

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JOSÉ FEITOSA DA SILVA NETO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, DIVERGÊNCIA GENÉTICA E
INDICAÇÃO DE CRUZAMENTOS EM PITAYA**

Rio Largo – Alagoas

2025

JOSÉ FEITOSA DA SILVA NETO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, DIVERGÊNCIA GENÉTICA E
INDICAÇÃO DE CRUZAMENTOS EM PITAYA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Agronomia do
Campus de Engenharia e Ciências Agrárias -
CECA, da Universidade Federal de Alagoas –
UFAL, como requisito para obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo De Alencar Paes
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Cavalcante

Rio Largo – Alagoas

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S586c Silva Neto, José Feitosa da.

Caracterização morfológica, divergência genética e indicação de cruzamentos em pitaya. / José Feitosa da Silva Neto. – 2025.

40 f.: il.

Orientador(a): Reinaldo De Alencar Paes.

Coorientador: Marcelo Cavalcante.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. *Selenicereus spp.* 2. *Hylocereus spp.* 3. Variabilidade genética. 4. Descritores morfológicos. 5. Análise multivariada. I. Título.

CDU: 631.52: 634

Folha de aprovação


JOSÉ FEITOSA DA SILVA NETO

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, DIVERGÊNCIA GENÉTICA E INDICAÇÃO DE CRUZAMENTOS EM PITAYA


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 06/05/2025


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **REINALDO DE ALENCAR PAES**
Data: 23/05/2025 14:30:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo De Alencar Paes
(Universidade Federal de Alagoas)

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO CAVALCANTE**
Data: 23/05/2025 15:49:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Cavalcante
(Instituto Federal de Alagoas)

Documento assinado digitalmente
 **KLEBSON SANTOS BRITO**
Data: 23/05/2025 16:01:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

3º Examinador: Prof. Dr. Klebson Santos Brito
(Instituto federal de Alagoas)

DEDICO

Ao meu grande Deus, que me sustentou durante toda vida, e também nessa caminhada...

Aos meus pais:

José Feitosa Filho e Lucineide da Silva, que sempre estiveram juntos comigo nessa caminhada.

A minha segunda mãe, Maria Durce Feitosa da Silva, que foi uma grande incentivadora nessa trajetória.

A minha filha, Laura Beatriz Feitosa de Lima, que é o que eu tenho de mais importante nessa vida.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharia e Ciências Agrárias, e ao corpo docente, direção e administração.

Ao meu orientador Dr. Reinaldo de Alencar Paes pela disponibilidade e oportunidade de aprendizado ao longo desta caminhada.

Ao meu co-orientador Prof^o. Dr. Marcelo Cavalcante pela sua atenção, boa vontade, orientação e oportunidade de trabalho, sou infinitamente grato.

A querida Alice Maria de Lima Santos, que sempre esteve presente em todas os momentos dessa jornada, minha infinita gratidão.

A minha amiga grande amiga Nathally Oliveira, que esteve comigo em muitos momentos difíceis durante essa caminhada.

A Prof. Dr. Vilma Marques, que foi uma das primeiras pessoas que me estenderam a mão durante essa jornada.

Ao meu grande amigo, Amauri Manoel dos Santos Filho, por me acompanhar em boa parte dessa caminhada e ser um grande incentivador nela.

Aos meus irmãos que a vida me deu, Artur Oliveira, Matias Silva, que sempre estiveram juntos nas aventuras desse curso.

Aos meus amigos e colegas de sala, Elida Correia, Ronald Santana, Emanuel Araujo, Joyce Lopes, Gabriela Castelo, Gabriela Calheiros, Bartolomeu Sousa, Claudiano Silva, Liandra Santos, Nicácio Brito, Fabiana Ribeiro, Thayanne Kelly, Willian Alexandre, João Livino e todos aqueles que participaram de minha formação, direta e indiretamente.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram durante essa caminhada.

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça.”

Isaias 41:10

RESUMO

O germoplasma da pitaya é formado por dois gêneros (*Selenicereus* spp. e *Hylocereus* spp.) com potencial para alimentação humana e animal, com diferenças quanto às características dos cladódios, flores e frutos. O cultivo comercial no Brasil é recente e, por falta de matrizes selecionadas do ponto de vista agrônomo, há expressiva variação fenotípica, observada na produção, no tamanho e formato dos frutos, bem como em suas características físico-químicas, em consequência da desuniformidade genética das plantas. O desenvolvimento de variedades adaptadas aos diferentes agroecossistemas, com potencial agrônomo se faz necessário, pois permitirá a garantia da safra, a uniformidade da produção e a garantia da comercialização. Portanto, esta pesquisa objetivou a caracterização morfológica de 14 genótipos de pitaya, a estimativa da divergência genética e a indicação de cruzamentos, intra e interespecíficos. A pesquisa foi realizada em Maragogi/AL, a partir de matrizes instaladas em banco ativo de germoplasma localizado no assentamento Bom Jesus. Foram avaliados nove descritores morfológicos dos cladódios e 14 dos frutos. Quanto aos descritores qualitativos, observou-se que os genótipos de pitaya apresentaram ampla variabilidade fenotípica, com predominância da textura rugosa dos cladódios (50%), margem convexa da costela (85,7%), cor rosa escuro da casca do fruto (42,8%) e cor da polpa variando do branco ao roxo. Nos descritores quantitativos, também foi observada ampla variação, tanto pelos altos valores de coeficiente de variação, chegando a 69,1% para a altura do arco, quanto pela formação de grupos pelo método de agrupamento de Tocher, em todas as variáveis analisadas, com destaque ao comprimento do cladódio, com a formação de cinco grupos divergentes. A partir da análise de agrupamento multivariado de Tocher, foi possível a formação de cinco grupos de similaridade, permitindo a indicação dos cruzamentos entre os genótipos divergentes ‘Vermelha Colombiana x Boreal Red’, ‘Golden de Israel x Vietnamese White’, ‘Matsuka x Boreal Red’. Com isso, será possível ganhos com maior heterose e progênies superiores.

Palavras-chave: *Selenicereus* spp.; *Hylocereus* spp.; variabilidade genética; descritores morfológicos; análise multivariada.

ABSTRACT

The pitaya germplasm is formed by two genera (*Selenicereus* spp. and *Hylocereus* spp.) with potential for human and animal consumption, with differences in the characteristics of the cladodes, flowers and fruits. Commercial cultivation in Brazil is recent and, due to the lack of agronomically selected matrices, there is significant phenotypic variation, observed in the production, size and shape of the fruits, as well as in their physical-chemical characteristics, because of the genetic non-uniformity of the plants. The development of varieties adapted to the different agroecosystems, with agronomic potential, is necessary, as it will allow the guarantee of the harvest, the uniformity of production and commercialization. Therefore, this research aimed at the morphological characterization of 14 pitaya genotypes, the estimation of genetic divergence and the indication of intra and interspecific crosses. The research was carried out in Maragogi/AL, using matrices installed in an active germplasm bank located in the Bom Jesus settlement. Nine morphological descriptors of the cladodes and 14 of the fruits were evaluated. Regarding the qualitative descriptors, it was observed that the pitaya genotypes presented wide phenotypic variability, with a predominance of the rough texture of the cladodes (50%), convex margin of the rib (85.7%), dark pink color of the fruit skin (42.8%) and color of the pulp ranging from white to purple. In the quantitative descriptors, wide variation was also observed, both due to the high values of coefficient of variation, reaching 69.1% for the height of the arch, and due to the formation of groups by the Tocher grouping method, in all the variables analyzed, with emphasis on the length of the cladode, with the formation of five divergent groups. From the principal components analysis, using the Gower algorithm, it was possible to form five similarity groups, allowing the indication of crosses between the divergent genotypes 'Vermelha Colombiana x Boreal Red', 'Golden de Israel x Vietnamese White', 'Matsuka x Boreal Red'. With this, it will be possible to gain with greater heterosis and superior progenies.

Keywords: *Selenicereus* spp.; *Hylocereus* spp.; genetic variability; morphological descriptors; multivariate analysis.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 12 |
| 2.1. Aspectos gerais da pitaya | 12 |
| 2.2. A produção comercial de pitaya | 12 |
| 2.3. A variabilidade genética | 14 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 16 |
| 3.1. Local..... | 16 |
| 3.2. Genótipos..... | 16 |
| 3.3. Manejo | 16 |
| 3.4. Variáveis analisadas..... | 16 |
| 3.5. Análise dos dados..... | 17 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 18 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 38 |
| 6. REFERÊNCIAS | 39 |

1. INTRODUÇÃO

O setor de frutas no Brasil é considerado um dos mais diversificados do mundo em função da ampla extensão territorial e sua variabilidade de clima e solo. Além disso, as projeções de demanda de frutas nos mercados interno e externo para os próximos anos indicam que ocorrerá um potencial crescimento em ambos os mercados, ou seja, a fruticultura é uma atividade comercial em constante expansão (GERUM et al., 2019).

O cultivo e a comercialização de frutas exóticas vêm ganhando importância nos últimos anos, atraindo cada vez mais o interesse de consumidores e produtores do Brasil e do mundo (Lessa, 2019). As frutas exóticas têm alto valor agregado por não apresentarem a mesma disponibilidade de mercado que as frutas tradicionais, como por exemplo, a Pitaya (SEBRAE, 2017).

Cultivada principalmente nos estados de São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais, estas regiões concentram aproximadamente 76% da produção nacional de Pitaya. São Paulo lidera com 40%, seguido de Santa Catarina com 24% e Minas Gerais com 12% (EPAGRI, 2022; IBGE, 2023). Em termos de produtividade, a cultura apresenta resultados expressivos. Em Santa Catarina, por exemplo, a produtividade média alcançou 16.365 kg/ha, sendo superior na região sul do estado, onde chega a 17.489 kg/ha. Observa-se, ainda, um crescimento significativo na área cultivada e na produção, com um aumento de 247% na safra 2021/2022 em comparação a 2017/2018 (EPAGRI, 2022; EPAGRI, 2023).

Além de seu potencial econômico, a Pitaya apresenta importantes propriedades nutricionais. Rica em compostos antioxidantes, como as antocianinas presentes em variedades de polpa vermelha, a fruta auxilia na neutralização de radicais livres, sendo valorizada como alimento funcional. Também é fonte de fibras, vitaminas e minerais essenciais, contribuindo para a saúde digestiva e a prevenção de doenças crônicas (Narita, 2023; Le Bellec et al., 2006). Segundo Widyaningsih et al. (2017), o consumo do suco de pitaya (500 g/dia, por sete dias) poderá aumentar os níveis de hemoglobina e eritrócitos, podendo ser usado no combate da anemia em gestantes.

Com o aumento do cultivo de Pitaya no país, não foi observada uma preocupação quanto a padronização dos frutos. A falta de padronização está diretamente relacionada ao seu germoplasma possuir ampla variabilidade genética, especialmente nas populações cultivadas. Essa falta de uniformidade pode ser observada em características como tamanho, formato, cor da casca e da polpa, sólidos solúveis e tempo de maturação. Embora a variabilidade genética

seja um recurso valioso para o melhoramento da cultura, ela também pode representar desafios para a padronização comercial e a aceitação do produto no mercado (Tel-Zur et al., 2011; Ortiz-Hernández; Carrillo-Salazar, 2012).

Nos programas de melhoramento genético, a caracterização do germoplasma é de grande importância, pois, com o resultado, pode-se estimar a variabilidade existente e, a partir das distâncias genéticas (Gower, Euclidiana, Mahalanobis), é possível indicar cruzamentos entre genótipos mais divergentes, objetivando a máxima heterose (Cruz et al., 2020). Com isso, é possível desenvolver novas variedades, que possam ser adaptadas aos diferentes agroecossistemas e que sua produção seja padronizada, a partir da propagação assexuada.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos: promover a caracterização morfológica de 14 genótipos de pitaya, estimar a divergência genética e indicar cruzamentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da pitaya

A pitaya é uma espécie trepadeira pertencente à família Cactaceae, tem sua origem nas Américas, em que os gêneros *Selenicereus* spp. e *Hylocereus* spp., compostos por 36 espécies, destacam-se por apresentar potencial para alimentação humana e animal, e para fins ornamentais (Nuranisa et al., 2020).

As características morfológicas das plantas, variam de acordo com os gêneros e espécies, os cladódios (caules modificados), são estruturas características das pitayas. Eles armazenam água e realizam a fotossíntese, adaptando-se bem a ambientes áridos. No gênero *Hylocereus*, os cladódios são geralmente trilobados e apresentam espinhos pequenos nas areolas. Em contraste, o gênero *Selenicereus*, tende a possuir cladódios mais finos e menos pronunciados, facilitando sua identificação entre os gêneros (Faleiro et al., 2022; Alves, 2023).

As flores são grandes, vistosas e noturnas, emitindo um aroma adocicado que atrai polinizadores. No gênero *Hylocereus*, as flores podem atingir até 30 cm de comprimento, com pétalas brancas e sépalas verdes ou amareladas. Essas flores também apresentam viabilidade de pólen elevada, essencial para a polinização cruzada, que pode aumentar a produtividade em até 150% (Alves, 2023; Araújo et al., 2024).

O que torna a pitaya uma espécie atrativa aos consumidores, além da aparência exótica, o fruto apresenta polpa de diferentes colorações (translúcida, branca, cinza-clara, rosa-clara, rosa-média, rosa-escura, vermelho-média, vermelho-escura e roxa; Faleiro et al., 2021), que refletem em sua composição nutricional (Yu et al., 2023). O pH do fruto varia entre 4,67 e 5,34, dependendo do estágio de maturação e das condições de cultivo, o que influencia diretamente sua aceitação no mercado foi retirada do trabalho de (Cordeiro et al., 2015).

