

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO-CAMPUS RIO VERDE PRÓ-REITORIA DE PESQUISA,
PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE LUZ SOB O DESENVOLVIMENTO E
PRODUÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE *Pereskia aculeata* Mill.

Autora: Nayara Vieira Silva

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Mariana Buranelo Egea

Coorientadora: Prof^ª Dr^ª Sibeles Santos Fernandes

RIO VERDE – GO

Abril – 2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO-CAMPUS RIO VERDE PRÓ-REITORIA DE PESQUISA,
PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE LUZ SOB O DESENVOLVIMENTO E
PRODUÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE *Pereskia aculeata* Mill.

Autor: Nayara Vieira Silva

Orientadora: Prof^{fa}. Dr^a. Mariana Buranelo Egea

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Sibeles Santos Fernandes

Dissertação apresentada como parte das exigências para
obtenção do título de MESTRE EM AGROQUÍMICA,
no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Goiano – Campus Rio Verde – *Stricto sensu em
Agroquímica*.

RIO VERDE – GO
Abril – 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
 Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
 Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSI586
 a Silva , Nayara
 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE LUZ SOB O
 DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE
 Pereskia aculeata / Nayara Silva ; orientadora
 Mariana Buranelp Egea ; co-orientadora Sibeles
 Santos Fernandes . -- Rio Verde, 2023.
 55 p.

Dissertação (Mestrado em mestrado em agroquímica)
 -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2023.

1. Luz de LED's. 2. Atividade antioxidante. 3.
 Avaliação Fisiológica . 4. Metabolismo secundário .
 I. Buranelp Egea , Mariana , orient. II. Santos
 Fernandes , Sibeles , co-orient. III. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|---|---|
| ☐ Tese (doutorado) | ☐ Artigo científico |
| ☒ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☐ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☐ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |
| ☐ Produto técnico e educacional - Tipo: <input type="text"/> | |

Nome completo do autor:

Nayara Vieira Silva

Matrícula:

2021103310310074

Título do trabalho:

 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE LUZ SOB O DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE COMPOSTOS
BIOATIVOS DE *Pereskia aculeata* Mill.

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:
Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / / O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ NãoO documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Porteirão

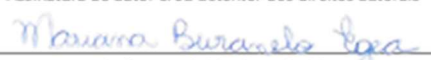
Local

19 / 07 / 2023

Data


Assinatura do Autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 48/2023 - SREFG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/FGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº/102

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e oito dias do mês de abril do ano de dois mil e vinte e três, às 09h00min (nove horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **NAYARA VIEIRA SILVA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.^a Dr.^a Mariana Buranelo Egea, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora para, em 30 mn., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE (a) NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA**, na área de concentração em Agroquímica, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGAq da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação em periódicos após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Mariana Buranelo Egea	IF Goiano - Campus Rio Verde	Presidente
Rogério Favareto	IF Goiano - Campus Rio Verde	Membro externo
Lucas Loram Lourenço	Universidade Federal de Uberlândia	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Lucas Loram Lourenço, Lucas Loram Lourenço - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 28/04/2023 11:00:10.
- Rogerio Favareto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/04/2023 10:55:49.
- Mariana Buranelo Egea, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/04/2023 10:53:00.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 20/04/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 488094

Código de Autenticação: c5a7e25cea



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, a minha mãe Lucilena que me criou com muito esforço e dedicação fazendo o papel de mãe e pai, agradeço a minha irmã Daiana pela cumplicidade e o apoio e aos meus filhos Maria Clara e Pedro Lucas que são a minha motivação diária. Aos amigos Ana Clara, Valdenir, Lucas e Claiton, por ouvir minhas angústias e por estarem presentes nessa jornada.

Aos colegas do Labbio que contribuíram nas análises, em especial a Tainara, Daiane, Isabelly e Gabrielly que se dispuseram a compartilhar não só o conhecimento, mas a amizade e companheirismo que uma equipe precisa.

A minha orientadora Mariana Buranelo Egea e a minha Coorientadora Sibeles Santos Fernandes, que me aceitou como sua orientada mesmo com as minhas inúmeras limitações me cobrou, deu alternativas, fazendo buscar o conhecimento necessário. Sou grata pelas oportunidades que vocês me possibilitaram até aqui. Muito obrigada!

Aos professores da Agroquímica que me acompanham desde a graduação, sempre contribuindo com a minha formação. Muito obrigada!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Sou a Nayara Vieira Silva natural de Bom Jesus Goiás, nascida em 26 de fevereiro de 1991, filha de Lucilena Vieira Dias e João Batista da Silva, mãe da Maria Clara e do Pedro Lucas. Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Ciências e Tecnologia Goiano-Campus Rio Verde no ano de 2021. No mesmo ano ingressei no mestrado em Agroquímica na mesma instituição.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. <i>Pereskia aculeata</i> Mill. (Ora-pro-nóbis)	14
2.2. Compostos Bioativos.....	16
2.3. Uso de diodos de emissão de luz (lâmpadas de LED) na promoção do metabolismo secundário de plantas.....	18
3. OBJETIVOS.....	20
3.1. Geral.....	20
3.2. Específicos.....	20
4. METODOLOGIA.....	21
4.1. Material vegetal e condições de crescimento	21
4.2. Coleta e higienização	21
4.3. Características biométricas	21
4.4. Secagem das plantas	22
4.5. Característica física de <i>P. aculeata</i> Mill.	22
4.5.1. Rendimento em amostra seca	22
4.5.2. Determinação de pH	22
4.5.3. Sólidos Solúveis.....	22
4.5.4. Acidez titulável	22
4.5.5. Atividade de Água.....	23
4.5.6. Parâmetros de cor	23
4.5.7. Caracterização térmica.....	23
4.6. Composição proximal.....	23
4.7. Concentração total de clorofila e feofitina	24
4.8. Determinação dos carotenoides totais	24
4.9. Preparo do extrato para atividade antioxidante	26
4.10. Compostos fenólicos	26
4.11. Atividade Antioxidante	26
4.12. Teor de ácido ascórbico	27
4.13. Análises estatísticas	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1. Características biométricas das folhas de <i>P. aculeata</i>	28
5.2. Caracterização física das folhas de <i>P. aculeata</i>	29
5.2.1. Rendimento das folhas de <i>P. aculeata</i> após a liofilização.....	29
5.2.2. Caracterização físico-química das folhas de <i>P. aculeata</i>	30
5.2.3. Cor	32
5.3. Caracterização térmica das folhas de <i>P. aculeata</i>	34
5.4. Caracterização química das folhas de <i>P. aculeata</i>	35
5.4.1. Composição proximal.....	35
5.4.2. Composição Mineral	38
5.5. Caracterização dos pigmentos fotossintéticos nas folhas de <i>P. aculeata</i>	39

5.6. Teor de ácido ascórbico	40
5.7. Quantificação total de compostos bioativos das folhas de <i>P. aculeata</i>	40
6. CONCLUSÃO.....	42
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Pereskia aculeata</i>	13
Figura 2. Classificação dos compostos bioativos de origem vegetal.....	14
Figura 3. Percentual de rendimento de farinha de <i>P. aculeata</i> Mill.	22
Figura 4. Folhas de <i>P. aculeata</i> Mill. Figura a) Tratamento com luz vermelho e azul, b) Tratamento luz branca, c) Tratamento dentro da casa de vegetação (DCV), d) Tratamento com luz azul, e) Tratamento com luz vermelha e f) Tratamento fora da casa de vegetação (FCV).	24
Figura 5. Espaço de cor CIE (<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i>) esse sistema utiliza de coordenadas para definir a cor numericamente.	25

