *et al.*, 2006; IMBERT, 2001; MERTEN, 2003). No entanto, para o adequado desenvolvimento da cultura é essencial atender às exigências nutricionais, principalmente durante o período que a demanda por nutrientes é maior. As exigências nutricionais da pitaya são especialmente elevadas nas fases de brotação, florescimento e frutificação, períodos em que há maior demanda por macro e micronutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco e boro. O manejo nutricional eficiente nesses estágios críticos é determinante para garantir o crescimento vigoroso, o bom pegamento dos frutos e a obtenção de frutos com qualidade comercial superior.

No caso da pitaya, ainda são poucos os trabalhos relacionados a necessidades nutricionais. Entretanto, alguns estudos já mostram que a pitaya é uma planta que demanda bastante nutrientes, principalmente nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), sendo importante a realização de estudos para determinar as necessidades nutricionais da cultura em diferentes condições de solo e clima.

A adubação da pitaya ainda é realizada de forma empírica, ou seja, baseada na experiência e observação dos agricultores, sem nenhuma comprovação científica. Malavolta (2006); Marschner (2005), afirmam que para uma correta fertilização é fundamental conhecer a dinâmica nutricional da planta. Isso se explica porque cada planta tem necessidades nutricionais específicas, variando de acordo com a espécie, estágio de desenvolvimento e as condições ambientais. Portanto, não é seguro fazer recomendações de adubação com base na extrapolação de resultados obtidos em outros sistemas ecológicos, fazendo-se necessário estudos com adubação e nutrição das plantas, para que

seja possível determinar as necessidades nutricionais da cultura e realizar uma recomendação de adubação mais precisa (COSTA, 2012).

Normalmente os solos não têm capacidade para suprir, naturalmente, a demanda nutricional das culturas, principalmente em sistemas de cultivo comercial, sendo necessário o fornecimento adicional de nutrientes, via adubação (BERNARDI *et al.*, 2000). A adubação é o fornecimento adicional de nutrientes às plantas e ao solo, geralmente por meio de aplicação de fertilizantes. Os fertilizantes podem ser minerais e orgânicos. Os adubos minerais, são produzidos industrialmente, e são absorvidos pelas plantas com maior rapidez (VALENTINI *et al.*, 2016), já os adubos orgânicos é proveniente de restos animais e vegetais, possuindo diversos benefícios para o solo, tais como melhorias na agregação do solo, influenciando na capacidade de retenção de água, drenagem, aeração, temperatura e penetração das raízes (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho verificar o desempenho agronômico e o acúmulo de macronutrientes pela da *Hylocereus costaricensis* (Pitaya Costa Rica) em função da adubação mineral e orgânica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do *Campus* de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (9°27'58,7" S; 35°49'47,2" W; 127 m), localizado na região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro, município de Rio Largo, Alagoas, no período de dezembro de 2021 a maio de 2023. O clima da região é úmido, megatérmico, com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno (Thorntwaite; Mather, 1955). A precipitação pluvial média anual é 1.800 mm, a temperatura do ar varia de 19,3°C (agosto) a 31,7°C (janeiro), com média anual de 25,4 °C e a umidade relativa do ar média mensal acima de 70% (SOUZA *et al.*, 2005). O solo da área experimental é classificado como Latossolo amarelo coeso argissólico de textura médio-argilosa. As características químicas do solo estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1: Componentes químicos do solo da área experimental do *Campus* de Ciências Agrárias para o cultivo da cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).

-----Atributos Químicos-----											
pH	K ⁺	P	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺
-----mg dm ⁻³ -----				-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----mg dm ⁻³ -----			
4,9	20	4	13	2,2	1,1	1,1	0,94	328,6	3,01	0,72	5,20
CTC efetiva				% V (Ind.de Sat. de Bases)				Matéria Orgânica Total (%)			
3,25				24,5				2,22			

Fonte: Central Analítica, 2022.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tipos de adubações (Adubação orgânica, Adubação química, Adubação química + orgânica e testemunha), com sete repetições, totalizando 28 parcelas experimentais.

Para correção de acidez do solo e adubação, foram coletadas amostras na camada de 0-20 centímetros, e enviadas ao Laboratório Central Analítica LTDA. A análise serviu como base para recomendar a dose necessária de calagem e adubação. A calagem foi realizada de forma manual aplicando-se 1,20 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, o qual apresentava PRNT de 80%. Nas parcelas constituídas da adubação orgânica, utilizou-se como fonte a torta de filtro (60 ton ha⁻¹), cuja composição química dos macronutrientes primários encontram-se disponibilizados na tabela 2. Para as parcelas com adubação química, aplicou-se 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 120 kg ha⁻¹ de fósforo (P) e 317 kg ha⁻¹ de potássio (K), sendo as fontes ureia (45% de N), superfosfato simples (19% de P₂O₅) e cloreto de potássio (57,8% K₂O). Já as parcelas constituídas de adubação química e orgânica, foram realizadas a consorciação das doses mencionados acima. Essas informações da composição dos adubos químicos foram observadas nos rótulos dos produtos comerciais.

Tabela 2: Tabela com os parâmetros de nitrogênio, fósforo e potássio encontrados na torta de filtro utilizada na área experimental.

Parâmetros	(%)
Nitrogênio Total	1,26
Fósforo – P ₂ O ₅	1,50
Potássio – K ₂ O	0,08

Fonte: Central Analítica, 2022.

Para a implantação do pomar, ocorrida em dezembro de 2021, foram necessárias a utilização de estacas para tutoramento das pitayas (Figura 1). Todas as estacas foram

instaladas a 50 cm de profundidade, ficando 1,5 m de altura acima do solo. No ápice das estacas foram fixados dois ferros, formando uma cruz, para apoio de pneus, que servem para sustentação e condução dos cladódios secundários e terciários. O espaçamento de plantio adotado foi 3,0 m entre linhas e 2,5 entre plantas, totalizando 2.666 plantas ha⁻¹, onde em cada estaca foram plantadas 2 mudas de tamanho padronizado (40 cm).

Figura 1: Estacas de tutoramento na área experimental da pitaya e plantio da cultura.



Fonte: Autora (2021).

Durante a condução do experimento, foram realizados os tratos culturais necessários, tais como: podas de condução, capinas das plantas daninhas, irrigação e controle de pragas e doenças (com a utilização de defensivos agrícolas). Para a realização das irrigações, utilizou-se o sistema localizado por gotejamento.

As avaliações da planta (Figura 2) e do fruto (Figura 3) foram realizadas em diferentes etapas do experimento. As características da planta avaliadas foram:

- **Índice de verde dos cladódios (IV):** a intensidade de verde foi determinada com a utilização do Clorofilômetro modelo Chlorophyll Meter Spad- 502 Plus. Em cada parcela, os valores foram encontrados a partir de aferições feitas nas

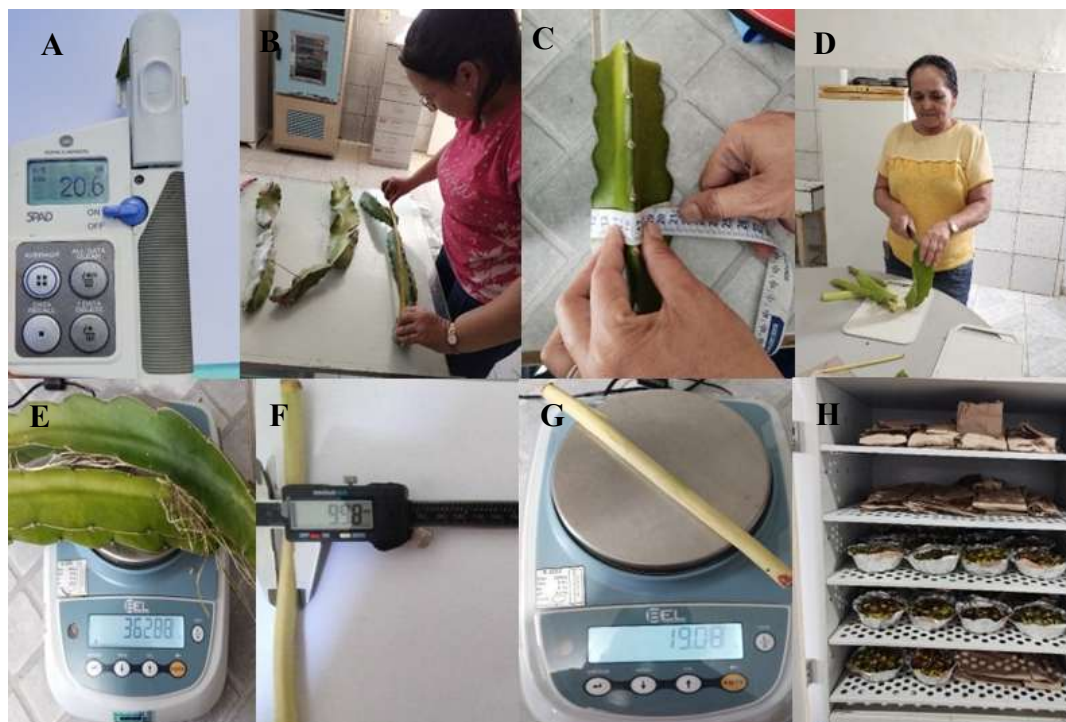
folhas das plantas – realizando-se no cladódio principal encontrava a uma altura de 1,5 m, e em um cladódio secundário, o qual se encontrava-se na altura de 1,7 m - onde em cada uma foi feito cinco aferições para determinar o valor médio do teor de clorofila por planta. A leitura (unidade SPAD) corresponde ao teor de pigmento na folha, e seu valor é equivalente à quantidade de luz transmitida pela folha em duas regiões de comprimento de onda, nas quais a absorção de clorofila é diferente (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

- **Altura do Cladódio Principal (AP):** as análises iniciaram aos 60 DAP (Dias após o plantio), sendo realizadas no intervalo de 60 dias, com o auxílio de uma trena, no entanto, AP final foi realizado aos 17 meses após o plantio, medindo a distância entre os 40 cm iniciais da planta até as brotações secundárias, em que os dados foram expressos em m.
- **Massa Fresca do Cladódio Principal (MFCP):** aos 17 meses após o plantio, as plantas foram cortadas a uma altura de 40 cm do solo, levadas a laboratório e pesadas, os dados foram expressos em kg.
- **Número de Cladódios por Planta (NCP):** realizado a partir da contagem numérica dos cladódios observados na planta avaliada em cada parcela experimental.
- **Comprimento total dos cladódios secundários (CTB), Comprimento médio por cladódio (CMC):** os cladódios secundários foram medidos a partir do cladódio principal com auxílio de fita métrica e posteriormente foi obtido a média de tamanho por cladódios, os dados foram expressos em metros.
- **Massa fresca total dos cladódios secundários (MFC), Massa fresca média por cladódio (MFMC):** os cladódios secundários foram pesados em balança digital de precisão e posteriormente foi determinada a média do peso por cladódio, os dados foram expressos em kg.
- **Circunferência do cladódio (CC):** medido com o auxílio de uma fita métrica, onde escolhia-se 3 partes de cladódios de alturas diferentes (cladódio principal) e posteriormente realizava-se a média dessas medidas, os dados foram expressos em cm.
- **Massa fresca de 20 cm de cladódio (MF), massa seca da folha (20 cm) (MSF):** posterior a MFCP, de forma aleatória foram escolhido 3 partes de cladódios com 20 cm de comprimento, separando o cilindro central da folha

da pitaya, sendo identificados, pesados, cortados e levados a estufa de circulação forçada de ar, onde permaneceram por um período de 96 horas em temperatura constante de 60 °C, para determinação do peso seco, os dados foram expressos em g.

- **Diâmetro do cilindro central (DCC):** com o auxílio do paquímetro, foram mensurados os diâmetros dos cilindros centrais de 3 partes de cladódios, cada cilindro possuía aproximadamente 20 cm de comprimento, posterior foi realizada a média dos valores observados em cada tratamento, os dados foram expressos em cm.
- **Massa fresca do cilindro central (MFCC), Massa seca do Cilindro central (MSC):** O cilindro central separado na análise MF, foram identificados, pesados para a obtenção da massa fresca e posteriormente levados a estufa de circulação forçada de ar, onde permaneceram por um período de 72 horas em temperatura constante de 60 °C, para determinação da massa seca (MSC), os dados foram expressos em g.
- **Teor de Nitrogênio na planta (TN), Teor de Fósforo na Planta (TP) e Teor de Potássio na planta (TK):** a quantidade de nutriente presente na planta, foram determinadas em laboratório, seguindo a metodologia descrita por Bezerra Neto (2011), os dados foram expressos em g kg⁻¹.

Figura 2: Análises de algumas das variáveis estudadas da parte vegetativa da pitaya: IV (A), CMC (B), CC (C), Preparação do material para secagem (D), MVCP (E), DC(F), MVCC (G) e secagem do material fresco (H).



FONTE: Autora (2023).

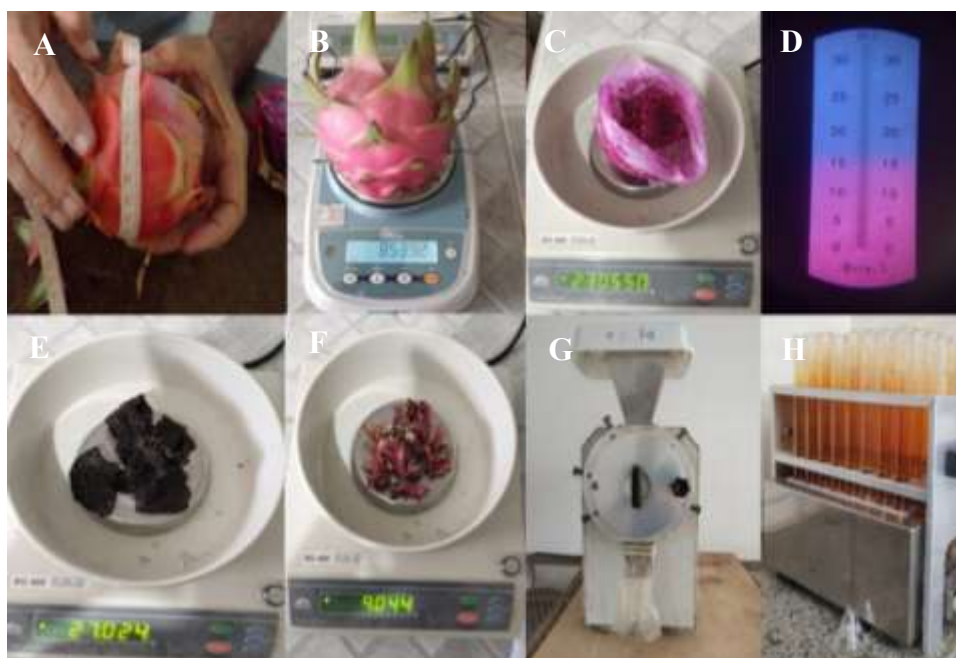
As características avaliadas do fruto foram:

- **Circunferência do Fruto (CF):** as medições foram realizadas com o auxílio de uma fita métrica, os resultados foram expressos em cm.
- **Comprimento do fruto (C) e Largura do Fruto (LF):** com o auxílio do paquímetro foram realizadas medições do CF e LF, os resultados foram expressos em cm.
- **Brix:** determinado com a solução da polpa da fruta, através do Pocket Refractometer PAL-3.
- **Peso fresco do fruto (PFF), Peso da Polpa (PP):** em cada tratamento, observa-se a presença de 3 plantas, no entanto, os frutos apenas de uma eram avaliados. Sendo estes frutos colhidos e levado a laboratório, onde com o auxílio da balança de precisão realizou-se o peso fresco dos frutos, e posteriormente separou-se casca da polpa e pesou-se individualmente, os dados foram expressos em g.
- **Peso seco da polpa (PSP) e Peso seco da casca (PSC):** após a pesagem do peso fresco, a polpa e a casca foram colocadas em embalagens separadas, identificadas e levadas a estufa de circulação forçada de ar, onde as cascas e

polpas, permaneceram por um período de 144 horas e 240 horas, respectivamente, em temperatura constante de 60 °C, para determinação do peso seco, sendo pesadas em balança de precisão, dados expressos em g.

- **Produtividade (Prod):** estimada com base na multiplicação do número médio de frutos por planta, pelo peso médio dos frutos e pela densidade de plantas por hectare. Considerou-se, para o cálculo, o espaçamento adotado no experimento, em que duas plantas foram conduzidas por estaca, totalizando 2.666 plantas por hectare. Dessa forma, o valor de produtividade por hectare foi obtido a partir da projeção do desempenho individual das plantas sobre a população total da área, com dados expressos em Kg ha⁻¹.
- **Teor de nitrogênio na polpa (TNP), Teor de Fósforo na polpa (TFP), Teor de potássio na polpa (TKP), Teor de nitrogênio na casca (TNC), Teor de fósforo na casca (TPC) e Teor de potássio na casca (TKC):** a quantidade de nutriente presente na planta e nos frutos, foram determinadas em laboratório, seguindo a metodologia descrita por Bezerra Neto (2011), com os dados foram expressos em g kg⁻¹.

