

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ

CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

LILIAN APARECIDA MARTINS

**CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE PITAIEIRA EM DIFERENTES SISTEMAS
DE CONDUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PITAIAS MINIMAMENTE
PROCESSADAS (CORTE, EMBALAGEM E TEMPOS DE CONSERVAÇÃO)**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ

2024

LILIAN APARECIDA MARTINS

**CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE PITAIEIRA EM DIFERENTES SISTEMAS
DE CONDUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PITAIAS MINIMAMENTE
PROCESSADAS (CORTE, EMBALAGEM E TEMPOS DE CONSERVAÇÃO)**

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

Orientadora: Dr^a. Fabíola Villa

Linha de Pesquisa: Manejo de Culturas

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ

2024

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

Martins, Lilian Aparecida

Crescimento de genótipos de pitaieira em diferentes sistemas de condução e conservação de pitaias minimamente processadas (corte, embalagem e tempos de conservação) / Lilian Aparecida Martins; orientadora Fabíola Villa. -- Marechal Cândido Rondon, 2024.

38 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2024.

1. Manejo de culturas. 2. Fruticultura. 3. Pós-colheita.
I. Villa, Fabíola, orient. II. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.

PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO



LILIAN APARECIDA MARTINS

Crescimento de genótipos de pitaieira em diferentes sistemas de condução e conservação de pitaias minimamente processadas (corte, embalagem e tempos de conservação)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientadora - Fabíola Villa

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

Márcia de Moraes Echer

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

Américo Wagner Júnior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Marechal Cândido Rondon, 24 de julho de 2024

Dedico este trabalho à minha família, amigos e
professores, que acreditaram no meu potencial e me apoiaram
ao longo de todo este percurso.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, que me deu forças para concluir este trabalho.

À minha família, por seu amor incondicional, apoio constante e encorajamento ao longo de toda minha jornada acadêmica. Sem vocês, esta conquista não teria sido possível.

Aos meus amigos, principalmente aqueles que conheci durante a Pós-Graduação, os quais compartilharam momentos de alegria e desafios semelhantes, sempre oferecendo suporte emocional e motivação.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), por oferecer os recursos necessários para a realização deste projeto. Agradeço a todos os professores e funcionários que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, profa. Dra. Fabíola Villa e aos colegas e amigos do Grupo de Estudos em Fruticultura e Floricultura (GEFF), por proporcionar um ambiente colaborativo e fazer possível o desenvolvimento deste trabalho.

Gostaria de expressar meus mais sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização desta Dissertação de Mestrado.

RESUMO

MARTINS, Lilian Aparecida. M. S. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, julho de 2024.
Crescimento de genótipos de pitaieira em diferentes sistemas de condução e conservação de pitaias minimamente processadas (corte, embalagem e tempos de conservação).
Orientadora: Fabíola Villa.

A pitaieira, sendo uma cultura em ascensão no Brasil, é fundamental realizar estudos sobre seu manejo no campo e na pós-colheita. O estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de seis genótipos de pitaieira em três sistemas de condução e analisar o impacto de diferentes cortes e embalagens no armazenamento da pitaiá de polpa branca. O trabalho foi dividido em dois experimentos. O primeiro experimento foi implantado na Fazenda Experimental da Unioeste, conduzido na forma de delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 3 (genótipos de pitaiá x sistemas de condução), com uma planta por unidade experimental, contendo três repetições. Foram testadas as pitaieiras Lua do Cerrado, Vietnamese White, Palora, Halleys Commet, Golden e Orejona. As mudas após plantadas, foram conduzidas nos sistemas anel de borracha, latada e espaldeira. As avaliações fitotécnicas iniciaram em junho/2023 e seguiram sendo realizadas a cada três meses até completarem o ciclo de um ano. Durante as avaliações foram analisadas a altura da planta (m), número de cladódios acima do sistema de condução, número de cladódios laterais e calculado a taxa de crescimento absoluto do crescimento da planta. O segundo experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da Unioeste, em fevereiro de 2024, utilizando delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (cortes x embalagens x tempos de armazenamento), contendo duas repetições e duas amostras por repetição. Foram avaliados coloração da polpa e casca dos frutos (L^*a^*b), perda de biomassa fresca (g), firmeza de polpa (N), pH e sólidos solúveis (°Brix). No primeiro experimento, o maior desenvolvimento vegetativo das pitaieiras ocorreu entre junho e setembro, com os sistemas anel de borracha e espaldeira sendo os melhores para cultivo. Os genótipos Halleys Commet, Lua do Cerrado e Golden mostraram maior formação de copa e potencial produtivo. No segundo experimento, durante o armazenamento, as colorações da polpa e casca aumentaram, enquanto a firmeza diminuiu. A bandeja de poliestireno coberta com filme de cloreto de polivinila e a embalagem retangular de polipropileno proporcionaram melhor conservação dos frutos, sendo o corte 1/2 com casca a melhor opção para comercialização.

Palavras-chave: *Selenicereus* sp. Desenvolvimento vegetativo. Pós-colheita.

ABSTRACT

MARTINS, Lilian Aparecida. M. S. Western Paraná State University, July 2024. **Growth of pitaya plant genotypes in different management systems and preservation of minimally processed pitaya (cutting, packaging and preservation times)**. Advisor: Fabiola Villa.

The pitaya plant, as it is still an up-and-coming crop in Brazil, studies related to its management in the field and the post-harvest of its fruit are necessary. The aim of this study was to evaluate the growth of pitaya plant of six genotypes in three handling systems, as well as to examine the influence of different cuts and packaging on the storage of white-fleshed pitaya. The work was divided into two experiments. The first experiment was carried out at Unioeste's Experimental Farm, using a randomized block design in a 6 x 3 factorial scheme (pitaya plant genotypes x handling systems), with one plant per experimental unit and three replications. The following pitaya plant were tested: Lua do Cerrado, Vietnamese White, Palora, Halleys Commet, Golden and Orejona. The seedlings were planted using the rubber ring, trellis and espalier systems. The phytotechnical evaluations began in June 2023 and continued every three months until they completed the one-year cycle. During the evaluations, plant height (m) was analyzed, the number of cladodes above the trellis, the number of lateral cladodes and the absolute growth rate of the plant were calculated. The second experiment was conducted at Unioeste's Post-Harvest Technology Laboratory in February 2024, using a completely randomized design in a 2 x 3 x 5 factorial scheme (cuts x packaging x storage times), with two replications and two samples per replication. Fruit flesh and skin color (L^*a^*b), loss of fresh biomass (g), flesh firmness (N), pH and soluble solids ($^{\circ}\text{Brix}$) were evaluated. In the first experiment, the greatest vegetative development of the pitaya plant occurred between June and September, with the rubber ring and espalier systems being the best for cultivation. The Halleys Commet, Lua do Cerrado and Golden genotypes showed the best canopy formation and production potential. In the second experiment, during storage, the color of the pulp and peel increased, while the firmness decreased. The polystyrene tray covered with polyvinyl chloride film and the rectangular polypropylene packaging provided better fruit preservation, with the 1/2 cut with peel being the best option for marketing.

Keywords: *Selenicereus* sp. Vegetative development. Post-harvest.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL	1
2.	ARTIGO I.....	4
	RESUMO:	4
	ABSTRACT.....	5
2.1	INTRODUÇÃO	5
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	6
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
2.4	CONCLUSÃO	17
2.5	REFERÊNCIAS.....	18
3.	ARTIGO II	21
	RESUMO	21
	ABSTRACT.....	21
3.1	INTRODUÇÃO	22
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.4	CONCLUSÃO	35
3.5	REFERÊNCIAS.....	35
4.	CONCLUSÕES GERAIS	38
5.	REFERÊNCIAS.....	37

1. INTRODUÇÃO GERAL

Originária das Américas e pertencente à família Cactaceae, a pitaieira teve seu cultivo iniciado no Brasil há aproximadamente 15 anos, em Itajobi (SP) (ALMEIDA et al., 2016; RABELO et al., 2020). Desde então, vem ganhando espaço no setor agrícola do país, destacando-se no mercado devido ao sabor e às propriedades nutricionais de seu fruto, o que a torna um produto com grande potencial alimentício e comercial (GOMES, 2014; NUNES et al., 2014). Assim, a pitaia se consolidou como uma excelente opção tanto para os produtores, em razão do alto preço pago pela fruta, quanto para os consumidores, devido aos benefícios que oferece.

A pitaieira é uma planta perene que apresenta hábito escandente, necessitando assim de tutoramento para suportar seus numerosos ramos e anexar suas raízes. Normalmente para produção comercial utiliza-se um sistema de condução, onde se coloca um tutor de madeira ou concreto e se faz a fixação da planta (LOUREIRO et al., 2021; NUNES et al., 2014). A escolha correta do sistema de condução a ser utilizado se faz importante pois, além de facilitar a realização dos tratos culturais, o mesmo exerce influência no desenvolvimento vegetativo da planta, em sua produtividade e na qualidade dos frutos.

Além disso, para o manejo adequado da cultura, deve ser considerado sua diversidade genética (LIMA et al., 2013), visto que tal fator envolve seu potencial comercial, os ajustes no sistema produtivo e agregação de valor dos frutos (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2021).

Os frutos da pitaieira são classificados como bagas, de tamanho médio, cobertos por brácteas, com polpa e casca de coloração variável (MORAIS et al., 2021), podendo ser consumidos *in natura* ou processados. Uma das formas de agregar ainda mais valor aos frutos é o processamento mínimo devido a praticidade, conveniência e qualidade que oferece ao consumidor. Em contra partida, frutos que foram submetidos a algum tipo de operação de processamento, como descascamento, corte, trituração, são mais perecíveis quando comparados aos frutos frescos e intactos (POSSAS et al., 2018), influenciando significativamente no tempo de armazenamento do fruto. Portanto, estratégias para prolongar a vida útil pós-colheita de pitaia minimamente processada devem ser adotadas, visando reduzir perdas e manter a qualidade dos frutos e retorno financeiro.

Com base na necessidade de informações para aperfeiçoamento do cultivo da pitaieira e armazenamento de seus frutos, este trabalho visa avaliar sistemas de condução e seu impacto no crescimento e desenvolvimento vegetativo de diferentes genótipos de pitaieiras, além de analisar a qualidade e o período de armazenamento da pitaia minimamente processada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. I. B. CORRÊA, M. C. M.; CAJAZEIRA, J. P.; QUEIROZ, R. F.; BARROSO, M. M. A.; MARQUES, V. B. Cultivo de *Hylocereus* sp. com enfoque na propagação vegetativa, sombreamento e adubação mineral. **Revista Agroambiente on-line**, v. 10, n. 1, p. 65-76, 2016.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Pitayas**: atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação na Embrapa Cerrados. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021.
- GOMES, G. R. Família cactaceae: breve revisão sobre sua descrição e importância. **Revista Técnico Científica do CREA-PR**, n. 2, 2014.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. O.; GUIMARÃES, T. G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.
- LOUREIRO, J. P. B.; PIRES, A. P. P.; SANTOS, M. A. S.; REBELLO, F. K. Comparação de sistemas de produção de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) com diferentes níveis tecnológicos na Amazônia brasileira. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 6, p. 118-129, 2021.
- MORAIS, D. C. M.; ALVES, V. M.; ASQUIERI, E. R.; SOUZA, A. R. M. D.; DAMIANI, C. Physical, chemical, nutritional, and antinutritional characterization of fresh peels of yellow pitaya (*Selenicereus megalanthus*) and red pitaya (*Hylocereus costaricensis*) and their flours. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 3, e20207289, 2021.
- NUNES, E.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, S. M. S.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 90-98, 2014.

POSSAS, A., et al. **Quantitative tools and procedures for shelf-life determination in minimally processed fruits and vegetables.** In: PÉREZ-RODRÍGUEZ, F. et al. (Eds). Quantitative methods for food safety and quality in the vegetable industry. Food Microbiology and Food Safety. Springer, Cham. 2018.