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional presentes na espécie <i>Pereskia aculeata</i> Mill.....	16
Tabela 2. Avaliação da quantidade dos compostos bioativos produzidos em sistema de luz de LEDs.....	16
Tabela 3. Características físicas de <i>P. aculeata</i> Mill.....	23
Tabela 4. Análise de cor de <i>P. aculeata</i> Mill. o parâmetro a* e b* medem na escala do verde e amarelo o parâmetro L* mede luminosidade, C a saturação e o h o ângulo da matri.....	24
Tabela 5. Sólidos solúveis medidos em °brix, acidez titulável e potencial hidrogeniônico.....	26
Tabela 6. Determinação de umidade e atividade de água (AA).....	26
Tabela 7. Compostos fenólicos em (g. EAG/ 100g), clorofila e feofitina	28
Tabela 8. Composição química da <i>P. aculeata</i> Mill. N-nitrogênio, P- fósforo, K-potássio, Ca- cálcio, Mg-magnésio, S- enxofre, Fe- ferro, Mn-manganês, Cu- cobre, Zn-zinco, B-boro.....	29

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
<i>P. aculeata</i> Mill.	<i>Pereskia aculeata</i> Mill.
OPN	Ora-pro-nobis
PANC	Planta Alimentícia Não Convencional
LED	Diodo de Emissão de Luz
DCV	Dentro da Casa de Vegetação
FCV	Fora da Casa de Vegetação
ATP	Adenosina trifosfato
NADPH	Fosfato de dinucleotídeo de nicotina e adenina
FRAP	Poder antioxidante de redução férrica
DPPH	2,2 difenil-1- picril- hidrazil
AOAC	Association of official analytical
pH	Potencial hidrogeniônico
CFT	Compostos fenólicos totais
Nm	Nanômetro
g	Gramma
kg	Quilograma
L	Litro
mg	Miligrama
ml	Mililitro
<	Menor
-	Menos
<i>a</i>	clorofila <i>a</i>
<i>b</i>	clorofila <i>b</i>

RESUMO

SILVA, NAYARA VIEIRA. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, fevereiro de 2023. **Avaliação da qualidade de luz sob o desenvolvimento e produção de compostos bioativos de *Pereskia aculeata* Mill.** Orientadora: Mariana Buranelo Egea. Coorientadora: Sibele Santos Fernandes.

A *Pereskia aculeata* Mill. é uma espécie vegetal da família cactácea, e a folha é a parte comestível, que apresenta altos teores de proteínas, vitaminas, minerais e fibras alimentares. A luz é fonte essencial de energia para o desenvolvimento da planta e por isso, a qualidade de luz que a planta recebe, auxilia nos processos naturais de crescimento, floração e frutificação, dependendo do comprimento de onda que a planta necessite para determinada etapa. O objetivo deste estudo foi analisar folhas de *P. aculeata* produzidas pela planta submetida a diferentes feixes de luz com o interesse de avaliar a influência da luz nos diferentes comprimentos de onda no desenvolvimento da planta e na produção de compostos bioativos. Os tratamentos foram realizados com lâmpadas LED em diferentes faixas espectrais: vermelho (600–700 nm), azul (400–490 nm), branco (400–700 nm), a combinação de vermelho e azul, na proporção de 1:1; e dois tratamentos sem a adição de luz artificial sendo um dentro da casa de vegetação (DCV) e outro fora da casa de vegetação (FCV). Para avaliar o potencial dos tratamentos realizados avaliou-se as características biométricas, físico-química e térmica, parâmetros de cor, a concentração de compostos bioativos totais e de atividade antioxidante. As folhas de *P. aculeata* foram liofilizadas onde obteve-se um rendimento médio de 50% para os tratamentos que receberam luz artificial, com exceção do tratamento DCV obteve rendimento mais baixo, em torno de 15,96% de massa seca. Todas as amostras liofilizadas apresentaram pH de 4,96 a 5,09, sólidos solúveis totais de 0,60 a 0,87 °Brix, acidez titulável de 1,27 a 2,10 % e atividade de água de 0,49 a 0,66. Os parâmetros de cor avaliados indicaram que as amostras apresentaram cor verde e verde amarelado. Caracterização térmica apresentou curvas com perfil exotérmico indicando a degradação das amostras nos tratamentos FCV, azul e branco. Nas análises de composição proximal foram encontrados valores de umidade de 3,77 g/100 g no tratamento DCV e 5,0 g/100 g para o azul, cinzas de 17,98 g/100 g para o tratamento DCV e 19,15 g/100 g para o vermelho/azul, lipídeos de 3,29 g/100 g para o vermelho e 2,73 g/100 g para FCV, proteínas de 28,35 g/100 g para o vermelho e 21,52 g/100 g para o vermelho/azul, fibra bruta de 32,89 g/100 g para vermelho e 28,77 g/100 g para o vermelho/azul, carboidratos de 23,00 g/100g para o vermelho/azul e 11,00 g/100 g para o vermelho, valor calórico de 212 kcal/100 g para DCV e 199,82 kcal/100 g para FCV. Para o conteúdo mineral, o tratamento azul apresentou maior valor para fósforo (0,65 g/100 g), potássio (10,13 g/100 g), cálcio (27,25 g/100 g), magnésio (9,79 g/100 g), ferro (0,04 g/100 g), cobre (0,01 g/100g) e boro (0,02 g/100 g). Quanto ao teor de clorofila *a* os tratamentos DCV (29,75 mg/100 g), branco (28,74 mg/100 g) e vermelho (28,27 mg/100 g) apresentaram valores superiores aos demais tratamentos. O tratamento com maior concentração de carotenoides totais foi o vermelho (5,88 mg/100 g) e para o teor de feofitina foi o tratamento azul (32,81 mg/100

g), demonstrando maior valor de degradação de clorofila. A *P. aculeata* tem demonstrado ser uma planta rica em compostos antioxidantes, as análises de compostos fenólicos apresentaram para o extrato hidroetanólico de 418,77 mg EAG/100 g para o tratamento DCV, as análises de DPPH apresentaram alta atividade antioxidante para os tratamentos vermelho (34,76 µg/mL) e DCV (36,60 µg/mL), ABTS apresentou maior atividade antioxidante para DCV (46,58 µM trolox/g) e FRAP apresentou a maior redução de ferro para o tratamento azul (0,074 mg AG/g). As amostras do tratamento DCV apresentou o maior valor de vitamina C (24,38 mg/100g). A qualidade de luz para a *P. aculeata*, demonstrou que o comprimento de luz azul e vermelho corroboram com o desenvolvimento da planta através do comprimento de onda absorvido pelas folhas favorecendo a obtenção de maiores quantidade de compostos bioativos em contrapartida o tratamento DCV apresenta parâmetros que a planta consegue se desenvolver com a redução da luminosidade, sendo possível o plantio em ambiente fechados.

Palavras-Chave: Luz de LEDs, Atividade Antioxidante, Avaliação Fisiológica, Metabólitos Secundários.

ABSTRACT

SILVA, NAYARA VIEIRA. Goiano Federal Institute of Education, Science and Technology - Rio Verde Campus. Fevereiro de 2023. **Evaluation of light quality under the development and production of bioactive compounds from *Pereskia aculeata* Mill.** Advisor: Mariana Buranelo Egea. Co-advisor: Sibeles Santos Fernandes.