Figura 3: Algumas das análises do fruto da pitaya: CF (A), Peso do fruto (B), Peso da polpa (C), °Brix (D), PFF (E), PP (F), PSC (G) e Processo de análise de nutrientes (H).



FONTE: Autora (2023).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), com o auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferencia significativa para a maioria das as variáveis analisadas (Tabela 3 e 4), sendo que a Altura do Cladódio Principal (AP), Índice de verde dos cladódios (IV), Massa Fresca do Cladódio Principal (MFCP), Número de Cladódios por Planta (NCP), Comprimento total dos cladódios secundários (CTB) foram significativos a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); e as demais variáveis: Comprimento médio do cladódio (CMB), Massa fresca total dos cladódios secundários (MFC), Massa fresca média por cladódio (MFMC) e Diâmetro da planta (DC) à 5% de probabilidade ($p < 0,01$) (Tabela 4) para o fator tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Índice de verde dos cladódios (IV), Altura do Cladódio Principal (AP), Massa Fresca do Cladódio Principal (MFCP), Número de Cladódios por Planta (NCP), Comprimento total dos cladódios secundários (CTB), Comprimento médio por cladódio (CMC), Massa fresca total dos cladódios secundários (MFC), Massa fresca média por cladódio (MFMC) e Circunferência do cladódio (CC) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios								
		IV	AP (m)	MVCP (kg)	NCP (Unidade)	CTC (m)	CMC (m)	MFC (kg)	MFMC (kg)	CC (cm)
Adubo (A)	3	108,27**	0,94**	1,90**	13,23**	1,82**	0,07634*	1,962*	0,0666*	65,59*
Bloco	6	19,28 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,47*	0,39*	0,0016 ^{NS}	0,007 ^{NS}	0,0012 ^{NS}	1,49 ^{NS}
Resíduo	18	12,43	0,78	0,11	0,12	0,01	0,0007	0,008	0,0008	2,25
CV (%)		15,30	15,03	17,03	14,67	18,01	10,98	14,58	11,98	7,11

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2023).

Tabela 4: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Massa fresca de 20 cm de cladódio (MF), massa seca da folha (20 cm) (MSF), Diâmetro do cilindro central (DCC), massa fresca do cilindro central (MFCC), Massa seca do Cilindro central, Teor de Nitrogênio na planta (TN), Teor de Fósforo na Planta (TP) e Teor de Potássio na planta (TK) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).

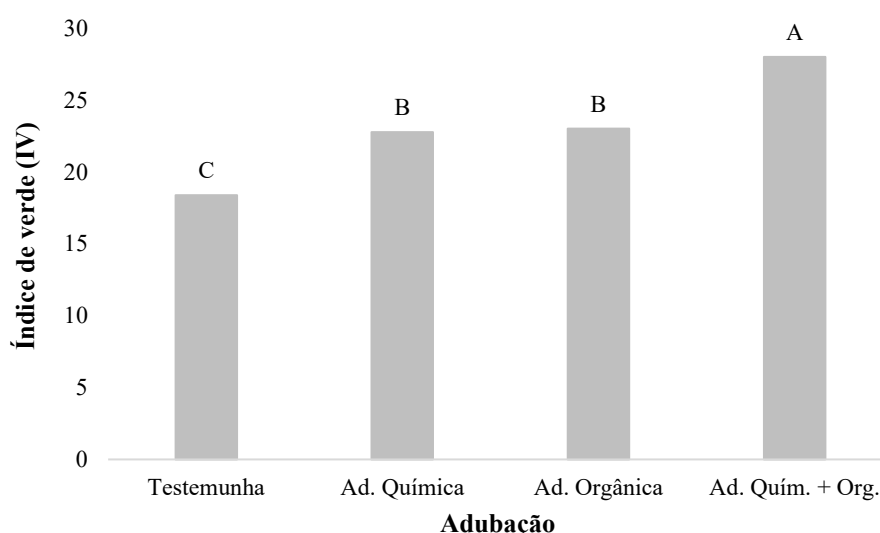
Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios							
		MF (g)	MSF (g)	DCC (cm)	MFCC (g)	MSC (g)	TN (g kg ⁻¹)	TP (g kg ⁻¹)	TK (g kg ⁻¹)
Adubo (A)	3	7490,34*	15,51**	2,2 ^{NS}	20,56**	2,93**	17,58**	12,00**	496,13**
Bloco	6	1008,41 ^{NS}	4,16 ^{NS}	1,37 ^{NS}	1,46 ^{NS}	0,19 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,85 ^{NS}	27,86 ^{NS}
Resíduo	18	1789,93	2,63	0,78	1,54	0,25	1,57	0,32	15,49
CV (%)		19,90	11,25	12,93	12,01	14,15	17,33	17,22	14,92

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2023).

A variável resposta, índice de verde (IV), conforme ilustrado na figura 3, demonstrou uma diferença significativa entre os tratamentos aplicados. Observou-se que o uso do adubo da combinação de adubo químico com orgânico, resultou em valores de IV superiores, com o índice de verde de 28,00 (Figura 4). Segundo Taiz e Zeiger (2021), a coloração verde das plantas está diretamente relacionada ao teor de clorofila, a qual desempenha um papel crucial na fase fotoquímica do processo de fotossíntese. Dessa forma, é possível concluir que a aplicação de adubo orgânico mais o químico, melhora o processo fotossintético.

Figura 4: Índice de verde (IV) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico.



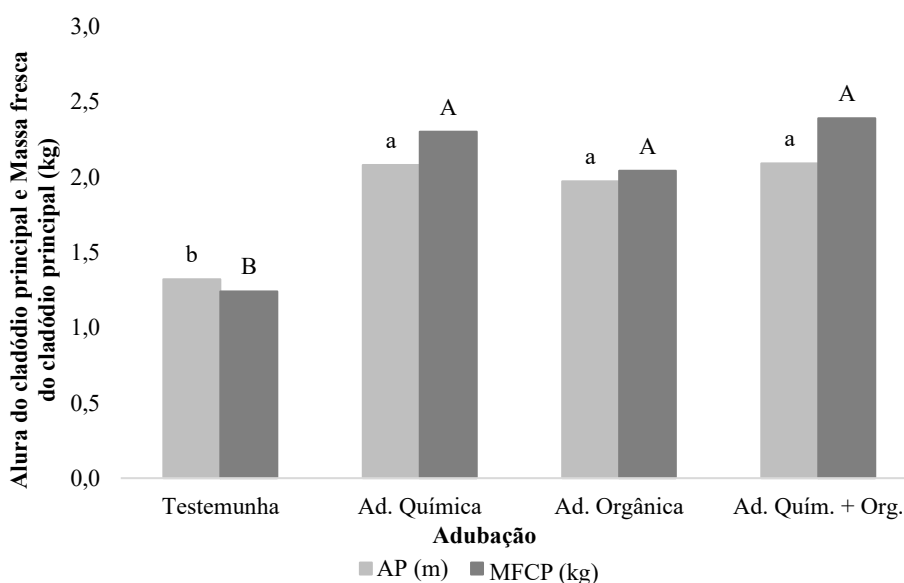
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Loureiro *et al.* (2021) afirmam que, em diversas culturas, a concentração de clorofila (intensidade verde das folhas) correlaciona-se positivamente com a concentração de nitrogênio foliar. Em seu estudo com a cultura do milho, observaram que o índice SPAD, correspondente ao índice de verde, correlaciona-se com a quantidade de clorofila no tecido, aumentando à medida que ocorre a absorção de nitrogênio. Vidigal (2020) também constatou correlação entre o índice SPAD e o teor de N-total na planta. Portanto, o índice de verde da planta, medido por meio do SPAD, é fundamental para estimar o teor de clorofila nas folhas, dado que o conteúdo de clorofila está diretamente relacionado à quantidade de nitrogênio da cultura (MENDOZA *et al.*, 2019).

A cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*) demonstrou diferenças estatísticas quando comparado o tratamento controle com à aplicação de diferentes tipos de fertilizantes, incluindo fertilizantes químico e/ou orgânico. Essa constatação foi observada tanto para a altura do cladódio principal quanto para a massa fresca do cladódio principal. Após um período de 17 meses o cladódio principal apresentou um tamanho médio variando entre 1,97 e 2,09 m (Figura 5). O crescimento da planta pode influenciar diretamente em seu teor de massa fresca, diante disso observa-se que os mesmos fertilizantes que impactaram no crescimento da planta, também influenciaram no teor de massa verde, com variações de 2,04 kg a 2,39 kg, indicando que mensalmente as plantas aumentaram entre 0,14 e 0,16 kg.

Figura 5: Altura do cladódio principal (AP) e Massa fresca do cladódio principal (MFCP) da *Hylocereus costaricensis* em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico.



Médias seguidas da mesma letra minúscula para AP e maiúscula para MFCP, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

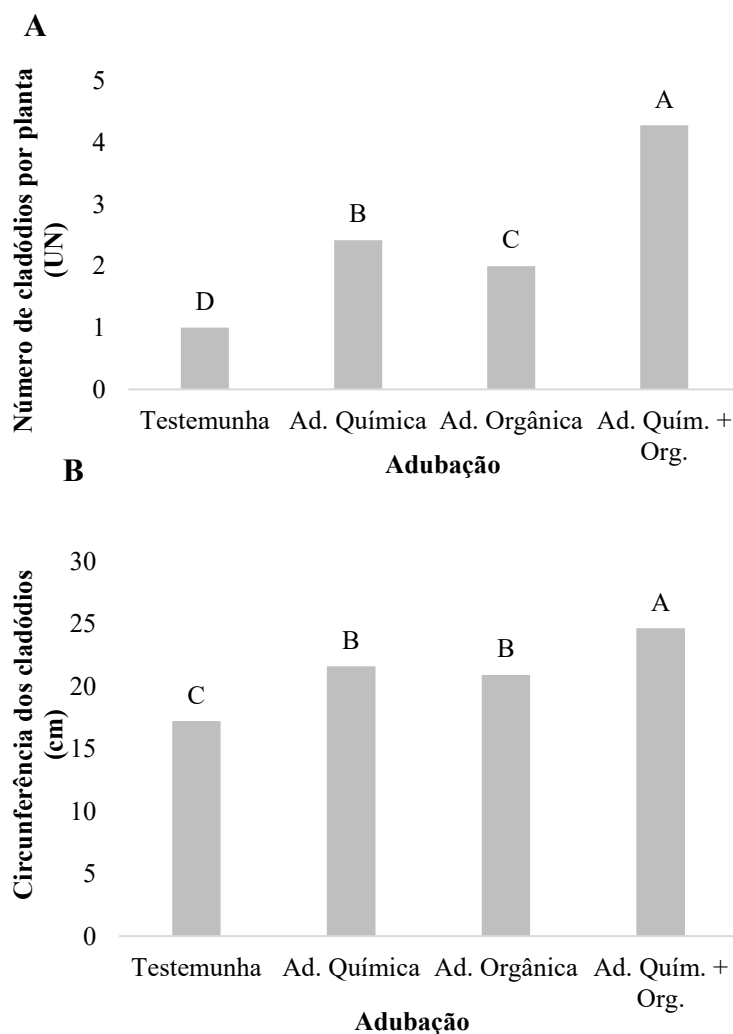
No estudo conduzido por Panisson *et al.* (2021), que avaliou o crescimento da pitaya branca e vermelha, observou-se que, após 330 dias, a pitaya vermelha apresentou uma variação de altura entre 2,25 m e 1,59 m, resultando em uma altura média de 1,93 m. Essa média é comparável à encontrada no presente estudo, onde a adubação orgânica resultou em uma altura média de 1,97 m. Silva *et al.* (2020), ao investigar o efeito de fertilizantes orgânicos no crescimento inicial da pitaya ao longo de 360 dias, constataram que os adubos orgânicos, como

cama de frango, esterco bovino e ovino, embora apresentassem características químicas distintas, eram essenciais para promover um desenvolvimento superior das plantas. Nesse estudo, os tratamentos com adubação orgânica obtiveram resultados semelhantes ao NKP.

Portanto, a escolha entre adubação química e orgânica depende de diversos fatores, incluindo o tipo de planta, as condições do solo, e os objetivos de produção. Frequentemente, uma abordagem integrada, que combina os dois tipos de adubação, pode ser a mais eficaz, oferecendo os benefícios imediatos da adubação química, ao mesmo tempo em que melhora as condições biológicas do solo a longo prazo com a adubação orgânica.

Na Figura 6A, pode-se observar que a combinação de adubação química e orgânica resultou no maior número de brotações por planta, além de proporcionar um aumento significativo no diâmetro dos cladódios. As plantas atingiram aproximadamente 5 NCP (número de cladódios por planta) e 25 cm de circunferência de cladódios (CC).

Figura 6: Número de Cladódios por Planta (NCP) (A), Circunferência do cladódio (CC) (B), em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

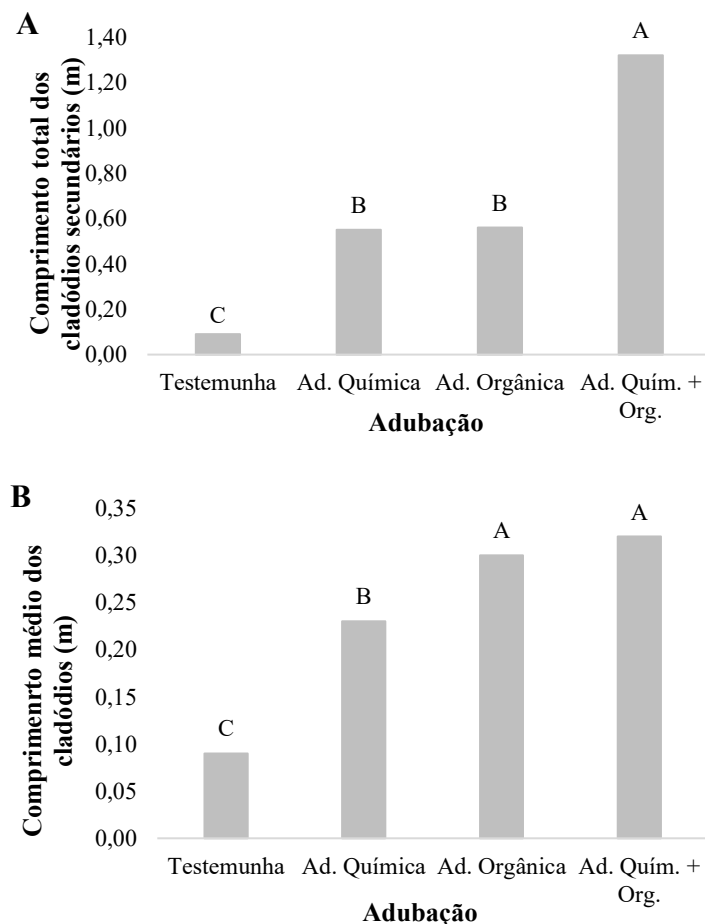
Os resultados descritos na figura 6B foram superiores aos encontrados por Panisson *et al.* (2021), que ao avaliar o diâmetro do cladódio da pitaya vermelha, encontraram um valor médio de 51 mm, equivalente a 5,1 cm. Em contraste, o presente estudo observou uma circunferência variando de 17,21 para testemunha a 25 cm na utilização de fertilizante químico e orgânico, o que equivale a um diâmetro de 5,48 para o controle e aproximadamente 8 cm para os demais tratamentos.

Além disso, Marques *et al.* (2011) destacaram que os cladódios com diâmetros entre 15 cm e 25 cm são os mais adequados para a produção de mudas de pitaya. Nesse contexto, os diâmetros observados neste estudo poderiam ser utilizados na propagação das mudas, evidenciando sua aplicabilidade na produção de mudas de alta qualidade.

Conforme mostra na Figura 7A, a variável resposta referente ao comprimento total dos cladódios secundários (CTC) apresentou um valor máximo de 1,32 m quando foi aplicada a combinação de adubo químico e orgânico, superando os demais tratamentos.

Em relação ao comprimento médio de cada cladódio (CMC), verificou-se que este parâmetro foi significativamente influenciado pelo uso do adubo orgânico, que apresentou um valor de 0,3 m e a associação entre o adubo químico e o orgânico resultou em um comprimento médio de 0,32 m (Figura 7B). Esses dados indicam que tanto o adubo orgânico quanto sua combinação com o adubo químico promovem impacto positivo no desenvolvimento dos cladódios, refletindo a importância dessas práticas de adubação na melhoria do crescimento das plantas. Além disso, para o CTC, observou-se uma maior influência da combinação do adubo químico com o orgânico. Isso pode ser explicado pelo maior número de brotações e pelo diâmetro dos cladódios apresentados nesse mesmo tratamento.