2.2. A produção comercial de pitaya

As pitayas, podem ser cultivadas em altitudes de 0 até 1.800m acima do nível do mar, desde que as temperaturas sejam em média de 18 a 26°C, com chuvas de 1200 a 1500 mm/ano. Entretanto, pode se adaptar aos climas tropicais, subtropicais e semiáridos. (Lorenzi et al., 2001).

Devido à natureza dos cladódios, que apresentam crescimento desordenado quando não sustentados, a instalação de tutores é uma prática indispensável no cultivo comercial da pitaya.

Os sistemas de tutoramento mais utilizados incluem postes verticais de concreto ou madeira, em conjunto com aros metálicos ou de bambu, que organizam os cladódios, otimizando a captura de luz solar e facilitando a colheita e outros tratos culturais (Chagas et al., 2012; Alves, 2023).

A adubação desempenha um papel crucial no crescimento e na produtividade da pitaya. Estudos demonstram que o uso equilibrado de nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) é fundamental. A adubação mineral favorece o desenvolvimento inicial das plantas, com efeitos observados na massa fresca e seca dos cladódios. Doses mais altas desses nutrientes aumentaram significativamente a deposição de massa seca por cladódio, melhorando o desempenho geral das plantas (Gonçalves et al., 2018). A adubação orgânica tem demonstrado efeitos significativos no desenvolvimento da pitaya, promovendo maiores crescimento vegetativo e produtividade. Estudos indicam que a combinação de adubos orgânicos como esterco bovino, composto orgânico e cinzas resultam em melhorias no solo, aumento da capacidade de retenção de água e fornecimento equilibrado de nutrientes essenciais, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Esses nutrientes são fundamentais para o desenvolvimento dos cladódios, o crescimento das plantas e o aumento da produção de frutos (Silva et al., 2019).

A poda na pitaya é realizada para direcionar o crescimento, remover partes improdutivas ou doentes, e aumentar a produtividade (EMBRAPA, 2009). Existem dois tipos principais: Poda de formação: realizada no início do cultivo para estruturar a planta. Geralmente, deixa-se um único ramo principal amarrado ao tutor, eliminando brotações laterais. Poda de produção: feita anualmente, para remoção de ramos velhos ou pouco produtivos, promovendo a renovação e o equilíbrio da planta. O manejo adequado das podas também facilita a entrada de luz e o controle fitossanitário, resultando em maior qualidade dos frutos (Costa et al., 2015).

Apesar de os cultivos comerciais no Brasil serem recentes, entre 2017 e 2021 foram exportadas 330 mil toneladas de pitaya, com faturamento de US\$1,4 milhão (Andrade, 2022). A região Sudeste apresenta o maior número de estabelecimentos (45%), destacando-se o Estado de São Paulo, com produção de 586 toneladas em 186 ha (IBGE, 2020).

Em Alagoas existem cultivos comerciais de pitaya em Água Branca, Junqueiro, Pindorama e Maragogi, com genótipos introduzidos de diferentes regiões do Brasil. Esta prática, além de não garantir a adaptação do genótipo aos locais de produção, pode promover a introdução de pragas e doenças exóticas. Portanto, o desenvolvimento de variedades torna-se a

melhor estratégia, pois considera, na fase de seleção, progênes adaptadas, produtivas, resistentes a fatores bióticos e abióticos, e aos sistemas de produção da região.

2.3. A variabilidade genética

No contexto agrícola, a variabilidade genética é especialmente importante para o desenvolvimento de cultivares mais produtivas, resilientes e adaptadas às condições climáticas adversas. Populações geneticamente diversas têm maior capacidade de sobreviver a estresses ambientais, pragas e doenças, o que é fundamental para a sustentabilidade dos sistemas de cultivo (Cruz et al., 2020).

O germoplasma da pitaya apresenta ampla variabilidade genética, devido aos cruzamentos intra e interespecíficos (Morillo-Coronado et al., 2021), permitindo o cultivo em ambientes de clima temperado, tropical, subtropical e semiárido (García-Rubio et al., 2015). Segundo Faleiro et al. (2021), ainda que a variabilidade genética seja uma característica boa nos cultivos, o uso de plantas não selecionadas promove variação na produção comercial de frutos, no tamanho e formato dos frutos, bem como em suas características físico-químicas, ocorrendo prejuízos na comercialização, tanto por parte dos atacadistas, que tendem a reduzir o preço, quanto por parte do consumidor, que refuga parte do produto exposto à venda (Fernandes et al., 2021).

A mistura de material genético durante os cruzamentos contribui para a criação de novas combinações genéticas (Hartl e Clark, 2007). Essas combinações, se bem elaboradas, trazem melhorias de características desejáveis em plantas (Frankham et al., 2010), não sendo diferente com a pitaya.

Nos programas de melhoramento genético, a caracterização do germoplasma é de grande importância, pois, com o resultado, pode-se estimar a variabilidade existente e, a partir das distâncias genéticas (Gower, Euclidiana, Mahalanobis), é possível indicar cruzamentos entre genótipos mais divergentes, objetivando a máxima heterose (Cruz et al., 2020). Com isso, é possível desenvolver novas variedades, que possam ser adaptados aos diferentes agroecossistemas.

Um estudo realizado por Junqueira et al. (2010), avaliou 21 acessos de duas espécies de pitaya, *Hylocereus undatus* e *Selenicereus setaceus*, a partir de características físico-químicas dos frutos, como o comprimento, diâmetro e massa. Os resultados mostraram uma significativa variabilidade intraespecífica entre os acessos, evidenciando o potencial para melhoramento

genético. A pesquisa contribuiu para a formação de bancos de germoplasma, facilitando a seleção de plantas com características vantajosas para a produção comercial de pitaya.

Outro estudo realizado por Silva et al. (2017), também abordou a variabilidade genética de híbridos interespecíficos de pitaya (*Hylocereus undatus* x *Hylocereus polyrhizus*), focando em características morfológicas dos cladódios, como o comprimento e o diâmetro do caule. As análises de distância genética, realizadas por meio da matriz de distância euclidiana, revelaram divergência significativa entre os genótipos, o que indica um alto potencial para cruzamentos que podem levar ao desenvolvimento de novas variedades com características superiores, como maior resistência e produtividade.

Esses estudos são fundamentais para o desenvolvimento de novas cultivares e para o aprimoramento das práticas de manejo, como a escolha dos melhores genótipos para plantio comercial, permitindo a adaptação da pitaya a diferentes condições de cultivo e otimizando seu rendimento (Junqueira et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

A pesquisa, foi realizada no período de 2023 e 2024, em uma propriedade particular localizada no assentamento da reforma agrária Bom Jesus, município de Maragogi/AL, sob as coordenadas geográficas 8° 53' 52,4" S e 35° 17' 56,5" W, a 107 m de altitude do nível do mar. O clima da região é do tipo 'As', quente com chuva de inverno, segundo a classificação de Köppen, com médias anuais da temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa do ar de 27°C, 1.144 mm e 80%, respectivamente (Climate-Data, 2024).

3.2. Genótipos

Um total de 14 genótipos de pitaya, provenientes de diferentes regiões do Brasil (RS, RJ, SP, RN, BA, PA e RO), estão sendo mantidos em um banco ativo de germoplasma, utilizando a estratégia de conservação *ex situ*, cuja idade das plantas varia de dois a três anos. Os genótipos foram: Golden de Israel, Roxa do Pará, Psical, De Light, R Roxa, Almeida White, Vermelha Colombiana, Boreal Red, Vietnamese White, Orejona, Makisupa, Branca Comum, Brune e Tiú.

3.3. Manejo

As plantas de pitaya estão sendo mantidas em tutoramento tipo palanque, com mourões de madeira de sabiá de 1,5 m de altura, com suporte de madeira na extremidade superior para sustentação dos cladódios. O espaçamento é de 3,0 x 3,0 m, contendo duas plantas/mourão. As adubações são orgânicas, com o uso de esterco bovino, segundo a análise química do solo. As irrigações são realizadas por microaspersão, quando necessário. Não houve incidência de pragas e doenças e o controle de plantas daninhas nas entrelinhas é realizado com o auxílio de roçadeira manual. O coroamento é realizado com o auxílio de uma enxada, colocando-se cobertura morta para controle de plantas daninhas e manutenção da umidade do solo.

3.4. Variáveis analisadas

Foram avaliados 24 descritores morfológicos da pitaya, qualitativos (escala de notas) e quantitativos, em que nove foram referentes aos cladódios (comprimento e largura, distância

entre auréola, altura do arco, em cm; textura da superfície, margem das costelas, cor cinza das auréolas, cor avermelhada do cladódio e número de espinhos) e 15 aos frutos (cor da casca; cavidade apical do fruto; comprimento e largura das brácteas, em cm; brácteas do terço médio; posição das brácteas; espinhos no fruto; comprimento e largura do fruto, espessura da casca, em cm; cor da polpa, sólidos solúveis, °Brix; peso da casca e da polpa do fruto, em g; rendimento de polpa, em %), seguindo as recomendações de Faleiro et al. (2021). As variáveis relacionadas aos cladódios foram obtidas em duas plantas, em que aquelas quantitativas foram obtidas com o auxílio de um paquímetro digital. Aquelas relacionadas aos frutos, foram obtidas de cinco unidades/planta, utilizando-se paquímetro e balança digital.

3.5. Análise dos dados

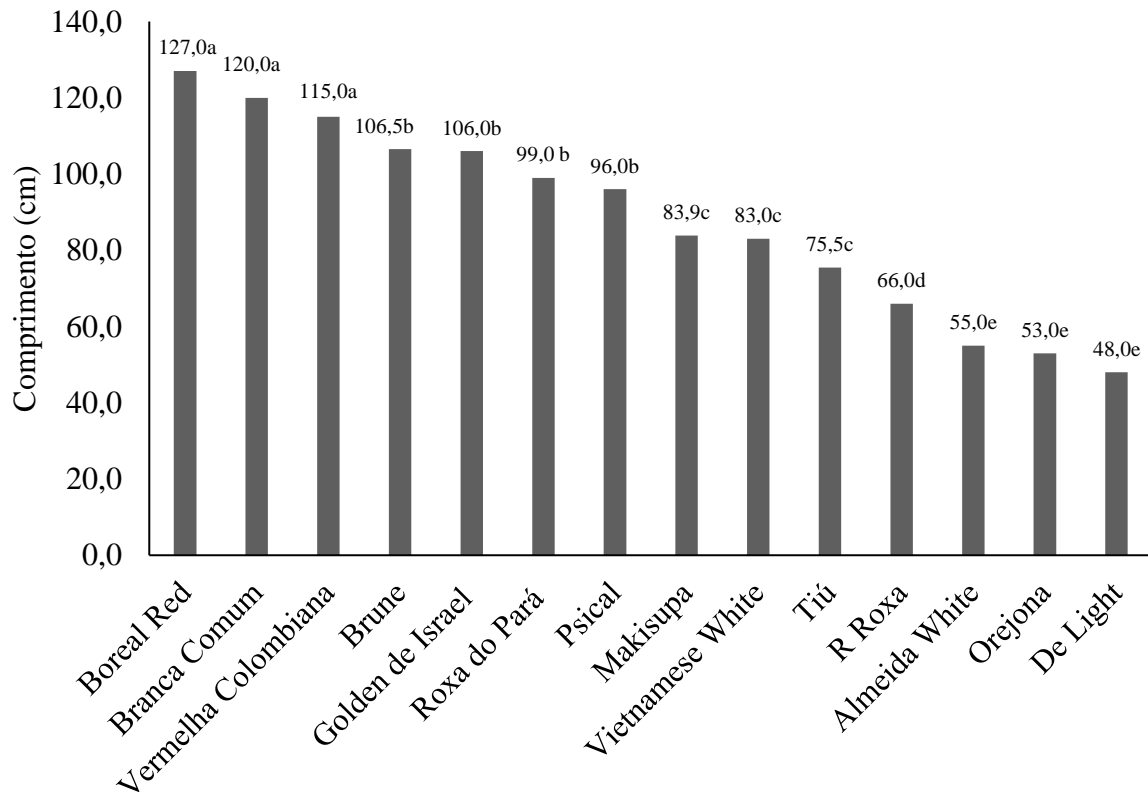
Na análise dos dados, considerando as variáveis quantitativas, foi aplicado o teste de agrupamento univariado de Tocher, utilizando-se a distância euclidiana como medida de distância. Para se estimar a divergência genética, considerando as variáveis quantitativas e qualitativas, foi aplicado o método de agrupamento multivariado de Tocher, utilizando-se a distância de Gower como medida de dissimilaridade. Foi calculado o coeficiente de correlação cofenético, para averiguar a robustez do agrupamento, aplicando-se o teste de Mantel a 5% de probabilidade. Correlações de Pearson foram conduzidas entre as variáveis comprimento, largura e peso dos frutos. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software Genes, versão 1990.2022.23 (Cruz, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características dos cladódios

Observou-se variação nos caracteres morfológicos dos cladódios, entre os genótipos de pitaya. Os descritores quantitativos apresentaram elevado coeficiente de variação que, segundo Cavalcante & Costa (2021), poderá ser o indicador da existência de variabilidade genética em genótipos.