Pereskia aculeata Mill. It is a plant species of the cactus family, and the foliage is the edible part, which has a high content of protein, vitamins, minerals and dietary fiber. Light is an essential source of energy for the development of the plant and therefore, the quality of light that the plant receives helps in the natural processes of growth, flowering and fruiting, depending on the wavelength that the plant needs for a given step. The aim of this study was to analyze the leaves of *P. aculeata* produced by the plant under different light beams with the aim of evaluating the influence of light at different wavelengths on plant development and the production of bioactive compounds. Treatments were performed with LED lamps in different spectral ranges: red (600–700 nm), blue (400–490 nm), white (400–700 nm), a combination of red and blue, in a 1:1 ratio; and two treatments without the addition of artificial light, one inside the greenhouse (DCV) and the other outside the greenhouse (FCV). To evaluate the potential of the treatments carried out, the biometric, physical-chemical and thermal characteristics, color parameters, concentration of total bioactive compounds and antioxidant activity were evaluated. The leaves of *P. aculeata* were lyophilized where an average yield of 50% was obtained for the treatments that received artificial light, with the exception of the DCV treatment, which obtained a lower yield, around 15.96% of dry mass. All lyophilized samples showed pH from 4.96 to 5.09, total soluble solids from 0.60 to 0.87 °Brix, titratable acidity from 1.27 to 2.10% and water activity from 0.49 to 0.66. The color parameters evaluated indicated that the samples were green and yellowish green. Thermal characterization presents curves with an exothermic profile indicating the degradation of the samples in FCV, blue and white treatments. In the proximal composition analyses, moisture values of 3.77g/100g were found in the DCV treatment and 5.0 g/100 g for the blue, gray of 17.98 g/100 g for the DCV treatment and 19.15 g/ 100 g red/blue, 3.29 g/100 g lipids for red and 2.73 g/100 g for FCV proteins with 28.35 g/100 g for red and 21.52

g/100 g red/blue , crude fiber of 32.89 g/100 g for red and 28.77 g/100 g for red/blue, carbohydrates of 23.00 g/100g for red/blue and 11.00 g/100 g for red, caloric value 212 g/100 g for CVD and 199.82 g/100 g for FCV. For mineral content, the blue treatment showed the highest value for phosphorus (0.65 g/100g), potassium (10.13 g/100g), calcium (27.25 g/100g), magnesium (9.79 g/100g), iron (0.04 g/100g), copper (0.01 g/100g) and boron (0.02 g/100g). As for the chlorophyll content, the CVD (29.75 mg/100g), white (28.74 mg/100g) and red (28.27 mg/100g) treatments showed higher values than the other treatments. The treatment with the highest concentration of total carotenoids was the red one (5.88 mg/100g) and for the pheophytin content, the blue treatment (32.81 mg/100g) had the highest chlorophyll degradation value. *P. aculeata* has been shown to be a plant rich in antioxidant compounds, the analyzes of phenolic compounds showed 418.77 g EAG/100 g for the hydroethanolic extract for the CVD treatment, the DPPH analyzes showed high antioxidant activity for the red treatments (34.76 µg/mL) and CVD (36.60 µg/mL), ABTS showed the highest antioxidant activity for CVD (46.58 µM trolox/g) and FRAP showed the greatest reduction for the blue treatment (0.074 mg AG/g). Samples from the CVD treatment showed the highest value of vitamin C (24.38mg/100g). The quality of light for *P. aculeata*, demonstrates that the length of blue and red light corroborate the development of the plant through the wavelength absorbed by the leaves, favoring the obtaining of greater amounts of bioactive compounds, on the other hand, the CVD treatment presents parameters that the plant manages to develop with the reduction of luminosity, making it possible to plant it indoors.

Keywords: LED Light, Antioxidant Activity, Physiological Assessment, Secondary Metabolites.

1. INTRODUÇÃO

A ora-pro-nóbis é uma planta popularmente conhecida por seus diversos benefícios nutricionais e medicinais. Seu nome científico é *Pereskia aculeata* e ela pertence à família das cactáceas. Originária das regiões tropicais da América Latina, especialmente do Brasil, a planta tem sido cultivada e consumida há séculos. Ela também é conhecida por seu alto teor de proteínas e pela presença de vitaminas A, C e E, além de minerais como cálcio, ferro e fósforo (SOMMER; RIBEIRO; KAMINSKI, 2022).

A busca por novas substâncias bioativas que sejam sustentáveis, que ajudem a conservação da biodiversidade tem crescido à medida que os produtos naturais desempenham um papel significativo na busca de novos agentes terapêuticos e agrícolas (SILVA et. al., 2018). As plantas do gênero *Pereskia* (Cactáceas) vêm sendo estudadas por suas atividades biológicas e nutricionais. Uma destas espécies, a *Pereskia aculeata* é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC) sendo que a parte comestível pode ser suas folhas, frutos e flores. As folhas possuem alta digestibilidade, são ricas em fibras e vitamina C. Além disso, o óleo essencial extraído destas folhas é rico em terpenos e terpenóides que corroboram com a sua utilização na medicina tradicional favorecendo o cultivo e a preservação da espécie (EGEA e PIERCE, 2021).

Os compostos bioativos são compostos adicionais que são essenciais na natureza (como vitaminas e polifenóis) e fazem parte da cadeia alimentar e podem ter impacto na saúde humana. Os compostos biologicamente ativos variam amplamente em sua estrutura química e, portanto, em sua função biológica. Carotenoides, polifenóis e glucosinolatos exercem alguns efeitos comuns, especialmente em atividades anti-inflamatórias e antioxidantes. Efeitos benéficos presentes nesses compostos atuam simultaneamente em diferentes alvos celulares, conferindo potencial fisiológico e promovendo a saúde (SILVA E PINHEIRO, 2021).

A luz exerce um papel fundamental durante o processo de fotossíntese, na qual as plantas utilizam a energia luminosa, dióxido de carbono e água para formar carboidrato e liberar oxigênio. Durante este processo a energia produzida pode ser utilizada para estimular processos celulares nas plantas e servir como fonte de energia para todas as formas de vida. Através de reações químicas, a fotossíntese ocorre nos cloroplastos dentro das membranas internas especializadas (BARROS E LIMA, 2019).

Segundo Taiz et al. (2017), estruturas especializadas localizadas nos

cloroplastos, os tilacóides, produzem compostos de alta energia, o ATP e NADPH. Sendo obtidos através da etapa fotoquímica, na membrana do tilacóides, por meio da cadeia de transporte de elétrons, onde os produtos gerados nesta etapa, ATP e NADPH, são utilizados para a etapa bioquímica para formação de carboidratos.

A especificidade do comprimento de onda absorvida pelas folhas acontece devido ao espectro de absorção dos pigmentos fotossintéticos contidos nos cloroplastos (clorofilas *a* e *b* e carotenoides). O espectro de absorção permite identificar qual faixa de comprimento de onda apresenta maior afinidade de absorção pelas moléculas. A absorção da clorofila *a* é importante para o processo fotossintético e as clorofilas *b* e carotenoides são pigmentos “fotocoletores” que ampliam a faixa de absorção luz otimizando o alcance de energia luminosa, além de serem “fotoprotetores” os pigmentos são importantes tanto para captação de luz quanto para auxiliar no processo de fotoproteção das moléculas de clorofilas e proteger a maquinaria fotossintética (MERZLYAK e SOLOVCHENKO, 2002; RODRIGUES et al., 2017).