RABELO, J. M.; CRUZ, M. C. M.; ALVES, D. A.; LIMA, J. E.; REIS, L. A. C.; SANTOS, N. C. Reproductive phenology of yellow pitaya in a high-altitude tropical region in Brazil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 42, e43335, 2020.

2. ARTIGO I

DINÂMICA DE CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE PITAIEIRA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO

(Artigo elaborado segundo as normas da Revista Caatinga)

LILIAN APARECIDA MARTINS*, FABÍOLA VILLA, DANIEL FERNANDES DA SILVA,
MATEUS LOPES BORDUQUI CAVALCANTE, LARISSA HIROMI KIAHARA

RESUMO: A pitaieira, uma cactácea hemiepífeta, necessita de suporte adequado para seu crescimento e desenvolvimento, o que torna essencial o uso de sistemas de condução no cultivo comercial. O presente estudo teve como objetivo avaliar o processo de crescimento de pitaieiras de seis genótipos submetidas a três sistemas de condução. O experimento foi implantado na Fazenda Experimental da Unioeste, conduzido na forma de blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 3 (genótipos de pitaia x sistemas de condução), com uma planta por unidade experimental, contendo três repetições. O pomar em estudo foi implantado em out/2022, utilizando mudas dos genótipos de pitaia: Lua do Cerrado; Vietnamese White; Palora; Halleys Commet; Golden e Orejona. As mudas foram plantadas e submetidas aos sistemas S1 = anel de borracha, S2 = latada e S3 = espaldeira, previamente instalados. As avaliações fitotécnicas iniciaram em jun/2023 e seguiram sendo realizadas a cada três meses até completarem um ano. Durante as avaliações foram analisadas a altura da planta (m), número de cladódios acima do sistema de condução, número de cladódios laterais e ao final da última avaliação foi calculado a taxa de crescimento absoluto do crescimento da planta. Os resultados obtidos indicam que o período de maior desenvolvimento vegetativo das plantas foi entre os meses de junho e setembro, os sistemas anel de borracha e espaldeira se apresentaram como melhores opções para o cultivo de pitaieiras e os genótipos Halleys Commet, Lua do Cerrado e Golden apresentaram plantas com maior formação de copa e conseqüentemente maior potencial produtivo.

Palavras-chave: *Selenicereus* sp. Tutoramento. Desenvolvimento vegetativo.

GROWTH DYNAMICS OF PITAYA PLANT GENOTYPES UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS

ABSTRACT: The pitaya plant, a hemiepiphytic cactaceae, needs adequate support for its growth and development, which makes the use of trellising systems essential in commercial cultivation. The aim of this study was to evaluate the growth process of pitaya plant of six genotypes subjected to three trellising systems. The experiment was set up at Unioeste's Experimental Farm and conducted in a randomized block design, in a 6 x 3 factorial scheme (pitaya genotypes x management systems), with one plant per experimental unit and three replications. The orchard under study was planted in Oct/2022, using seedlings of the pitaya genotypes: Lua do Cerrado; Vietnamese White; Palora; Halleys Commet; Golden and Orejona. The seedlings were planted and subjected to the previously installed systems S1 = rubber ring, S2 = trellis and S3 = espalier. The phytotechnical evaluations began in June 2023 and were carried out every three months until they were one year old. During the evaluations, plant height (m), number of cladodes above the conduction system, number of lateral cladodes were analyzed and, at the end of the last evaluation, the absolute growth rate of the plant's growth was calculated. The results obtained indicate that the period of greatest vegetative development of the plants was between the months of June and September, the rubber ring and espalier systems were the best options for growing pitai trees and the genotypes Halleys Commet, Lua do Cerrado and Golden showed plants with greater crown formation and consequently greater productive potential.

Keywords: *Selenicereus* sp. Tutoring. Vegetative development.

*Corresponding author. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR, Brazil; email - martinsaplilian@gmail.com - ORCID: 0000-0002-8077-3219.

2.1 INTRODUÇÃO

Com mais de 2 milhões de hectares cultivados, a fruticultura brasileira é extremamente diversificada. Esse setor, além de gerar empregos no campo e na agroindústria, contribui para a sustentabilidade socioambiental das propriedades rurais, se posicionando como uma das atividades mais importantes do agronegócio brasileiro (MAPA, 2018).

Frutas antes desconhecidas, como a pitaia, estão ganhando popularidade no mercado consumidor devido às suas propriedades nutricionais e estéticas. A pitaia é cada vez mais

comercializada em grandes redes varejistas, centrais de abastecimento e feiras livres, onde agricultores familiares a vendem diretamente, representando assim uma alternativa promissora para a agricultura familiar (POLLNOW, 2018).

No Brasil, a produção de pitaia vem se destacado também no cenário agrícola do Paraná. Em 2022 foram comercializadas cerca de 210 toneladas de pitaias nas Ceasas Estaduais, segundo o Departamento de Economia Rural, sendo que 22,4% das frutas tinham como origem o próprio Estado.

Por ser um cacto hemiepífito, um dos principais tratos culturais para o cultivo da pitaieira é a utilização de um sistema de condução que suporte seu crescimento e desenvolvimento. Além disso, a alta variabilidade genética entre as espécies desse gênero oferece oportunidades significativas para o cultivo comercial, facilitando a adaptação de diferentes sistemas de condução e práticas agrícolas (TEL-ZUR et al., 2010).

Cultivada no Brasil há pouco mais de uma década, a pitaieira ainda necessita de estudos voltados à seleção de materiais promissores (SILVA et al., 2017), principalmente devido a sua diversidade genética e o estabelecimento de condições de manejo adequados a cultura e seus genótipos. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo de crescimento de pitaieiras de seis genótipos submetidas a três sistemas de condução.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho de 2023 a junho de 2024, na Fazenda Experimental “Prof. Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, no pomar de pitaieiras do setor de Fruticultura, localizado sob as coordenadas Geográficas 24°31’54” latitude sul, 54°01’27” longitude oeste e altitude de 373,88 m. O clima predominante da região é o subtropical úmido mesotérmico (*Cfa*) (NITSCHKE et al., 2019). Os dados de temperatura (mínimas, médias e máximas), umidade e precipitação durante o período foram apresentados na Figura 1.

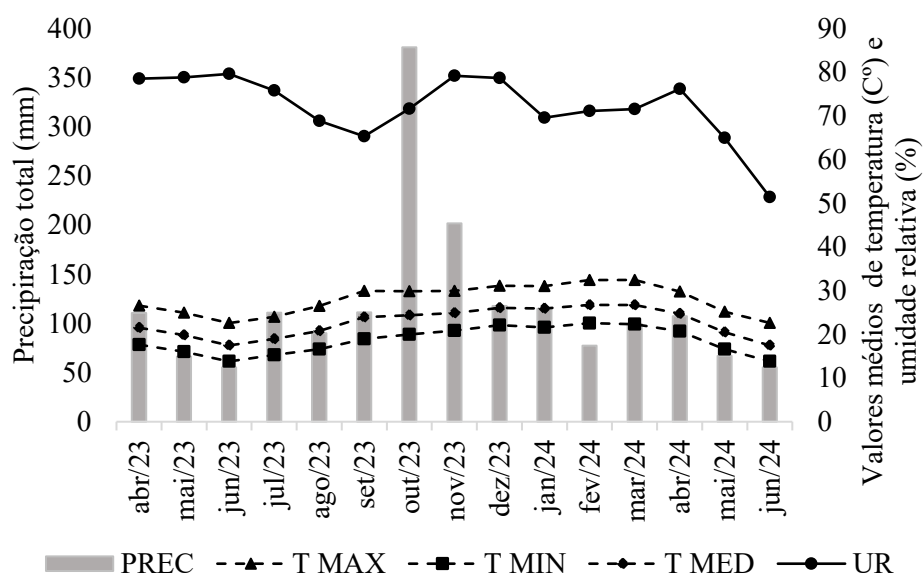


Figura 1: Temperaturas máximas, mínima e média (°C), umidade relativa (%) e precipitação (mm) durante o período experimental. Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Meteostat (2024) e INMET (2024).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 3 (genótipos de pitaia x sistemas de condução), contendo três repetições, sendo usado uma planta por unidade experimental. O pomar em estudo foi implantado em 05/10/2022, utilizando mudas dos genótipos de pitaiaieira: Lua do Cerrado (*Selenicereus undatus*) (SIBUT et al., 2023); Vietnamese White (*S. undatus*); Palora (*S. megalanthus*); Halleys Commet (*Selenicereus* sp.); Golden (*S. undatus*) e Orejona (*S. monacanthus*) (TRINDADE et al., 2023) e, obtidas do banco de germoplasma do viveiro de mudas pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste (Estação de Horticultura e Controle Biológico “Professor Mário César Lopes”), *Campus Marechal Cândido Rondon*, PR.

Previamente ao plantio das mudas, realizou-se análise de solo e adução com esterco de bovino curtido + NPK e instalação dos sistemas de condução. As mudas foram plantadas em covas com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m e submetidas aos sistemas S1 = anel de borracha e S2 = latada, com espaçamento de 2,0 m entre plantas e 4,0 m entre linhas e S3 = espaldeira, com espaçamento de 1,5 m entre plantas e 4,0 m entre linhas.

Foram instaladas duas linhas para cada sistema de condução, utilizando mourões de eucalipto de 1,8 m de altura para montagem da base estrutural de cada sistema. Para S1 e S2 foram utilizados nove mourões e para S3 seis mourões. Para prestar suporte na formação da

copa das plantas, no ápice do tutor S1 foi instalado uma estrutura de ripas de madeira de pinus em formato de cruz e nesta estrutura fixado um pneu de borracha cortado ao meio (Figura 2).

No sistema S2 foi fixado uma ripa de pinus no sentido horizontal no ápice do tutor. Nesta ripa foram feitos quatro furos, nos quais passaram-se arames de aço galvanizado (1,5 mm), ligando os nove mourões da linha (Figura 2). No S3, diferentemente dos outros sistemas, não foi estabelecido suporte acima do tutor, apenas suporte lateral. O mourão recebeu três furos, sendo o primeiro localizado 10 cm abaixo do ápice do tutor e os demais distanciados em 50 cm entre eles. Passou-se o mesmo arame utilizado no sistema anterior em cada furo, ligando os mourões de toda a linha (Figura 2).

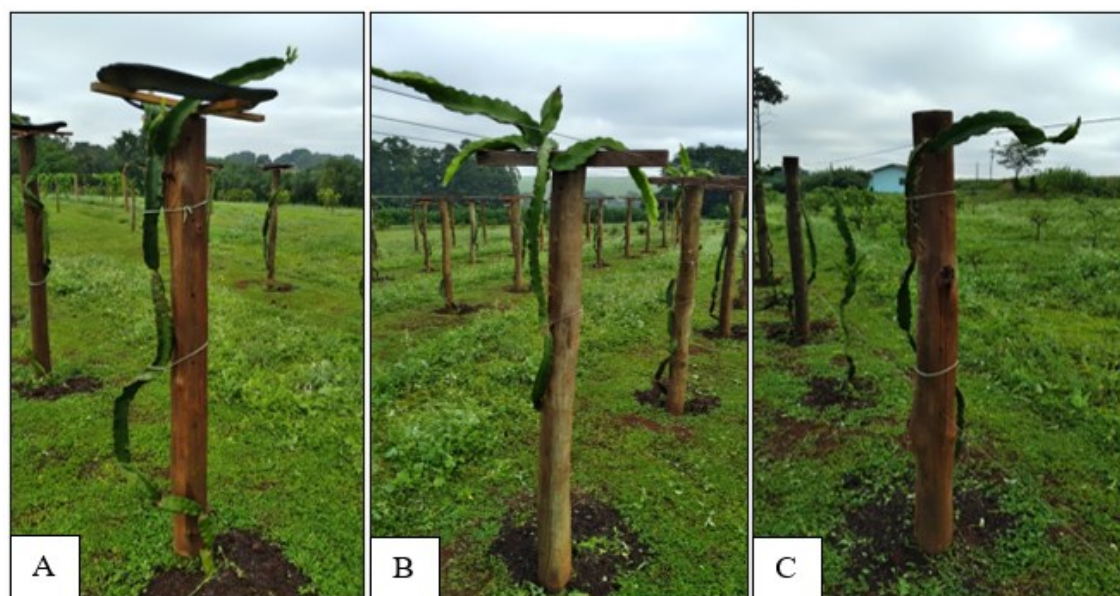


Figura 2: Sistemas de condução utilizados no experimento. A = Sistema de condução com anel de borracha. B = Sistema de condução em latada. C = Sistema de condução em espaldeira.