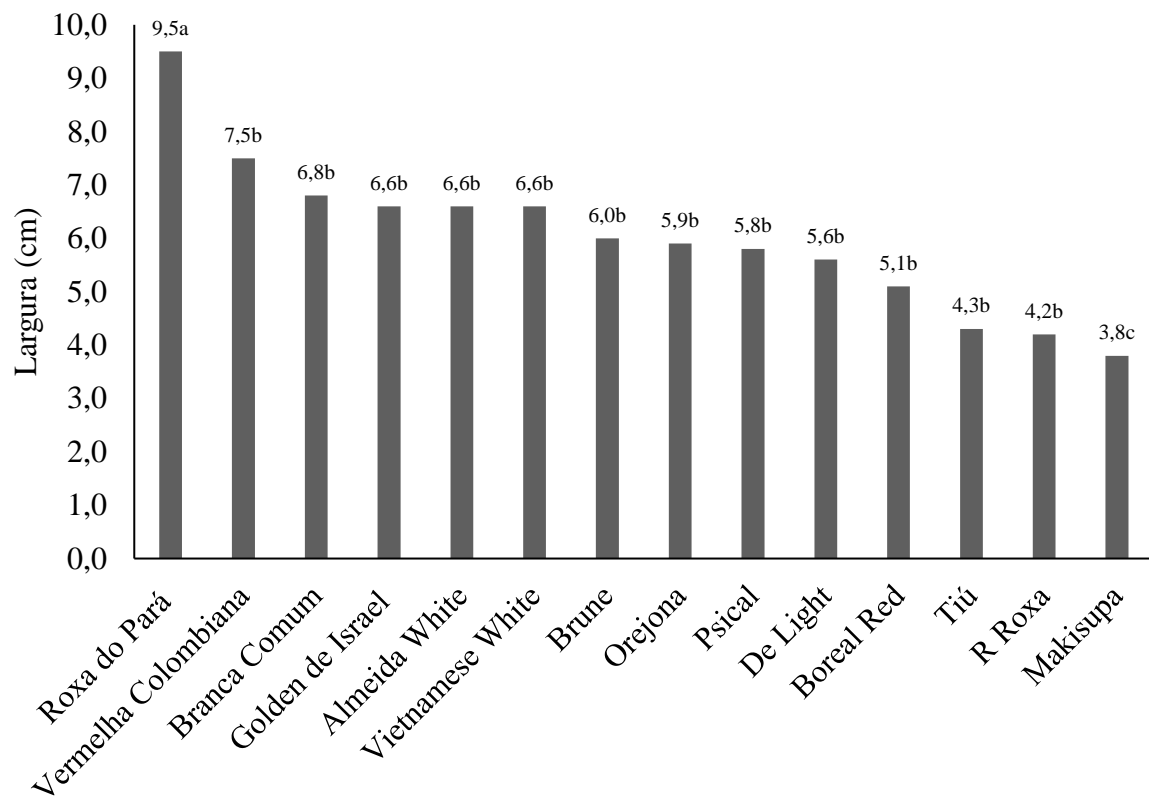
Figura 1. Comprimento do cladódio (CC) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

O comprimento do cladódio (Figura 1), apresentou a formação de cinco grupos de similaridade, destacando-se os genótipos Vermelha Colombiana, Boreal Red e Branca Comum com os maiores valores sendo, portanto, classificadas com cladódios muito longo e, com as menores médias, De Light, Almeida White e Orejona, com cladódios curtos, segundo Faleiro et al. (2021).

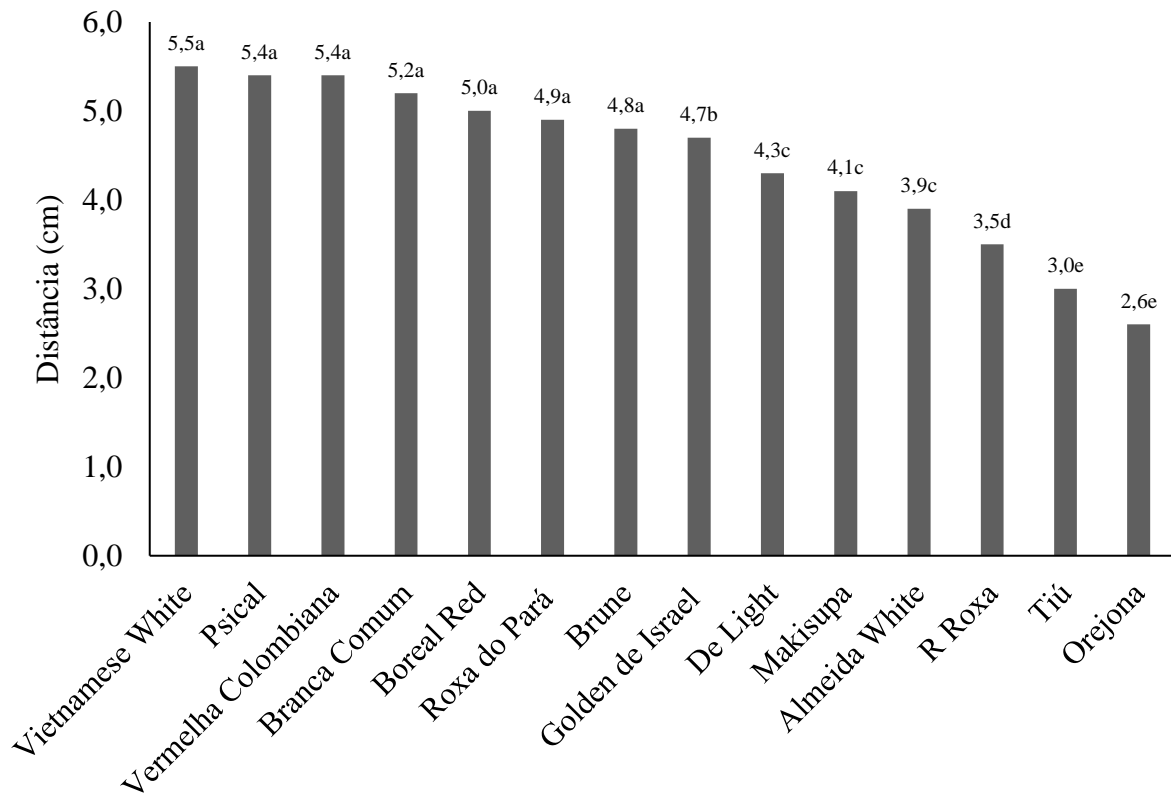
Figura 2. Largura do cladódio (LC) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

A largura do cladódio (Figura 2), apresentou a formação de três grupos, em que os genótipos Makisupa e Roxa do Pará, apresentaram a menor e maior média, sendo classificadas como estreito e muito larga, respectivamente. Estes são importantes descritores, utilizados na seleção de estacas para a formação das mudas, pois estão diretamente ligados ao percentual de enraizamento e ao desenvolvimento da muda (Marques et al., 2011; Barroso, 2014).

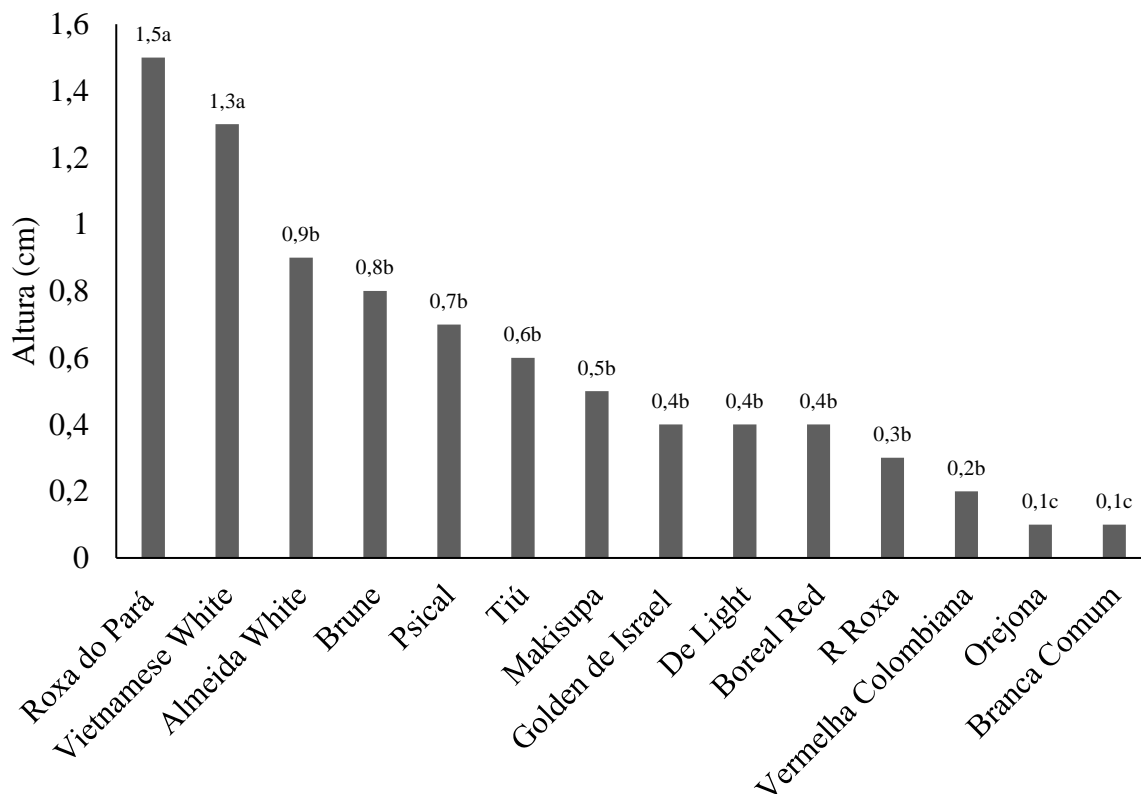
Figura 3. Distância entre auréolas (DA) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

Os genótipos Roxa do Pará, Psical, Vermelha Colombiana, Boreal Red, Vietnamese White e Branca Comum apresentaram as maiores distância entre auréolas e, Orejona e Tiú, as menores (Figura 3), sendo classificadas como curta e média longa, respectivamente (Faleiro et al., 2021). Quanto menor a distância, maior o número de gemas axilares, promovendo maior número de brotações. Segundo Marques et al. (2011), cladódios entre 15 e 25 cm são os mais recomendados para produção de mudas. Portanto, Orejona e Vietnamese White comportariam até 9,6 e 4,5 gemas, respectivamente.

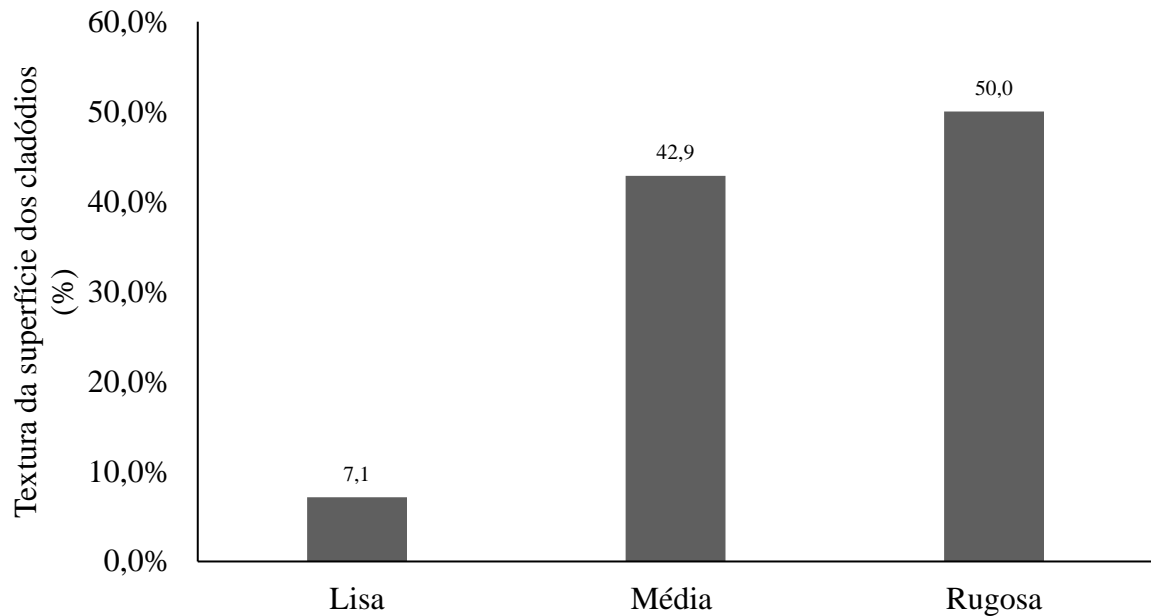
Figura 4. Altura do arco (AA). Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

Houve a formação de três grupos de similaridade para altura do arco, com menores médias para os genótipos Orejona e Branca Comum e maiores, para Roxa do Pará e Vietnamese White (Figura 4), classificadas de altura baixa e alta, respectivamente (Faleiro et al., 2021).

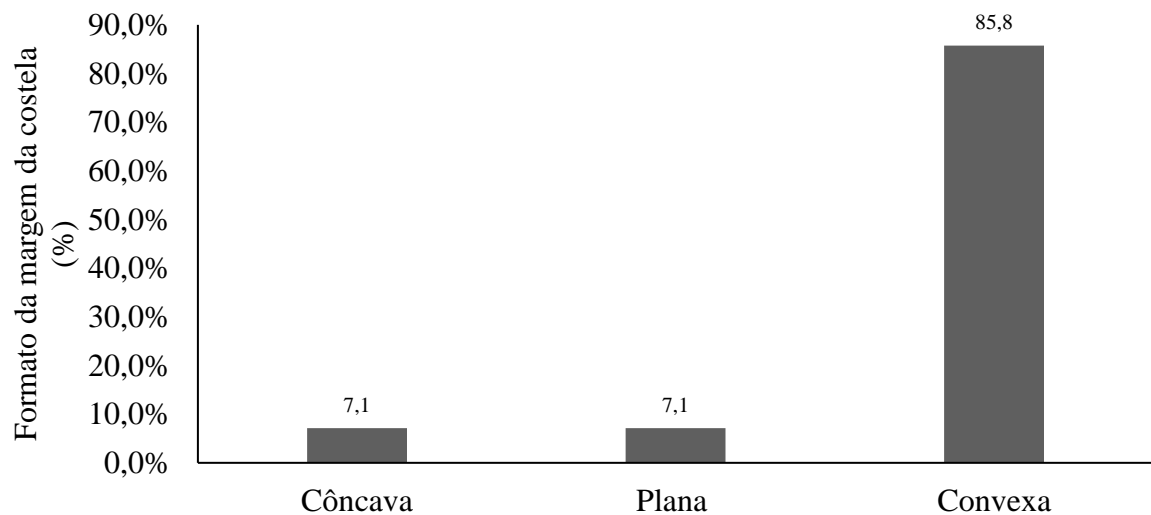
Figura 5. Textura da superfície do cladódio (TS) de 14 genótipos de pitaya.