A luz influencia diretamente a produção de metabólitos secundários, compostos naturais produzidos pela planta com objetivo principal de proteção contra estresses abióticos e bióticos (FURTADO et al., 2020). Estes metabólitos secundários são divididos em três grupos principais, terpenos, compostos fenólicos e nitrogenados, que são importantes comercialmente por apresentar valores nutricionais e farmacológicos, como inseticidas, fungicidas, medicamentos como morfina, fragrâncias e aromatizantes (FURTADO et al., 2020). Os grupos são redistribuídos em subgrupos com biossíntese, função e importâncias específicas. Pela grande variedade de compostos são necessários estudos para esclarecer o papel desses compostos nas plantas e sua função na interação planta-animal (GOBBO-NETO E LOPES, 2007).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar folhas de *P. aculeata* cultivadas sob diferentes feixes de luz visando verificar a influência da qualidade de luz (comprimento de onda) no desenvolvimento da planta e a produção de compostos bioativos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Pereskia aculeata* (ora-pro-nóbis)

Pereskia aculeata, conhecida como groselha de barbados ou ora-pro-nóbis, pertence à família Cactácea, subfamília Pereskioideae, gênero *Pereskia* (GARCIA et al., 2019). É uma planta perene, trepadeira, com espinhos ao longo do caule. As folhas são lisas, de coloração verde escuro e suculentas. As flores são pequenas e de coloração branca com o centro laranja, seus frutos são pequenos arredondados variando de amarelo a laranja e possui sabor adocicado (PORTO et al., 2021).

No Brasil, as duas espécies mais encontradas do gênero *Pereskia* são a *Pereskia aculeata* Mill e a *Pereskia grandifolia*. O gênero *Pereskia* conta com um total de 17 espécies, com características semelhantes entre si, espécies catalogadas são *P. aculeata*, *P. aureiflora*, *P. grandifolia*, *P. nemorosa*, *P. sacharosa*, *P. zinniiflora*, *P. cubensis*, *P. weberiana*, *P. sacharosa*, *P. quisqueyana*, *P. diaz-romeroana*, *P. marcanoi*, *P. portulacifolia*, *P. bahiensis*, *P. bleo*, *P. lychnidiflora* e *P. horrida* (EDWARDS; NYFFELER; DONOGHUE, 2005). As cactáceas são de família nativa do continente americano, onde ocorre com elevada riqueza de espécies e abundância, desde o Canadá até a Patagônia na Argentina, incluindo ainda as regiões insulares do continente (CAVALCANTE; TALLES E MACHADO, 2013).

A Figura 1 apresenta exemplares da planta ora-pro-nóbis cultivada a partir da propagação vegetativa no Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde.



Figura 1- *Pereskia aculeata*. Fonte: autor (2022)

As PANCs (plantas alimentícias não convencionais) são plantas comestíveis que apresentam importante valor nutricional e que podem ser somadas na alimentação humana, porém não são comumente consumidas no dia-a-dia (NASCIMENTO et al., 2019). Apresentam teores nutricionais significativamente elevados em comparação as plantas cultivadas convencionalmente, como vitaminas e minerais, além de apresentarem propriedades antioxidantes importantes no combate aos radicais livres (LIBERATO, 2019). A espécie *P. aculeata* é caracterizada como PANC consumida pelas suas propriedades nutricionais, a planta possui um alto valor proteico, podendo ser amplamente aproveitada para enriquecer pratos e na medicina popular utilizada para combater diversas comorbidades (WAINSTEIN, 2019).

A Tabela 1 apresenta os compostos bioativos que têm sido relatadas para as folhas da *P. aculeata*, ressaltando o valor nutricional da planta. Vieira et al. (2019) avaliaram a qualidade de luz para determinar a variação do teor de proteína na planta e demonstraram que a luz perolada beneficiou a produção desse composto. Além da proteína, a vitamina A e C demonstraram valores superiores aos outros tratamentos de luz. Maciel et al. (2021) fizeram referência ao quantitativo de proteína, fibras, lipídeos e carboidratos, além de alto teor de ferro (47,81 mg/100 g) e atividade antioxidante mensurada pelos métodos FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) e DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil). A capacidade antioxidante e a composição das frações volátil e não volátil das flores e frutos de *P. aculeata* é um incentivo ao consumo, uma vez que os frutos possuem sabor agradável, e as folhas podem ser acrescentadas em diversos pratos (MACIEL et al., 2021).

Tabela 1 – Composição nutricional presentes na espécie *Pereskia aculeata*

Compostos	Valores nutricionais	Referências
Fibra dietética total	39,10%	
Proteína total	17,40%	
Cálcio	28,40%	
Magnésio	1,9 mg 100g ⁻¹	VIEIRA et al., (2019)
Manganês	46,4 mg 100g ⁻¹	
Zinco	26,7 mg 100g ⁻¹	
Vitaminas A	23,33 mg 100g ⁻¹	

Vitamina C	185,8 mg 100g ⁻¹	
Ácido fólico	19,3 mg 100g ⁻¹	
Proteína	21,81%	
Lipídeos	7,81%	
Fibra alimentar total	37,23%	MACIEL et al., (2021)
Carboidratos	51,61%	
Ferro	47,81 mg 100 g ⁻¹	

2.2. Compostos bioativos

Compostos bioativos são produtos do metabolismo secundário das plantas, presentes em pequenas quantidades com a finalidade de proteção ao estresse biótico e abiótico em frutas e hortaliças. Esses compostos possuem valor nutricional e farmacológico que possibilita serem utilizados na medicina tradicional e popular.

A Figura 2 apresenta a subdivisão dos compostos bioativos, separados em grupos: polifenóis, glucosinolatos e carotenoides.

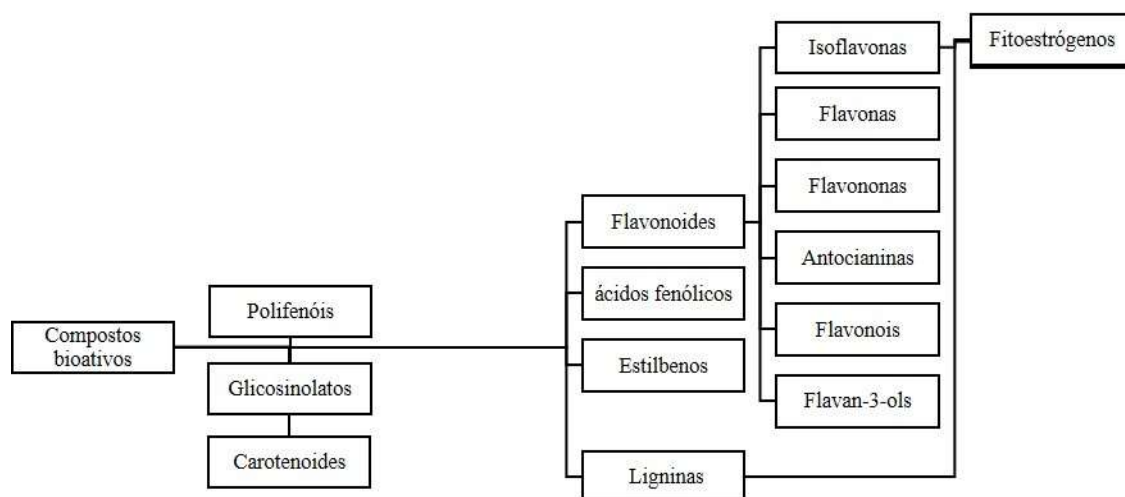


Figura 2 – Classificação dos compostos bioativos de origem vegetal. Fonte: adaptado de Carratù e Sanzini (2005).