Figura 7: Comprimento total dos cladódios secundários (CTC), Comprimento médio de cada cladódio (CMC), em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

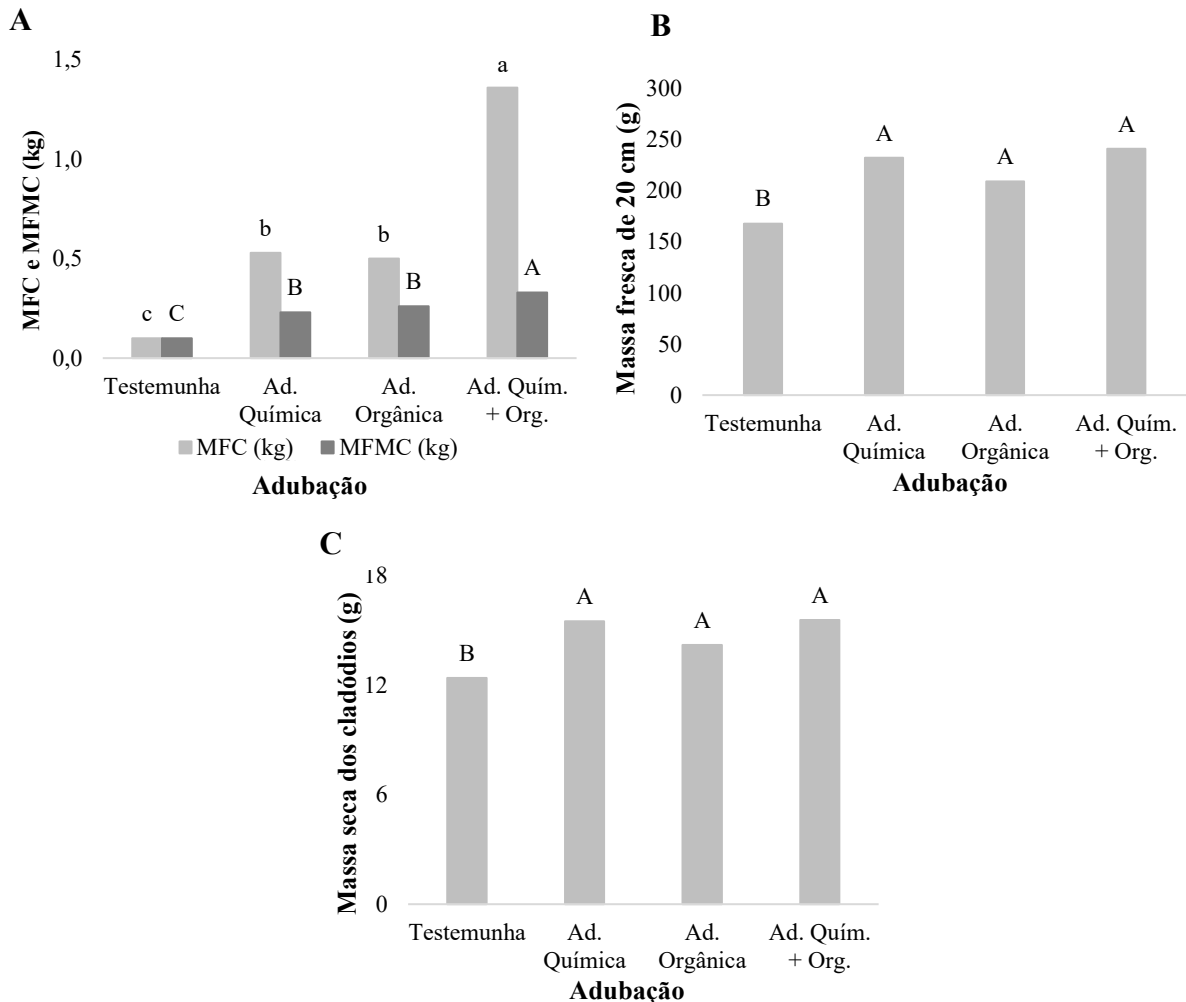
Estudos prévios, como os de Cunha *et al.* (2012) e Almeida *et al.* (2014), demonstraram a influência direta do nitrogênio (N) e potássio (K) no crescimento de cladódios. Cunha *et al.* (2012) observaram que o nitrogênio, ao estimular a divisão e alongamento celular, promove o aumento do comprimento dos cladódios. Almeida *et al.* (2014) corroboraram essa observação, relatando que maiores doses de N e K no solo resultaram em cladódios mais longos, devido à maior disponibilidade desses nutrientes.

Os resultados do presente estudo corroboram com as pesquisas anteriores, evidenciando que os tratamentos com a presença de adubo químico e orgânico, os quais apresentam maiores concentrações de N e K, resultaram em cladódios com maior comprimento. Essa relação entre a disponibilidade de N e K e o comprimento dos cladódios sugere que esses nutrientes desempenham um papel crucial no crescimento e desenvolvimento dessas estruturas.

Após verificar o CMC e CTC, o qual influencia diretamente a massa vegetal, investigou-se o impacto de diferentes adubos no acúmulo de massa fresca total dos cladódios (MFC) e Massa fresca média por cladódios (MFMC), sendo observado que a aplicação combinada de adubo químico e orgânico resultou em incremento significativo na MFC e MFMC, alcançando 1,36 kg e 0,33 kg, respectivamente.

No entanto, a análise de massa fresca em segmentos de 20 cm dos cladódios não revelou diferença estatística entre os adubos químicos, orgânico ou a combinação dos dois. A massa seca também não apresentou variação, entre os adubos utilizados, diferindo apenas o tratamento controle (sem adubação). A MF obteve valores médios variando entre 209,2 g e 241,03 g, enquanto a MSF obtendo valores médio de 14,2 g a 15,57 g para cada 20 cm de comprimento. Esses resultados indicam um elevado teor de umidade nos cladódios, com percentuais variando entre 92,2% e 93,5%, conforme verificado pela diferença entre a massa fresca e a massa seca (Figura 8).

Figura 8: Massa verde total dos cladódios (MVC) e Massa verde média por cladódio (MVMC) (A), Massa fresca de 20 cm de cladódio (MF) (B) e massa seca de 20 cm dos cladódios (MSF) (C) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

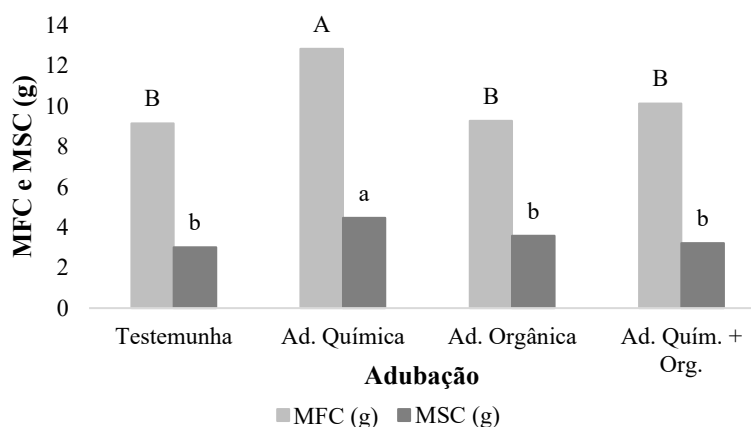
Covolan *et al.* (2022) não detectaram diferenças significativas na massa fresca da parte aérea de alface entre a adubação orgânica e a convencional. Deferindo desse estudo, onde observa-se que com a associação da adubação química e orgânica obteve-se a maior massa verde total e massa verde média por cladódio, podendo ser explicado devido aos inúmeros benefícios da associação dos adubos químicos com o orgânico, tais como uma nutrição balanceada para as plantas, melhoria da estrutura do solo, aumento da biodiversidade, entre outras.

A utilização de fontes de fertilizantes minerais, orgânicos ou organominerais, em proporções adequadas, otimiza a produção de matéria verde, o acúmulo de nutrientes nos

cladódios e o rendimento de matéria seca da palma forrageira (PESSOA *et al.*, 2022). Além disso, Léo *et al.* (2019) relataram que um maior aporte de nutrientes, especialmente de origem orgânica e mineral, é capaz de incrementar a produtividade de matéria seca (MS) em plantas de palma, corroborando assim os resultados obtidos neste estudo na Figura 8B e 8C.

A massa fresca do cilindro central (MFC) e a massa seca do cilindro central (MSC), atingiram seus valores máximos quando foi aplicado o adubo químico, registrando, 12,84 g para MVC e 4,47 g para a MSC, verificando um percentual de 65,18% de umidade no cilindro central (Figura 9).

Figura 9: Massa fresca do cilindro central (MFC) e massa seca do cilindro central (MSC) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).



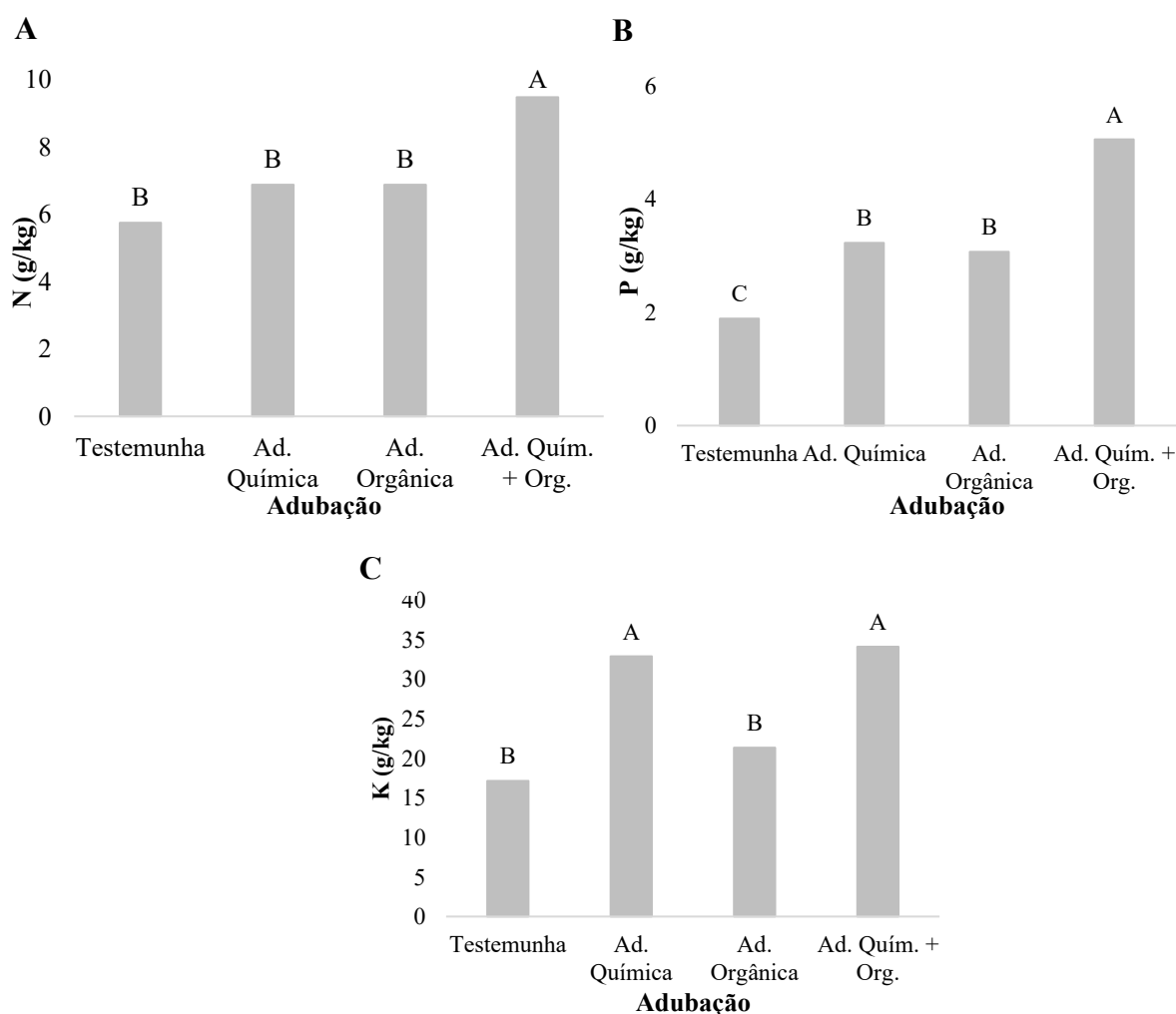
Médias seguidas da mesma letra maiúscula para MFC e minúscula para MSC não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

O cilindro central da planta de pitaya desempenha um papel crucial no desenvolvimento e na fisiologia da planta, atuando como um sistema vascular que conduz a seiva bruta e elaborada, fornece suporte estrutural aos cladódios, armazena nutrientes essenciais para períodos de necessidade e transporta substâncias de defesa contra patógenos. A sanidade do cilindro central é diretamente influenciada pela qualidade do solo e pela disponibilidade de nutrientes, impactando diretamente o crescimento e a produtividade da planta. Diante do exposto, observa-se que a presença da adubação química é importante para o desenvolvimento do cilindro central.

Sabe-se que a nutrição da planta é fundamental para o seu bom desempenho, dessa forma, o presente estudo avaliou os teores de nutrientes encontrados no vegetal, sendo observados que os nutrientes ocorreram em maior quantidade nos cladódios na seguinte ordem $K > N > P$ (Figura 10), onde a planta apresentou $9,48 \text{ g Kg}^{-1}$ de N e $5,6 \text{ g Kg}^{-1}$ de P e $34,11 \text{ g Kg}^{-1}$ de K, quando se utilizou a combinação de adubo químico e orgânico. Por outro lado, a concentração de potássio (K) não diferiu quando avaliado o uso do adubo químico com a combinação do adubo orgânico e químico. Esses resultados sugerem que a associação de adubos químico e orgânico promove um melhor aproveitamento de N, P e K pela planta de pitaya, sendo o K também influenciado pelo uso isolado de adubo químico.

Figura 10: Teores de nutrientes N (A), P (B) e K (C) encontrado em cada g kg^{-1} da planta da pitaya em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Apesar de apresentar alta capacidade de adaptação, a pitaya demanda adubação rica em matéria orgânica e nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio (NUNES *et al.*, 2014). As pesquisas de Alves *et al.* (2021) e Lima *et al.* (2019) quando avaliaram a concentração de macronutrientes na massa seca dos cladódios relatam que o acúmulo de nutrientes ocorreu na seguinte ordem $K > N > P$. Essa constatação, consistente com os resultados do presente estudo, sugere que o potássio (K) é o macronutriente predominante na composição da planta da pitaya, seguido pelo nitrogênio (N) e fósforo (P).

Além disso, Silva *et al.* (2012), ao investigar a adubação nitrogenada, fosfatada e potássica com a cultura da palma, encontrou uma média de $24,4 \text{ g kg}^{-1}$ de K na massa seca de palma, colhida 390 dias após o plantio, onde no presente estudo o valor para K foi de $34,11 \text{ g kg}^{-1}$.

O nitrogênio, segundo macronutriente mais abundante, é responsável pelo crescimento vegetal, influenciando na massa seca dos cladódios, desenvolvimento de raízes, emissão de novos cladódios e comprimento, produtividade e tamanho dos frutos (ALMEIDA *et al.*, 2014; ALVES *et al.*, 2021). Portanto, a deficiência desse nutriente no solo, pode ser um fator limitante a produção e produtividade da cultura.

O fósforo, embora em menor concentração, é fundamental para diversos processos fisiológicos, como formação das raízes, fotossíntese, produção de energia, transporte de nutrientes, florescimento e frutificação (KHAN, 2023). A deficiência de P pode afetar a absorção de outros nutrientes, como nitrogênio (N), potássio (K) e cálcio (Ca), impactando a arquitetura da planta. Em caso de deficiência de fósforo observa-se alongamento reduzido dos caules mais curtos e grossos (TARIQ *et al.*, 2023).

Em estudo sobre a composição mineral de genótipos de palma forrageira, Silva (2019) encontrou uma média de $4,83 \text{ g kg}^{-1}$ de P na matéria seca da espécie orelha de elefante mexicana. Esse resultado é inferior ao observado na cultura da pitaya no presente estudo, sugerindo que a pitaya pode apresentar uma maior demanda por P em comparação com a palma forrageira. Corrêa *et al.* (2014), avaliando combinações de doses de fósforo-zinco no crescimento inicial de pitaya, afirmaram que a disponibilidade destes nutrientes influencia no crescimento das mudas quando há disponibilidade de $4,5 - 6,0 \text{ g kg}^{-1}$ de P na parte área.

A necessidade de reposição nutricional torna-se crucial, uma vez que, além do papel fundamental dos nutrientes no desenvolvimento da planta, quantidades significativas são exportadas para o fruto (RABELO *et al.*, 2020). Essa exportação de nutrientes para o fruto justifica a implementação de práticas de manejo que assegurem a reposição adequada dos

nutrientes, especialmente o potássio, para otimizar tanto o rendimento quanto a qualidade da produção de pitaya.

De acordo com a análise de variância, quando avaliado o fruto da pitaya houve diferencia significativa para a maioria das variáveis analisadas no fator adubo (Tabela 5), apresentando comportamento não significativo o comprimento dos frutos (C). Na tabela 6, verifica-se que todos os nutrientes presentes no fruto (polpa e casca) apresentaram comportamento significativo.