Fonte: Autor, 2025.

Os genótipos avaliados apresentaram todas as classes para a textura da superfície do cladódio, predominando a classe rugosa (50,0%) e média (42,8%) (Figura 5).

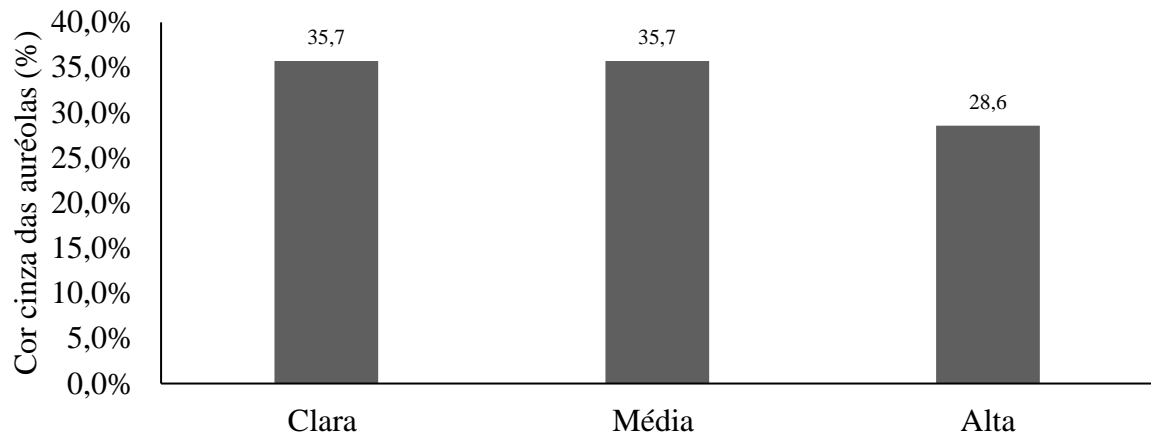
Figura 6. Forma convexa da margem das costelas (MC) de 14 genótipos de pitaya.



Fonte: Autor, 2025.

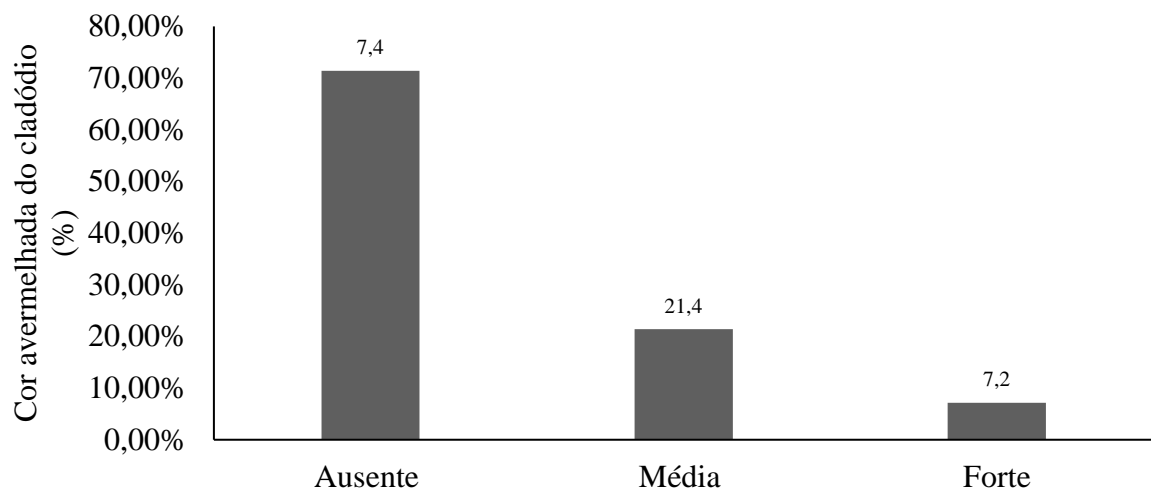
A forma convexa da margem da costela predominou em 85,7% dos genótipos (Figura 6). A cor cinza das auréolas variou do cinza-escuro (28,5%), cinza-claro (35,7%) e médio (35,7%) (Figura 7), em que 71,4% dos genótipos apresentaram ausência de cor avermelhada nos cladódios (Figura 8).

Figura 7. Cor cinza das auréolas (CCA) de 14 genótipos de pitaya.



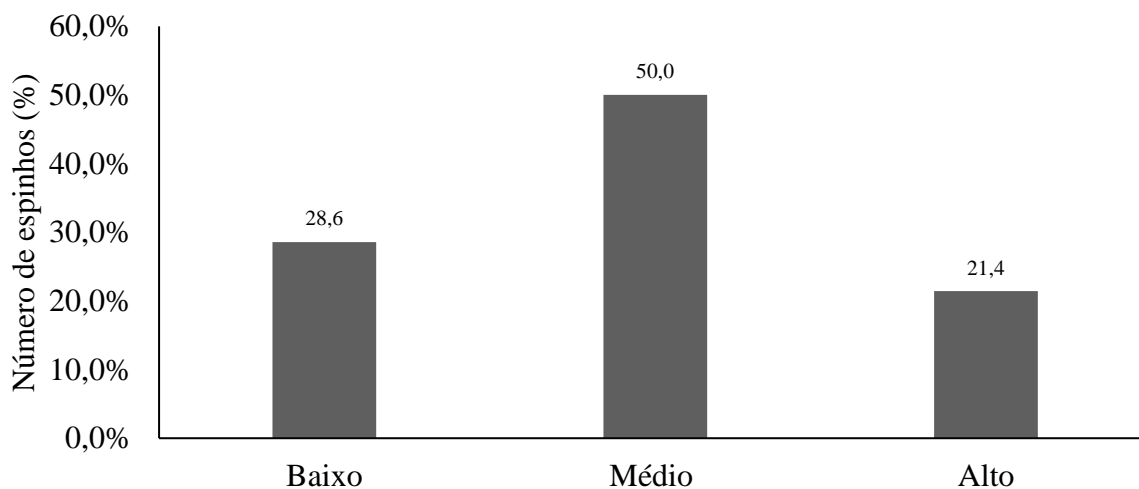
Fonte: Autor, 2025.

Figura 8. Cor avermelhada do cladódio (CAV) de 14 genótipos de pitaya.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 9. Número de espinhos (NE) de 14 genótipos de pitaya.

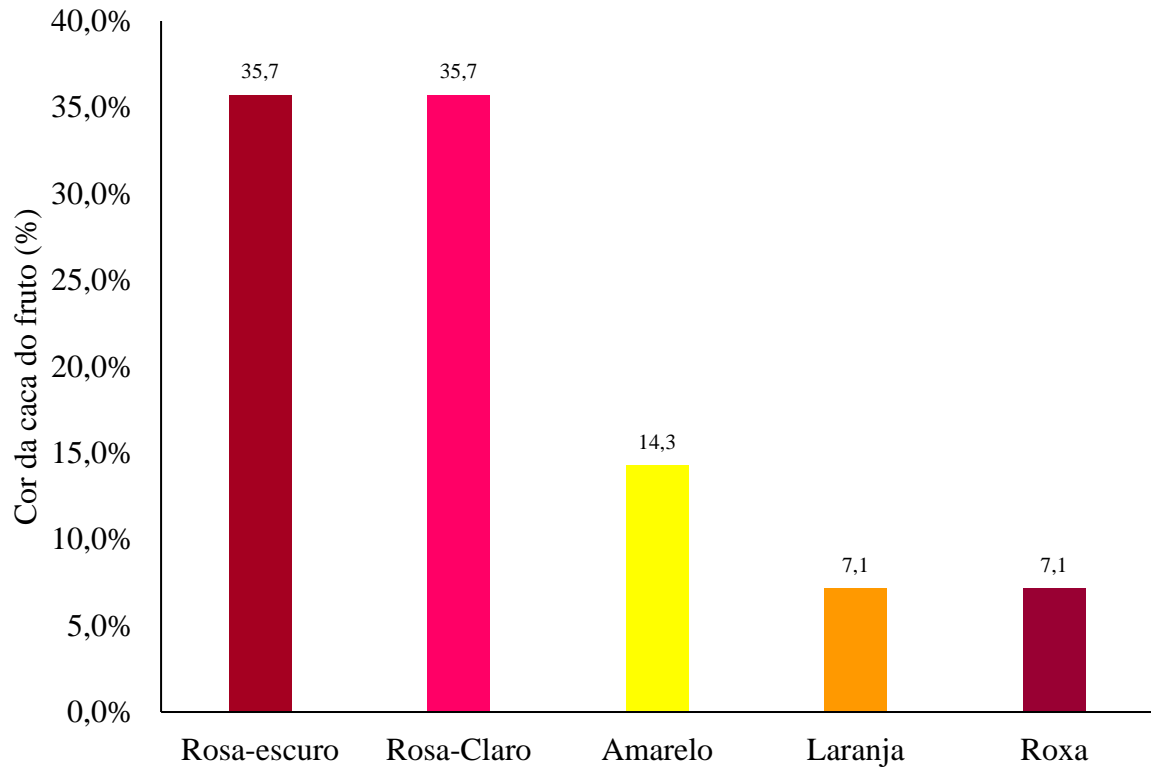


Fonte: Autor, 2025.

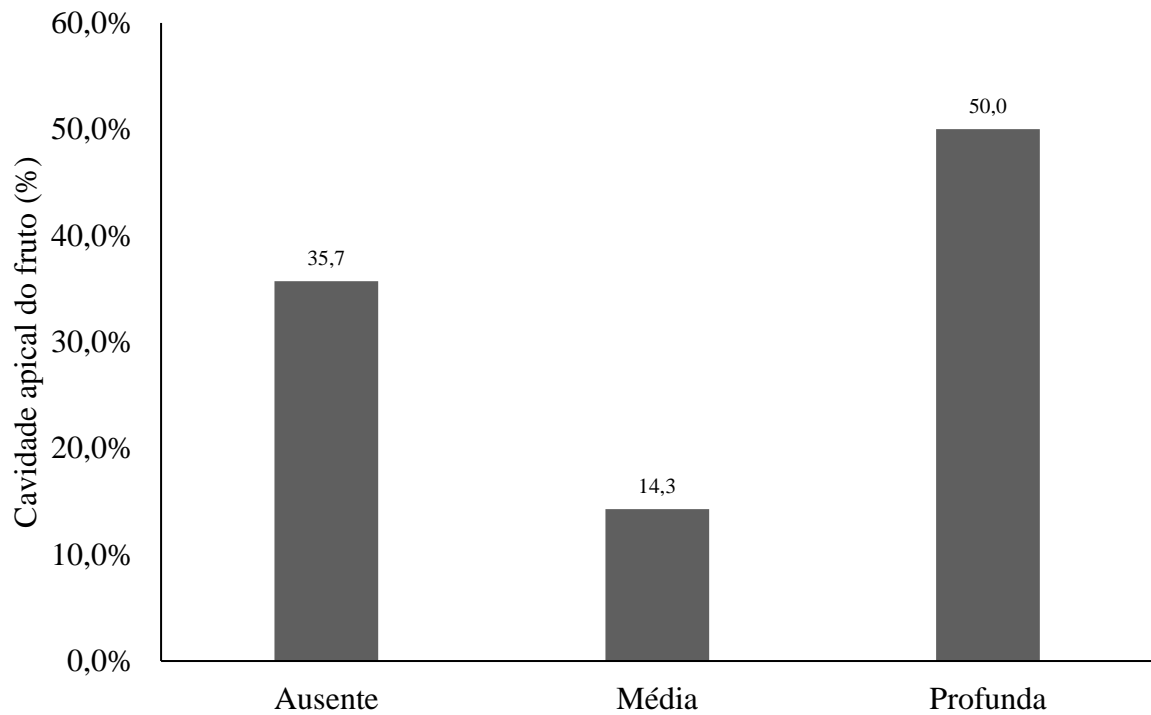
O número de espinhos da auréola foi classificado como baixo (<3 espinhos) para os genótipos Psical, R Roxa, Almeida White e Brune (Figura 9), sendo uma característica de interesse nos programas de melhoramento, por estar associada a casos de acidentes no manejo, principalmente da colheita.

4.2. Características dos frutos

Observou-se cinco tipos diferentes de cor da casca dos frutos, com predominância do rosa-escuro em 42,8% dos genótipos (Figura 10), sendo esta uma cor considerada pelos consumidores na ocasião da compra (Garcia et al., 2020). Porém, por ser uma espécie pouco conhecida, consumidores ainda desconhecem pitayas com cores amarela e laranja, podendo vir a ser um diferencial na comercialização.

Figura 10. Cor da casca dos frutos (CC).