Os compostos fenólicos são um dos maiores grupos encontrados em alimentos de origem vegetal, e compõem diferentes substâncias (PICCIRILLO E AMARAL, 2018). Representam uma grande variedade de substâncias caracterizadas pela presença de um ou

mais anéis aromáticos ligados a pelo menos uma radical hidroxila e/ou outros substitutos, e podem ser divididos de acordo com o número de anéis fenólicos e com as estruturas às quais estão ligados, são responsáveis pela defesa contra herbívoros (BATISTA E SOUSA, 2019).

Os compostos fenólicos, atuam com diversas finalidades como na defesa da planta, contra-ataques de insetos, atração de polinizadores devido aos aromas e muitas vezes a sabor característico (NASCIMENTO et al., 2022; SILVA et al., 2022; SOARES et al., 2022). Os compostos fenólicos nas plantas, são sintetizados no metabolismo secundário mais especificamente na via das pentoses (de VARGAS E ANDRADE, 2022) e são substâncias importantes no combate ao câncer, como o indol-3-carbinol e os isotiocianatos, diminuem os processos inflamatórios e controlam hormônios como estrogênio (SIFUENTES-PENAGOS et al., 2015).

Os carotenoides são essenciais na prevenção a danos foto-oxidativos nas moléculas de clorofilas, também estão presentes em órgãos não fotossintéticos de plantas como frutas, pericarpos, sementes, raízes e flores. São formados por processos metabólicos secundários, além de possuir ação antioxidante, serem atrativos de cor e precursores de hormônios vegetais. Muitos frutos e sementes ficam vermelhos ou roxos durante o estágio de amadurecimento. Esta mudança de cor é devido à biossíntese de carotenoides e/ou antocianinas (MAOKA, 2019; JARDIM et al., 2021).

2.3. Uso de diodos de emissão de luz (lâmpadas de LED) na promoção do metabolismo secundário de plantas

O uso de telas fotosseletivas, visa combinar a proteção física das plantas, com a filtragem seletiva da radiação solar para promover respostas fisiológicas desejáveis (VIEIRA et al., 2019). As telas fotosseletivas que também são conhecidas como malhas coloridas são utilizadas para manipular a qualidade da luz, essas malhas combinam proteção física juntamente com filtração da radiação solar, assim favorecem as respostas fisiológicas que são reguladas pela luz. As malhas quebram a luz direta e convertendo a uma luz difusa, aumentando assim a qualidade que chega até as plantas, permitindo uma melhor cobertura e estimulando a fotossíntese (SILVA et al., 2015).

Fontes de radiação empregadas em ambientes podem controlar o crescimento das plantas como acontece com as lâmpadas fluorescentes, iodetos metálicos, sódio em

alta pressão e lâmpadas incandescentes (LAZZARINI, 2017). Essas lâmpadas foram desenvolvidas para utilização em iluminação de ambientes internos, porém apresentam certas limitações por não apresentarem radiações ideais em instalações de cultivo de plantas (BULA et al., 1991; PLIEGO et al., 2016).

Os pigmentos fotossintetizantes possuem diferentes espectros de absorção, o que significa que a quantidade de energia luminosa absorvida pelas moléculas ocorre em função aos comprimentos de ondas específicos (CLARK et al., 2018). A parte do espectro que condiz com o comprimento de onda para realizar a fotossíntese, pertence ao espectro de luz visível e se encontra entre 400 nm e 700 nm (MELO, 2020).

As condições de luz artificial na produção de compostos de metabolismo secundário podem ser modificadas, visando alterações na qualidade espectral da luz podem proporcionar mudanças fisiológicas nas plantas. Alterações nos teores de compostos bioativos nas plantas variam também de acordo com a espécie cultivada (Tabela 2), podendo ser influenciado pela tecnologia aplicada durante o processo de cultivo (PROZ et al., 2020).

Tabela 2 - Avaliação da quantidade dos compostos bioativos produzidos em sistema de luz de LEDs.

Planta	Compostos bioativos	Quantidade	Luz de LEDs	Referência
Salsa, manjerição verde e roxo	β caroteno e luteína	6,53 μ g/ml 6,90 μ g/ml	Indoor	PROZ (2021)
Salsa e manjerição	β caroteno e luteína	58,20 μ g/ml / 98,92 μ g/ml	Branca	MAGUETA (2020)
Brotos de couve chinesa	Glucosinolatos	82,44 μ mol/g	Branca	QIAN et al. (2016)
Flores de capuchinhas	antocianinas totais	95,32 μ mol/g	Vermelha	RONCHETI (2018)

No trabalho de Magueta e Bouchinha (2020), as plantas de salsa e manjerição verde tiveram o maior índice de área foliar no cultivo indoor. No caso do manjerição roxo, o maior índice foi encontrado para o cultivo em estufa, e no sistema indoor as plantas de salsa não apresentaram uma aparência própria da espécie, com folhas maiores e desproporcionais do que o usual. Os autores relatam ainda que a morfologia do limbo das

folhas diferiu das características típicas da espécie, também houve desproporcionalidade no tamanho das folhas no cultivo indoor, nos dois tipos de manjericões e, as raízes dos brotos de couve chinesa são ricas em glucosinolatos, que são recomendados para serem consumidos com os brotos.

A luz LED azul foi a condição de luz mais eficaz para reduzir o teor indesejável de gluconapina nos brotos, enquanto elevou o teor nutricional de glucorafanina nas raízes e, assim, aumentou a palatabilidade e o valor nutritivo dos brotos de couve chinesa. Além disso, a luz LED branca promoveu intensamente a produção de vitamina C, e a luz LED azul melhorou significativamente os níveis de fenólicos totais, antocianinas e capacidade antioxidante (QIAN et al. 2016).

A qualidade da luz que a planta recebe, influencia diretamente no seu desenvolvimento, na sua capacidade de realizar fotossíntese ou na defesa contra agentes externos. As plantas utilizam principalmente dos espectros vermelho e azul da luz em quantidades variadas durante o processo de fotossíntese, dependendo do estágio de crescimento da planta, sendo que na faixa de 400-500 nm a luz azul proporciona o crescimento radicular e a fotossíntese intensa. Na faixa de 640-720 nm a luz vermelha, estimula o crescimento do caule, a floração e a produção de clorofila (VIEIRA, 2020).

A luz branca e a combinação de todas as faixas espectrais, no entanto a planta não utiliza todos os comprimentos, absorve apenas uma parte, a planta exposta a luz solar dispõem de um espectro de luz diferente da luz artificial desenvolvendo conforme a disponibilidade de luz, a mesma planta quando não recebe nenhum estímulo luminoso consegue se desenvolver através fotossíntese e de nutrientes absorvido do solo (QUEIROZ, 2015). Justificando os tratamentos utilizados nesse trabalho que são luzes branca, vermelha, azul, vermelha/azul, e dois tratamentos sem adição de luz artificial dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação que recebeu luz direta sem sombreamento do sol.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Avaliar as folhas da planta *Pereskia aculeata* cultivada sob diferentes feixes de luz, visando verificar a influência da qualidade de luz durante o desenvolvimento vegetal e na

produção de compostos bioativos.

3.2. Específicos

- Avaliar características biométricas como área foliar e massa seca de folhas para obtenção da farinha de *P. aculeata*;
- Realizar a caracterização física como pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, atividade de água e de parâmetros de cor, como L* (luminosidade), a* e b* (escala do verde e amarelo), C (saturação) e h (ângulo da matriz); térmica através do DSC (Differential Scanning Calorimetry);
- Realizar a caracterização proximal (umidade, proteínas, lipídeos, fibra, cinza e carboidrato) das folhas de *P. aculeata*.
- Identificar os pigmentos presente nas folhas de *P. aculeata* como clorofila *a*, feofitina *a* e carotenoides.
- Investigar a atividade antioxidante e compostos fenólicos de *P. aculeata* em diferentes faixas espectrais de LEDs.