Em cada linha foram plantadas mudas de três genótipos diferentes, compreendendo, nas duas linhas de cada sistema, os seis genótipos em estudo. Nos sistemas 1 e 2 as mudas foram plantadas encostadas ao lado de cada mourão. No sistema 3 seguiu-se um esquema parecido, porém, plantando uma muda entre os dois mourões, apenas com o suporte dos arames laterais. Após o plantio foi realizado irrigação a cada dois dias durante o período de dois meses e adubação orgânica com esterco bovino curtido a cada três meses. A condução das plantas para seu crescimento no sentido dos mourões foi realizada com amarrio da mesma usando barbante e fio de malha. Para condução dos cladódios em haste única até atingirem a altura máxima dos mourões fez-se o manejo com a poda das brotações laterais. Os cladódios acima dos mourões

foram deixados para formação da copa. Durante todo o período experimental foi realizado o monitoramento de pragas e doenças, controle de plantas daninhas por meio de coroamento e manutenção do tutoramento das plantas, reposicionando os cladódios e realizando novas amarrações quando necessário.

As avaliações fitotécnicas iniciaram na última semana do mês de junho de 2023, após 70% das plantas terem atingido a altura máxima do tutor e seguiram a cada três meses, com uma em setembro e outra em dezembro de 2023 e março e junho de 2024. Em cada avaliação foram analisadas a altura da planta (m) utilizando uma fita métrica flexível e considerando a distância da base até o ápice do maior cladódio, número de cladódios acima do sistema de condução e número de cladódios laterais.

Para verificar a variação do crescimento das plantas entre os intervalos de avaliação foi calculado a taxa de crescimento absoluto (TCA) utilizando a Equação 1.

$$TCA = \frac{(C_2 - C_1)}{\Delta T} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

C_1 = Comprimento da planta na primeira avaliação

C_2 = Comprimento da planta na última avaliação

ΔT = Intervalo de tempo entre as coletas

A partir dos dados obtidos foi realizado a análise de variância do comprimento da planta (m) e do número de cladódios acima do tutor, considerando a diferença entre os dados obtidos na primeira e última avaliação. Com os dados referentes ao número de brotações laterais abaixo do tutor foi realizado análise de variância por período avaliado. Aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, com transformação para $(X+1,0)^{0,5}$ quando necessário. Para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Toda a estatística foi realizada utilizando o programa Sisvar.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resumo da análise de variância para o crescimento da planta e número de cladódios acima do tutor, apresentado na Tabela 1, pode-se verificar que houve interação significativa entre sistemas de condução e genótipos para as duas variáveis analisadas.

Tabela 1: Resumo da análise de variância contendo os quadrados médios para o crescimento das plantas e número de cladódios acima do tutor.

FV	GL	Quadrados Médios	
		Crescimento de planta (m)	Número de cladódios acima do tutor
Sistema de condução	2	0.13*	8.96*
Genótipo	5	0.02 ^{ns}	17.31*
Sistema x Genótipo	10	0.05*	2.02*
Rep.	2	0.02	1.51
Erro	34	0.02	0.81
Total	53		
CV (%)		9.15 ^(a)	21.10 ^(a)

*Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo. (a) = dados transformados pela raiz quadrada de $x + 1$. FV = fator de variação, GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação.

Analisando o teste de médias da interação entre sistema de condução e genótipos para o crescimento das pitaieiras (Tabela 2), pode-se observar que a interação entre os genótipos com os sistemas anel de borracha e latada não revelou diferença estatística significativa. Este resultado sugere que, dentro do contexto e das condições deste estudo, os genótipos apresentam desempenho semelhante em ambos os sistemas.

Diferentemente, no sistema em espaldeira houve as maiores médias de crescimento para os genótipos Palora e Halleys Commet e menor para o genótipo Vietnamese White. Um ponto que pode ter exercido influência sobre esse resultado foi o tamanho inicial das plantas. As plantas do genótipo Halleys Commet, por exemplo, na primeira avaliação já tinham em média 2,90 m e 2,57 m de comprimento nos sistemas anel de borracha e latada, respectivamente, enquanto no sistema espaldeira as plantas tinham uma média de 1,38 m de comprimento. Fato semelhante ocorreu com o genótipo Palora, que apresentou comprimento médio de 0,77 m na primeira avaliação no sistema espaldeira contra 1,74 m e 1,45 m nos demais sistemas.

Tabela 2: Crescimento da planta em função da interação entre sistema de condução e genótipo.

Sistema de condução	Genótipos					
	Comprimento da planta (m)					
	Lua do Cerrado	Vietnemes White	Palora	Halleys Commet	Golden	Orejona
Anel de borracha	1.12 Aba	1.17 Aa	1.02 Aa	0.56 Ba	0.75 Aa	0.73 Aa
Latada	0.65 Ba	1.31 Aa	1.14 Aa	0.73 Ba	1.07 Aa	0.76 Aa
Espaldeira	1.41 Aab	0.72 Ab	1.77 Aa	1.73 Aa	1.05 Aab	1.37 Aab
CV%	9.15 ^(a)					

*Médias com letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Em contrapartida, o genótipo Vietnamese White, que obteve menores resultados neste sistema para o incremento no comprimento da planta, foi o genótipo que apresentou plantas de maior comprimento médio na primeira avaliação, com cerca de 2,27 m. Com exceção das plantas deste genótipo, as demais plantas submetidas ao sistema de espaldeira não obtiveram um bom crescimento inicial quando comparada aos demais sistemas.

A maioria das plantas escaladoras desenvolvem buscadores que implantam órgãos de fixação ao seu tutor, desde folhas, caules, ramos e até raízes altamente modificadas (HATTERMAN et al., 2022). No caso da pitaieira, o mecanismo que facilita sua fixação e ocupação na estrutura do suporte é o surgimento de raízes adventícias nos cladódios. Como no sistema de condução em espaldeira haviam plantas sustentadas apenas pelos arames laterais, aparentemente a dinâmica de escalada das mesmas foi desfavorecida, influenciando em menores médias de comprimento de planta.

Conforme afirma Gianole (2015), plantas escaladoras precisam se fixar a um suporte externo para crescerem verticalmente de forma significativa e melhorarem a aquisição de luz. Ainda segundo o autor, plantas que não conseguem encontrar um suporte podem apresentar crescimento e/ou reprodução reduzidos em comparação com plantas que conseguem escalar um suporte externo. A Figura 3 mostra a taxa de crescimento absoluto (TCA) para o comprimento das plantas (m) por mês durante o período de avaliação. É possível observar que os genótipos Lua do Cerrado, Vietnamese White, Palora e Orejona apresentaram maior TCA nos meses de junho a setembro de 2023, os quais correspondem ao inverno. Em 2023, o inverno foi atípico, com temperaturas entre 15 e 29°C, o que pode ter impactado o estado de latência usual das plantas.

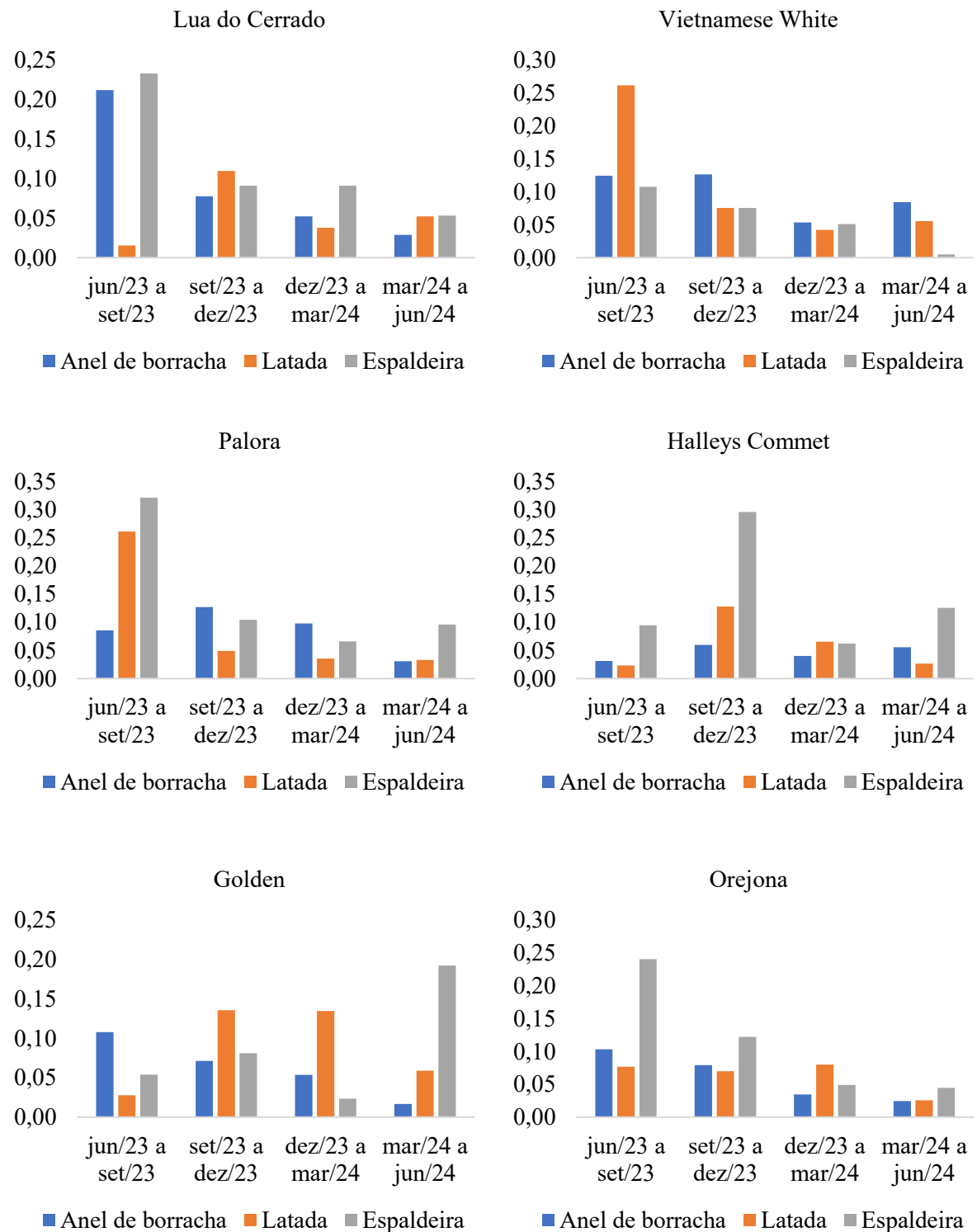


Figura 3: Taxas de crescimento absoluto (TCA) mensais para comprimento das plantas, em função do genótipo e sistemas de condução.

De acordo com Trindade et al. (2023) a pitaieira se desenvolve melhor quando a temperatura varia de 18 °C a 26 °C, portanto, neste período as pitaieiras tiveram boas condições

para o seu crescimento e desenvolvimento. As taxas de crescimento, em sua maioria, seguiram uma tendência de redução a partir do mês de setembro de 2023. Duas abordagens podem ser consideradas para explicar este resultado. A pitaieira, embora tenha uma característica de metabolismo ácido crassuláceo (CAM), é propensa ao amarelamento do cladódio devido a queimadura de sol (CHU; CHANG, 2020).