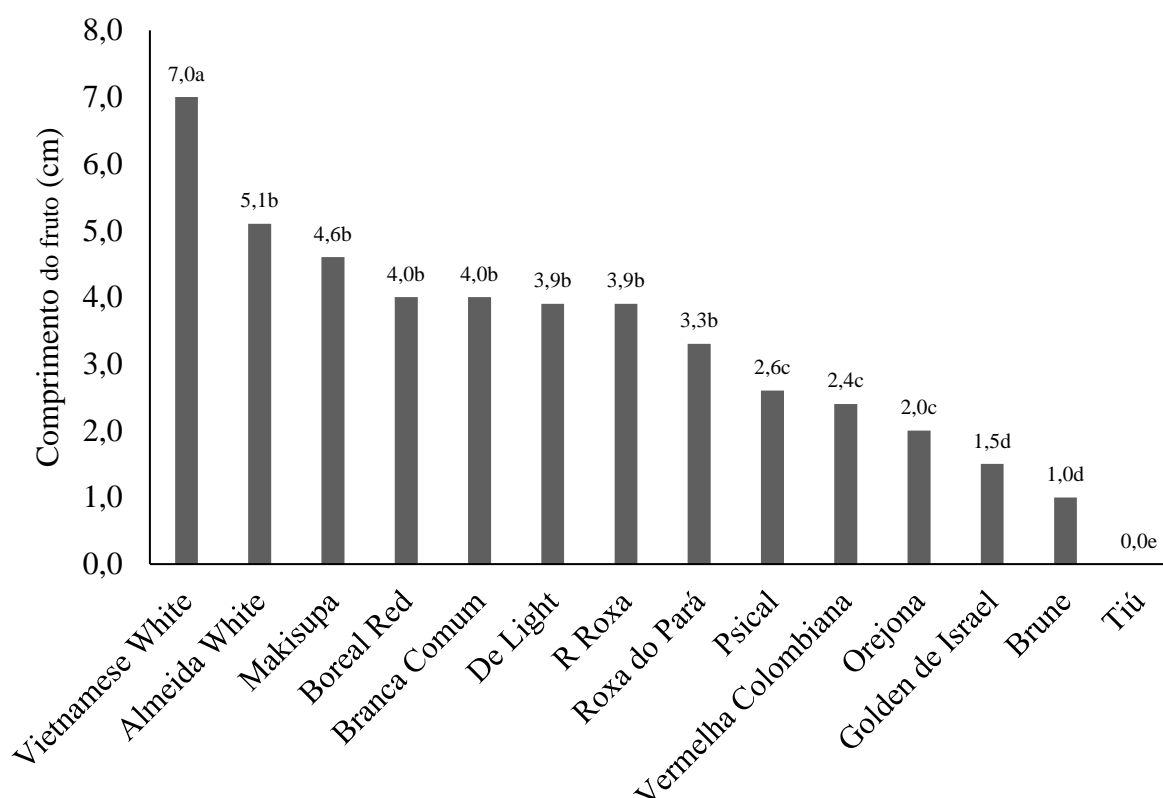
Fonte: Autor, 2025.

Figura 11. Cavidade apical do fruto (CA) de 14 genótipos de pitaya.

Fonte: Autor, 2025.

A cavidade apical é uma característica que poderá promover rachaduras nos frutos, fazendo com que o produtor antecipe a colheita. Entre os genótipos avaliados, houve predominância da cavidade profunda em 50% dos genótipos (Figura 11). Porém, observou-se genótipos com a ausência desse descritor, possibilitando a incorporação dessa característica no desenvolvimento de novos cultivares.

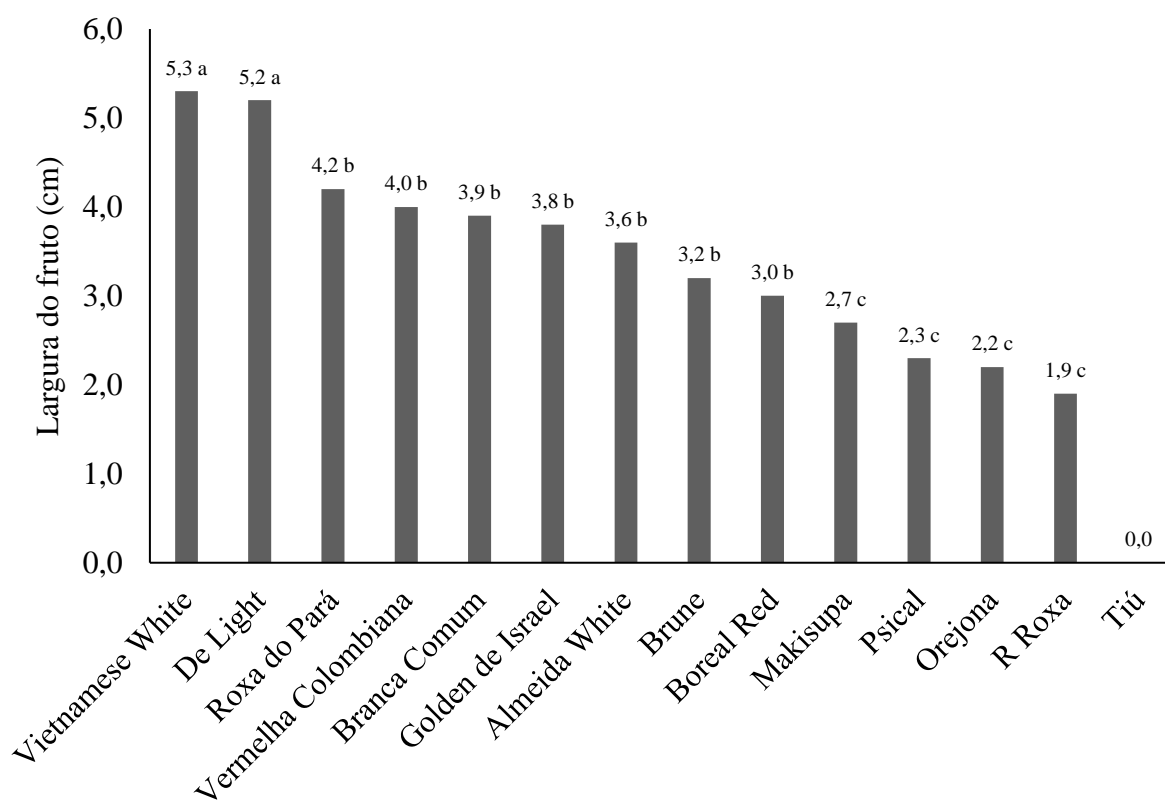
Figura 12. Comprimento das brácteas (CB) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

As brácteas são estruturas foliares presentes na casca que impõem ao fruto uma aparência exótica (Souza et al., 2023). Apenas o genótipo Tiú apresentou ausência de brácteas (Figura 12). Os genótipos Golden de Israel e Brune apresentaram as menores médias de comprimento e Vietnamese White, a maior média (Figura 12), sendo classificadas como muito curto e longa, respectivamente (Faleiro et al., 2021).

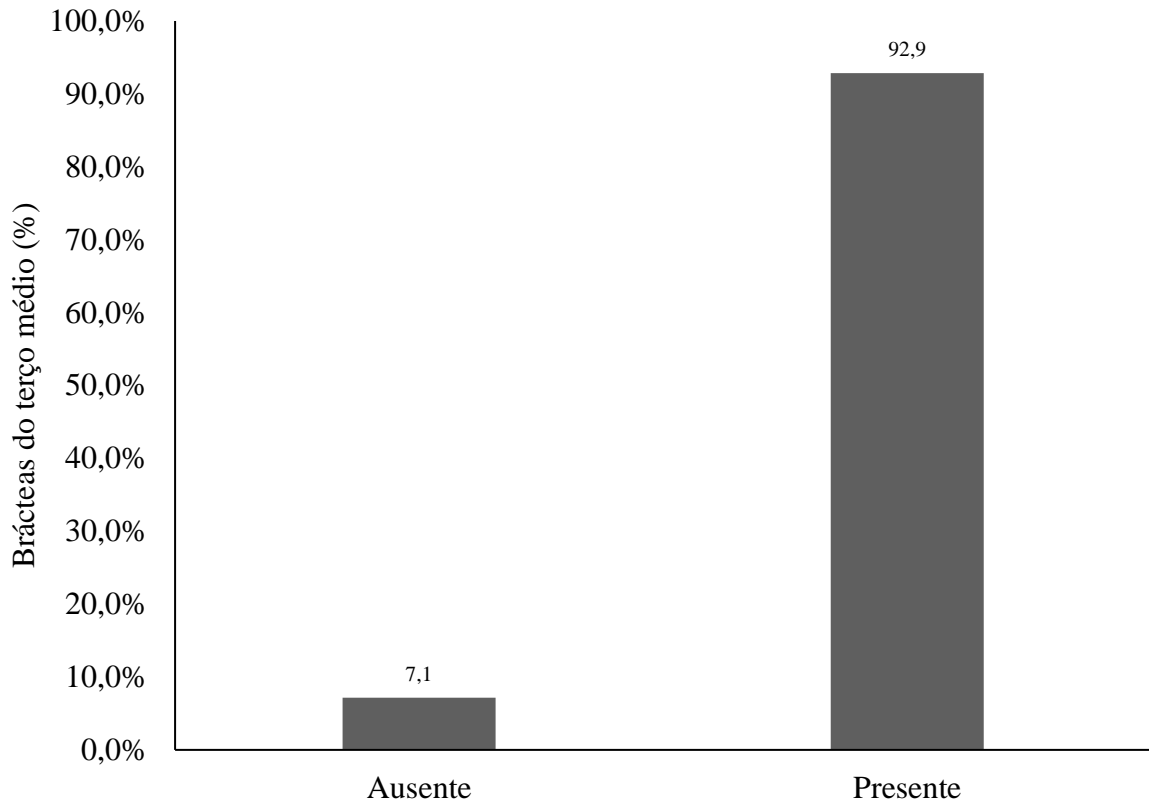
Figura 13. Largura das brácteas (LB) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

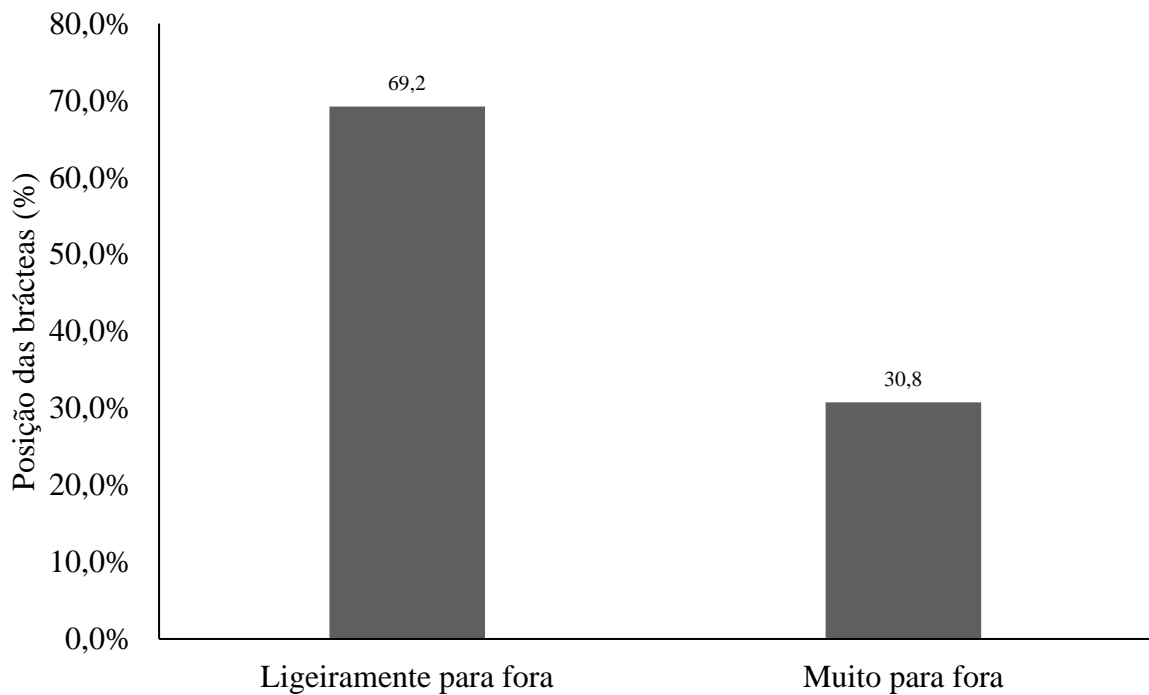
Houve a formação de três grupos de similaridade para a largura das brácteas, destacando-se os genótipos De Light e Vietnamese White com as maiores médias (Figura 13).

Figura 14. Brácteas do terço médio (BTM) de 14 genótipos de pitaya.



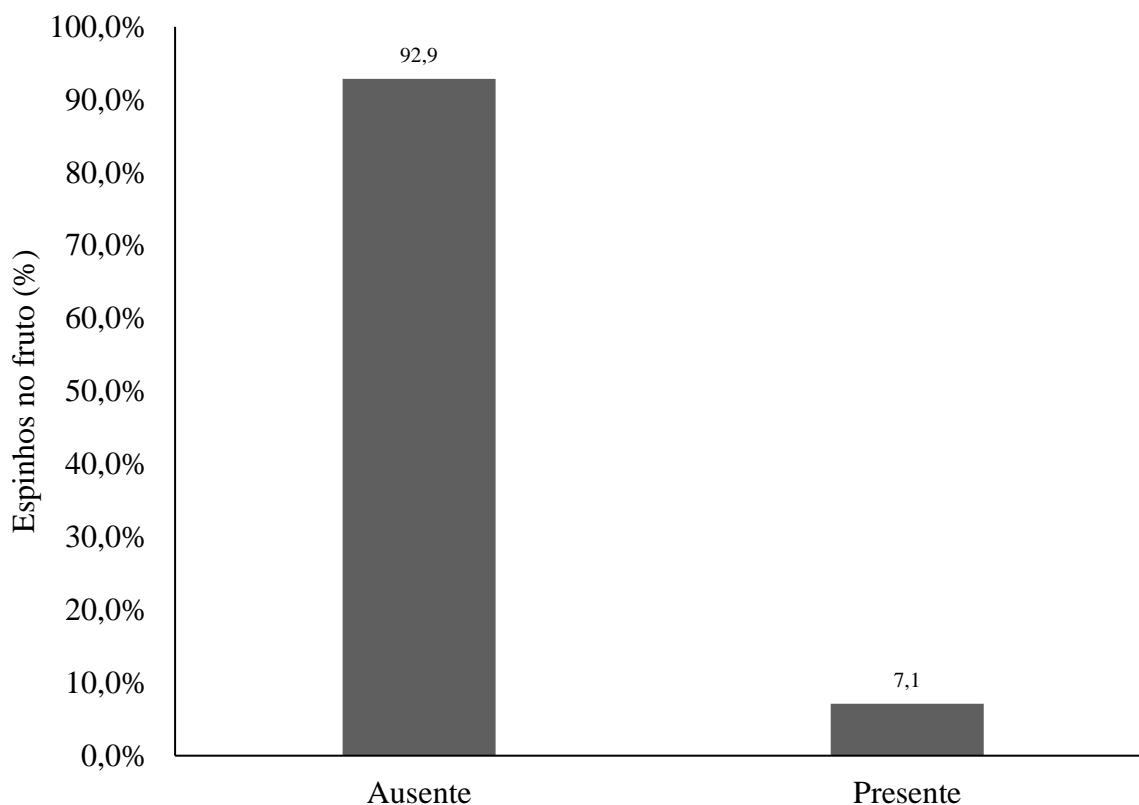
Fonte: Autor, 2025.