4. METODOLOGIA

4.1. Material vegetal e condições de crescimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano (Instituto Federal Goiano), Campus Rio Verde - GO, Brasil. Para a produção das mudas de *P. aculeata* foi utilizada a propagação vegetativa. As mudas foram transferidas para a casa de vegetação sob estruturas metálicas (1,10 × 0,90 × 0,60 m - comprimento, largura e altura, respectivamente) com tubos LED de 20W (Tubos série Lanoa, China) de diferentes faixas espectrais: vermelho monocromático (600–700 nm), azul monocromático (400–490 nm), branco (400–700 nm) e vermelho azulado (1: 1).

A densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (PPFD) de $50 \pm 5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ foi usada com um fotoperíodo de 16 h, vazão de $500 \pm 50 \mu\text{mol mol}^{-1}$ de CO₂, temperatura de $24 \pm 3^\circ\text{C}$ e $60 \pm 5\%$ de umidade relativa. A qualidade espectral foi determinada usando um espectro radiômetro USB 2000 (Ocean. Optics, Dunedin, FL, EUA). A intensidade da luz foi ajustada por meio de um sensor PAR (QSO-S; Decagon Devices, Pullman, WA, EUA). As mudas foram irrigadas diariamente com 300 mL de água. As estruturas de

LEDs contendo as mudas foram lacradas com um tecido preto para evitar a interferência da luz externa. Para avaliação as folhas foram coletadas na fase de colheita com 60 dias após o plantio.

4.2. Coleta e higienização

As folhas coletadas foram higienizadas com uma solução de hipoclorito de sódio, contendo na primeira lavagem 10 L de água para 20 ml de solução, para a segunda etapa foi utilizado 10 L de água e 2 ml de solução, após a sanitização as folhas foram secas e armazenadas em sacos de polietileno e condicionadas sob refrigeração até o momento das análises.

4.3. Características Biométricas

Para as características biométricas foram avaliados o número de folhas, área foliar (cm^2) e massa seca de folha (g). As medidas de comprimento foram obtidas com paquímetro. A área foliar foi obtida a partir da integração das imagens pelo software ImageJ® (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA).

4.4. Secagem das plantas

Para a obtenção da amostra seca, as folhas de *P. aculeata* higienizadas, foram congeladas em ultra freezer (-80°C). Para a liofilização foi utilizado equipamento Liofilizador (Liotop, L101) por um período de 96 h, acoplado a bomba de vácuo Liotop® a -46°C até pressão final de 35 μmHg . Os produtos secos foram triturados em moinho com peneira de 30 Mesh, embalados em sacos de polietileno (3 sacos de 200 g para cada tratamento) e refrigerados (-10°C) até a realização das análises.

4.5. Caracterização física das folhas de *P. aculeata*

4.5.1. Rendimento em amostra seca

O rendimento calculado utilizando a massa úmida (antes da liofilização) e seca (após a liofilização) e foi expresso em porcentagem (g/100 g) considerando a massa da *P. aculeata in natura* e da farinha seca obtida.

4.5.2. Determinação de pH

O potencial hidrogeniônico dos preparados de folhas de ora-pro-nóbis foi determinado por medida direta de pH, utilizando um potenciômetro calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (AOAC, 2007). Para a análise pesou-se 10 g das folhas de ora-pro-nóbis trituradas em água, as quais foram diluídas em 100 mL de água destilada, com posterior agitação por 15 minutos a 25 °C. Após repouso de, aproximadamente, 10 minutos, para decantação, foi realizada a leitura de pH no sobrenadante.

4.5.3. Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis dos preparados de folhas de ora-pro-nóbis foram determinados por meio do índice de refração, utilizando refratômetro ATAGO™ PR-101α (Fisher Scientific, Hampton, EUA) e expressos em °Brix de acordo com as instruções do fabricante e conforme metodologia descrita pela AOAC (2007).

4.5.4. Acidez titulável

Para a determinação da acidez titulável dos preparados de folhas de ora-pro-nóbis trituradas em água, foi pesado 10 g do produto em erlenmeyer de 125 ml. Posteriormente, foi adicionado ao erlenmeyer 100 ml de água destilada, sendo a mistura homogeneizada. A determinação da acidez titulável foi realizada empregando-se volumetria potenciométrica, utilizando solução padrão de hidróxido de sódio 0,1 mol/L até que o valor de pH da mistura alcançasse 8,2 - 8,4, sendo interrompida a titulação (AOAC, 2007). Os resultados foram expressos em % de acidez total titulável (g/100 ml de produto).

4.5.5. Atividade de Água

A atividade de água foi realizada através do equipamento LabTouch Novasina (Novasina, Model LabTouch, Switzerland), conforme manual do equipamento, na temperatura de 25 °C, modo FAST.

4.5.6. Parâmetros de cor

Os parâmetros de cor foram avaliados utilizando espectrofotômetro Colorflex EZ (Hunterlab, Virginia, EUA) com o sistema *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIElab). O equipamento foi calibrado para incluir reflectância, ângulo de observação de 10° e iluminante D65. A saturação e o ângulo de matiz foram determinados diretamente

no equipamento, croma (C^*), luminosidade (L^*) e o ângulo de matiz (h^*) foram calculados com base nos parâmetros a^* e b^* .

4.5.7. Caracterização térmica

As características térmicas das farinhas foram determinadas por calorímetro diferencial de varredura – DSC (modelo DSC-60). A análise de DSC foi realizada com taxa de aquecimento de $10^\circ\text{C}/\text{min}$, na faixa de temperatura de 25 a 300°C e vazão atmosférica de nitrogênio de 50 ml/min.

4.6. Caracterização química

A composição proximal de *P. aculeata* foi determinada de acordo com os métodos descritos pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC). Teor de umidade (método 925.09), proteínas (método 954.01), lipídeos (método 920.39) e fibra alimentar (enzimático-gravimétrico método, 962.09) (AOAC, 2007) foram determinados. Os carboidratos foram calculados por diferença e os valores calóricos obtidos utilizando os fatores de conversão de Atwater.

Foi avaliado o conteúdo mineral pelas metodologias a seguir: nitrogênio (N), pelo método de Nessler colorimétrico na presença de solução alcalina de tetraiodomercurato (II) de potássio (K); e fósforo (P), por colorimetria, por fotometria de chama; cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn), por espectrofotometria de absorção atômica; o enxofre (S), por turbidimetria com cloreto de bário; o cloro (Cl), por titulometria com nitrato de prata (AgNO_3) e o boro (B) pelo método da Azometina-H espectrofotometria (JEONG et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013).