Esse declínio na fluorescência da clorofila faz com que o transporte de elétrons no sistema fotossintético seja inibido (CHU; CHANG, 2022), prejudicando a capacidade da planta de realizar a fotossíntese e, portanto, afeta seu crescimento. O amarelamento dos cladódios foi observado a campo neste experimento, principalmente entre os meses de novembro e fevereiro, o que pode ter comprometido seu crescimento. Além disso, no cultivo comercial de pitaieiras, após a planta atingir a altura adequada, previamente definida pelo tutoramento, inicia-se a formação de brotações acima do tutor, formando a copa através do arqueamento dos cladódios, os quais produzirão os frutos (POLLNOW, 2018).

Ao comparar os gráficos apresentados nas Figuras 3 e 4, pode-se verificar que enquanto a TCA para o comprimento das plantas, em sua maioria, apresentou redução ao longo das avaliações, o número de cladódios acima do tutor foi aumentando a cada avaliação. Isso é um indicativo de que as plantas, após atingirem a altura do tutor, foram estimuladas a produzir brotações secundárias para formação da copa.

Os sistemas anel de borracha e latada, de modo geral, favoreceram um maior desenvolvimento das brotações para formação da copa das plantas. No entanto, alguns genótipos apresentaram resultados que se destacam nos diferentes sistemas, o que pode ser relevante para os agricultores em termos de desenvolvimento vegetativo, especialmente se tratando de aspectos reprodutivos. Genótipos que apresentam melhor desempenho em um sistema de condução específico são mais atraentes para os agricultores, pois oferecem maior potencial de crescimento vegetativo, o que, por sua vez, pode resultar em uma produção mais abundante de frutos.

A formação da copa em relação ao número de cladódios, para os genótipos Vietnamese White, Palora e Golden, não diferem estatisticamente em relação ao tipo de sistema utilizado para a condução das plantas (Tabela 4). Em contrapartida, para os genótipos Lua do Cerrado e Orejona o sistema anel de borracha se mostrou mais promissor, sendo, para este último, o sistema latada também positivo, assim como para o genótipo Halleys Commet. Uma possível explicação para este resultado são as diferenças genéticas existentes entre as plantas. Gianole (2015) argumenta que a forma como a planta se movimenta em busca de suporte e como

responde fisicamente à presença desses suportes depende tanto de fatores ambientais quanto de sua característica genética.

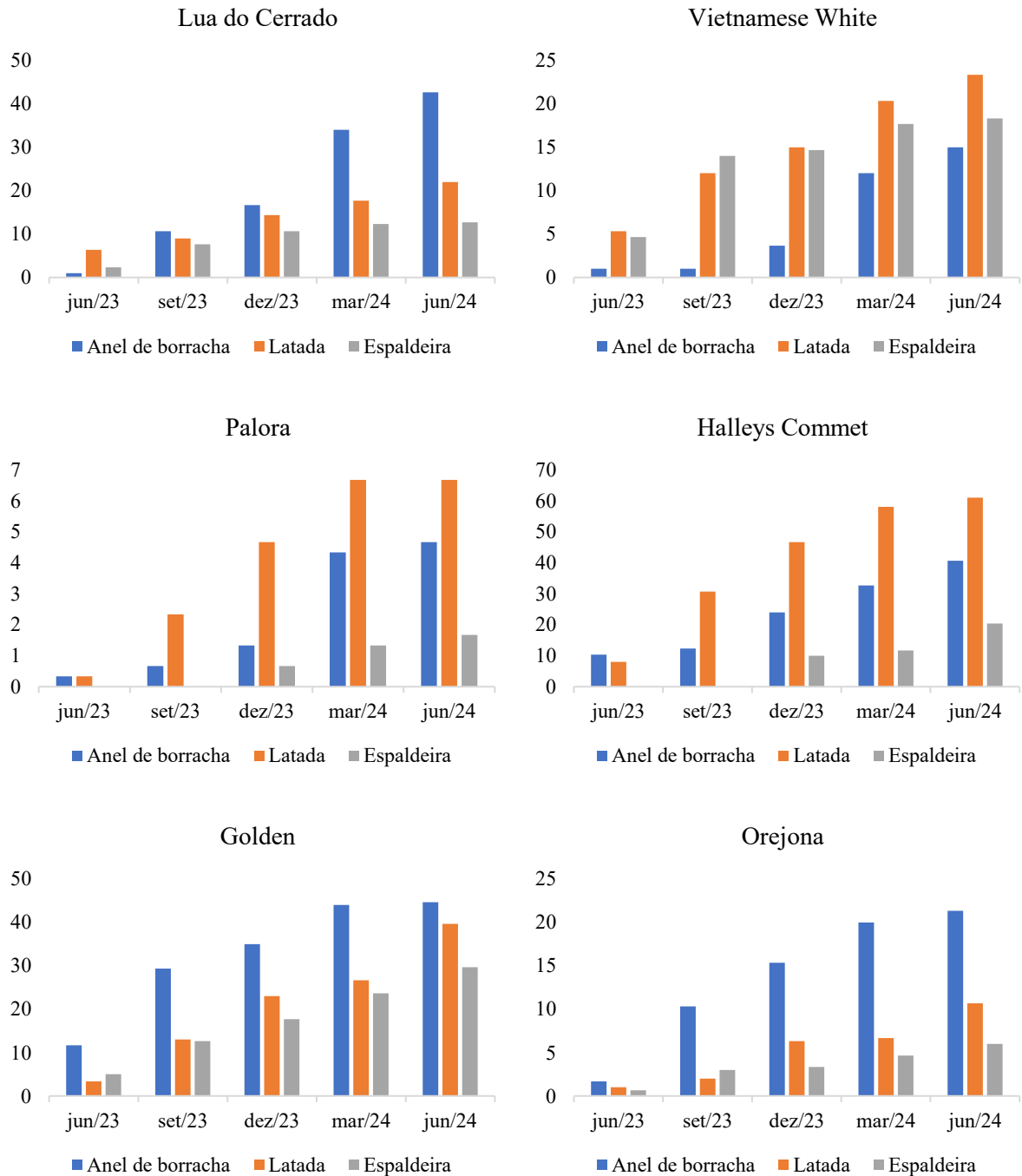


Figura 4: Número de cladódios formados acima do tutor por período de avaliação em função do genótipo e sistemas de condução.

Nos genótipos Lua do Cerrado, Halleys Commet e Orejona, o sistema em espaldeira apresentou plantas com menor formação de cladódios acima do tutor. Neste trabalho não foram

avaliados aspectos reprodutivos das plantas, porém, é importante ressaltar que, segundo Gonzaga et al. (2017) o número de brotações na pitaieira é um fator crítico para a produção de frutos, pois além de serem responsáveis pela fotossíntese e pelo crescimento vegetativo da planta, quanto maior o número de brotações, maior será sua capacidade de produzir energia, o que favorece a formação de flores e frutos.

Tabela 4: Número de cladódios acima do tutor em função da interação entre sistema de condução e genótipo.

Sistema de condução	Genótipos					
	Número de cladódios acima do tutor					
	Lua do Cerrado	Vietnemesse White	Palora	Halleys Commet	Golden	Orejona
Anel de borracha	42 Aa	14 Abc	4 Ac	30 Bab	33 Aab	20 Aabc
Latada	16 Bbc	18 Abc	6 Ac	53 Aa	36 Aab	10 Abc
Espaldeira	10 Babc	14 Aab	2 Ac	20 Bab	25 Aa	5 Bbc
CV%	21.10 ^(a)					

*Médias com letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Os sistemas anel de borracha e latada possibilitam que os cladódios se espalhem tanto pela circunferência do anel de borracha quanto pela treliça formada pelos arames no sistema latada, ou seja, esses sistemas oferecem uma base para o desenvolvimento de novas brotações, o que é limitado no sistema em espaldeira, conforme observado no presente trabalho.

Para o número de cladódios laterais formados abaixo do tutor, os resultados da análise de variância indicaram interação significativa entre os sistemas de condução e genótipos para ambas as avaliações realizadas, sendo elas em: junho ($F(10,34) = 2.50$, $p < 0,05$), setembro ($F(10,34) = 3.59$, $p < 0,05$) e dezembro de 2023 ($F(10,34) = 3.99$, $p < 0,05$) e março ($F(10,34) = 5.51$, $p < 0,05$) e junho de 2024 ($F(10,34) = 6.17$, $p < 0,05$). O teste de médias para o número de cladódios laterais formados abaixo do tutor é apresentado na Tabela 5.

De modo geral, os maiores números de cladódios laterais foram obtidos na avaliação realizada em setembro, período entre final do inverno e início da primavera. As brotações laterais se fazem importante na produção comercial de pitaieiras, pois as mesmas serão utilizadas para a propagação vegetativa. Santos (2021) verificou que para *S. undatus*, a melhor época de coleta de cladódios para propagação vegetativa é o inverno. Marques et al. (2011a)

também verificaram bons resultados na produção de mudas provenientes de cladódios coletados nesta época, o que coincide com a maior emissão de cladódios laterais de acordo com o presente estudo.

Tabela 5: Número de cladódios laterais em função da interação entre sistema de condução e genótipo nas avaliações realizadas em junho, setembro e dezembro/23 e março e junho/24.

SC	Genótipos					
	Número de cladódios laterais – junho de 2023					
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
Anel de borracha	19 Aa	19 Aa	5 Ab	15 Aab	11 Aab	19 Aa
Latada	3 Bbc	10 Aab	1 Ac	7 Aabc	15 Aa	15 Aa
Espaldeira	6 Bbc	16 Aab	1 Ac	6 Abc	19 Aa	13 Aab
CV%	19.16 ^(a)					
SC	Número de cladódios laterais – setembro de 2023					
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
Anel de borracha	24 Aa	18 Aa	5 Ab	16 Aab	18 Ba	17 Aa
Latada	12 Bcd	14 Abc	2 Ad	18 Aabc	27 Aba	25 Aab
Espaldeira	13 Bbc	22 Aab	3 Ac	16 Ab	33 Aa	20 Ab
CV%	27.95					
SC	Número de cladódios laterais – dezembro de 2023					
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
Anel de borracha	5 Aa	4 Aa	4 Aa	3 ABa	0 Ba	3 Ba
Latada	3 Abc	4 Abc	0 Ac	1 Bbc	17 Aa	10 ABab
Espaldeira	4 Aab	9 Aa	0 Ab	10 Aa	15 Aa	11 Aa
CV%	33.01 ^(a)					
SC	Número de cladódios laterais – março de 2024					
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
Anel de borracha	1 Aa	2 Aa	1 Aa	2 Ba	0 Ba	0 Ba
Latada	1 Abc	0 Ac	3 Aabc	1 Bbc	6 Aab	7 Aa
Espaldeira	1 Ab	0 Ab	1 Ab	10 Aa	2 ABb	9 Aa
CV%	29.67 ^(a)					
SC	Número de cladódios laterais – junho de 2024					
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
	LC	VW	Palora	HC	Golden	Orejona
Anel de borracha	0 Ab	1 Bab	2 Aab	1 Bab	0 Bb	3 Ba
Latada	1 Ab	5 Aa	1 ABab	0 Bb	5 Aa	6 Aba
Espaldeira	2 Abc	0 Bc	0 Bc	4 Aab	3 Aab	8 Aa
CV%	22.89 ^(a)					

*Médias com letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. SC = sistemas de condução, LC = Lua do Cerrado, VW = Vietnamese White, HC = Halleys Commet.

Independentemente do sistema de condução e do genótipo, percebe-se uma tendência de redução na emissão de cladódios laterais com o passar das avaliações. Esse resultado pode ser justificado por ser um período de transição entre crescimento vegetativo para o desenvolvimento reprodutivo. O início da floração da pitaia pode ocorrer em novembro e se estender até março (MARQUES et al., 2011b; RAMOS et al., 2018). Durante esse período, a planta redireciona muitos de seus recursos e energia para o desenvolvimento das flores e posteriormente, dos frutos. Este redirecionamento de recursos resulta em um crescimento mais lento das partes vegetativas, como os cladódios.