Tabela 5: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Circunferência do Fruto (CF), comprimento do fruto (C) e Largura do Fruto (LF), ° Brix, Peso fresco do fruto (PFF), Peso da Polpa (PP), Peso da casca (PC), Peso seco da polpa (PSP), Peso seco da casca (PSC) e Produtividade (Prod) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios									
		CF (cm)	C (cm)	LF (cm)	°Brix	PFF (g)	PP (g)	PC (g)	PSP (g)	PSC (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
Adubo (A)	3	19,89**	3,57 ^{NS}	2,55*	4,15**	26703,95**	17443,29**	3273,67**	54,88*	8,40**	10145047,36**
Bloco	6	2,41 ^{NS}	0,38 ^{NS}	0,86 ^{NS}	0,28 ^{NS}	1628,32 ^{NS}	1165,92 ^{NS}	393,95 ^{NS}	31,21 ^{NS}	2,18 ^{NS}	55644,89 ^{NS}
Resíduo	18	1,90	0,78	0,58	0,58	2577,80	1281,10	2767,14	16,18	1,53	254807,38
CV (%)		4,97	10,26	9,03	5,74	15,43	15,75	14,56	18,64	13,34	19,22

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2024).

Tabela 6: Resumo da análise de variância para as variáveis resposta Teor de nitrogênio na polpa (TNP), Teor de Fósforo na polpa (TFP), Teor de potássio na polpa (TKP), Teor de nitrogênio na casca (TNC), Teor de fósforo na casca (TPC) e Teor de potássio na casca (TKC) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitayas (*Hylocereus costaricensis*).

Fontes de variação	G L	Valores de Quadrados Médios					
		TNP (g kg ⁻¹)	TPP (g kg ⁻¹)	TKP (g kg ⁻¹)	TNC (g kg ⁻¹)	TPC (g kg ⁻¹)	TKC (g kg ⁻¹)
Adubo(A)	3	0,49**	0,45**	15,33**	21,68**	1,23**	184,98**
Bloco	6	0,02 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,51 ^{NS}	2,03 ^{NS}	0,15 ^{NS}	31,17 ^{NS}
Resíduo	18	0,04	0,06	1,84	0,95	0,08	22,95
CV (%)		19,44	19,39	10,03	18,84	16,78	14,17

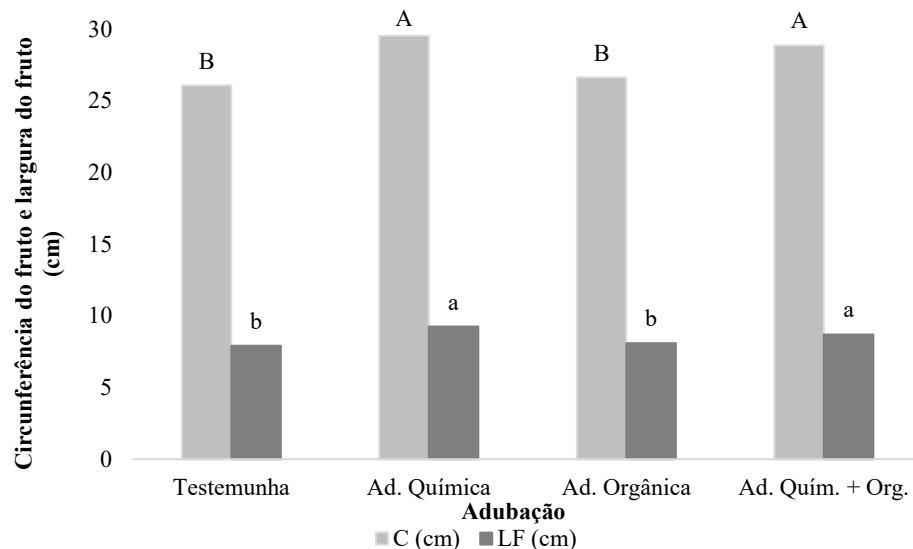
**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2024).

A circunferência e a largura do fruto são variáveis morfológicas que podem impactar significativamente o peso final do fruto. Observou-se que a largura do fruto (LF) foi afetada pela adubação, indicando que, no primeiro ano de produção da cultura, quando se utilizou adubo químico e/ou a combinação de químico mais orgânico, a largura variou entre 8,70 cm a 9,24 cm (Figura 11).

No que se refere à circunferência do fruto (CF), verificou-se que a aplicação de adubo químico, bem como a combinação de adubos químicos e orgânicos, resultou nos maiores valores. Os resultados indicaram que a circunferência variou de 28,85 cm a 29,51 cm. Essa relação evidencia a importância da escolha adequada dos fertilizantes na otimização das características morfológicas dos frutos, impactando diretamente no seu peso final. Os tratamentos que empregaram essas estratégias de adubação apresentaram os maiores valores de peso final do fruto (PFF), corroborando a relevância das práticas de manejo nutricional.

Figura 11: Circunferência do fruto (C) e Largura do fruto (LF) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).



Médias seguidas da mesma letra maiúscula para C e minúscula para LF não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Estudos prévios, como os de Cordeiro *et al.* (2015) e Lessa (2019), demonstraram que a largura do fruto de pitaya varia entre 8,1 cm e 9,0 cm. Os resultados do presente estudo

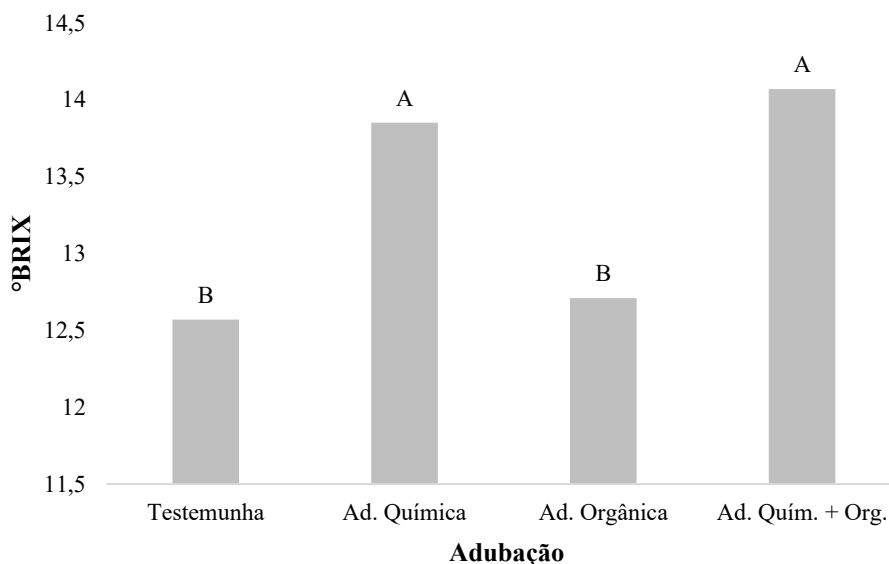
corroboram com essas observações, apresentando uma largura média de 9,24 cm para o tratamento com adubo químico e 8,70 cm para a combinação de adubo químico e orgânico.

A largura do fruto, juntamente com a circunferência e o comprimento, são parâmetros importantes que influenciam diretamente o peso final do fruto. Essa relação entre as dimensões do fruto e seu peso é crucial para a avaliação da qualidade e do rendimento da produção.

Os resultados do presente estudo sugerem que a aplicação de adubos, especialmente o adubo químico, pode influenciar a largura do fruto, o que pode ter implicações no peso final.

Além da influência na largura, a adubação também impactou o teor de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos, conforme demonstrado na Figura 12. O tratamento com adubo químico resultou em 13,85 °Brix, enquanto a combinação de adubo químico e orgânico apresentou 14,07 °Brix. Esses dados sugerem que tanto o uso do adubo químico quanto a sua associação com o adubo orgânico promove um aumento na concentração de sólidos solúveis nos frutos, indicando uma melhoria na qualidade da produção.

Figura 12: °Brix em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

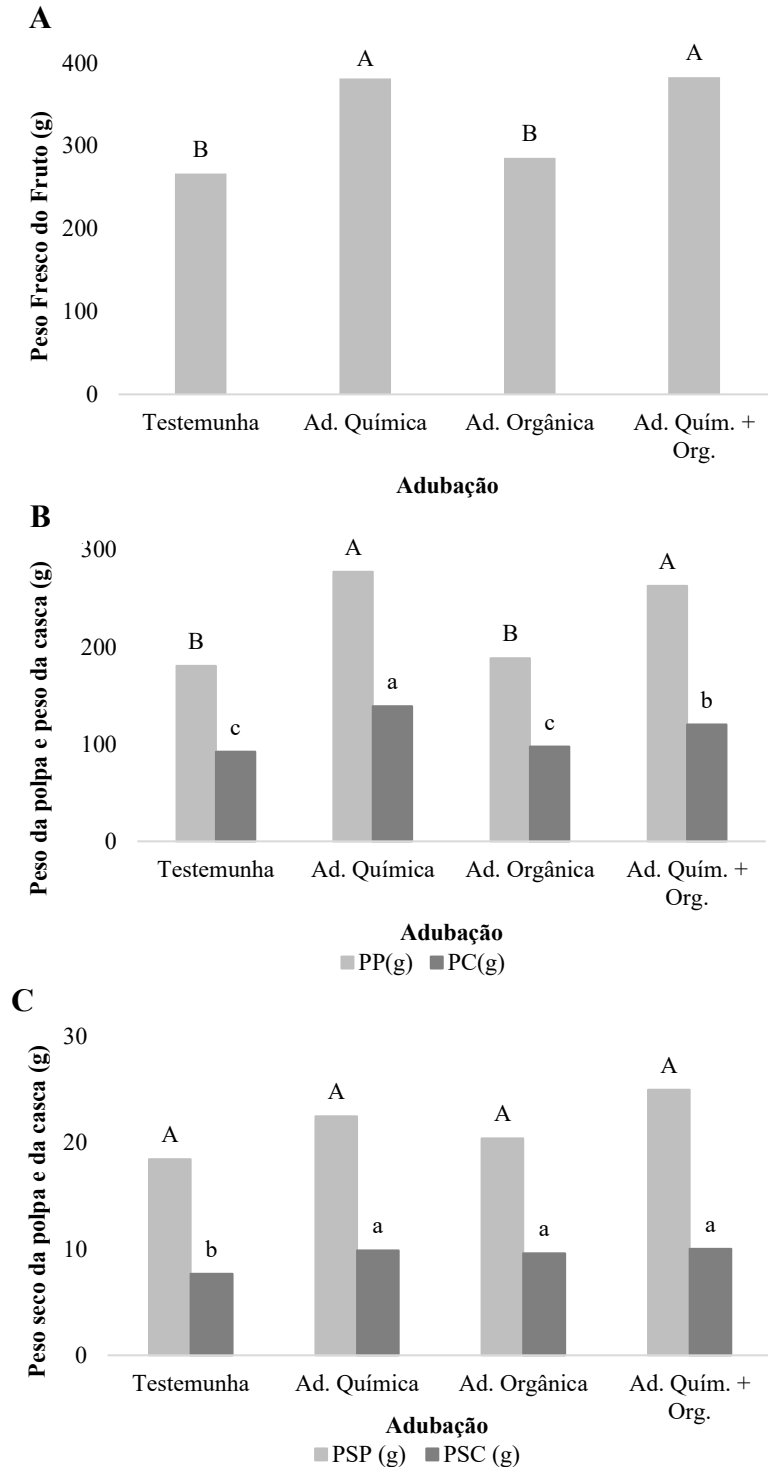
Lacerda e Almeida (2022), afirmam que o brix da *Hylocereus costaricensis*, varia em torno de 13%. Resultados superiores foram observados neste estudo quando utilizado a adubação química associada a orgânica (14,07). O Brix é uma medida utilizada para determinar a

concentração de sólidos solúveis em soluções aquosas, geralmente expressa em graus Brix (°Brix). Essa medida é frequentemente utilizada na avaliação da qualidade de frutas e hortaliças, pois está relacionada ao sabor, doçura e qualidade geral do fruto. Um valor de Brix mais elevado indica uma maior concentração de açúcares e, conseqüentemente, um potencial sabor mais doce.

O peso fresco dos frutos é um parâmetro fundamental para a avaliação da produção agrícola. Observou-se que, durante o primeiro ciclo de produção, as plantas fertilizadas com adubo químico e aquelas submetidas à combinação de adubo químico e orgânico apresentaram os maiores pesos, com registros de 381,24 g e 383 g, respectivamente (Figura 13A). É relevante ressaltar que a produção no primeiro ciclo após o plantio ainda não expressa todo seu potencial produtivo. Na Figura 13B, é possível observar que, em relação ao peso da polpa, o uso de adubo químico e a combinação deste com o adubo orgânico resultaram nos maiores pesos, com valores de 277,35 g e 262,85 g, respectivamente. Quanto ao peso da casca, constatou-se que apenas o tratamento com adubação química, obteve o melhor desempenho, em comparação com os demais tratamentos.

Verifica-se ainda na figura 13C que a massa seca da polpa do fruto da pitaya não sofreu diferença estatística com o uso de diferentes tipos de adubo, apresentando um teor de peso seco da polpa variando de 20,4 a 24,98 g, já a massa seca da casca, sofreu influência do tipo de adubo utilizado, variando de 9,58 g a 10,01 g, diferindo estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, apenas do controle (sem adubação), o qual obteve menor valor da MSC de 7,66 g.

Figura 13: Peso Fresco do Fruto (PFF) (A), Peso polpa (PP), Peso da casca (PC) (B), Peso seco da polpa (PSP) e Peso seco da casca (PSC) (C) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).



Médias seguidas da mesma letra maiúscula para PFF (Figura 13A), PP (Figura 13B) e PSP (Figura 13C) e minúscula para PC (Figura 13B) e PSC (Figura 13C) não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

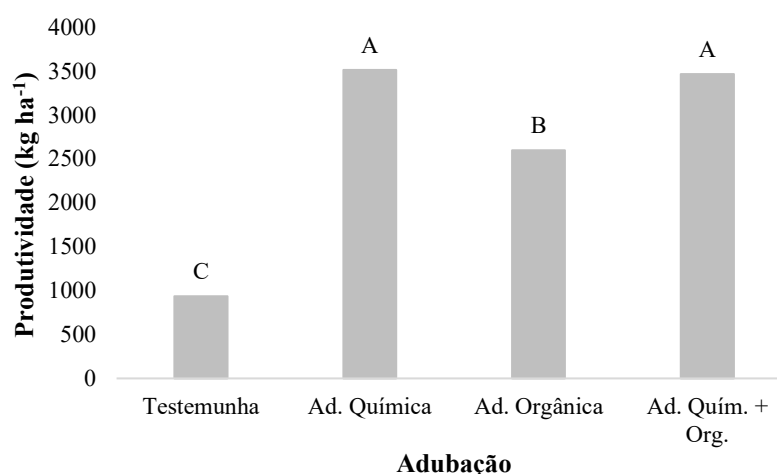
Fonte: Autora (2024).

A análise das figuras 13B demonstra a polpa representa entre 68,62% e 72,74% do peso total do fruto. Esses resultados corroboram com estudos prévios, como o de Silva *et al.* (2011), que indicam a polpa como responsável por aproximadamente 70-80% do peso e rendimento do fruto. Portanto, quanto maior a proporção de polpa, melhores serão os pesos dos frutos destinados a venda. No Brasil ainda não existem regulamentos técnicos de classificação dos frutos de pitaya (MAPA, 2024), o que significa que não há um peso mínimo definido para a comercialização.

A partir da figura 13, observando o peso fresco e seco da polpa e casca, pode-se avaliar o teor de umidade da casca e da polpa do fruto, revelando que a casca do fruto apresenta umidade em torno de 90,16% a 91,66%, enquanto a polpa apresenta umidade de 91,89% para o tratamento com adubo químico e 90,49% para a combinação de adubo químico e orgânico. Esses resultados demonstram que a polpa apresenta um teor de água ligeiramente superior à casca, e que a aplicação de adubos pode influenciar a composição da polpa, embora a diferença entre os tratamentos seja pequena.

A produtividade da *Hylocereus costaricensis* foi significativamente influenciada pelas diferentes formas de adubação aplicadas, conforme apresentado na Figura 14. Os tratamentos com adubação química ($3511,58 \text{ kg ha}^{-1}$) e com a combinação de adubação química e orgânica ($3463,13 \text{ kg ha}^{-1}$) resultaram nas maiores produtividades, não diferindo estatisticamente entre si. A adubação orgânica isolada promoveu produtividade intermediária ($2597,82 \text{ kg ha}^{-1}$) significativamente superior à testemunha ($934,24 \text{ kg ha}^{-1}$), que apresentou a menor média produtiva.

Figura 14: Produtividade (kg ha^{-1}) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).