Figura 15. Posição das brácteas (PB) de 14 genótipos de pitaya.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 16. Presença de espinhos nos frutos (ESP) de 14 genótipos de pitaya.

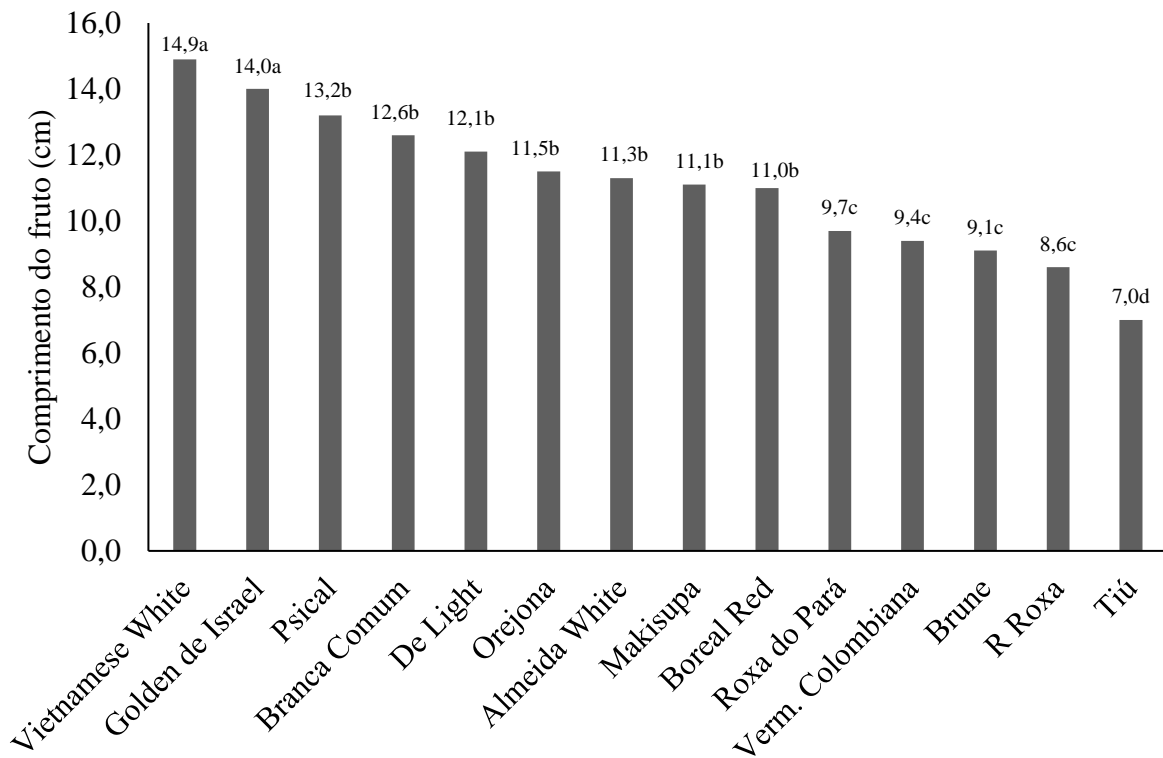


Fonte: Autor, 2025.

As brácteas estiveram inseridas no terço médio do fruto em 92,9% dos genótipos (Figura 14), ligeiramente para fora (64,3%) (Figura 15), podendo exigir embalagens apropriadas para transporte. Apenas o genótipo Tiú apresentou espinhos nos frutos (Figura 16), sendo esta uma característica indesejável, pois exige cuidados na ocasião da colheita.

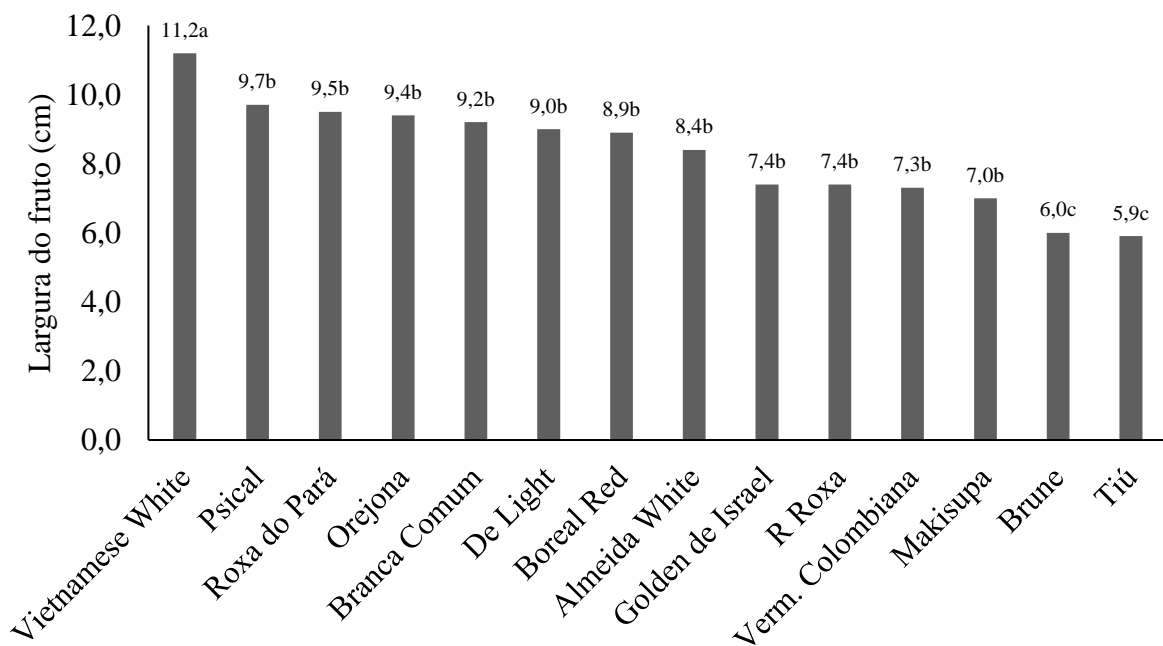
O comprimento e a largura dos frutos são características consideradas pelos consumidores, sendo rejeitadas e descartadas para comercialização aqueles com dimensões inferiores a 8,0 e 5,0 cm, respectivamente (Oliveira et al., 2021). Estas variáveis são importantes características que estão positivamente correlacionadas com o peso do fruto ($r = 0,81^{**}$ e $0,78^{**}$), sendo, portanto, determinantes para a produtividade comercial. Houve a formação de quatro grupos de similaridade para o comprimento, destacando-se, com maior e menor média, os genótipos Tiú e Golden de Israel/Vietnãese White (Figura 17 e 18), classificados como curto e muito longo, respectivamente (Faleiro et al., 2021).

Figura 17. Comprimento do fruto (CF) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025

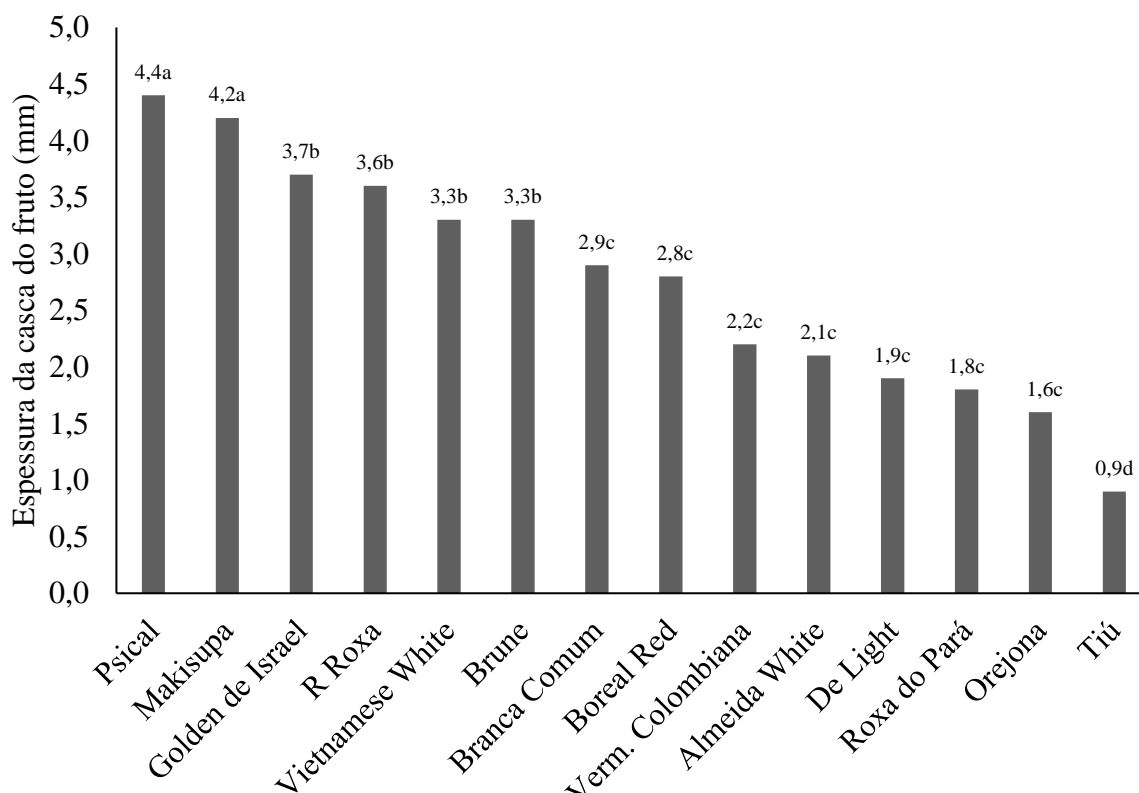
Figura 18. Largura do fruto (LF) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

Todos os genótipos apresentaram largura mínima para comercialização (Oliveira et al., 2021), destacando-se o genótipo Vietnamese White com a maior média, classificado como larga. O genótipo Tiú apresentou frutos de menor diâmetro, classificado como estreito (Faleiro et al., 2021).

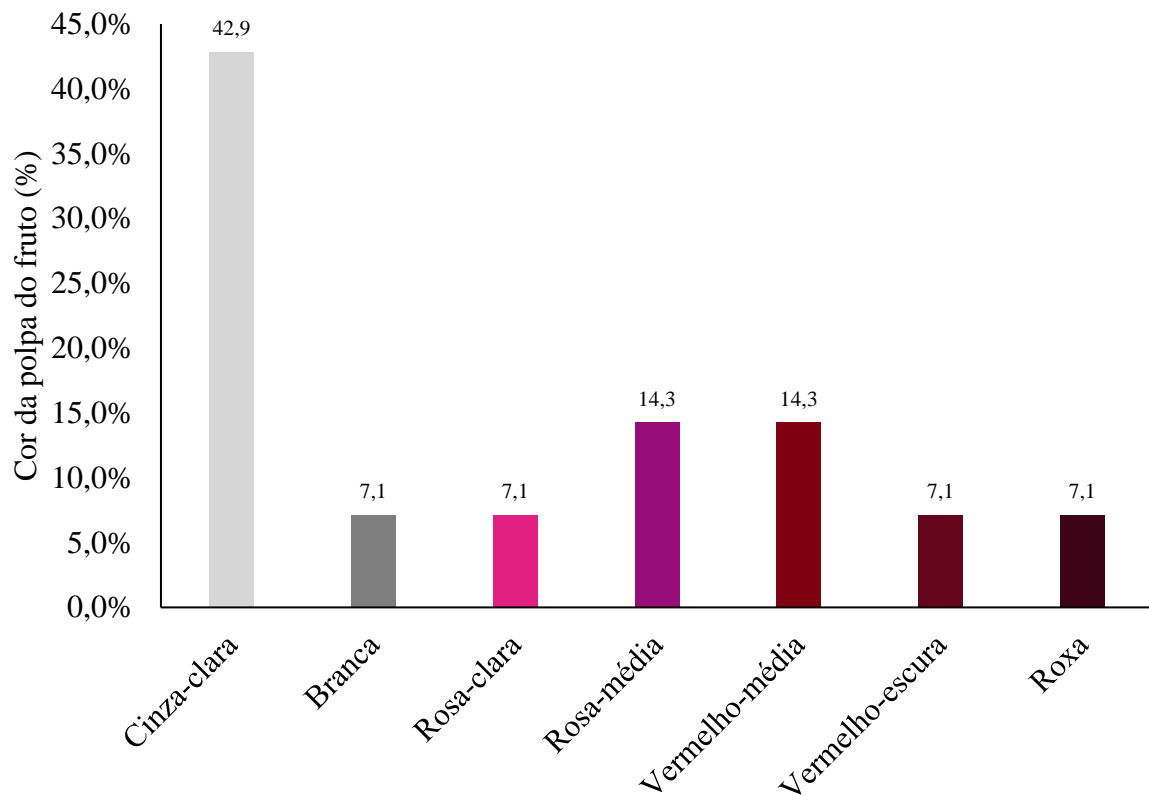
Figura 19. Espessura da casca (EC) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

A espessura da casca do fruto (Figura 19), apesar de reduzir o rendimento de polpa, possui caráter determinante na redução de injúrias e manutenção da qualidade durante as etapas de colheita e pós-colheita (Vendruscolo et al., 2016). Os genótipos Psical e Makisupa apresentaram espessura grossa. Por outro lado, Roxa do Pará, De Light, Almeida White, Vermelha Colombiana, Orejona, Branca Comum e Tiú apresentaram espessura fina (Faleiro et al. 2021), sendo mais propensas a danos físicos. Por outro lado, a composição química e a presença de compostos bioativos tornam possível a incorporação da casca na formulação de alimentos funcionais (Mai et al., 2021).