Xiong et al. (2020) verificaram em *S. monacanthus* que o processo de floração da pitaia necessita de grandes quantidades de sacarose para seu suprimento energético. Ainda segundo o autor, antes de uma planta florescer, outros nutrientes orgânicos essenciais, como as proteínas solúveis, se acumulam para acomodar o grande consumo de nutrientes durante a floração. Pode-se inferir então que as pitaieiras possivelmente reduziram o ritmo do crescimento vegetativo para direcionar mais recursos no acúmulo de nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento reprodutivo.

Os resultados deste estudo revelaram variações significativas na resposta dos diferentes genótipos de pitaieiras em função dos sistemas de condução utilizados em seu tutoramento. Observou-se que alguns genótipos, por exemplo, Vietamese White, Palora, Golden e Orejona não diferiram quanto ao crescimento da planta em relação ao sistema de condução, enquanto Lua do Cerrado e Halleys Commet obtiveram diferenças entre os sistemas. Ou seja, alguns genótipos apresentaram respostas consistentes entre si frente aos mesmos tratamentos enquanto outros demonstraram respostas divergentes, tanto para o número de cladódios laterais quanto para o número de cladódios acima do tutor e crescimento da planta.

Essas discrepâncias podem ser atribuídas à diversidade genética entre os genótipos testados. No caso da pitaieira, é importante destacar que, apesar da extensa pesquisa em genética vegetal, há uma lacuna significativa na literatura científica quanto à investigação específica das características genéticas dessas plantas, sendo os estudos existentes predominantemente focados na diferenciação dos frutos.

2.4 CONCLUSÕES

O período de maior desenvolvimento vegetativo dos genótipos de pitaieira, nas condições deste estudo, ocorreram entre os meses de junho e setembro.

Os sistemas anel de borracha e latada proporcionaram melhores condições de desenvolvimento para as plantas de todos os genótipos, principalmente para o incremento no número de cladódios acima do tutor.

Os genótipos que apresentaram maior crescimento foram Halleys Commet, Lua do Cerrado e Golden.

REFERÊNCIAS

CHU, Y. C.; CHANG, J. C. Heat stress leads to poor fruiting mainly due to inferior pollen viability and reduces shoot photosystem II efficiency in “da hong” pitaya. **Agronomy**, 12:225, 2022.

CHU, Y. C.; CHANG, J. C. High temperature suppresses fruit/seed set and weight, and cladode regreening in red-fleshed ‘da hong’ pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) under Controlled Conditions. **HortScience**, 55:1259-1264, 2020.

DERAL. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. **Divisão de Conjuntura Agropecuária**: boletim semanal – 09/2023. Disponível em: <<https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Conjuntura-Boletim-Semanal-092023>>. Acesso em: 18 jun. 2024.

GIANOLE, E. The behavioral ecology of climbing plants. **AoB PLANTS**, 7:13, 2015.

GONZAGA, N. R. et al. Productivity and fruit quality of red-fleshed dragon fruit, *Hylocereus polyrhizus* (Britton and Rose) under Jasaan Series. **Journal of Multidisciplinary Studies**, 6:27-46, 2017.

HATTERMAN, T. et al. Mind the gap: reach and mechanical diversity of searcher shoots in climbing plants. **Frontiers in Forests and Global Change**, 5: 836247, 2022.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados históricos anuais**. 2024. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 24 mai. 2024.

KOROTKOVA, N. et al. Cactaceae at Caryophyllales.org – a dynamic online species-level taxonomic backbone for the family. **Willdenowia**, 51: 251-270, 2021.

LIMA, C. A. et al. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaya com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 35: 1066-1072, 2013.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano Nacional de Desenvolvimento da Agricultura**, 2018.

MARQUES, V. B. et al. Tamanho de cladódios na produção de mudas de pitaia vermelha. **Revista Caatinga**, 24: 50-54, 2011a.

MARQUES, V.B. et al. Fenologia reprodutiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, 41:984-987, 2011b.

METEOSTAT. **Marechal Candido Rondon**. 2024. Disponível em: <<https://meteostat.net/pt/station/86916?t=2024-05-10/2024-05-17>>. Acesso em: 24 mai. 2024.

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 36:124-138, 2014.

MORILLO, A. C. et al. Characterization of yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) genotypes under two productive systems in Colombia. **Brazilian Journal of Biology**, 83: e2741522023, 2023.

NITSCHKE, P. R. et al. **Atlas climático do estado do Paraná**. Instituto Agrônômico do Paraná, 2019. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>>. Acesso em: 24 mai. 2024.

POLLNOW, G. E. Pitaia, da propagação à colheita: uma revisão. **Agropecuária Catarinense**, 31:73-78, 2018.

RAMOS, J. D. et al. Desponte de cladódios de pitaia vermelha de polpa branca. **Uniciências**, 22:8-11, 2018.

SANTOS, T. P. **Produção de mudas por semente e estaquia em pitaya**. 2021. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2021.

SIBUT, H. C. P. et al. Yield capacity of six superior pitaya genotypes under edaphoclimatic conditions of the Federal District. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 45: e-025, 2023.

SILVA, A. C. C. et al. Morphological traits as tools to verify genetic variability of interspecific dragon fruit hybrids. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 39: e-168, 2017.

TEL-ZUR, N. et al. Phenotypic and genomic characterization of vine cactus collection (Cactaceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, 58: 1075-1085, 2010.

TRINDADE, A. R. et al. Pitaya as a new alternative crop for Iberian Peninsula: biology and edaphoclimatic requirements. **Plants**, 12:3212, 2023.

XIONG, R. et al. Transcriptomic analysis of flower induction for long-day pitaya by supplementary lighting in short-day winter season. **BMC Genomics**, 21:329, 2020.

YUSOFF, M. M. et al. Growth, yield and fruit quality of red dragon (*Hylocereus polyrhizus*) fruit as affected by plant support system and intercropping with long bean (*Vigna sinensis*). **Journal of Food Agriculture and Environment**, 6:305-311, 2008.

3. ARTIGO II

CORTE, EMBALAGEM E TEMPO DE ARMAZENAMENTO DE PITAIA DE POLPA BRANCA PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

(Artigo elaborado segundo as normas da Revista Caatinga)

LILIAN APARECIDA MARTINS*, FABÍOLA VILLA, RODRIGO JOSÉ DE VARGAS,
DÉBORA REGINA FERREIRA DA SILVA, LAÍS ROMERO PAULA

RESUMO - O consumo de frutas minimamente processadas vem aumentando constantemente, porém, diferente de um fruto inteiro, seu tempo de armazenamento acaba se tornando menor devido aos processos utilizados. O presente trabalho teve como objetivo avaliar cortes e embalagens no armazenamento de frutos de pitaia de polpa branca. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da Unioeste, no período de fevereiro de 2024, utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 x 5 [cortes x embalagens x tempos de armazenamento], contendo duas repetições e duas amostras por repetição. Ao final de cada período de armazenamento foram avaliados coloração da polpa e casca dos frutos (L^*a^*b), perda de biomassa fresca (g), firmeza de polpa (N), pH e sólidos solúveis (°Brix). Os resultados mostraram que durante o armazenamento dos frutos a diferença de coloração da polpa e casca foram aumentando, conforme o período de armazenamento, enquanto que a firmeza de polpa e casca seguiram uma tendência de redução. Bandeja de EPS recoberta por PVC e embalagem retangular com tampa de PP, propiciam melhor conservação dos frutos de pitaia minimamente processadas. A embalagem retangular com tampa articulada, de material PET, não é indicada para o armazenamento de pitaia de polpa branca minimamente processada. O corte 1/2 da fruta com casca, apresenta-se como melhor opção de comercialização de pitaia minimamente processada.

Palavras-chave: *Selenicereus undatus*. Processamento mínimo. Qualidade de frutos.

CUTTING, PACKAGING AND STORAGE TIME OF WHITE-FLESHED PITAYA FOR POST-HARVEST PRESERVATION

ABSTRACT - The consumption of minimally processed fruits has been increasing constantly, however, unlike a whole fruit, its storage time ends up becoming shorter due to the processes

used. The present work aimed to evaluate cuts and packaging in the storage of white-fleshed dragon fruit fruits. The experiment was conducted at the Unioeste Post-Harvest Technology Laboratory, in February 2024, using a completely randomized experimental design, in a 2 x 3 x 5 factorial scheme [cuts x packages x storage times], containing two repetitions and two samples per repetition. At the end of each storage period, the color of the fruit pulp and skin (L^*a^*b), loss of fresh biomass (g), pulp firmness (N), pH and soluble solids ($^{\circ}\text{Brix}$) were evaluated. The results showed that during the storage of the fruits, the difference in color of the pulp and skin increased, depending on the storage period, while the firmness of the pulp and skin followed a decreasing trend. EPS tray covered in PVC and rectangular packaging with PP lid, provide better conservation of minimally processed dragon fruit fruits. The rectangular packaging with a hinged lid, made of PET material, is not suitable for storing minimally processed white pulp dragon fruit. Cutting 1/2 of the fruit with the skin is the best option for selling minimally processed dragon fruit.

Keywords: *Selenicereus undatus*. Minimal processing. Fruit quality.

*Corresponding author. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR, Brazil; email - martinsaplilian@gmail.com - ORCID: 0000-0002-8077-3219.

3.1 INTRODUÇÃO

O processamento mínimo de frutas é uma técnica em ascensão no mercado principalmente devido as mudanças no estilo de vida dos consumidores. Nas últimas décadas houve uma maior conscientização da importância de hábitos alimentares saudáveis, bem como a busca pelo preparo prático e fácil das refeições, demandando menos tempo (TURATTI, 2016).

Em resposta à demanda dos consumidores por produtos saudáveis, frescos e fáceis de preparar, uma grande variedade de frutas e vegetais minimamente processados está sendo oferecida (RAMOS et al., 2013). A produção e o consumo de cortes frescos de pitáia, por exemplo, vem aumentando substancialmente devido ao seu frescor e praticidade. Conhecida por seu apelo exótico e riqueza nutricional, a pitáia (*Selenicereus undatus*) é uma fruta tropical, pertencente à família Cactaceae, de grande valor comercial devido às suas composições nutricionais e funcionais (LIA et al., 2018; DING et al., 2024).

Frutos de pitáia podem ser relativamente grandes, apresentando peso entre 220 a 840g. Devido a essas características, a pitáia minimamente processada pode ser conveniente para os

consumidores (LI et al., 2017) por oferecer uma menor porção da fruta, já pronta para o consumo, evitando possíveis desperdícios.

Frutas e vegetais pré-preparados requerem manuseio, preparo e armazenamento adequados para aproveitar ao máximo seus nutrientes. Geralmente esses produtos são submetidos a operações que incluem seleção, lavagem, sanitização, descasque, corte, trituração e embalagem (RAMOS et al., 2013).

Essas operações acabam reduzindo a vida útil das frutas minimamente processadas pois o fruto se torna vulnerável a danos mecânicos durante as fases de processamento (DING et al., 2024). Essa maior perecibilidade e senescência no pós-colheita ocorre devido as reações químicas resultantes das interações entre enzimas e oxigênio, acarretando assim em um curto período de vida útil dos frutos de 4 a 10 dias, quando comparado com alimentos frescos (ALVES et al., 2021).

Tendo em vista a popularização e tendência crescente do consumo de frutas minimamente processadas no mercado e ao mesmo tempo a preocupação em manter sua qualidade, sabor e segurança, a adoção de técnicas eficazes de preservação torna-se imprescindível (DING et al., 2024). Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo investigar o efeito de diferentes cortes e embalagens no armazenamento de frutos de pitaia minimamente processados por diferentes períodos de armazenamento.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do experimento foram utilizados frutos de pitaia da espécie *S. undatus* (casca rosa e polpa branca), colhidos de pitaieiras matrizes de cinco anos cultivadas no Pomar Experimental, Setor de Fruticultura, na Fazenda Experimental “Prof. Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon (PR), localizada sob coordenadas geográficas 24°35’54” latitude sul, 53°59’54” longitude oeste e altitude de 420 metros. De acordo com a divisão climática do estado, a região é classificada como *Cfa* (zona tropical úmida), com temperatura máxima média anual de 28,5°C e mínima média anual de 17°C (CAVIGLIONE et al., 2000).