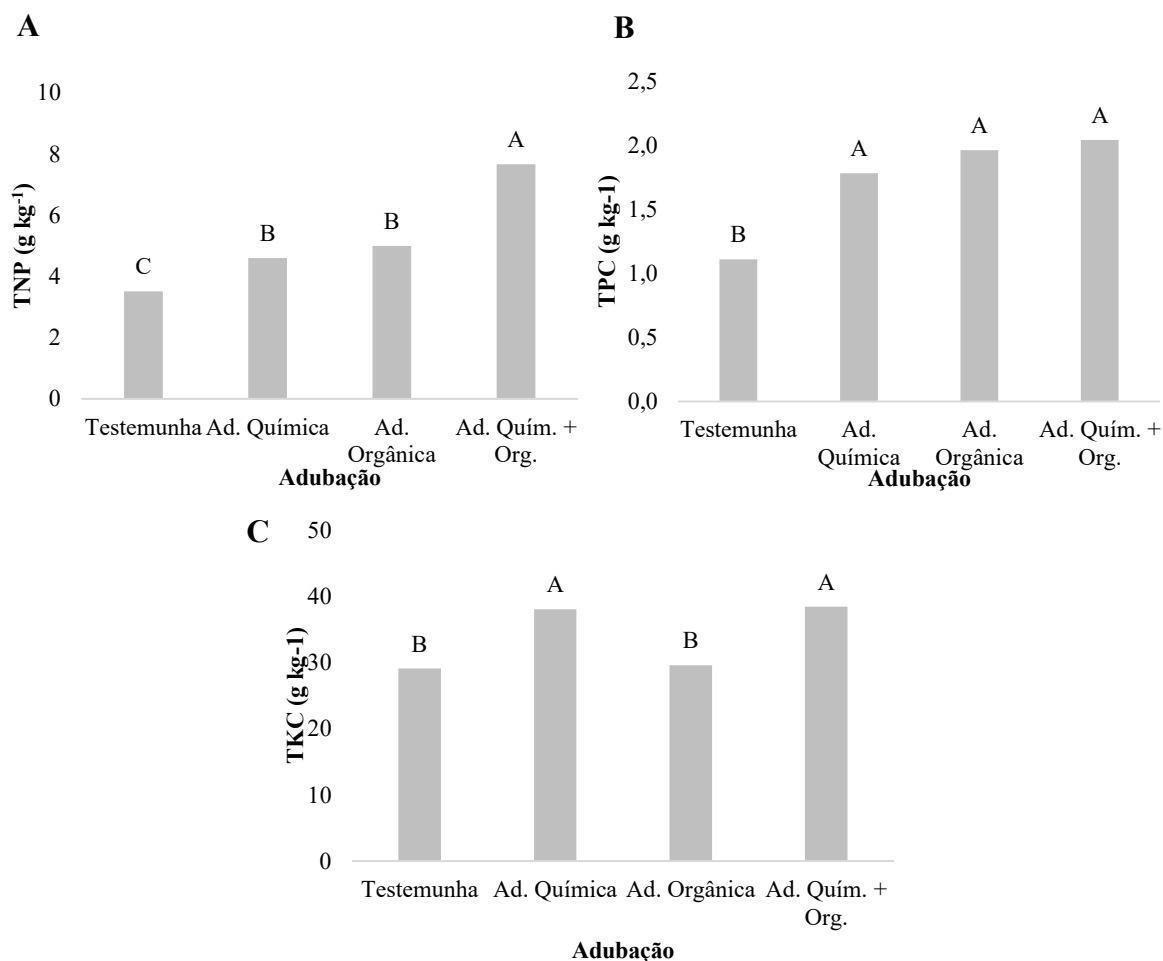
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Esses resultados demonstram que a adubação química, seja aplicada isoladamente ou em combinação com fontes orgânicas, é mais eficiente na promoção do rendimento da *Hylocereus costaricensis*, provavelmente em função da maior disponibilidade imediata de nutrientes essenciais à planta. Por outro lado, a adubação orgânica apresentou efeitos benéficos em relação à testemunha, porém com menor desempenho em curto prazo, o que pode ser atribuído à lenta mineralização e liberação gradual de nutrientes. A combinação de adubos químicos e orgânicos, por sua vez, sugere um efeito complementar, conciliando oferta rápida de nutrientes e melhorias na estrutura e fertilidade do solo, representando uma estratégia promissora para sistemas sustentáveis de produção da pitaya.

Nesse contexto, a análise da composição nutricional da casca do fruto (Figura 15) reforça esses achados, ao demonstrar que a aplicação conjunta de adubo químico e orgânico resultou na maior concentração de nitrogênio ($7,66 \text{ g kg}^{-1}$) na casca. Embora não tenha sido observada diferença estatística significativa entre os tratamentos para o teor de fósforo, todos os tratamentos adubados apresentaram valores superiores ao da testemunha. No caso do potássio, os maiores teores foram obtidos com o uso de adubo químico isolado ($38,06 \text{ g kg}^{-1}$) e em associação com o orgânico ($38,42 \text{ g kg}^{-1}$), evidenciando o efeito da adubação sobre o acúmulo desse nutriente. De forma semelhante ao padrão observado nos cladódios, a ordem de concentração de macronutrientes na casca dos frutos foi $K > N > P$, indicando que o potássio é o nutriente mais abundante, seguido do nitrogênio e do fósforo.

Figura 15: Teor de nutrientes na casca do fruto, N (TNP), P (TPC) e K (TKC) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).

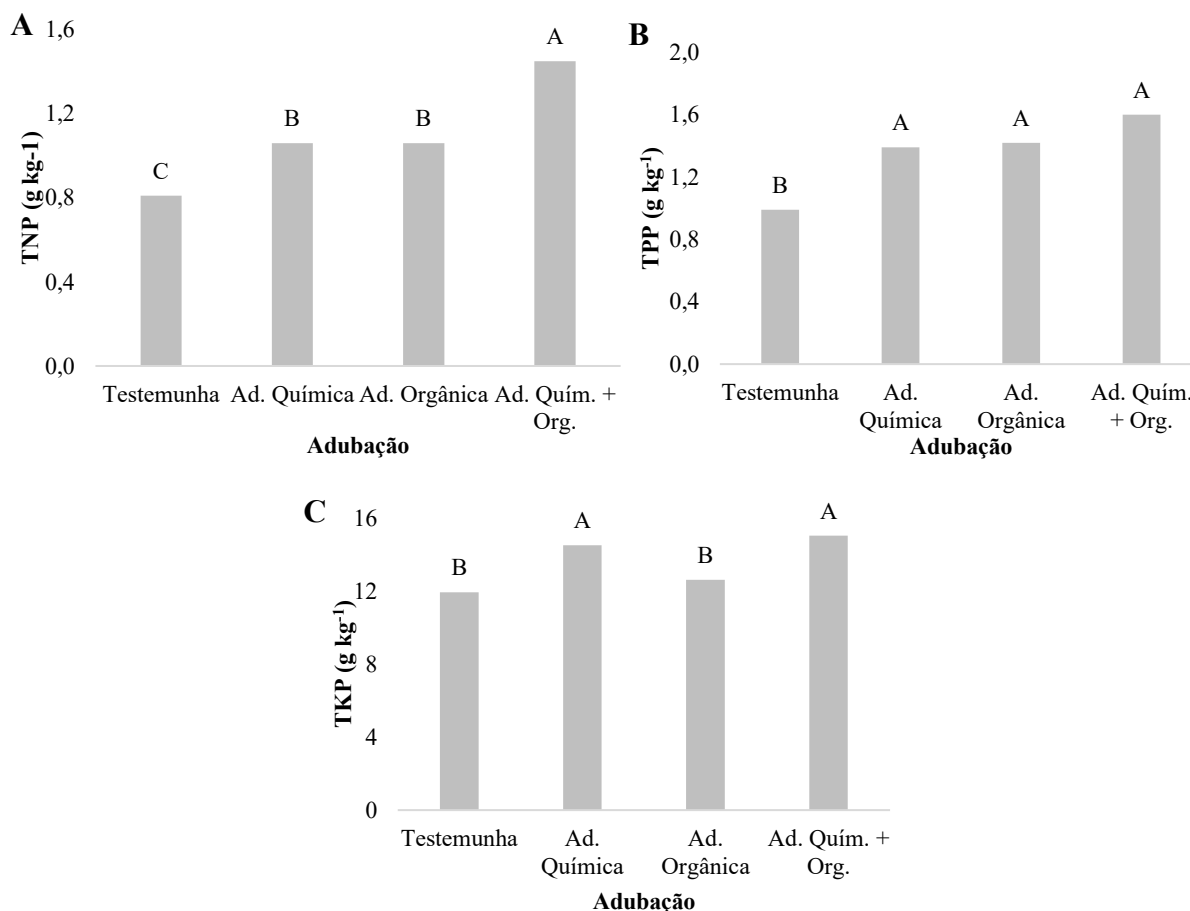


Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

A análise da polpa do fruto (Figura 16) revelou que os nutrientes são encontrados na seguinte ordem $K > P > N$, podendo ser observado que a aplicação conjunta de adubação química e orgânica promove a maior concentração de nitrogênio ($1,46 \text{ g kg}^{-1}$). O tipo de adubo utilizado influenciou significativamente a concentração de fósforo na polpa, a qual variou de $1,39 \text{ g kg}^{-1}$ a $1,60 \text{ g kg}^{-1}$, enquanto no tratamento controle (sem adubação) observou-se a menor concentração de P. Por outro lado, as maiores concentrações de potássio (K) foram observadas na utilização do adubo químico em associação com o adubo orgânico ($15,04 \text{ g kg}^{-1}$) e na utilização do adubo químico de forma isolada ($14,51 \text{ g kg}^{-1}$).

Figura 16: Teor de nutrientes na polpa do fruto, N (TNP) (A), P (TPP) (B) e K (TKP) (C) em função de diferentes tipos de adubo: químico, orgânico e a combinação de químico e orgânico na cultura da pitaya (*Hylocereus costaricensis*).



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Estudos demonstram que potássio (K) é o nutriente mais exportado durante o ciclo de produção da pitaya (MOREIRA *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2019; RABELO *et al.*, 2020). A fertilização adequada com potássio é crucial para a produção de frutos de qualidade (RABELO *et al.*, 2020), visto que o potássio é o macronutriente com maior concentração na fruta da pitaya. A deficiência de potássio pode resultar em redução do crescimento vegetativo, comprometimento da qualidade dos frutos e, principalmente, diminuição do teor de açúcar. O potássio desempenha um papel fundamental nos processos metabólicos, incluindo a síntese de proteínas e açúcares, sendo responsável pelo transporte de carboidratos e açúcares produzidos pela fotossíntese para os frutos (MALAVOLTA, 2016).

O fósforo (P) foi o segundo nutriente mais exportado para a polpa do fruto e o terceiro para a casca, coincidindo com o estudo de Alves (2023), demonstrando sua importância para a formação do fruto (NUNES, 2014).

O Nitrogênio (N), por sua vez, encontrou-se em concentração maior na casca e em menor quantidade na polpa. Este nutriente é essencial para o desenvolvimento da planta, impactando diretamente nas características de crescimento e desenvolvimento dos frutos (ALMEIDA *et al.*, 2014).

Os resultados deste estudo, em concordância com Lima *et al.* (2019), destacam a importância conjunta de K e o P, como nutrientes de alta demanda durante a fase reprodutiva. Esses resultados reforçam a necessidade de estratégias de manejo nutricional que priorizem o fornecimento adequado de potássio, fósforo e nitrogênio para otimizar a produção de frutos de alta qualidade.

4 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a combinação de adubo químico e orgânico promoveu um crescimento mais vigoroso das plantas, com maior circunferência do cladódio, maior número de cladódios, maior comprimento total dos cladódios secundários, maior massa fresca total dos cladódios e maior massa média por cladódio.

A análise do teor de nutrientes na planta revelou que a concentração de potássio (K) foi superior tanto na adubação química quanto na combinação de adubo químico e orgânico, enquanto a concentração de nitrogênio (N) e fósforo (P) foi maior na combinação de adubo químico e orgânico.

A combinação de adubo químico e orgânico e químico isoladamente, também resultou em frutos com características mais favoráveis, aumentando a largura, circunferência, teor de sólidos solúveis (°Brix), peso do fruto e da polpa e produtividade.

Os maiores índices de produtividade foram registrados nos tratamentos com adubação combinada (química + orgânica) e química isolada, demonstrando a eficiência agrônômica dessas estratégias nutricionais para a maximização da produção no primeiro ano de cultivo. A composição nutricional dos frutos evidenciou variação entre a casca ($K > N > P$) e a polpa ($K > P > N$), destacando o potássio como o nutriente mais acumulado e requerido pela planta em ambas as estruturas.

Esses resultados demonstram que a combinação de adubo químico e orgânico é uma estratégia promissora para otimizar o crescimento da planta, a composição nutricional e a qualidade dos frutos de pitaya.

5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. de M.; CRISOSTOMO, L. A.; ARAÚJO, N. A. de; SILVA, J. C. do V. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1-10, dez. 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-296/13.
- ALVES, D. de A.; CRUZ, M. do C.M.; LIMA, J.E.; SANTOS, N.C.; RABELO, J.M.; BARROSO, F. de L. Productive potential and quality of pitaya with nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.56, e01882, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.01882>.
- ALVES, D. de A. Calagem, fertilização e polinização no cultivo de pitaia. 2023. 69 p. **Tese** (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.
- CARMO, E.P.; ROCHA, I. T.; ANGELIM, C.N.T.; SILVA, J.R.; SIMÕES, A.N.; MENDONÇA, V.; OLIVEIRA, L.M. Influence of organic fertilization on the initial growth of red pitay. **Acta Hortic.** 1343. ISHS 2022. DOI 10.17660/ActaHortic. 222.1343.37
- CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitaia-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.1, p. 20-26, mar. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-046/14>
- CORRÊA, M. C. de M.; ALMEIDA, E. I. B.; MARQUES, V. B.; SILVA, J. C. do V. Crescimento inicial de pitaia em função de combinações de doses de fósforo-zinco. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 36, n. 1, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-297/13.
- COVOLAN, A. R., FERREIRA, T. C., & GOMES, E. R. INFLUÊNCIA DO AMBIENTE PROTEGIDO NO CULTIVO DA ALFACE EM ADUBAÇÃO ORGÂNICA E CONVENCIONAL. **ENERGIA NA AGRICULTURA**, 37(1), 76–84. 2022. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2022v37n1p76-84>
- CUNHA, D. N. F. V.; GOMES, E. S.; MARTUSCELLO, J. A. et al. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S. I.], v. 13, 2012.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**, [S.I.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>. Acesso em: 19 fev. 2022.
- KHAN, F., SIDDIQUE, A.B., SHABALA, S., ZHOU, M., ZHAO, C. Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. **Plants**, v. 12, n. 15, p. 2861, ago. 2023. DOI: 10.3390/plants12152861.
- LACERDA, V. R.; ALMEIDA, S. I. Circuito Internacional de Pitaya: tendências e projeções latino-americanas para a cultura da pitaya. (Recurso eletrônico). Botucatu. 2022. Disponível

em: https://www.fepaf.org.br/wp-content/uploads/2022/08/E-book-I-Circuito-pitaia-pronto_compressed-1.pdf#page=41 Acesso: 18 ago. 2024.

LÉDO, A. A.; DONATO, S. L. R.; ASPIAZU, C. L.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; CARVALHO, A. J. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 23(6), 413-418. 2019.

LESSA, F. O. Caracterização e avaliação sensorial de frutos de pitaya (*Hylocereus* spp.) 2019. 51f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

LIMA, A.B.; MENDES, N. V. B.; CORRÊA, M.C.M.; TANIGUCHI, C.A.K.; QUEIROZ, R.F.; NATALE, W. Growth and nutriente accumulation in the aerial part of red pitaya (*Hylocereus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n.5, p.1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452019030>.

LOUREIRO, T. C.; FERREIRA, J. S., SANTOS; R. K. A., DE LIMA, M. C. D.; ÁVILA, J. S.; ALMEIDA FILHO, R. L. DA S.; LADEIA, C. A.; SANTOS, J. DA S. Associação de uréia e bactérias diazotróficas incrementam o crescimento no milho / Association of urea and diazotrophic bacteria increase growth in corn. **Brazilian Journal of Development**, (2021), 73687–73699. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-510>

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 638p.

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

MENDOZA-TAFOLLA, R. O.; JUAREZ-LOPEZ, P.; ONTIVEROS-CAPURATA, R. E.; SANDOVAL-VILLA, M.; IRAN, A. T.; ALEJO-SANTIAGO, G. Estimating nitrogen and chlorophyll status of romaine lettuce using SPAD and at LEAF readings. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.47, n.3, 751-756, 2019.

MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. do C. M. da; FERNANDES, D. R.; SILVA, E. de B. e; OLIVEIRA, J.de. Nutrient accumulation at the initial growth of pitaya plants according to phosphorus fertilization. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 46, n. 3, p. 230-237, jul./set. 2016.

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. **Revista Gaia Scientia**. v.8, n.1, p. 90-98. 2014. ISSN 1981- 1268. <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/index>.

OLIVEIRA, A.N.P.; OLIVEIRA, A.P.; LEONARDO, F.A.P.; CRUZ, I.S.; SILVA, D.F. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 27, n. 1, p.100-102, 2009.

PESSOA, R. M. dos S.; PESSOA, A. M. dos S; COSTA, D. C. da C.; AZEVÊDO, P. C. da S.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; VICENTE, S. L. A.; FERREIRA, J. M. de S.; ARAÚJO, C. de

A.; LIMA, D. O. Palma forrageira: Adubação orgânica e mineral. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, e12111334257, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.34257.

PANISSON, D.; MARQUES, N. K.; 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, e401101421921, 2021. ISSN 2525-3409. | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21921>

RABELO, J. M.; CRUZ, M.C.; SANTOS, N. C.; ALVES, D. A.; LIMA, J. E.; SILVA, B. Increase of nutrients export and production of pitaya whit potassium fertilization. **Comunicata Scientiae**, v. 11, e3276, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3276>.