4.7. Concentração total de clorofila e feofitina

A concentração total de clorofila foi determinada pelo método da Cetesb (1978), onde realizou-se uma extração de 1g amostra (farinha de *P. aculeata*) macerada com 5 ml de acetona 90%, filtrado e o volume foi ajustado para 100 ml. A leitura do extrato foi realizada em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 645 e 663 nm e a clorofila total calculada utilizando a Equação 1. Onde A_{645} é a absorbância medida a 645 nm e A_{663} é a absorbância medida a 663 nm. A correção para feofitina foi realizada acidificando-se a solução contida nas cubetas após a 1ª leitura (645 e 663nm), pela adição de 100 μL de ácido clorídrico 0,1 M. Decorridos 90 segundos as densidades ópticas foram

determinadas em 750 e 665 nm (665 nm - pico máximo de absorção da feofitina a);

$$\text{Clorofila total} = (\mu\text{g / mL}) 20,2 \times (A_{645}) - 8,02 \times (A_{663}) \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{Feofitina} = (\mu\text{g / mL}) 20,2 \times (A_{750}) - 8,02 \times (A_{665}) \quad \text{Equação 2}$$

4.8. Determinação dos carotenoides totais

O teor de carotenoides totais foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Rufino et al. (2006). Para o extrato foi pesado 1 g de amostra em um béquer de 100 ml, adicionado 40 ml de metanol 50%, homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos. O conteúdo do béquer foi centrifugado a 15.000 rpm durante 15 minutos, transferiu-se o sobrenadante para um balão volumétrico de 100 ml. A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 40 ml de acetona 70%, homogeneizar e deixar em repouso por 60 minutos. Centrifugar novamente durante 15 minutos, transferir o sobrenadante para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e completar o volume para 100 ml com água destilada. O extrato foi preparado com 0,4 ml de extrato de *P. aculeata*, adicionado 5 ml da solução sistema (β -caroteno/ ácido linoleico), foi utilizado como controle 0,4 ml de extrato com 200 mg/L de controle Trolox com 5 ml de β -caroteno/ácido linoleico homogeneizado em tubos de ensaio em agitador e mantido em banho maria a 40°C. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 470 nm.

4.9. Preparo do extrato para atividade antioxidante

O extrato bruto foi obtido conforme descrito por Rufino et al. (2010), em que se consiste utilizar 1 g de amostra em um béquer de 100 ml, acrescentar 40 ml de metanol 50%, homogeneizar e deixar em descanso por 1 hora à temperatura ambiente em seguida a mistura foi centrifugada a 15.000 rpm por 15 minutos e o sobrenadante transferido para um balão volumétrico de 100 ml. A partir do resíduo da primeira extração, 40 ml de acetona 70% foram adicionados e homogeneizado por mais 1 hora em temperatura ambiente que posteriormente foi centrifugada 15.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi transferido para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e o volume foi completado para 100 ml com água destilada.

4.10. Compostos fenólicos

O procedimento para determinação de fenólicos totais foi realizado como descrito em Moraes et al. (2008) com algumas modificações, no qual, em tubo de ensaio foi adicionada uma alíquota de 0,5 ml de solução do extrato bruto previamente preparado na concentração de 1.000 µg/ml para o extrato em água e 500 µg/ml para os extratos de etanol 70%, 2,5 ml de solução aquosa do reagente de Folin-Ciocalteu 10% (v/v) e 2 ml de uma solução aquosa de carbonato de sódio 7,5% (m/v). A mistura foi mantida por 5 min a 50 °C e em seguida a absorbância foi medida à 760 nm. O mesmo procedimento foi realizado utilizando-se 0,5 ml de metanol para obtenção do branco. A concentração de fenólicos totais foi expresso como mg equivalente de ácido gálico (EAG) por ml de extrato.

4.11. Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante dos extratos foi medida utilizando três métodos sendo os métodos DPPH e ABTS de captura de radical livre e FRAP que é a medida do poder antioxidante redutor do íon férrico.

O método DPPH (2,2 difenil-1- picrilhidrazil) foi conduzido conforme descrito em Rufino et al (2007). O grau de descoloração do radical DPPH, foi obtido utilizando a mistura de uma alíquota de 0,1 ml do extrato (item 3.9) que foi transferido para tubos de ensaio com 3,9 ml do radical DPPH e homogeneizados em agitador de tubos. A leitura foi realizada em ambiente escuro em espectrofotômetro a 517 nm. A capacidade de sequestrar o radical 2,2 - azino - bis- (3- etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico (ABTS) foi determinada segundo o método descrito por Rufino et al. (2007). Em ambiente escuro, homogeneizou-se uma alíquota de 30 µL do extrato (item 3.9) para tubos de ensaio com 3,0 ml do radical ABTS, que foi deixada em repouso por 6 minutos e então realizada a leitura em espectrofotômetro a 734 nm.

Na determinação do poder antioxidante redutor do íon férrico (FRAP) foi empregada metodologia como descrita por Rufino (2007) com adaptação. O reagente de FRAP foi preparado com a mistura de 55 ml de solução de tampão acetato (300 mM, pH 3,6), 5,5 ml da solução TPTZ (10 mM TPTZ em 40 mM HCl) e 5,5 ml de FeCl₃ (20 mM) em solução aquosa. Uma alíquota de 0,9 ml do extrato (item 3.9) com uma diluição de 1:100 foi adicionado a 2,7 ml do reagente FRAP e incubada a 37 °C em banho-maria por 30 minutos. A absorbância foi medida a 595 nm.

4.12. Teor de ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico (vitamina C), foi realizado de acordo com a metodologia nº 43.065, da AOAC, (2002) e modificado por Oliveira; Godoy e Prado (2010). Foi pesado 5 g de amostra e adicionado 50 g de ácido oxálico 2% e então homogeneizou-se. Desse extrato, foi pesado 20 g e completou-se o volume com solução de ácido oxálico 2% até atingir o volume de 50 ml e filtrou-se em papel filtro. Após, foi realizada uma titulação com uma alíquota de 10 ml com solução de 2,6 diclorofenolindol (DCFI) 0,01%. A Equação 3 expressa a quantidade ácido ascórbico, onde "C" é a quantidade de ácido ascórbico (mg) presente em 100 g de amostra, "p" é o volume (ml) gasto de solução padrão, cuja concentração é "c" (mg/100g) na padronização do DCFI. "V" é o volume (ml) de extrato de amostra utilizado durante a titulação e "m" é a quantidade de amostra utilizada na extração.

$$C = \frac{(p \cdot c \cdot 50)}{(V \cdot m) \cdot 100} \quad \text{Equação 3}$$

4.13. Análises estatísticas

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Através do programa R, os dados foram submetidos a análises de variância, desvio padrão e as médias obtidas a partir das amostras de diferentes tratamentos comparadas pelo teste de Tukey em nível 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Características biométricas das folhas de *P. aculeata*

A área foliar é um dos parâmetros que permite estimar o crescimento vegetal. A produção de área foliar é essencial para a captação de energia luminosa e produção da matéria orgânica, por isso está relacionada ao crescimento e desenvolvimento das plantas (TANKO e HASSAN, 2016). A Tabela 3 apresenta as principais características biométricas das folhas de *P. aculeata*. As principais características biométricas, como massa, comprimento, largura e espessura apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 – Características biométricas das folhas de *P. aculeata* cultivada sob diferentes espectros de qualidades de luz

Tratamento	Massa (g)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Área foliar (cm ²)
FCV	1,37 ± 0,39 ^c	95,66 ± 12,78 ^c	37,13 ± 14,78 ^d	0,31 ± 0,14 ^c	2648,97±0,12 ^c
DCV	1,70 ± 0,50 ^a	99,28 ± 10,42 ^b	38,12 ± 1,05 ^d	0,39 ± 0,04 ^b	2822,52±0,1 ^c
Vermelho	1,72 ± 0,32 ^a	105,46 ± 10,22 ^a	50,39 ± 12,38 ^a	0,34 ± 0,12 ^c	3963,28±0,23 ^a
Azul	1,21 ± 0,19 ^c	105,41 ± 6,61 ^a	41,66 ± 3,82 ^c	0,37 ± 0,11 ^b	3275,09±0,1 ^b
Branco	1,53 ± 0,32 ^b	99,34 ± 8,40 ^b	47,84 ± 10,39 ^b	0,50 ± 0,12 ^a	3544,36±0,2 ^a
Verm/azul	1,51 ± 0,30 ^b	107,39 ± 8,65 ^a	42,11 ± 4,13 ^c	0,36 ± 0,07 ^b	3372,65±0,1 ^b

FCV: Fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação; Vermelho: espectros de luz vermelho (600–700 nm). Azul: espectros de luz azul (400–490 nm); Branco: espectros de luz branca (400–700); Verm/azul: espectros de luzes vermelho e azul (1:1). Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa entre os tratamentos, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

A avaliação da área foliar favorece a compreensão do aproveitamento luminoso pelas folhas, que está associada a capacidade de interceptar a radiação emitida incidente, quanto maior for o valor, sugere-se que há produção e distribuição de foto assimiladores favorecendo o desenvolvimento das plantas (SPANN E HEEREMA, 2010).