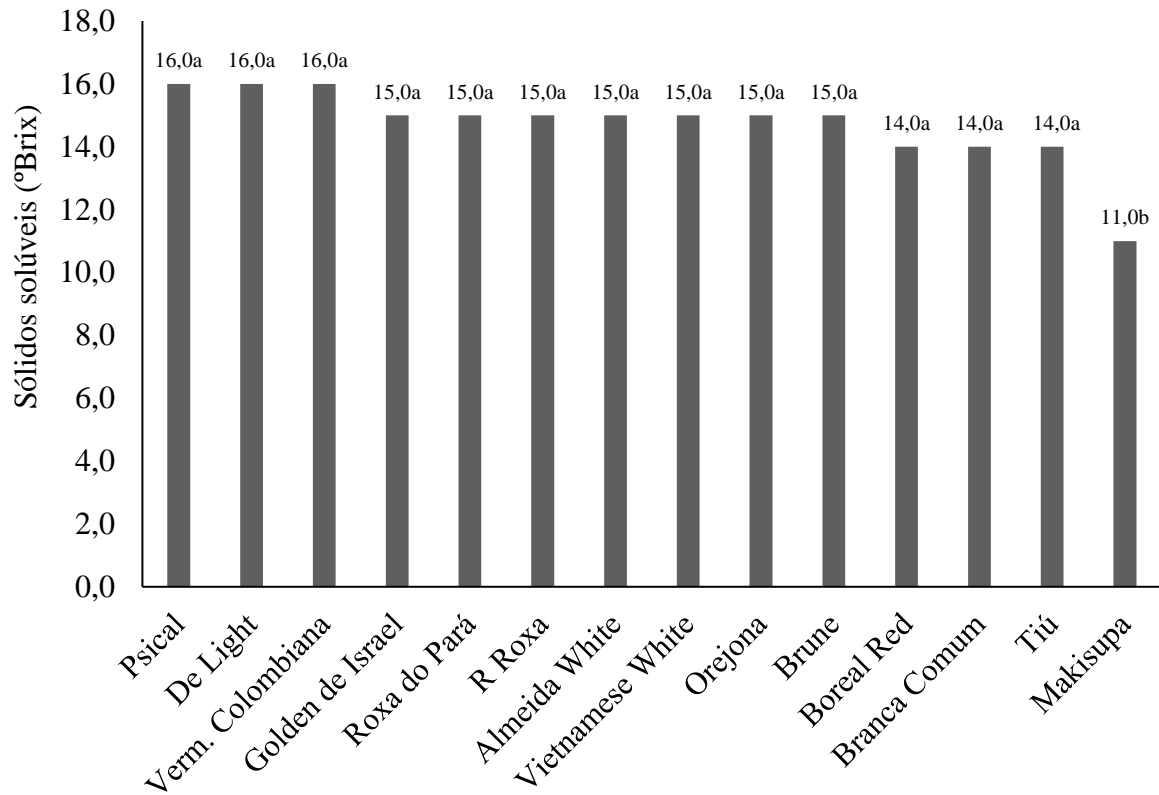
Figura 20. Cor da polpa dos frutos (CP) de 14 genótipos de pitaya.



Fonte: Autor, 2025.

A cor da polpa da pitaya (Figura 20) é uma das características consideradas pelo consumidor, principalmente os tipos com pigmentação avermelhada, rica em compostos antioxidantes (Ghorband et al., 2023). Entre os genótipos avaliados, houve sete tipos de cores, com maior frequência para cor cinza-clara (42,8%). Porém, 50% dos genótipos apresentaram polpa com concentração elevada de antocianinas e betalaínas, compostos bioativos que poderão auxiliar a saúde humana (Widyaningsih et al., 2017). Portanto, poderão ser utilizados pela indústria farmacêutica e alimentícia como ingrediente funcional (Vieira et al., 2024).

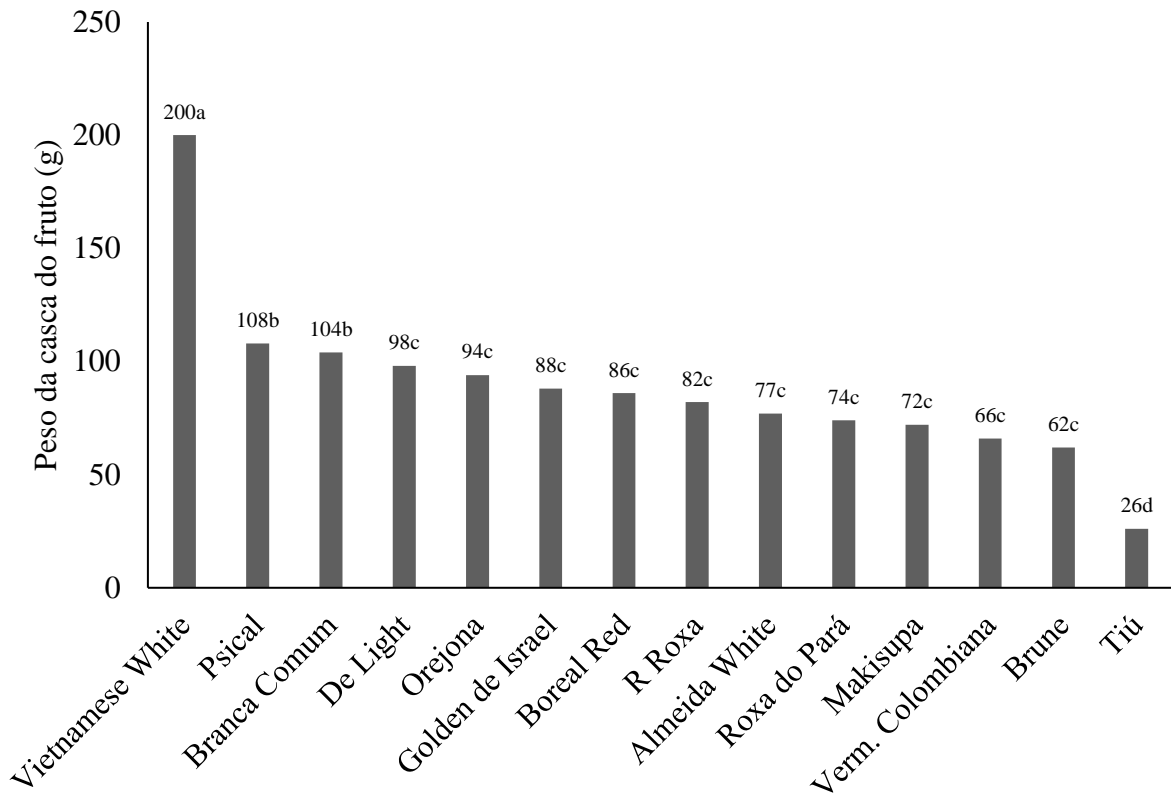
Figura 21. Sólidos solúveis (SS) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

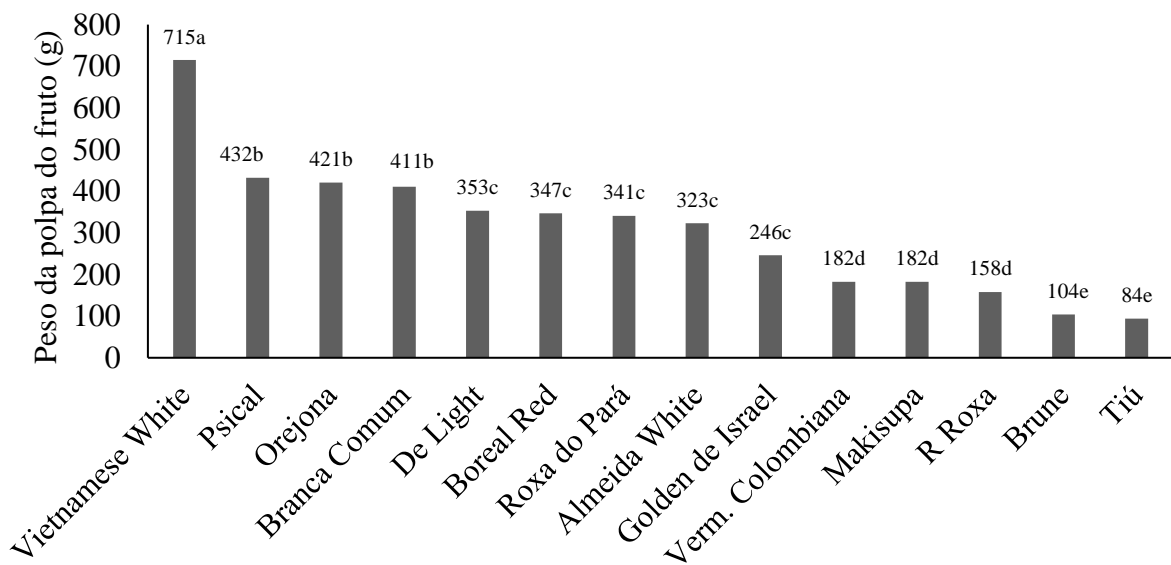
Os sólidos solúveis (Figura 21), dão o sabor adocicado aos frutos. Nos genótipos de pitaya, houve a formação de dois grupos de similaridade para esta característica, em que o genótipo Makisupa apresentou concentração baixa e, os demais, média (Faleiro et al., 2021), sendo indicada para produção de bebidas fermentadas (Gong et al., 2017), considerando que Naoto et al. (2014) produziram cerveja contendo pitaya vermelha e branca como adjunto, contendo 13,5 e 14,9° Brix, respectivamente.

Figura 22. Peso da casca (PC) de frutos de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

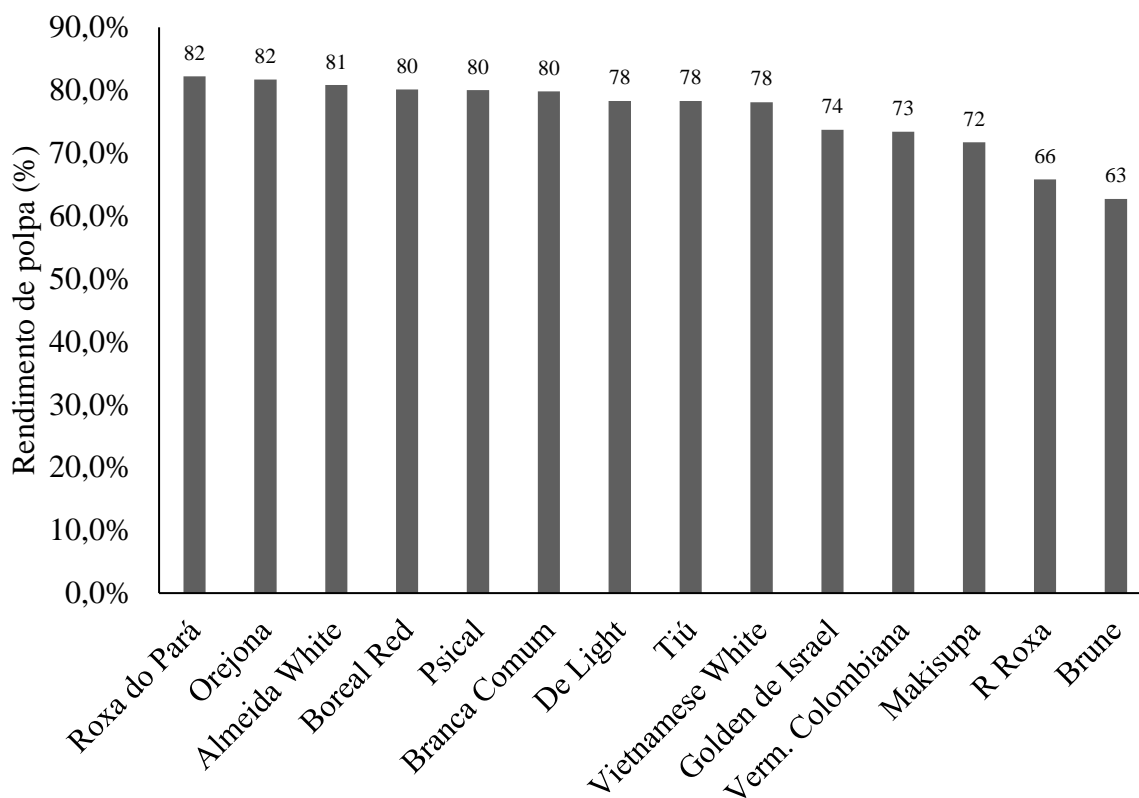
Figura 23. Peso da polpa (PP) do fruto de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

Houve a formação de quatro grupos de similaridade para o peso da casca do fruto (Figura 22) e cinco para o peso da polpa (Figura 23). O genótipo Vietnamese White se destacou com as maiores massas e Tiú, com os menores valores.