SILVA, P. G. DA; MATIASA, R.; OLIVEIRA, A. K. M. DE. O Efeito de Substratos Orgânicos no Crescimento Inicial de Pitaya Vermelha Cultivada em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **UNICIÊNCIAS**, v. 24, n. 1, p. 51-57, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2020v24n1p51-57>

SILVA, D. D. Composição mineral e bromatológica de genótipos de palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* em diferentes estádios fenológicos. 2019. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

SILVA, J. A. Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química. 2012. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2012.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R. Composição mineral em cladódios de palma sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, PE, v. 7, jun. 2012

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

TARIQ A., ZENG F., GRACIANO C., ULLAH A., SADIA S., AHMED Z., MURTAZA G., ISMOILOV K., ZHANG Z. Regulação de metabólitos por nutrientes em plantas. **Ionômica de plantas**. 2023:1–18. DOI: 10.1002/9781119803041.CH1.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2021. 584 pp. ISBN: 9786581335113.

VIDIGAL, S. M. Diagnóstico de nitrogênio por medidor de clorofila portátil SPAD-502 para uso na cultura da couve-flor. EPAMIG. **Circular Técnica**, n.325, nov. 2020.

CAPÍTULO IV

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM DUAS ESPÉCIES DE PITAYA *Hylocereus costaricensis* (Var. Costa Rica) e *Hylocereus undatus* (Var. Branca comum)

Resumo: A cultura da pitaya apresenta um significativo potencial para a diversificação da fruticultura, oferecendo uma alternativa socialmente relevante ao aumentar e consolidar a renda dos pequenos agricultores. Entretanto, a carência de conhecimento sobre o manejo adequado representa um fator limitante para a expansão da produção. O presente estudo teve como objetivo avaliar a seletividade de diferentes herbicidas em duas variedades de pitayas (Costa Rica e Branca Comum), bem como verificar o nível de fitotoxicidade. O experimento foi conduzido no Centro de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA-UFAL), utilizando um delineamento em blocos casualizados, com duas espécies de pitaya e seis tratamentos de herbicidas (isoxaflutole, flumioxazina, imazapique, sulfentrazone, oxifluorfem e uma testemunha sem herbicida), com quatro repetições, totalizando 48 parcelas. Após a aplicação dos herbicidas, foram realizadas avaliações para verificar a fitotoxicidade das plantas, levando em consideração a idade das plantas nas duas primeiras aplicações. Na terceira aplicação dos herbicidas, foram avaliados os efeitos em relação à fitotoxicidade, número de brotações por planta, comprimento médio dos cladódios, diâmetro dos cladódios, intensidade de verde, massa fresca total, massa fresca por cladódio e massa seca dos cladódios secundários. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e para fatores qualitativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os princípios ativos isoxaflutole, flumioxazina, imazapique, sulfentrazone e oxifluorfem não apresentaram fitotoxicidade nas plantas estudadas com 12 meses, até a altura de 100 cm, no entanto, em tecidos jovens causaram sérios danos aos cladódios com brotações novas. Ao vigésimo quarto dia após a aplicação (DAA) as plantas iniciaram o processo de recuperação e aos sessenta dias não se observou nenhum sintoma de fitotoxicação. Os tratamentos com sulfentrazone resultaram em maior acúmulo de biomassa, sem comprometer o crescimento dos cladódios com a cutícula formada. Entre as espécies, *H. undatus* apresentou respostas fisiológicas mais estáveis, indicando maior resiliência ao estresse químico quando comparada a *H. costaricensis*. Os resultados indicam que a aplicação de herbicidas pode ser viável no cultivo de pitaya, desde que seja respeitado o estágio de desenvolvimento dos cladódios, sendo mais segura em tecidos com a cutícula já formada.

Palavras-chave: Controle químico; Fitotoxicidade; Cactáceas.

Herbicide Selectivity in Two Pitaya Species *Hylocereus costaricensis* (Costa Rica variety) and *Hylocereus undatus* (Common White variety)

Abstract: Pitaya cultivation presents significant potential for the diversification of fruit production, offering a socially relevant alternative by increasing and consolidating the income of small farmers. However, the lack of knowledge regarding proper management represents a limiting factor for the expansion of production. This study aimed to evaluate the selectivity of different herbicides in two pitaya varieties (Costa Rica and Common White), as well as to assess the level of phytotoxicity. The experiment was conducted at the Center of Engineering and Agricultural Sciences (CECA-UFAL), using a randomized block design with two pitaya species and six herbicide treatments (isoxaflutole, flumioxazin, imazapic, sulfentrazone, oxyfluorfen, and an untreated control), with four replications, totaling 48 plots. After herbicide application, evaluations were carried out to assess plant phytotoxicity, considering plant age in the first two applications. In the third application, effects were evaluated in relation to phytotoxicity, number of shoots per plant, average cladode length, cladode diameter, chlorophyll index, total fresh mass, fresh mass per cladode, and dry mass of secondary cladodes. The data obtained were subjected to analysis of variance, and for qualitative factors, means were compared using the Scott-Knott test ($p < 0.05$). The active ingredients isoxaflutole, flumioxazin, imazapic, sulfentrazone, and oxyfluorfen did not present phytotoxicity in 12-month-old plants up to 100 cm in height; however, in young tissues they caused severe damage to cladodes with new shoots. By the 24th day after application (DAA), plants started the recovery process, and by 60 days no phytotoxicity symptoms were observed. Treatments with sulfentrazone resulted in greater biomass accumulation, without compromising the growth of cladodes with a fully developed cuticle. Among species, *H. undatus* showed more stable physiological responses, indicating greater resilience to chemical stress compared to *H. costaricensis*. The results indicate that herbicide application may be feasible in pitaya cultivation, provided that the developmental stage of cladodes is respected, being safer in tissues with a fully formed cuticle.

Keywords: Chemical control; Phytotoxicity; Cactaceae.

1 INTRODUÇÃO

A pitaya, pertencente à família Cactaceae e ao gênero *Hylocereus*, é uma frutífera originária das Américas, atualmente cultivada em diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Hernández, 2000; Silva, 2014). Nas últimas décadas, seu cultivo tem se expandido significativamente, impulsionado não apenas pela aparência visual e sabor da fruta, mas também pelas suas reconhecidas propriedades nutricionais e funcionais. Estudos indicam que o consumo de pitaya contribui para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, diabetes e dislipidemias, devido à presença de compostos antioxidantes, fibras e fitoquímicos bioativos (JERONIMO et al., 2017; DIVAKARAN et al., 2019; PANSAL et al., 2020).

Os maiores produtores mundiais da cultura são Vietnã e China, cujos sistemas de produção estão tecnologicamente consolidados (EMBRAPA, 2023). No entanto, o Brasil, terceiro maior produtor mundial de frutas, possui vasto potencial para o cultivo da pitaya, devido à diversidade climática e à crescente demanda por alimentos saudáveis e diferenciados no mercado interno e externo (FAO, 2021; ABRAFRUTAS, 2024). Apesar desse potencial, a cultura ainda enfrenta entraves agrônômicos que limitam sua consolidação em larga escala, com destaque o manejo inadequado de plantas daninhas como um dos principais desafios.

O controle de plantas daninhas é essencial para garantir o bom desenvolvimento da cultura, uma vez que essas espécies competem por recursos limitantes, como luz, água e nutrientes, podendo comprometer significativamente a produtividade. No caso da pitaya, esse manejo torna-se ainda mais crítico devido às características do sistema radicular da planta, que é superficial, pouco profundo e formado por raízes secundárias ramificadas, o que confere elevada suscetibilidade a danos causados por métodos de controle mecânico (LE BELLEC et al., 2006).

Nesse cenário, o uso de herbicidas seletivos representa uma alternativa promissora para o controle eficiente de plantas daninhas. Quando aplicados de forma tecnicamente adequada, esses produtos reduzem a competição no ambiente rizosférico e promovem condições favoráveis ao crescimento da cultura (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018). No entanto, a aplicação de herbicidas exige cautela, visto que fatores como sensibilidade varietal, condições edafoclimáticas, modo de ação dos ingredientes ativos, uso de adjuvantes e técnicas de aplicação podem resultar em efeitos fitotóxicos, prejudicando o desenvolvimento das plantas (MAGALHÃES et al., 2012).

Considerando a atual ausência de herbicidas seletivos oficialmente registrados para a cultura da pitaya no Brasil e a necessidade de estratégias sustentáveis de manejo de plantas daninhas, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de diferentes herbicidas em duas variedades de pitaya de polpa vermelha (*Hylocereus costaricensis*) e de polpa branca (*Hylocereus undatus*), com ênfase na análise da fitotoxicidade e nos impactos sobre o desenvolvimento inicial das plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na área experimental do *Campus* de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (9°27'58,7" S; 35°49'47,2" W; 127 m), localizado na região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro, município de Rio Largo - Alagoas, no período janeiro a agosto de 2023. O clima da região é úmido, megatérmico, com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno (THORNTHWAITE; MATHER, 1955). O solo da área experimental é classificado como Latossolo amarelo coeso argissólico de textura médio-argilosa. As características químicas do solo estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1: Característica química do solo experimental, no plantio da cultura da pitaya.

-----Atributos Químicos-----											
pH	K ⁺	P	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺
-----mg dm ⁻³ -----				-----cmol _c dm ⁻³ -----				----- mg dm ⁻³ -----			
4,9	20	4	13	2,2	1,1	1,1	0,94	328,6	3,01	0,72	5,20
CTC efetiva				% V (Ind.de Sat. de Bases)				Matéria Orgânica Total (%)			
3,25				24,5				2,22			

Fonte: Central Analítica, 2022.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial, em delineamento em blocos casualizados, constituído de duas espécies de pitayas (Costa Rica (*Hylocereus costaricensis*) e Branca Comum (*Hylocereus undatus*)), utilizando seis tratamentos de herbicidas (isoxaflutole 350 g/ha, flumioxazina 400 mL/ha, imazapique 210 g/ha, sulfentrazone 1,2 L/ha, oxifluorfem 2,5 L/ha e testemunha (sem herbicida)), com quatro repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

Cada parcela foi composta por um cladódio de pitaya, com 50 cm de comprimento, cultivado em vaso contendo 20 L de solo e tutor vertical. A adubação foi realizada com fertilizantes minerais (NPK), conforme recomendações baseadas na análise química do solo.

As aplicações dos herbicidas ocorreram em três épocas distintas: 1ª quando as plantas apresentavam 12 meses de idade, com os tecidos já maduros; 2ª aos 16 meses; e 3ª após a poda dos cladódios secundários e início de novas brotações. As pulverizações foram realizadas utilizando um pulverizador pressurizado com CO₂, acoplado a barra com dois bicos tipo leque (modelo 110.02), operando a uma pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e vazão de 200 L ha⁻¹ (Figura 1).

Figura 1: Pulverização dos herbicidas na área experimental.



Fonte: Autora, 2023.

Após a aplicação do herbicida iniciou-se as avaliações, sendo verificado no primeiro e segundo experimento a fitotoxidade das plantas de acordo com a idade da planta, já no terceiro ensaio avaliou-se a fitotoxidade, número de brotações por plantas, comprimento dos cladódios, diâmetro dos cladódios, intensidade de verde, massa verde total, massa verde por cladódio e massa seca dos cladódios secundários.

- **Fitotoxicidade dos herbicidas (FH):** realizada através de observações visuais, com a utilização da escala de notas EUROPEAN RESEARCH WEED COUNCIL (1964) (Tabela 2).

Tabela 2: Escala de notas visual para avaliação de fitotoxicidade E.R.W.C. (1964).

Nota	Descrição de fitointoxicação
1	Ausência de danos
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações visíveis em muitas plantas (clorose e encarquilhamento)
4	Forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose
5	Necrose de algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Redução no porte das plantas, encarquilhamento e necrose das folhas
7	Mais de 80% das folhas destruídas
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Morte da planta

Fonte: E.R.W.C. (1964).

- **Número de brotações por planta (NBP),** verificado através de contagem, para verificar a quantidade de brotações mesmo na presença de herbicidas.
- **Intensidade de verde (IV):** foi determinada com a utilização do Clorofilômetro modelo Chlorophyll Meter Spad- 502 Plus. Em cada parcela, os valores foram encontrados a partir de aferições feitas nas folhas das plantas – realizando-se no cladódio principal encontrando-se na altura de 0,8 m, fazendo cinco aferições e obtendo a média para poder obter o valor médio do teor de clorofila por planta. A leitura (unidade SPAD) corresponde ao teor de pigmento na folha, e seu valor é equivalente à quantidade de luz transmitida pela folha em duas regiões de comprimento de onda, nas quais a absorção de clorofila é diferente (MALAVOLTA et al., 1997).
- **Diâmetro dos cladódios (DC):** verificado nos cladódios secundários, ao final das análises com auxílio de uma trena métrica, cuja finalidade foi verificar se houve alterações a partir dos herbicidas utilizados, dados expressos em cm.
- **Comprimento Médio (CM):** verificado ao final das análises, com auxílio de fita métrica, cuja finalidade de verificar se houve alterações a partir dos herbicidas utilizados, dados expressos em cm.
- **Massa verde total dos cladódios secundários (MVT) e Massa verde média por cladódio (MVC):** as plantas foram cortadas, levadas a laboratório e pesadas, em balança digital de precisão, os dados foram expressos em g. A massa verde total, foi expressa a partir da pesagem de todos os cladódios e a MVC, foi expressa através da média de 3 partes de cladódios com comprimento de 20 cm.

- **Massa seca do cladódio (MSC):** os cladódios utilizados na MVC, foram identificados, pesados, cortados e levados a estufa de circulação forçada de ar, onde permaneceram por um período de 96 horas em temperatura constante de 60 °C, para determinação do peso seco.
- **Teor de água nas plantas (TA):** obtido por meio da diferença entre a massa fresca (MF) e a massa seca (MS) dos cladódios, conforme a fórmula:
$$\text{Teor de água (\%)} = [(MF - MS) / MF] \times 100.$$

Figura 2: Procedimentos avaliativos: aferição do índice de verde (A), comprimento do cladódio (B), Massa verde do cladódio (C), Preparação para colocar em estufa (D) e na estufa para secagem (E), pesagem da massa seca (F).



Fonte: Autora, 2023.

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2019). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando constatada significância pelo teste F, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

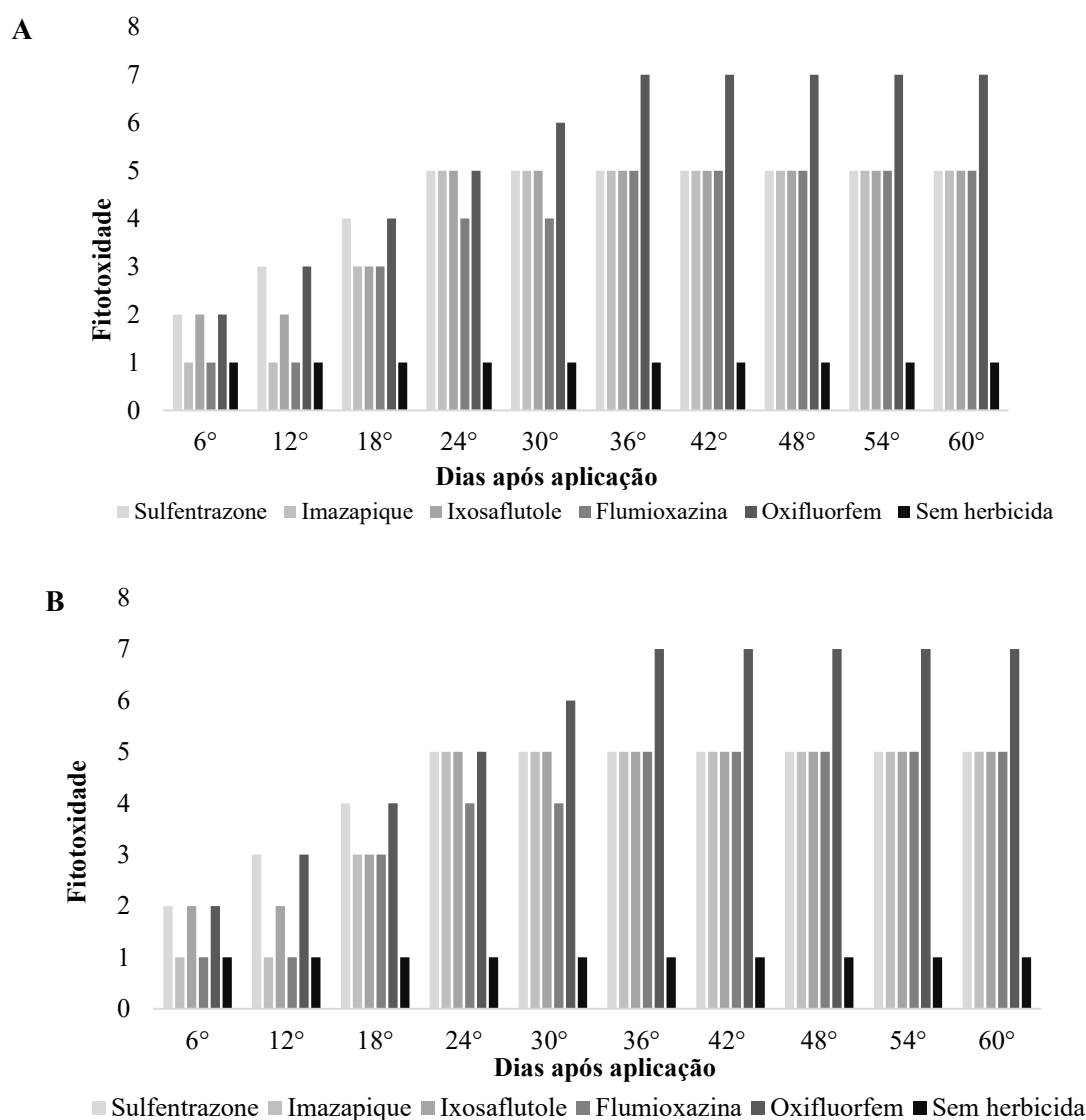
3.1 Fitotoxicidade

No primeiro e segundo experimento, avaliou-se a aplicação de herbicidas isoxaflutole, flumioxazina, imazapique, sulfentrazone e oxifluorfem em plantas de *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*. As observações realizadas indicaram ausência de fitotoxicidade na cultura da pitaya. A tolerância observada pode ser atribuída ao estágio de desenvolvimento das plantas, que, após um ano de plantio, já apresentam estruturas de reserva e uma camada cuticular espessa no tecido vegetal.