Os frutos foram colhidos em fevereiro de 2024, no período da manhã, com auxílio de uma tesoura de poda. Imediatamente após a colheita, foram colocados em uma caixa de polietileno vazada com alça, com dimensões 60 x 40 x 17 cm, para transporte e levados ao Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da Unioeste, onde foram selecionados quanto: injúrias, danos

mecânicos e tamanho. Os frutos foram lavados, sanitizados com hipoclorito de sódio a 1% e, na sequência, submetidos aos tratamentos.

O experimento seguiu delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial $2 \times 3 \times 5$, sendo duas formas de preparo dos frutos (1/2 de fruta com casca e 2/4 de fruta com casca) x três tipos de embalagens de armazenamento [bandeja de poliestireno (EPS) de 15 x 15 cm, coberta com filme de cloreto de polivinila (PVC), embalagem retangular de polipropileno (PP) de 350 mL, com tampa e embalagem retangular de polietileno tereftalato (PET) de 700 mL, com tampa articulada] x cinco tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 dias), contendo duas repetições e duas amostras por repetição, totalizando 120 amostras.

Para montagem do experimento, inicialmente, os frutos foram separados e identificados. Na sequência, foram realizados os cortes dos frutos, conforme Figura 1, sobre uma tábua de polietileno, com auxílio de faca inoxidável.

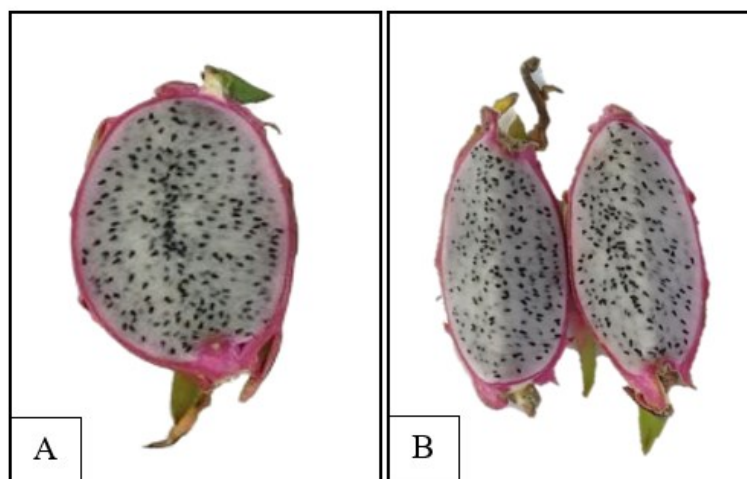


Figura 1. Tipos de corte utilizados para preparo dos frutos. (A) 1/2 de fruta com casca. (B) 2/4 de fruta com casca.

Após a realização do corte, os frutos foram acomodados nas embalagens (Figura 2), conforme cada tratamento. Em sequência foi realizada a análise colorimétrica inicial da polpa e da casca de cada fruto, sendo o ponto de leitura das coordenadas L^* , a^* e b^* da casca demarcada, para posterior leitura após armazenamento no mesmo local. A leitura foi realizada com uso de colorímetro portátil (modelo CR-400 Konica Minolta). A coloração obtida foi expressa pelo sistema de coordenadas retangulares L^* , a^* e b^* , conforme Commission Internationale de Eclairage (CIE, 1986), onde L^* = percentagem dos valores de luminosidade

(0% = negro e 100% = branco), a^* = cor vermelha (+) ou verde (-) e b^* = cor amarela (+) ou azul (-).

Na sequência as amostras foram pesadas e levadas à BOD a 10°C, conforme os tempos de armazenamento (2, 4, 6 e 8 dias). Os frutos do tempo 0 de armazenamento foram cortados e avaliados quanto a biomassa fresca, firmeza de polpa, pH e sólidos solúveis (SS) no mesmo dia da colheita.

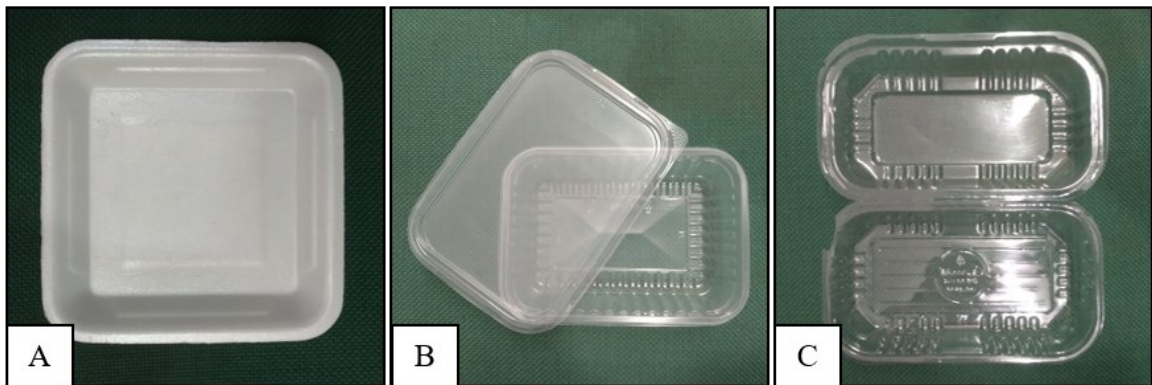


Figura 2. Tipos de embalagens utilizados no armazenamento dos frutos. (A) Bandeja de poliestireno (EPS) + filme PVC. (B) Embalagem retangular de polipropileno (PP) com tampa. (C) Embalagem retangular de polietileno tereftalato (PET) com tampa articulada.

Nas avaliações nos dias 2, 4, 6 e 8 após o armazenamento dos frutos, realizou-se a pesagem das bandejas, a fim de verificar a perda de biomassa fresca, além da análise colorimétrica da polpa e casca, firmeza da polpa, SS e pH. A partir das coordenadas L^* , a^* e b^* , foi possível determinar a diferença total de coloração, de acordo com a Equação 1:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2) + (\Delta a^2) + (\Delta b^2)} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

ΔE = diferença total de cor da amostra entre o tempo 0, antes de ser armazenada, e após armazenamento.

ΔL = diferença de luminosidade entre o tempo 0, antes de ser armazenada, e após armazenamento.

Δa = diferença na cor vermelha/verde entre o tempo 0, antes de ser armazenada, e após armazenamento.

Δb = diferença na cor amarelo/azul entre o tempo 0, antes de ser armazenada, e após armazenamento.

A firmeza da polpa foi aferida utilizando dinamômetro digital, com célula externa (Impac modelo IP-90 DI) e resultados expressos em Newton (N). Os SS da polpa foram avaliados por meio de refratômetro digital portátil (Atago modelo PAL-1), utilizando uma gota do suco da polpa da pitaia, com resultados expressos em °Brix. O valor final de SS foi determinado a partir da média de três pontos equidistais da polpa do fruto. O pH foi determinado com pHmetro digital de bancada e eletrodo (Marte modelo MB10), utilizando amostra homogênea de 2g da polpa de pitaia macerada, de várias partes do fruto, com auxílio de um cadinho e adição de 20mL de água destilada.

Os dados obtidos foram tabulados e aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, com transformação para $(x+1,0)^{0,5}$ quando necessário. Posteriormente foram submetidos a análise de variância e as médias comparas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro por meio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis físicas avaliados durante o período de armazenamento da pitaia minimamente processada são apresentados na Tabela 1. Com relação as interações entre os fatores, a análise de variância evidencia que a interação entre embalagem e período de armazenamento foi significativa para as variáveis diferença de coloração da casca e perda de biomassa fresca. A interação entre corte e período de armazenamento exerceu influência apenas sobre a variável diferença de coloração da polpa. Para a interação entre corte e embalagem, houve efeito significativo para a diferença de coloração da casca. Não houve interação tripla para nenhuma das variáveis avaliadas.

Além das interações, foram observados efeitos significativos dos fatores isoladamente. O fator período de armazenamento foi significativo para firmeza da polpa e firmeza da casca dos frutos, os tipos de embalagem para diferença de coloração da polpa, pH e sólidos solúveis e os tipos de corte para perda de biomassa fresca, firmeza da polpa, firmeza da casca e pH.

Como pode ser observado na Figura 3, a diferença de coloração de casca em todas as frutas analisadas apresenta uma tendência linear crescente nas três embalagens avaliadas, ou seja, a diferença ou perda de cor (ΔE) no espaço L^* , a^* e b^* na coloração da casca da pitaia minimamente processada tende a aumentar com o passar dos dias de armazenamento.

Nos dias 2 e 8, as frutas acondicionadas na embalagem de PP apresentaram maiores valores para diferença de coloração da casca, diferindo no segundo dia das outras duas embalagens e no oitavo dia diferindo apenas da embalagem de EPS + PVC. Esse fato pode ser

atribuído a composição e permeabilidade do material das embalagens. O filme plástico deve apresentar permeabilidade seletiva adequada à entrada de O₂ e saída de CO₂, de modo que o produto não entre em anaerobiose ou processo de fermentação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância contendo os quadrados médios para diferença de coloração da polpa (DCP), diferença de coloração da casca (DCC), perda de biomassa fresca (PBF), firmeza de polpa (FP), firmeza de casca (FC), pH e sólidos solúveis (SS).

FV	GL	Quadrados Médios						
		DCP	DCC	PBF	FP	FC	Ph	SS
C	1	0.24*	0.01 ^{ns}	0.26*	67.84*	1720.56*	0.15*	0.14 ^{ns}
E	2	0.49*	0.66*	0.73*	4.33 ^{ns}	51.4 ^{ns}	0.12*	2.26*
PA	4	4.88*	8.37*	1.26*	27.43*	82.87*	0.04 ^{ns}	0.57 ^{ns}
C x E	2	0.01 ^{ns}	0.45*	0.02 ^{ns}	0.40 ^{ns}	33.04 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.70 ^{ns}
C x PA	4	0.16*	0.07 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.02 ^{ns}	46.82 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.61 ^{ns}
E x PA	8	0.06 ^{ns}	0.11*	0.11*	1.56 ^{ns}	47.24 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.93 ^{ns}
C x E x PA	8	0.08 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.58 ^{ns}	34.02 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.95 ^{ns}
Rep.	1	0.01	0.01	0.21	0.01	0.58	0.03	0.40
Erro	29	0.04	0.06	0.03	1.77	27.22	0.02	0.57
Total	59							
CV (%)		8,63 ^(a)	10.53 ^(a)	12.80 ^(a)	14.78	13.37	2.19	4.69

*Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo. (a) = dados transformados pela raiz quadrada de x + 1. FV = fator de variação, GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação, C = corte, E = embalagem, PA = período de armazenamento.

Devido ao aumento da taxa de respiração do fruto combinado com as características específicas de cada embalagem, ocorreram mudanças nas concentrações de O₂ e CO₂, criando uma atmosfera entre o fruto e a embalagem que influenciou no processo de degradação dos pigmentos presentes na casca da pitáia. Além disso, o ponto de maturação dos frutos pode ter influenciado nas alterações de cor que ocorrem tanto da casca quanto da polpa, visto que a mudança de coloração de frutos ocorre naturalmente durante o processo de amadurecimento e senescência. Oliveira et al. (2015), ao trabalharem com armazenamento de manga, banana,

goiaba e mamão associado a atmosfera modificada com e sem filme de PVC observaram que a degradação da cor da casca ocorreu independente do modo de armazenamento.