Figura 24. Rendimento de polpa (RP) de 14 genótipos de pitaya. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo método de Tocher.



Fonte: Autor, 2025.

O rendimento de polpa acima de 70% é considerado de alta magnitude (Sato et al., 2014), sendo observado em 85,7% dos genótipos, destacando-se, com maiores médias, Roxa do Pará, Psical, De Light, Almeida White, Boreal Red, Vietnamese White, Branca Comum, Orejona e Tiú (Figura 24), indicando que são tipos de interesse para o consumidor e para indústria de processamento.

A avaliação dos descritores morfológicos dos cladódios e dos frutos evidenciou a presença de variabilidade fenotípica entre os genótipos de pitaya, podendo ser considerados na seleção de genitores para obtenção de híbridos superiores, com características desejáveis.

4.3. Divergências genéticas e indicações de cruzamentos

Os descritores morfológicos fornecem o padrão fenotípico dos genótipos de uma coleção e são utilizados como ferramenta para estimar a variabilidade genética (Dantas et al.,

2024). Neste sentido, a partir dos 24 descritores avaliados, utilizando-se o método de agrupamento multivariado de Tocher, foi possível observar a formação de cinco grupos de similaridade (Tabela 4), evidenciando a existência de divergência genética entre os 14 genótipos de pitaya. O coeficiente de correlação cofenético foi de 0,75**, indicando que o teste foi robusto em sumarizar as informações da matriz de dissimilaridade, ou seja, menor perda de informação.

Tabela 1. Agrupamento estabelecido pelo método multivariado de Tocher entre 14 genótipos de pitaya avaliados por 24 descritores morfológicos dos cladódios e frutos.

| Grupos | Genótipos |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | Golden de Israel, Roxa do Pará, Psical, De Light, R Roxa, Almeida White, Vermelha Colombiana, Boreal Red, Branca comum, Brune |
| II | Makisupa |
| III | Orejona |
| IV | Vietnamese White |
| V | Tiú |

Fonte: Autor, 2024.

O grupo I foi formado por 10 genótipos (Tabela 1). A maior distância de Gower (genéticas) foi observada entre Psical x Tiú (0,60); as menores distâncias, entre De Light x Almeida White (0,10), com máxima similaridade, podendo indicar a existência de duplicatas ou genótipos com alto grau de parentesco. Quanto maior a distância dos genótipos, maior vigor de híbrido conduzidos pelos programas de melhoramento (Bali et al., 2022).

Tendo em vista, não apenas as distâncias de Gower, mas também as características fenotípicas dos genótipos, propõe-se os cruzamentos biparentais, descritos na Tabela 2. Com isso, possibilitam ganhos com maior heterose e progênes superiores.

Tabela 2. Características dos progenitores, critério para cruzamento e ideótipo de híbridos.

| Progenitor masculino/feminino | Progenitor feminino/masculino | Critério/ideótipo |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Vermelha Colombiana (<i>H. megalanthus</i> x <i>H. polyrhizus</i>):</p> <p>Cor vermelha da polpa, cor rosa da casca do fruto, susceptível a indução ao florescimento (luz artificial a noite), precocidade na produção, alta produção, alta brotação de cladódios pós poda de desbaste, comprimento do cladódio (115 cm), brix (16°), peso da polpa (182 g).</p> | <p>Boreal Red (<i>S. monacanthus</i>):</p> <p>Cor rosa da polpa, cor rosa da casca do fruto, susceptível a rachaduras do sol, comprimento do cladódio (127 cm), brix (14°), peso da polpa (357 g).</p> | <p>Critério: distância de Gower = 0,41</p> <p>Ideótipo: plantas com cladódios longos, susceptível a indução floral, precoce, alto dulçor e rendimento de polpa, com tolerância a rachaduras do cladódio pelo sol e alta intensidade de brotação na poda de desbaste.</p> |
| <p>Golden de Israel (<i>Hylocereus</i> sp.):</p> <p>Cor branca da polpa, cor rosa da casca do fruto, tolerante a doenças, frutos grandes, susceptível a rachadura dos cladódios (106 cm) pelo sol e a indução floral, elevado dulçor (15° brix), rendimento de polpa (246 g), muitos cladódios após poda de desbaste.</p> | <p>Vietnamense White (<i>H. undatus</i>):</p> <p>Cor branca da polpa, cor amarela da casca do fruto, alto rendimento de polpa (715 g), boa produção, cladódios curtos (83 cm), baixa resposta a indução floral, poucos cladódios após poda de desbaste.</p> | <p>Critério: distância de Gower = 0,36</p> <p>Ideótipo: cor rosa da casca e branca da polpa, com alto dulçor e rendimento de polpa, com cladódios longos, susceptível a indução floral e muitos cladódios pós poda de desbaste.</p> |
| <p>Matsuka (<i>H. undatus</i> x <i>H. polyrhizus</i>):</p> <p>Cor roxa da polpa (alta concentração de antocianinas), de casca rosa da casca do fruto, cladódios pequenos (83 cm), baixo rendimento de polpa (182 g), baixo dulçor (11° brix), susceptível a indução floral e pouco sensível ao sol.</p> | <p>Boreal Red (<i>H. costaricensis</i>):</p> <p>Cor rosa da polpa, cor rosa da casca do fruto, susceptível a rachaduras do sol, comprimento do cladódio (127 cm), brix (14°), peso da polpa (357 g), susceptível a indução floral, com problemas de rachaduras nos cladódios pelo sol.</p> | <p>Critério: distância de Gower = 0,31</p> <p>Ideótipo: cor roxa da polpa, com alto dulçor e rendimento de polpa, com cladódios longos, susceptível a indução floral e insensível ao sol.</p> |

Fonte: Autor, 2024.

5. CONCLUSÃO

Os descritores morfológicos dos cladódios e dos frutos evidenciaram a existência de variabilidade fenotípica entre os genótipos, sendo constatada a existência de divergência genética, tornando possível a indicação dos cruzamentos biparentais ‘Vermelha Colombiana x Boreal Red’, ‘Golden de Israel x Vietnamese White’, ‘Matsuka x Boreal Red’.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, D. A. Calagem, fertilização e polinização no cultivo de pitaia. Repositório Institucional UFVJM, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufvjm.edu.br/handle/1/296>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

ANDRADE, P. Produção de pitaia, destaque do Boletim Agropecuário, é discutida em encontro estadual. Paraná: Boletim Semana, 2022. 8 p.

ARAÚJO, D. C. B. et al. Flower stages, germination and viability of pollen grains in *Hylocereus* spp. **Revista Caatinga**, 2024.

BALI, B.; THAKUR, P.; KAR, S.; KUMAR, Y. Estimation of genetic divergence in Sweet Potato [*Ipomea batatas* (L.)] for tuber yield and it's attributing traits. **The Pharma Innovation Journal**, v. 11, n. 2, p. 2530-2533.

BARROSO, M. M. A. **Enraizamento de estacas de pitaya vermelha com diferentes características morfológicas e sob efeito de enraizadores**. 2014. 32 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CAVALCANTE, M.; COSTA, J. G. Considerações sobre planejamento experimental e métodos estatísticos em Ciências Agrárias. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 4, p. 3706-3723, 2021. <https://doi.org/10.48017/dj.v6i4.1931>.

CORDEIRO, A. L. et al. Características físicas e químicas da pitaia durante a maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 788-794, 2015.

COSTA, A. C. et al. Adubação orgânica e Lithothamnium no cultivo da pitaia vermelha. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, p. 77-87, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n1p77.

CLIMATE-DATA. Clima Maragogi. 2024. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/alagoas/maragogi-43113>>. Acesso em: 1 maio 2024.

CHAGAS, E. A.; SILVA, J. T.; MIZRAHI, Y. Manejo e práticas culturais no cultivo da pitaia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 1, p. 124-134, 2012. DOI: 10.1590/S0100-29452012000100016.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Viçosa: UFV, 2020. 626 p.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

- EPAGRI. Levantamento da fruticultura catarinense: cultura da pitaiá 2021/22. Florianópolis: EPAGRI, 2022. Disponível em: <<https://docweb.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 14 dez. 2024.
- FALEIRO, F. G. et al. Pitaya Active Germplasm Bank at Embrapa. **Revista RG News**, 2022.
- FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA, J. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de pitayas. Brasília: Embrapa Cerrados, 2021. 58 p.
- FERNANDES, A. M. et al. Sistema de Produção de Batata-doce. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2021. 66 p.
- FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. Introduction to conservation genetics. v. 2, 2010. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808999>.
- GARCIA, W. S. et al. Estudo do mercado e perfil do consumidor do fruto da Pitaya Vermelha, no município de Tomé-Açu/PA. *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 2, p. 418-436, 2020. <https://doi.org/10.34115/basrv4n2-002>.
- GERUM, A. A. et al. Fruticultura tropical: potenciais riscos e seus impactos. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.
- GARCÍA-RUBIO, L. A. et al. Distribución geográfica de *Hylocereus* (Cactaceae) em México. *Botanical Sciences*, v. 93, n. 4, p. 921-939, 2015. <https://doi.org/10.17129/botsoci.282>.
- GHORBAND, A. S. et al. Studies on physicochemical and nutritional properties of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 12, n. 6, p. 223-226, 2023. <https://doi.org/10.22271/phyto.2023.v12.i6c.14785>.
- GONG, X. et al. Fermentation and characterization of pitaya wine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 100, e012029, 2017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/100/1/012029>.
- GONÇALVES, A. F. M. et al. Crescimento inicial da pitaya (*Hylocereus undatus*) em função da adubação com NPK. IFMG, 2018. Disponível em: <<https://www.ifmg.edu.br/sic/edicoes-antiores/resumos-2018/crescimento-inicial-da-pitaya-hylocereus-undatus-em-funcao-da-adubacao-com-npk.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- HARTL, D. L.; CLARK, A. G. Principles of population genetics. v. 4, 2007. <https://doi.org/10.1093/jhered/esm035>.
- IBGE. Censo Agro: Tabela 6955 – pitaiá. 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6955>>. Acesso em: 10 maio 2024.
- LESSA, F. O. Caracterização e avaliação sensorial de frutos de pitaya (*Hylocereus* spp.). 2019. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/4323>>.
- LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.

LORENZI, H. et al. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). Instituto Plantarum, 2006.

MAI, T. H. A. et al. Use of pitaya peel powder for partial replacement of wheat flour in cookie making: Effects of particle size of pitaya peel powder on the product quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 46, e16214, 2021. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16214C>.

MARQUES, V. B. et al. Tamanho de cladódio na produção de mudas de pitaya vermelha. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 50-54, 2011.

MORILLO-CORONADO, A. et al. Phenotypic diversity of morphological characteristics of pitahaya (*Selenicereus Megalanthus* Haw.) germplasm in Colombia. *MDPI Plants*, v. 10, n. 2255, p. 1-16, 2021. <https://doi.org/10.3390/plants10112255>.

NAOTO, H. et al. Wort processing using pitaya (dragon fruit) juices and its effects on the quality of low-malt beer. *Food Preservation and Science*, v. 40, p. 177-184, 2014.

NARITA, N. Produção da pitaya no Brasil e mercado de comercialização. São Paulo: APTA, 2023.

NURANISA, K. et al. The Effect of giving red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) extract on spermatozo motility in white rats (*Rattus norvegicus*) wistar line with high fat induction. **Biomedical Journal of Indonesia**, v. 6, n. 3, p. 51-62, 2020. <https://doi.org/10.32539/BJI.v6i3.1>.

OLIVEIRA, B. A. S. et al. Caracterização físico-química de polpa e casca de pitaya Golden. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, e550101422540, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22540>.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A short review. *Communications in Biometry and Crop Science*, v. 3, p. 48-62, 2012. <https://doi.org/10.14295/cs.v3i4.334>.

SILVA, A. C. C. et al. Caracterização morfológica para estudo da divergência genética de híbridos interespecíficos de pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, e-957, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/syyFdH7CYR7N6t49TY93bcr/>>. Acesso em: 22 abr. 2025.

SILVA, J. L. et al. Efeitos da adubação orgânica no crescimento e produtividade da pitaya (*Hylocereus undatus*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 163-171, 2019. DOI: 10.5039/agraria.v14i2a5419. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbca/a/f7M6Fg3Rgt6RYDgJ4Rk9Rjj/>>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SOUZA, C. S. et al. A Comparison of the biometric characteristics, physicochemical composition, mineral elements, nutrients, and bioactive compounds of *Hylocereus undatus* and *H. polyrhizus*. *Biology and Life Science Forum*, v. 26, n. 1, p. 1-6, 2023. <https://doi.org/10.3390/Foods2023-15151>.

TEL-ZUR, N. et al. Genetic relationships among *Hylocereus* and *Selenicereus* vine cacti (Cactaceae) based on AFLP and ribosomal ITS DNA markers. *Annals of Botany*, v. 94, p. 497-505, 2011. <https://doi.org/10.1093/aob/mch183>.

VENDRUSCOLO, E. P. et al. Número de folhas por planta e ponto de colheita para produção de mini melão Cantaloupe. *Cadernos de Ciências Agrárias*, v. 8, n. 3, p. 22-27, 2016.

VIEIRA, T. R. R. et al. Red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) as a source of betalains and phenolic compounds: ultrasound extraction, microencapsulation, and evaluation of stability. *LWT Food Science and Technology*, v. 196, e115755, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115755>.

WIDYANINGSIH, A. et al. Effect of consuming red dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) juice on the levels of hemoglobin and erythrocyte among pregnant women. **Belitung Nursing Journal**, v. 3, n. 3, p. 255-264, 2017. <https://doi.org/10.33546/bnj.97>.

YU, Z. et al. Partition of bioactive components from red pitaya fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels into different fractions using supercritical fluid fractionation technology. *Food Bioscience*, v. 51, n. 1, p. 102270. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102270>.