O desenvolvimento de um tecido vegetal maduro confere maior resistência às plantas, devido à formação de células com paredes celulares mais espessas e mecanismos de defesa mais eficientes. Além disso, um sistema vascular mais desenvolvido e metabolismo mais ativo contribuem para a absorção, transporte e metabolização mais eficientes de substâncias químicas (TAIZ; ZAIGER, 2021). Essa característica explica a ausência de danos observada nos experimentos iniciais (primeiro e segundo), nos quais as plantas não apresentaram nenhum problema com os princípios ativos aplicados.

No entanto, durante a realização do terceiro estudo, observou-se que as plantas foram sensíveis às moléculas estudadas. Essa resposta pode ser atribuída à presença de tecidos jovens, uma vez que os cladódios que sofreram impacto (Figura 3) foram as brotações com idade de 2-3 meses.

Figura 3: Fitotoxicidade, do 6° aos 60° dias após a aplicação dos herbicidas na cultura *Hylocereus costaricensis* com aplicação dos herbicidas (A) e *Hylocereus undatus* com aplicação dos herbicidas (B). Dados médios referentes a notas, variando de 1 (ausência de injúrias) a 9 (perda total).



FONTE: Autor, 2024.

As injúrias causadas pelos herbicidas evidenciam não haver diferença entre as duas espécies cultivadas (*Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*) (Figura 3A e B). Verificou-se que os herbicidas sulfentrazone, isoxaflutole e oxifluorfem, causaram danos significativos nos primeiros dias após a aplicação, especialmente entre o 6° e o 12° dia. A partir do 18° dia, observou-se uma evolução dos danos e a ação dos demais princípios ativos utilizados, como Imazapique e Flumioxazina.

A flumioxazina demonstrou maior grau de severidade que foi mais acentuado a partir do décimo oitavo dia após a aplicação (DAP), estabilizando no trigésimo sexto dia após a

aplicação. Os danos foram predominantemente observados nos tecidos mais jovens, o que pode ser atribuído à diminuição da espessura da cutícula, facilitando absorção. Este fenômeno pode ser elucidado pelo fato do herbicida não translocar na planta, atuando exclusivamente nas brotações jovens que foram expostas ao produto durante a aplicação (MALARDO, 2023).

Aos trinta e seis dias DAP, os danos causados pelo herbicida já não se verificaram e as plantas voltaram a se desenvolver, dando origem a novos cladódios fisiologicamente sem deformação. Esses resultados estão de acordo com o encontrados por Santiago *et al.* (2020) e Silva *et al.* (2012), que verificaram a recuperação das plantas de mandioca após aplicação de flumioxazina. Por outro lado, Hermman *et al.* (2017) verificaram em seu estudo que aplicação de flumioxazin a dose de 0,036 de 0,072 kg ai ha⁻¹ resultou em lesão mínima da cebola e nenhuma redução de rendimento.

Os sintomas provocados pelo Imazapique atingiram a estabilidade a partir de vinte e quatro dias DAP. Entretanto, estudos realizados por SOUZA *et al.* (2016), demonstraram que esse herbicida apresenta uma longa persistência em Gleissolo Háplico (GX), podendo permanecer por um período superior a 150 DAP. Essa persistência é suficiente para causar o fenômeno de “carryover”, efeito residual de herbicidas no solo, que pode causar danos à cultura subsequente.

O Sulfentrazone quando aplicado na cultura ocasionou danos logo após a aplicação, causando necrose dos tecidos jovens quando em contato com o herbicida. Resultado semelhante aos encontrados por COSTA *et al.* (2019), que, ao avaliar os sintomas da seletividade do sulfentrazone na cultura do girassol, observaram a ocorrência de injúrias até os 14 DAP. Segundo Belo *et al.* (2011), o principal sintoma de fitotoxidez associado ao sulfentrazone é a necrose foliar, que se manifesta entre 4 e 6 horas após a aplicação, especialmente sob exposição à luz solar.

Além disso, verificou-se que o oxifluorfem causou os maiores danos aos tecidos da planta, o que pode ser atribuído à sua forma de atuação, pois interfere na produção de clorofila, essencial para o processo de fotossíntese (Figura 4). Hermman *et al.* (2017), ao estudarem o controle de plantas daninhas na cultura da cebola com bentazon, flumioxazin e oxifluorfen, observaram que as lesões causadas pelo oxifluorfem se mostraram visualmente mais significativas, dependendo da dose utilizada, embora não impactassem a produtividade. Esse resultado é compatível com o presente estudo, no qual a cultura da pitaya conseguiu se restabelecer após a um período.

Figura 4: Efeito da aplicação Oxifluorfem na *Hylocereus costaricensis* (Costa Rica) (A) e *Hylocereus undatus* (Branca comum) (B), do 6° ao 60° dias após a aplicação.



Fonte: Autora, 2023.

Alves *et al.* (2024), observaram que a utilização do herbicida Oxifluorfem na palma forrageira necessita de uma atenção maior, pois ele causa fitotoxicidade, principalmente nas raquetes novas; o que condiz com os resultados encontrados nesse estudo conforme ilustra a figura 4. No entanto, a planta se recuperou após o trigésimo sexto dia da aplicação.

Conforme ilustrado, a partir do trigésimo sexto dia, as injúrias foram estabilizadas, indicando que os princípios ativos cessaram sua ação nos cladódios atingidos permitindo que estes retomassem seu desenvolvimento. Esses resultados também foram observados por Parego *et al.* (2020), que ao estudarem o ixosaflutole na cultura da cana-de-açúcar, relataram que as plantas são afetadas principalmente durante o desenvolvimento inicial, conseguindo se recuperar a partir do 35° dia após a aplicação do herbicida.

3.2 Índice de Verde dos cladódios (IVC) e número de brotações por planta (NBP).

A análise do Índice de verde dos cladódios (IVC), realizada aos trinta dias após a aplicação dos herbicidas, o número de brotações por plantas (NBP), demonstrou interação significativa do herbicida com a espécie vegetal, pelo teste F ($p < 0,01$). Para o IVC, quando analisado isoladamente, apenas o fator herbicida apresentou significância estatística. Em contrapartida, para NBP, ambos os fatores – herbicida e espécie – mostraram-se significativos (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para as variáveis Índice de verde dos cladódios (IVC) Número de brotações por plantas (NBP) em função da utilização de herbicidas em duas espécies de pitayas (*Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*).

FV	GL	Quadrado Médio	
		IVC	NBP (unidade)
Herbicida (H)	5	57,360**	2,78*
Espécie (E)	1	56,63 ^{NS}	50,02**
HxE	5	64,52**	3,92**
Bloco	3	19,49 ^{NS}	1,18 ^{NS}
Resíduo	33	15,55	0,83
Total	47		
C.V. (%)		18,95	18,09

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2024).

O índice de verde dos cladódios (IVC) (tabela 3), apresentou influência da interação entre os herbicidas e as espécies *Hylocereus costaricensis* quanto a *Hylocereus undatus*. Avaliando o desdobramento do fator herbicida dentro de espécie, verifica-se que entre espécie *Hylocereus undatus* (Branca comum) não há diferença significativa, entretanto, quando avaliado os herbicidas utilizados na variedade Costa Rica (*Hylocereus costaricensis*), diferem estatisticamente (tabela 5), percebe-se que a testemunha (sem herbicida) difere dos demais, o qual apresentou uma média de IVC superior aos demais, de 30,35. Já no tratamento isoxaflutole, verifica-se o menor IVC, de 14,06, indicando assim interferência no índice de verde e fotossíntese da planta. De modo geral, em todas as condições avaliadas, *H. costaricensis* apresentou maior contraste entre os tratamentos, com diferenças estatísticas claras, enquanto *H. undatus* não apresentou diferenças, sugerindo maior resiliência fisiológica frente ao estresse químico.

Tabela 4: Índice de verde dos cladódios (IVC) em função do desdobramento entre os herbicidas e as espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.

	Índice de verde dos cladódios	
	<i>Hylocereus costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i>
Sem herbicida	30,35 A	20,02 a
Isoxaflutole	14,06 C	21,75 a
Flumioxazina	21,40 B	20,92 a
Imazapique	20,30 B	21,75 a
Sulfentrazone	21,26 B	18,45 a
Oxifluorfem	24,02 B	17,57 a

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas referentes a *Hylocereus costaricensis*, e da mesma letra minúscula, nas colunas referentes a *Hylocereus undatus*, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Segundo Taiz *et al.* (2021), a coloração verde das plantas está inteiramente associada ao teor de clorofila, a qual é utilizada para a realização da fase fotoquímica do processo de fotossíntese. Diante de tal afirmação, foi observado que quando aplicado o Isoxaflutole a fotossíntese da espécie Costa Rica (*Hylocereus costaricensis*) foi severamente prejudicada, comprometendo o sistema fotossintético da planta. Isso foi observado por Rodrigues *et al.* (2022), que estudando a seletividade de herbicidas pré-emergentes no cultivo da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) (L.), observaram que o Isoxaflutole afetou a fotossíntese da cultura.

O número de brotações por planta (NBP) apresentou variação significativa em função da interação entre as espécies avaliadas e os tratamentos com herbicidas, conforme evidenciado na Tabela 5. Para a variedade *Hylocereus costaricensis* (Costa Rica), o maior número de brotações foi observado na condição controle (sem aplicação de herbicida) e sulfentrazone, sugerindo que as demais moléculas testadas exerceram efeito inibitório direto sobre o NBP. Em contraste, na variedade *Hylocereus undatus*, a maior número de brotações foi registrada no tratamento controle e com os herbicidas à base de flumioxazina, imazapique e oxifluorfem conforme ilustrado na tabela 5, indicando possível seletividade e compatibilidade dessa molécula com essa espécie. De modo geral, *Hylocereus undatus* apresentou número de brotações superior a *Hylocereus costaricensis* em todos os tratamentos, o que indica maior tolerância ao estresse causado pelos herbicidas, enquanto *H. costaricensis* mostrou-se mais sensível.

Tabela 5: Número de brotações da planta (NBP) em função da interação entre os herbicidas e as espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.

	Número de brotações da planta	
	<i>Hylocereus costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i>
Sem herbicida	5,50 A	6,50 a
Isoxaflutole	4,00 B	5,00 b
Flumioxazina	3, 50 B	7,50 a
Imazapique	2,75 B	6,25 a
Sulfentrazone	4,50 A	5,25 b
Oxifluorfem	4,00 B	6,00 a

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas referentes a *Hylocereus costaricensis*, e da mesma letra minúscula, nas colunas referentes a *Hylocereus undatus*, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

O NBP na cultura da pitaya torna-se uma característica importante, visto que a produção de frutos está relacionada as brotações que formam sua copa e influenciará diretamente a quantidade de massa verde e consequentemente a matéria seca da planta. Isso condiz com Silva *et al.* (2020), que estudando palma forrageira, encontraram correlação positiva entre número de cladódios e produção de massa verde.

De acordo com as condições fisiológicas das plantas, seu crescimento e desenvolvimento pode ser afetado, diante disso a variável NBP pode ter efeito correlativo com a variável IVC. O IVC, por sua vez, está diretamente ligado à capacidade fotossintética da planta, que depende da disponibilidade de nitrogênio para a produção de clorofila e outras proteínas essenciais para o processo.

3.3 Diâmetro do cladódio (DC) e Comprimento do Cladódio (CM)

O diâmetro dos cladódios não sofreu interferência significativa da aplicação dos diferentes herbicidas (Tabela 6). Entretanto, o comprimento do cladódio (CM) apresentou significância ($p < 0,05$) para a interação entre os herbicidas e as espécies (HxE). Especificamente, para a espécie *Hylocereus costaricensis*, observou-se um maior comprimento do cladódio quando em interação com os herbicidas Imazapique, Isoxaflutole, Sulfentrazone, Oxifluorfem.

Tabela 6: Resumo da análise de variância para as variáveis diâmetro dos cladódios (DC) e comprimento dos cladódios (CM) em função da utilização de herbicidas em duas espécies de pitayas (*Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*).

FV	GL	Quadrado Médio	
		DC (cm)	CM (cm)
Herbicida (H)	5	4,39 ^{NS}	246,50 ^{**}
Espécie (E)	1	27,86 ^{NS}	528,41 ^{**}
HxE	5	5,15 ^{NS}	97,74 [*]
Bloco	3	13,40 ^{NS}	15,76 ^{NS}
Resíduo	33	8,86	37,01
Total	47		
C.V. (%)		16,70	16,79

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora, 2014.

O imazapique é um herbicida que exerce sua ação por meio da inibição da síntese de proteínas nas plantas, um processo fundamental para o crescimento e desenvolvimento vegetativo. Essa inibição interfere na síntese de DNA e no crescimento celular, comprometendo a capacidade de desenvolvimento da planta. O imazapique é rapidamente absorvido pelas raízes e folhas, sendo posteriormente translocado para os pontos de crescimento, onde provoca danos significativos, impedindo desenvolvimento vegetal (LEITE *et al.*, 1998; MONQUERO *et al.*, 2000; RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

Embora o mecanismo de ação do imazapique seja bem compreendido, os dados apresentados na Tabela 7 demonstram que o princípio ativo não causou danos fisiológicos significativos nas espécies de pitayas estudadas, mantendo o crescimento das plantas. Essa constatação sugere que as espécies analisadas podem possuir algum mecanismo que neutraliza a molécula, conferindo assim tolerância a ação desse herbicida, o que permite que os cladódios continuem seu desenvolvimento, sem nenhuma alteração fisiológica aparente.

Além disso, para branca comum (*Hylocereus undatus*), observa-se que o maior comprimento do cladódio, de 51,35 cm, foi obtido mesmo com a utilização do sulfentrazone. O sulfentrazone é um herbicida de pré-emergência que atua inibindo a síntese das plantas, impedindo o crescimento (BARBERIS *et al.*, 2009). Apesar desse mecanismo de ação, os resultados indicam que o sulfentrazone não apresentou nenhum dano ao crescimento vegetativo da cultura. Observações semelhantes foram relatadas por Rodrigues *et al.* (2022) e Soares *et al.* (2021), que, ao estudarem a cultura da palma, também verificaram que o imazapique e o sulfentrazone não impactou negativamente o crescimento das plantas. Rodrigues *et al.* (2022),

relatam tamanhos de 34,50 e 28,25 cm para os tratamentos com imazapique e sulfentrazone, respectivamente, valores que foram inferiores aos encontrados neste estudo.

Valores divergentes foram encontrados por Silva *et al.* (2023) quando analisaram a tolerância das plantas de Feijão-arroz (*Vigna umbellata*) a herbicidas e encontraram que tanto o sulfentrazone quanto a flumioxazina tiveram um impacto negativo no crescimento da planta. Eles atribuíram essa constatação aos índices de fitointoxicação observados na cultura. Por outro lado, Magalhães *et al.* (2012) avaliaram a seletividade de herbicidas no controle de plantas daninhas durante a implantação de lavouras de café e verificaram que o sulfentrazone causou uma redução significativa no crescimento do cafeeiro. Esses resultados diferem dos encontrados neste estudo, evidenciando que cada princípio ativo atua de maneira distinta, em cultura de diferentes vias metabólicas.

Tabela 7: Comprimento médio dos cladódios (CM) em função da interação entre os herbicidas e as espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.

	Comprimento médio dos cladódios	
	<i>Hylocereus costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i> .
Sem herbicida	27,60 B	20,59 b
Isoxaflutole	31,95 B	38,60 b
Flumioxazina	27,20 B	36,43 b
Imazapique	41,40 A	44,30 a
Sulfentrazone	32,20 B	51,35 a
Oxifluorfem	37,18 A	37,07 b

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas referentes a *Hylocereus costaricensis*, e da mesma letra minúscula, nas colunas referentes a *Hylocereus undatus*, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

A tabela 7, revela ainda que os herbicidas de pré-emergência com os princípios ativos imazapique e oxifluorfem não apresentou diferenças significativas no crescimento dos cladódios de *H. costaricensis*, de forma semelhante ao imazapique também não mostrou diferença para a *H. undatus*, quando comparado ao sulfentrazone. Isso sugere que esses herbicidas não exercem efeito negativo sobre o desenvolvimento vegetativo dessas espécies.