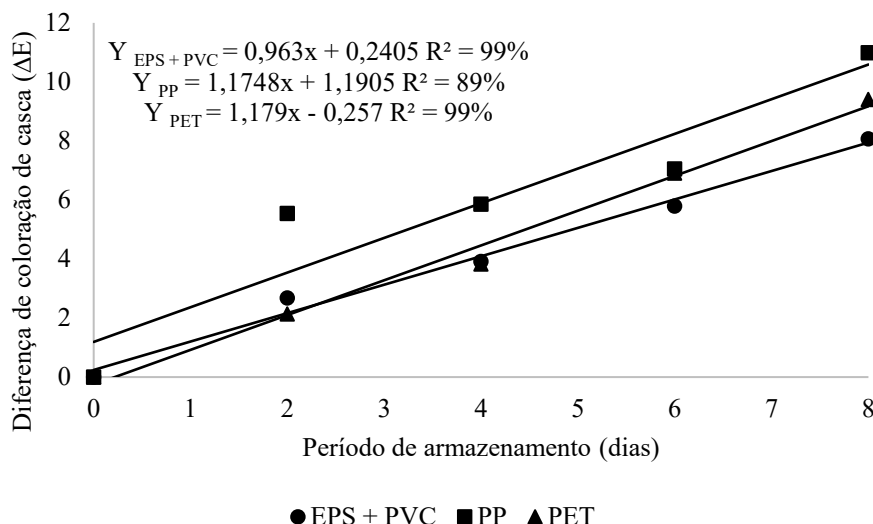


Figura 3: Diferença da coloração da casca (DCC), em função da interação entre período de armazenamento e tipos de embalagem.

Com relação a PBF, pode-se verificar na Figura 4 que ambas as embalagens utilizadas apresentam função quadrática côncava. Os valores para PBF dos frutos armazenadas nas três embalagens analisadas são crescentes até chegar ao ponto de máximo (7, 6 e 5 dias, respectivamente para a embalagem de EPS + PVC, PP e PET) depois disso os valores caem, com perdas máximas observadas variando entre 1,7 e 2,7g.

Considerando a relação entre os pontos e valores máximos de cada função, chegou-se à conclusão que a embalagem de PET proporcionou maiores perdas diárias de biomassa, com uma perda de cerca de 0,48g por dia de armazenamento, seguido pela embalagem de EPS + PVC com perda de 0,40g ao dia e pela embalagem de PP com perda de 0,28g ao dia. Resultados semelhantes foram encontrados por Pagliarini et. al. (2015) ao trabalharem com os mesmos tipos de embalagens, no armazenamento de abacaxi Smooth Cayenne minimamente processado, sendo também a embalagem PET aquela que obteve maiores perdas de biomassa fresca, enquanto a embalagem do tipo PP com tampa hermética, obteve menores perdas.

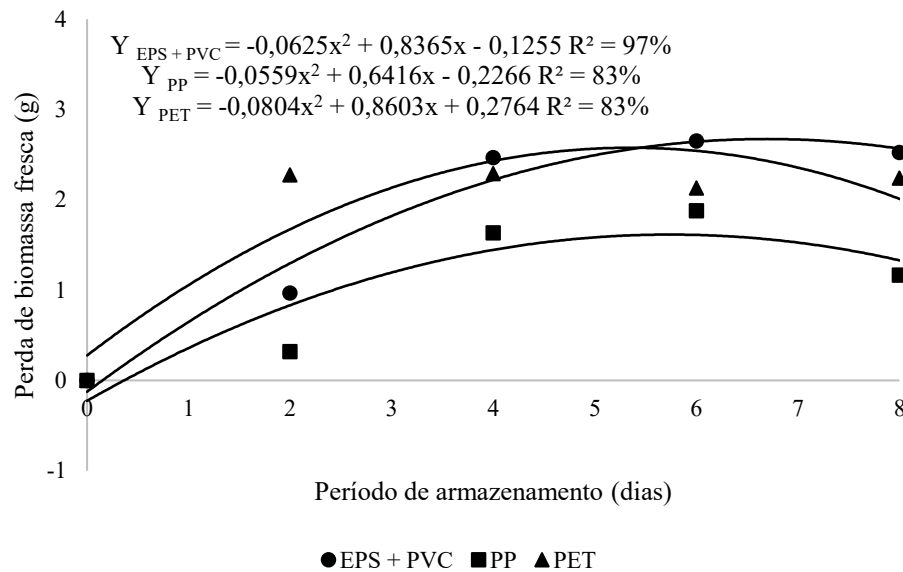


Figura 4: Perda de biomassa fresca (PBF), em função da interação entre período de armazenamento e tipos de embalagem.

Este fato pode ser explicado devido à baixa vedação da embalagem de PET em relação as embalagens 1 e 2. Para Dhakal et al. (2022), a perda de peso em frutas e vegetais frescos está relacionada a perda de água em decorrência de alguns fatores, dentre eles a respiração. A baixa vedação da embalagem de PET favorece a entrada de O_2 externo, impossibilitando a formação de uma atmosfera com uma quantidade reduzida de O_2 , ideal para a redução da taxa de respiração do fruto.

De forma semelhante, não há impedimento total para entrada e saída de umidade dentro da embalagem, podendo acarretar em oscilações e níveis inadequados da mesma. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a perda de água pode ser minimizada quando o armazenamento é feito em condições de umidade relativa elevada combinada com baixas temperaturas, sendo possível assim reduzir a deterioração dos atributos de qualidade do fruto.

A interação entre período de armazenamento e tipos de cortes para diferença de coloração de polpa pode ser vista na Figura 5. Observa-se que para os dois tipos de corte houve uma tendência linear crescente ao longo do período de armazenamento. Isso significa que, independentemente do tipo de corte, a polpa dos frutos de pitáia minimamente processada tende a aumentar a diferença de cor (ΔE) em decorrência do período de armazenamento.

A diferença de cor (ΔE) no espaço L^* , a^* e b^* não indica a direção da mudança na coloração, porém, durante a realização das análises foi observado o surgimento de pontos amarelados na polpa de alguns frutos em ambas as embalagens e cortes a partir do quarto dia

de armazenamento, sendo este coincidentemente o único dia com diferença significativa para diferença de coloração de polpa entre os dois tipos de corte.

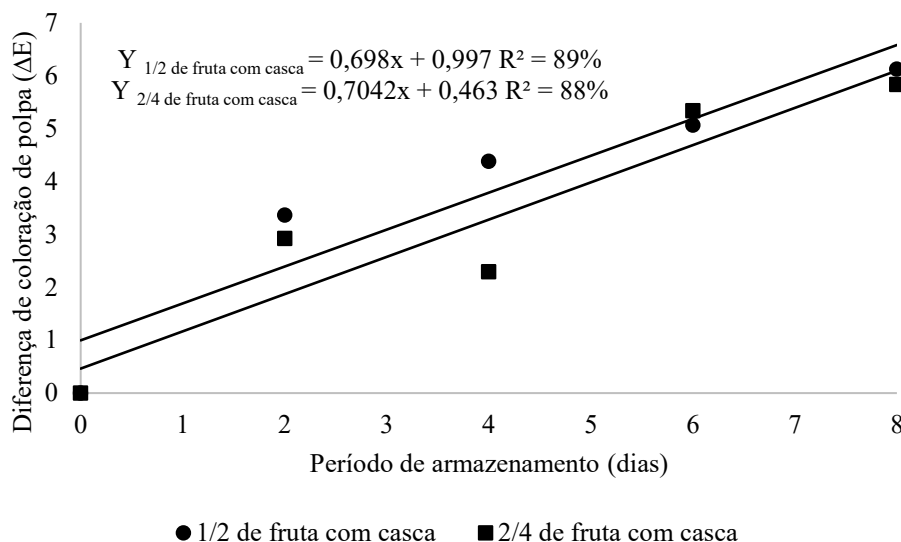


Figura 5: Diferença da coloração da polpa (DCP) em função da interação entre período de armazenamento e tipo de corte.

Resultados semelhantes foram encontrados por Li et al. (2017), onde os diferentes tipos de corte favoreceram o escurecimento da polpa sem diferença significativa entre os mesmos, chegando ao tempo máximo de quatro dias de armazenamento devido ao escurecimento. Li et al. (2022) também verificaram o escurecimento da polpa de pitáia minimamente processada, ao longo do período de armazenamento, sendo este agravado em temperaturas mais elevadas.

Pode-se inferir para o presente estudo que as alterações de cor na polpa da pitáia decorrem do processo de oxidação enzimática ocasionado pela exposição de enzimas e compostos fenólicos presentes no fruto ao O_2 . A operação de corte faz com que o tecido sofra estresse por ferimento, rompendo as células e induzindo os sistemas enzimáticos oxidativos a reagirem com os compostos fenólicos existentes, causando o escurecimento oxidativo dos tecidos afetados (LI et al., 2017).

Analisando o teste de médias da interação entre tipos de embalagem e tipos de corte (Tabela 2), pode-se verificar que o maior valor obtido para diferença de coloração de casca ocorreu nos frutos com corte 1/2 de fruta com casca, acomodados na embalagem de PP. Este resultado pode ser atribuído a uma possível força de compressão entre o fruto e a embalagem.

Tabela 2: Diferença de coloração da casca (DCC) em função da interação entre tipo de corte e tipos de embalagem.

Embalagem	Cortes	
	1/2 de fruta com casca	2/4 de fruta com casca
EPS + PVC	3.83 Ab	4.37 Aa
PP	6.65 Aa	5.14 Ab
PET	3.72 Bb	5.21 Aa
CV (%)	27.09	

*Médias com letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Durante a montagem do experimento percebeu-se que os frutos que receberam o corte 1/2 de fruta com casca e a embalagem de PP, quando maiores, foram levemente comprimidos com o fechamento da embalagem, onde a tampa da embalagem pressionou a região do corte da polpa, enquanto o fundo da embalagem pressionou a casca. A ocorrência desse fato se restringe a esse tipo de corte e embalagem, pois no corte 2/4 de fruta com casca foi possível dispor as duas partes da polpa cortada dentro da embalagem ocupando melhor o seu espaço sem comprimir o fruto, na embalagem de EPS + PVC o filme plástico se molda ao fruto e a embalagem de PET, devido suas dimensões serem maiores, acomodou os frutos em ambos os cortes com sobra de espaço.

Essa compressão, por menor que tenha sido, pode ter causado danos mecânicos na casca da pitia e com isso acelerando o processo de deterioração da fruta, resultando em alterações na coloração da casca. Vale ressaltar ainda que, conforme apresentado na Figura 3, a diferença de coloração de casca também foi influenciada pelo período de armazenamento.

Segundo Knee (2002), devido ao caráter viscoelástico, os tecidos dos frutos podem ser danificados por forças menores aplicadas durante um determinado período de tempo. Quando uma fruta é comprimida por uma placa rígida, como a embalagem, a uma velocidade constante, as células da fruta abaixo da área de contato sofrerão compressão, enquanto as células adjacentes sofrerão tensão, cisalhamento ou flexão (LI et al., 2017). Partindo dessa premissa, a respiração dessas células poderá ser afetada, exercendo efeito significativo na atmosfera formada entre a fruta e a embalagem e na resposta metabólica dos tecidos.

O corte 2/4 de fruta com casca favoreceu a maiores valores de diferença de coloração de casca para os frutos armazenados nas embalagens EPS + PVC e PET, essas diferenças indicam que a intensidade do corte pode afetar de forma negativa aspectos de qualidade da fruta, como

a coloração. Fatores fisiológicos como transpiração e trocas gasosas apresentam maior atividade metabólica com o corte dos frutos devido à exposição das superfícies internas cortadas (LAMANI; RAMASWAMY, 2023), sendo assim, quanto maior a área de superfície exposta da fruta, mais células são rompidas e mais enzimas são liberadas, favorecendo o maior contato de O_2 com a polpa da fruta, intensificando processos oxidativos.

As variáveis FP e FC dos frutos diminuíram com o passar dos dias de armazenamento, demonstrando tendência linear decrescente, conforme pode ser observando na Figura 6. Esses resultados são desfavoráveis para o armazenamento de frutas minimamente processadas pois indica a perda da integridade estrutural de seus tecidos. No caso da pitiaia, uma fruta que tem em sua constituição 85% de água (FÃ et al., 2018), a redução na firmeza tanto da polpa quanto da casca pode estar relacionada com a transpiração e perda de água do fruto. Ba et al (2022) também observaram perda de firmeza em polpa de *S. undatus* minimamente processada ao longo do período de armazenamento, assim como FÃ et al. (2018) em *S. monacanthus* minimamente processada.