Em pesquisas recentes, Teodoro e Araújo (2023), relataram resultados consistentes com os do presente estudo, evidenciando que a aplicação de oxifluorfen não impacta o crescimento da cebola. Em contrapartida, Magalhães *et al.* (2012) analisaram a seletividade do oxifluorfen na cultura do café e observaram uma redução significativa no crescimento do

cafeeiro. Esses resultados diferem dos observados nesse estudo, o que demonstra que a resposta ao herbicida varia entre diferentes culturas.

3.4 Massa Fresca Total (MFT), Massa fresca total (MFT), Massa seca (MS) e Massa seca total (MST)

A análise de variância apresentado na tabela 8, apresentou uma interação significativa entre o herbicida e as espécies de pitaya (HxE) para a variável resposta Massa Fresca Total (MFT), com um nível de significância de 1% de probabilidade. Em contraste, nas demais variáveis resposta, como Massa Fresca Média do Cladódio (MFC) e Massa Seca Média do Cladódio (MS), foram observadas diferenças significativas apenas para os fatores isolados.

Tabela 8: Resumo da análise de variância para as variáveis Massa fresca total (MFT), Massa fresca média por cladódio (MFC), massa seca do cladódio (MS) e Teor de água na planta (TA) em função da utilização de herbicidas em duas espécies de pitayas (*Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*).

FV	GL	Quadrado Médio			
		MFT (kg)	MFMC (g)	MS (g)	TA (%)
Herbicida (H)	5	0,36**	12532,41**	226,29*	147,05**
Espécie (E)	1	0,52**	8180,26**	8,13 ^{NS}	148,64*
HxE	5	0,13**	1073,68 ^{NS}	19,88 ^{NS}	26,59 ^{NS}
Bloco	3	0,05 ^{NS}	428,73 ^{NS}	49,08 ^{NS}	20,41 ^{NS}
Resíduo	33	0,02	751,54	70,49	36,72
Total	47				
C.V. (%)		17,61	16,63	17,71	8,70

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Fonte: Autora (2024).

Na tabela 9, é possível observar que a massa fresca total dos cladódios secundárias sofreu influência da interação das espécies de pitayas com os herbicidas. Para a espécie *Hylocereus costaricensis*, a maior quantidade (1,18 kg e 1,0 kg) de massa total dos cladódios secundários foi obtida com a aplicação do sulfentrazone e sem a utilização de herbicida, respectivamente. Por outro lado, para a *Hylocereus undatus*, a aplicação de sulfentrazone, imazapique, flumioxazina, oxifluorfem e sem a presença de herbicida, não apresentaram diferença estatística.

Tabela 9: Média da Massa fresca total em função do desdobramento de herbicidas e espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.

	Massa fresca total (kg)	
	<i>Hylocereus costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i>
Sem herbicida	1,00 A	1,16 a
Isoxaflutole	0,56 C	0,63 b
Flumioxazina	0,41 C	0,96 a
Imazapique	0,54 C	1,04 a
Sulfentrazone	1,18 A	1,07 a
Oxifluorfem	0,74 B	0,83 b

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas referentes a *Hylocereus costaricensis*, e da mesma letra minúscula, nas colunas referentes a *Hylocereus undatus*, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

A compreensão da massa fresca e seca é fundamental para a cultura da pitaya, uma vez que os cladódios exercem um papel essencial no armazenamento de água, nutrientes e carboidratos. Segundo Rocha *et al.* (2017), os cladódios da palma forrageira contêm aproximadamente 90% de água. Essa informação sugere que a pitaya pode apresentar um percentual semelhante dessa composição hídrica. Tal característica é fundamental para o manejo e a produtividade da cultura, pois influencia diretamente a fisiologia.

A análise da tabela 10, demonstra que o sulfentrazone, proporcionou o maior peso médio por cladódio, equivalente a 234,35 g, o que pode ser atribuído ao maior comprimento médio dos cladódios observados nesse tratamento. Ao avaliar as espécies (Tabela 10), verificou-se que a *Hylocereus costaricensis*, apresentou o maior MFC de 177,94 g, enquanto a *Hylocereus undatus*, apresentou um MFC de 151,83 g.

Tabela 10: Média da Massa fresca do cladódio em função dos fatores isolados de herbicidas e espécies *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus*.

Massa fresca do cladódio (g)	
Herbicidas	
Sem herbicida	144,19 C
Isoxaflutole	138,14 C
Flumioxazina	125,22 C
Imazapique	181,93 B
Sulfentrazone	234,35 A
Oxifluorfem	165,51 B
Espécies	
<i>Hylocereus costaricensis</i>	177,94 a
<i>Hylocereus undatus</i>	151,83 b

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas de herbicidas, e da mesma letra minúscula, nas colunas de espécies, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

Em relação à massa seca, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos com imazapique, sulfentrazone e oxifluorfem, conforme demonstrado na Tabela 11. O tratamento com flumioxazina, isoxaflutole e sem herbicida apresentou os menores valores de MS.

Tabela 11: Massa seca (g) para o fator isolado herbicidas.

Massa seca (g)	
Herbicidas	
Sem herbicida	45,52 B
Isoxaflutole	45,24 B
Flumioxazina	38,73 B
Imazapique	53,30 A
Sulfentrazone	51,00 A
Oxifluorfem	50,60 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

A massa fresca e seca das plantas está diretamente relacionada a produtividade agrícola. Nesse contexto, Rodrigues *et al.* (2022), estudaram a seletividade de herbicidas na cultura da palma forrageira e concluíram que isoxaflutole, flumioxazina, imazapique e sulfentrazone não afetam a produtividade da planta. Esses resultados são semelhantes com os obtidos neste estudo e podem ser associado as culturas pertencerem à mesma família, apresentando, portanto, fisiologia semelhante.

Além disso, Costa *et al.* (2019), relataram que a aplicação do sulfentrazone não afetou a massa fresca e, consequentemente, a produtividade da cultura do girassol, corroborando com os resultados deste estudo. Por outro lado, Alves *et al.* (2023), verificaram que o uso de oxifluorfem impactou negativamente a produtividade da massa fresca e seca devido a fitotoxicidade. Silva *et al.* (2024), identificaram que o feijão-arroz é sensível ao flumioxazina e o sulfentrazone, os quais afetam a produtividade ao interferir na massa verde e seca da cultura.

Avaliando a relação entre a massa verde e a massa seca por cladódio, observa-se que o tratamento com sulfentrazone, apesar de apresentar o maior valor de massa fresca, resultou em um percentual de matéria seca de apenas 22,2%, o que indica um teor de água de 77,80 % nesse tratamento (Tabela 12).

Tabela 12: Média do Teor de água na planta (%) para o fator isolado herbicidas.

Teor de água na planta (%)	
Herbicidas	
Sem herbicida	67,72 B
Isoxaflutole	65,70 B
Flumioxazina	68,52 B
Imazapique	70,52 B
Sulfentrazone	77,80 A
Oxifluorfem	67,63 B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2024).

O teor de água é um indicativo da capacidade da planta em reter água nos tecidos, estando diretamente relacionado à sua fisiologia, turgor celular e desenvolvimento vegetativo. Na tabela, observa-se que o tratamento com sulfentrazone resultou no maior teor médio de água (77,80%), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Isso sugere que, sob a ação deste herbicida, as plantas apresentaram maior acúmulo de água nos cladódios, possivelmente em decorrência de uma maior massa verde.

Por outro lado, os tratamentos com isoxaflutole (65,70%), oxifluorfem (67,63%), sem herbicida (67,72%) e flumioxazina (68,52%) formam um grupo homogêneo, com menores valores de teor de água. Estes dados indicam que esses herbicidas, bem como o tratamento controle, não promoveram aumento significativo na retenção hídrica pelas plantas, possivelmente devido a alterações fisiológicas causadas pelo estresse herbicida.

4 CONCLUSÃO

A aplicação dos princípios ativos isoxaflutole, flumioxazina, imazapique, sulfentrazone e oxifluorfem em *Hylocereus costaricensis* e *Hylocereus undatus* demonstrou que a tolerância da cultura está relacionada a seu estágio de desenvolvimento. Em tecidos maduros, observou-se alta resistência e ausência de sintomas de fitotoxicidade. No entanto, brotações jovens apresentaram maior sensibilidade, com injúrias temporárias, especialmente após aplicação de oxifluorfem, isoxaflutole e sulfentrazone.

Entre os herbicidas avaliados, o sulfentrazone se destacou por promover maior acúmulo de biomassa, sem comprometer o crescimento dos cladódios em cladódios com a cutícula formada. Por outro lado, o isoxaflutole foi o mais prejudicial ao índice de verde, sugerindo interferência na fotossíntese. Comparativamente entre as espécies, a *H. undatus* apresentou

respostas fisiológicas mais estáveis, indicando maior resiliência ao estresse químico quando comparada a *H. costaricensis*.

Portanto, a utilização de herbicidas seletivos pode ser uma alternativa viável no manejo de plantas daninhas em cultivos de pitaya, desde que respeitado o estágio fenológico da planta, com preferência por aplicações em tecidos plenamente desenvolvidos.

5 REFERÊNCIAS

- ALVES, F. A. L.; SILVA, M. DA C.; SANTOS, D. C. dos; FREITAS, E. V. de. Composição botânica e controle de plantas daninhas no cultivo da palma forrageira (Opuntia e Nopalea). **Revista Brasileira Multidisciplinar – ReBram**. Vol. 26, n.2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2023.v26i2.1750>. Disponível em: [Composição botânica e controle de plantas daninhas no cultivo da palma forrageira \(Opuntia e Nopalea\) | Revista Brasileira Multidisciplinar](#) Acesso em: 10 jun. 2024.
- ABRAFRUTAS. Dados sobre a produção e exportação de frutas. 2024. Disponível em: <https://frutasdobrasil.org/en/blog/pitaya-conheca-mais-sobre-o-cultivo-da-fruta-no-brasil/> Acesso em: 27 jun. 2024.
- BARBERIS, L. R. M.; TRINDADE, M. L. B.; VELINI, E. D. Seleção de genótipos de cana de açúcar para acúmulo de protoporfirina IV com uso de herbicidas inibidores da PROTOX. **Planta Daninha**. v.27, n.4, p. 809-814, 2009.
- BELO, A. F.; COELHO, A. T. C. P.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; SANTOS, J.B. Potencial de espécies vegetais na remediação de solo contaminado com sulfentrazone. **Planta Daninha**, v.29, p.821- 828, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000400012>
- COSTA, E. M.; CORREA, E. V.; SILVA, J. N.; PEREIRA, L. S.; GUIMARÃES, L. D. D. Seletividade de sulfentrazone na cultura do girassol. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.6, Nov-Dez, 2019, p. 73-79. DOI: 10.5747/ca.2019.v15.n6.a338. Disponível em: [Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215](#) Acesso em: 02 ago. 2024.
- CORREIA, N. M.; CARVALHO, A. D. F. de. Herbicide selectivity for potato crop. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 302-308, jul./set. 2019.
- CRUZ, M; do C. M.; MARTINS, R. S. (Org.). Pitaya no Brasil, nova opção de cultivo. Florianópolis, SC, 2022. 348p.
- DIVAKARAN, P., NAIR, A. G., & KUMAR, S. Aspectos nutricionais e fitoterápicos da pitaya. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 13, n. 5, p. 78-85. 2019.
- EMBRAPA. Cientistas desenvolvem cultivares de pitaya geneticamente superiores. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/80740738/cientistas-desenvolvem-cultivares-de-pitaya-geneticamente-superiores>. Acesso em: 27 set. 2023.
- FAO. Relatório sobre a produção de frutas. 2021. Disponível em: [ww.fao.org/brasil/](http://www.fao.org/brasil/) Acesso em: 27 set. 2023.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>. Acesso em: 19 de fev. de 2022.
- JERONIMO, F. S., SILVA, T. A., & OLIVEIRA, R. M.. Propriedades nutricionais e benefícios à saúde da pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 4, p. 123-130. 2017.

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

HERRMANN, C. M. et al. Postemergence weed control in onion with bentazon, flumioxazin, and oxyfluorfen. **Weed Technology**, v. 31, n. 2, p. 279-290, 2017.

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

LEITE, C. R. F.; ALMEIDA, J. C. V.; PRETE, C. E. Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agrônômicos dos herbicidas inibidores da enzima ALS (AHAS). Edição do autor, Londrina, 68 p.1998.

MAGALHÃES, C.E.O., RONCHI, C.P., RUAS, R.A.A., SILVA. M.A.A., ARAÚJO, F.C. e ALMEIDA, W.L. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 607-616, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/CpfXNZLpJ6dVyv8vxthzKgd/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 01 set. 2024.

MALARDO, M. R. Eficácia e seletividade de associações de herbicidas inibidores da PPO e do fotossistema II aplicados em pós-transplante de mudas pré-brotadas de cana de açúcar. 2023. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo “Luiz de Quiróz”, Piracicaba, SP, 2023.

MARTINS, A. B. & JÚNIOR, C. D. (2023). Efeitos da competição entre culturas e plantas daninhas na produção agrícola. **Revista Brasileira de Agricultura**, v. 45, n. 1, p. 123-135.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DIAS, C. T. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**. v.18, n.3, p.419-425, 2000.

PANSAL, S., CHAIYAWAT, P., & SRISAWAT, P. Efeitos do consumo de pitaya na saúde humana. **International Journal of Food Science**, v. 12, n. 2, p. 45-52. 2020.

PEREGO, I.; JÚNIOR, J. B. D.; ROSA, W. B.; JÚNIOR, A. C. G.; QUEIROZ, S. B.; COSTA DA, A. C. T. Phytotoxicity in two sugarcane cultivars in the initial development as affected by selectivity to herbicides. **Arq. Inst. Biol.** v.87, p1-8, 2020.

RODRIGUES, G. do N.; CUNHA, J. L. X. L.; SOUZA, R. C. de; LIMA, L. A. R. de; SOARES, M. A. da S.; SANTOS, E. F. dos. Seletividade de herbicidas na palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) (L.) Salm - Dick cv miúda. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 1-7, 2022. DOI: 10.5039/agraria.v17i2a2236. Disponível em: <https://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v17i2a2236>. Acesso em: 17 dez. 2024.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Guia de herbicidas 7. Ed. Londrina: **IAPAR**, 764 p, 2018.

SILVA, M. T. B. Herbicidas na germinação de cebola e cenoura. Universidade Federal de Viçosa, Rio Parnaíba. Dissertação, 41p. 2022.

SANTIAGO, A. D.; PROCÓPIO, S. DE O.; BRAZ, G. B. P. Tolerância de variedades de mandioca a herbicidas aplicados em pré-emergência. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 18p. 2020.

SILVA, A. S.; SANTOS, E. M.; PINTO, I. M. Y.; RAMOS, J. P. DE F. Análise multivariada da palma forrageira: características morfoprodutivas sob correlações canônicas. **Agrarian**. v.13, n.47, p.100-106, 2020b.

SILVA, L. M. D.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. D. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**. v.44, p.2064-2071, 2014.

SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; CARVALHO, F. P.; FERREIRA, E. A.; FRANÇA, A. C.; FERNANDES, J. S. C.; GANDINI, E. M. M.; CUNHA, V.C. Seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 835-841, 2012.

SILVA, G. S. da; SILVA, A. F. M.; AIELLO, L. H. F.; TOLEDO, R. E. B.; GHIRARDELLO, G. A.; FILHO, R. V. Seletividade de sulfentrazone aplicado em pré-plantio incorporado e em pré emergência da cultura da cana-de-açúcar. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.1, Jan-Fev. 2019, p. 85-94. DOI: 10.5747/ca.2019.v15.n1.a273. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/index>

SOARES, F. M. F.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T. Avaliação do crescimento vegetativo de palma forrageira no Semiárido Alagoano. **Diversitas journal**. v.6, n. 1, p.1777-1785, 2021.

SOUZA, M. F., C NETO, M. D., MARINHO, M. I., SARAIVA, D. T., FARIA, A. T., SILVA, A. A., & SILVA, D. V. Persistence of imidazolinones in soils under a clearfield system of rice cultivation. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 589-596, 2016.

SILVA, J. O. da S.; SILVA, C. H. de L.; MELLO, C. E. L.; JAKELAITIS, A. Tolerância de Plantas de Feijão-Arroz (*Vigna umbellata*) à Herbicidas. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 465–471, 2024. DOI: 10.17921/1415-6938.2024v28n4p465-471. Disponível em: <https://ensaioeciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/13148>. Acesso em: 21 nov. 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2021. 584 pp. ISBN: 9786581335113.

TEODORO, R. N.; ARAÚJO, A. V. de. MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM CEBOLA VIA SEMEADURA DIRETA E VIA TRANSPLANTIO DE MUDAS. **R. Educ. Saúde & M. Amb.**, Patrocínio, v. 2, n. 13, p. 773-783, julho 2023. Acesso em: [Portal de Periódicos UNICERP](#) Acesso em: jun. 2024.