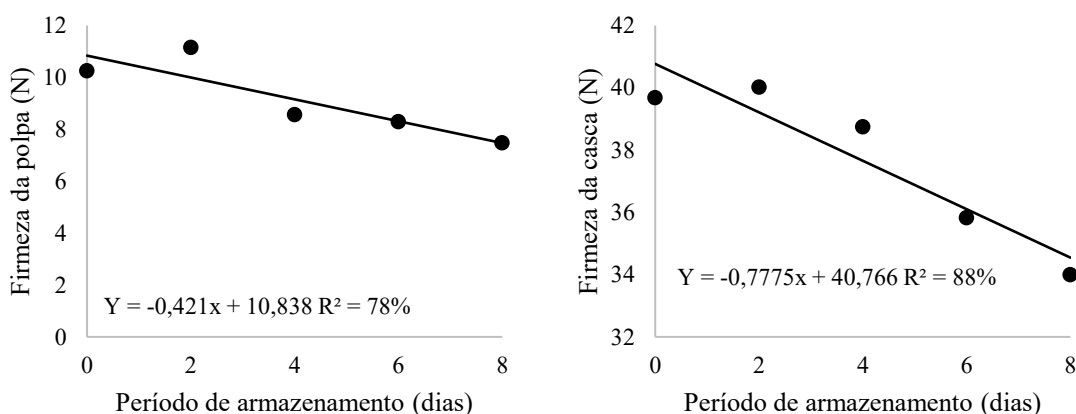


Figura 6: Firmeza da polpa (FP) e firmeza da casca (FC) em função do período de armazenamento.

A quantidade de água está diretamente relacionada à textura (turgidez) e ao frescor do de frutas minimamente processados (LAMANI; RAMASWAMY, 2023). Sua perda por transpiração reduz o turgor celular, resultando na deterioração da fruta e amolecimento dos tecidos (FÃ et al., 2018).

Em frutas oriundas de plantas cactáceas, a textura da fruta é um atributo crítico de qualidade, pois o amolecimento do tecido ocorre em uma taxa alta devido a processos metabólicos naturais dos frutos e pode ser intensificado devido a reações enzimáticas

relacionadas às operações de processamento da fruta, levando a rápidas perdas de firmeza (PALMA et al., 2017).

Os frutos armazenados nas embalagens de PP e PET apresentaram os maiores valores para DCP e pH, sendo este maior para os frutos com corte 2/4 de fruta com casca, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Diferença de coloração da polpa (DCP), pH, sólidos solúveis (SS), perda de biomassa fresca (PBF), firmeza da polpa (FP) e firmeza da casca (FC), em função dos tipos de embalagem e tipo de corte.

Embalagem	DCP	pH	SS	
EPS + PVC	2.78 B	5.36 B	16.43 A	
PP	4.01 A	5.47 AB	15.76 B	
PET	3.85 A	5.51 A	16.00 AB	
CV (%)	26.44	2.68	4.71	
Corte	PBF	FP	FC	pH
1/2 de fruta com casca	1.27 B	10.22 A	43.01 A	5.40 B
2/4 de fruta com casca	1.73 A	8.09 B	32.30 B	5.50 A
CV (%)	45.40	14.57	13.86	2.68

*Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Esses resultados podem ser atribuídos a permeabilidade a gases das embalagens utilizadas, partindo da premissa de que a embalagem de EPS + PVC proporcionou a formação de uma atmosfera ideal para retardar a respiração do fruto. Maiores valores de pH são associados a menores quantidades de ácidos orgânicos (substâncias de reserva) (MORA et al., 2021). Logo após o processamento mínimo, o fruto apresenta uma maior taxa de respiração e consequentemente maior consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório (ANTUNES et al., 2017). Sendo assim, pode-se supor que os frutos armazenados nas embalagens de PP e PET possivelmente tiveram uma maior taxa respiratória que os frutos armazenados na embalagem de EPS + PVC.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o teor de ácidos orgânicos pode diminuir tanto em função do processo respiratório quanto de sua conversão em açúcares, sendo que, em alguns casos, há um aumento nos valores com a maturação do fruto. Sendo assim, os maiores valores

de SS nos frutos armazenados na embalagem de EPS + PVC em relação aos frutos armazenados na embalagem de PP podem ser conferidos a uma maior estabilidade das condições do armazenamento da embalagem de EPS + PVC, que permitiu a continuação do processo de amadurecimento de forma mais controlada, utilizando os ácidos orgânicos não somente para o processo respiratório, mas também para sua conversão em açúcares.

Levando em consideração que a embalagem de PET não difere estatisticamente da embalagem de EPS + PVC para esta variável, pode-se inferir que a junção ao não proporcionar vedação ideal, a embalagem de PET ocasionou maior perda de água nos frutos, consequentemente aumentando a concentração do conteúdo celular.

Com relação ao tipo de corte, pode-se inferir que tanto o corte 1/2 da fruta com casca quanto o corte 2/4 da fruta com casca apresentam efeitos negativos na qualidade dos frutos, porém, o segundo corte foi mais desfavorável, ocasionando maior perda de biomassa, menores valores para firmeza da polpa e casca, e aumento do pH. Tezotto et al. (2011) encontrou resultados parecidos ao avaliar o efeito do corte na qualidade de mamões cv. Golden, onde fatores como a firmeza, o teor de sólidos solúveis, a atividade respiratória e a produção de etileno foram influenciadas pelo número de cortes, sendo a perda de qualidade dos frutos diretamente proporcional ao número de cortes.

Tal comportamento é coerente com a gravidade do ferimento causado no fruto, uma vez que este rompe as células, alterando sua integridade e as expõe ao O₂ do ambiente, acelerando processos oxidativos. Além disso, a ocorrência do corte aumenta o processo respiratório dos frutos, levando a alterações na qualidade, como perda de umidade e mudanças na textura, intensificando a deterioração do fruto.

Watada, Ko e Minot (1996), ao comparar as taxas de respiração de frutos inteiros e minimamente processados de diversas frutas e vegetais, verificou que em todos os casos as operações de processamento causaram um aumento transitório na respiração, cuja proporção e duração dependiam da severidade das operações de processamento, estágio de maturação e temperatura de armazenamento.

Neste experimento, os frutos de pitaiia minimamente processados mantiveram valores médios de pH de 5,4 e 5,5 ao longo dos 8 dias de armazenamento, sem variações significativas. Em comparação, estudos de Duarte et al. (2017) e Brunini e Cardoso (2011) com frutos inteiros armazenados sob refrigeração, reportaram valores de pH entre 4,6 e 5,9 apenas a partir do 14º e 15º dia de armazenamento, com aumento gradual ao longo de 21 e 23 dias.

Com isso é possível inferir que o processo de corte em pitaias de polpa branca minimamente processadas aceleram o metabolismo do fruto, aumentando sua taxa respiratória

desde o processo de corte, uma vez que o aumento do pH resulta do consumo de ácidos orgânicos durante o processo respiratório.

3.4 CONCLUSÕES

A utilização da bandeja de poliestireno recoberta por cloreto de polivinila e a embalagem retangular com tampa de polipropileno, propiciam melhor conservação dos frutos de pitaia minimamente processadas.

O corte 1/2 da fruta com casca apresenta-se como melhor opção para comercialização de pitaia minimamente processada.

A pitaia minimamente processada pode ser armazenada sob refrigeração a 10°C até quatro dias.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. P. N. et al. Recentes avanços em revestimentos comestíveis para a conservação pós-colheita de frutas e vegetais minimamente processados: uma revisão. In: VERRUCK, S. (Ed.). **Avanços em ciência e tecnologia de alimentos**. Editora Científica Digital, 2021, ed. 1. 5: 366-382.

ANTUNES, A. M. et al. *Cucumis melo* L. minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens. **Revista Espacios**, 38: 51, 2017.

BA, L. J. et al. Effects of melatonin treatment on maintenance of the quality of fresh-cut pitaya fruit. **International Food Research Journal**, 29: 796-805, 2022.

BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitayas de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, 24: 78-84, 2011.

CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR. 2000. 1 CD-ROM.

CIE. COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. **Colorimetry**. 2nd Edition, Publication CIE No. 15.2. Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna. 1986.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DHAKAL, M. et al. Effect of modified atmospheric packaging (MAP) treatment on post-harvest quality of different varieties of kiwifruit (*Actinidia* spp.) under cool bot storage condition. **Nepalese Horticulture**, 16: 63-72, 2022.

DING, X. Acid electrolytic water treatment improves the quality of fresh-cut red pitaya fruit by regulating ROS metabolism and phenylpropanoid pathway. **Postharvest Biology and Technology**, 207: e112636, 2024.

DUARTE, M. H. et al. Qualidade de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, 20: e2015115, 2017.

FÃ, P. et al. Effect of postharvest spray of apple polyphenols on the quality of fresh-cut red pitaya fruit during shelf life. **Food Chemistry**, 243: 19-25, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35: 1039-1042, 2019.

KNEE, M. **Fruit quality and its biological basis**. Columbus, OH: Sheffield Academic Press Ltd. 2002.

LAMANI, N. A.; RAMASWAMY, H. S. Composite alginate–ginger oil edible coating for fresh-cut pears. **Journal of Composites Science**, 7: 245, 2023.

LI, X. et al. Effect of cutting styles on quality and antioxidant activity in fresh-cut pitaya fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 124: 1-7, 2017.

LI, Z. et al. Hot air pretreatment alleviates browning of fresh-cut pitaya fruit by regulating phenylpropanoid pathway and ascorbate-glutathione cycle. **Postharvest Biology and Technology**, 190: e111954, 2022.

LI, Z.; MIAO, F.; ANDREWS, J. Mechanical Models of Compression and Impact on Fresh Fruits. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 16: 1171-1378, 2017.

LIA, X. et al. Methyl jasmonate primes defense responses against wounding stress and enhances phenolic accumulation in fresh-cut pitaya fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 145: 101-107, 2018.

MORA, et al. Atributos físico-químicos e bioquímicos de melancia vermelha e amarela minimamente processada, durante o armazenamento. **Scientific Electronic Archives**, 14: 12, 2021.

OLIVEIRA, E. B. et al. Cinética de degradação de cores de frutas frescas refrigeradas. **Agrotecnologia**, 36: 183-189, 2015.

PAGLIARINI, M. K. et al. Influência de embalagens no processamento mínimo de abacaxi smooth Cayenne. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, 9: 63-70, 2015.

PALMA, A. et al. Changes in physiological and some nutritional, nutraceuticals, chemical–physical, microbiological and sensory quality of minimally processed cactus pears cvs ‘Bianca’, ‘Gialla’ and ‘Rossa’ stored under passive modified atmosphere. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 98: 1839-1849, 2017.

RAMOS, B. et al. Fresh fruits and vegetables: an overview on applied methodologies to improve its quality and safety. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 20: 1-15, 2013.

TEZOTTO, J. V. et al. Efeito do corte como dano mecânico na qualidade e na fisiologia de mamões ‘golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33: 241-247, 2011.

TURATTI, A. Innovations in fresh-cut fruit process lines. **Acta Horticulturae**, 1141: 21-34, 2016.

WATADA, A. E. et al. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, 9: 115-125, 1996.

CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados dos dois estudos destacam a importância de práticas adequadas tanto no cultivo quanto na conservação da pitaia. O desenvolvimento vegetativo dos genótipos foi mais intenso entre junho e setembro, com os sistemas de anel de borracha e latada proporcionando melhores condições de crescimento.

Quanto à conservação pós-colheita, o uso de bandejas de poliestireno e embalagens de polipropileno mostrou-se eficiente, com a pitaia cortada em metades e refrigerada a 10°C mantendo sua qualidade por até quatro dias. Esses achados ressaltam a necessidade de integrar técnicas adequadas no cultivo e no manejo pós-colheita para garantir a qualidade e competitividade da fruta no mercado.