Em relação ao comprimento os tratamentos que apresentaram maiores valores foram as luzes vermelhas (105,46 mm), azul (105,41 mm) e vermelha/azul (107,39 mm). A largura foi maior na luz vermelha (50,39 mm), seguido da luz branca (47,84 mm), com diferença significativa entre elas. A maior espessura foi verificada no tratamento com a luz branca (0,50 mm) e valores intermediários para DCV (0,39 mm), azul (0,37 mm) e vermelha/azul (0,36 mm), sem diferença significativa entre elas.

O tratamento com luz vermelha apresenta o maior valor de área foliar (3963,28 cm²) seguindo do tratamento com luz branca (3544,36 cm²), valores próximos a área foliar do *Eucalyptus* ssp. variando de 3956,88 cm² a 4736,36 (CANTINHO et al., 2104). Logo, observa-se que de uma forma geral, a luz vermelha promoveu maiores valores das características biométricas, com exceção da espessura da folha.

Plantas cultivadas sob luzes de LED azul e vermelha apresentam maior taxa de fotossíntese por apresentarem maior produção de pigmentos fotossintetizantes, como clorofilas e carotenoides (PAIXÃO et al., 2014; GUIMARÃES, 2017) e este aumento contribui para o maior desenvolvimento foliar. Neste estudo, as plantas de *P. aculeata* tratadas com luz vermelha apresentaram melhores características biométricas das folhas em comparação a luz azul. No trabalho de Jesus et al. (2020), as plantas que receberam a

luz no vermelho distante apresentaram melhor crescimento do que as plantas que receberam luz com outros comprimentos de onda.

O tratamento fora da casa de vegetação (FCV) promoveu menor desenvolvimento foliar e isso pode ter acontecido pela razão de que 50% da radiação que atinge a superfície terrestre é Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR), as condições físicas da estrutura da casa de vegetação comprometem parte da fotossíntese e dessa forma uma estratégia das plantas é aumentar a área foliar para compensar a queda da fotossíntese (MARQUES, 2019). E a luz natural consegue promover um equilíbrio entre as luzes, radiação solar e fotoperíodo (comprimento do dia), que atuam diretamente na fotossíntese e no crescimento das plantas (NUNES et al., 2013; TAIZ E ZEIGER, 2013). Ao contrário das luzes de LED que tem capacidade de controlar a radiação, e produzir elevados níveis de iluminação por horas com baixo calor radiante o que pode beneficiar as estruturas das folhas (MARQUES, 2019; GUIMARÃES, 2017).

5.2. Caracterização física das folhas de *P. aculeata*

5.2.1. Rendimento das folhas de *P. aculeata* após a liofilização

Uma das limitações do consumo *in natura* de vegetais se deve a susceptibilidade à degradação em função do alto conteúdo de água em sua composição. Neste caso, as farinhas são alternativas interessantes para utilização em diversos produtos alimentícios (COLUSSI et al., 2020).

Os tratamentos apresentados na Figura 3, FCV, vermelho, azul e branco apresentaram maiores percentuais de rendimento da farinha de *P. aculeata*, com valores próximos a 50%, enquanto os valores intermediários foram para o vermelho/azul (19,43%) e menor valor para DCV (15,96%) (Figura 3). Para o tratamento DCV, os menores valores do rendimento podem estar relacionados com a redução da luminosidade. A incidência de radiação solar pode variar em torno de 5 a 35% de acordo com o material adotado no telhado e a angulação do sol, podendo influenciar na luminosidade dentro da casa de vegetação (PURQUEIRO E TIVELLI, 2006), reduzindo a fotossíntese e o desenvolvimento da planta. Segundo Rodrigues (2018), a deficiência de luz nas plantas, frequentemente, é o fator mais limitante para a obtenção de altos rendimentos, embora o excesso pode, também, ser prejudicial, ou perante o uso da má qualidade de luz e a salinização da luz no cultivo e a disponibilidade de água.

Para o tratamento vermelho/azul foi observado plantas com caules mais longos com uma quantidade de folhas menor e mais espaçadas, que justifica a quantidade de matéria seca obtida (LUCAS et al., 2001).

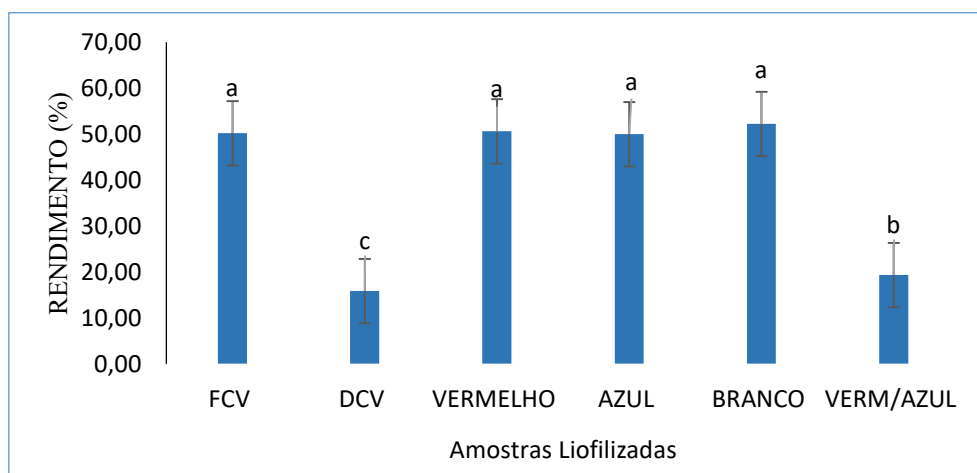


Figura 3 – Percentual de rendimento de folhas de *P. aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz submetidas ao processo de liofilização. Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa entre os tratamentos, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

5.2.2. Caracterização físico-química das folhas de *P. aculeata*

A Tabela 4 apresenta valores para os sólidos solúveis totais (°Brix), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total e atividade de água, realizados a partir da farinha das folhas de *P. aculeata*.

Os tratamentos apresentaram valores para acidez titulável superiores aos resultados presentes na literatura para farinha de folhas de *P. aculeata* que foram valores entre 0,26 e 0,9%, para os valores de sólidos solúveis apresentaram valores na literatura de 0,6 a 0,7 (ml/g) e pH de 4,95 a 5,09 (TRENNEPHOL, 2016; LEBENS et al., 2019). Para o extrato aquoso possuindo baixo caráter ácido para todos os tratamentos analisados, sendo assim aumento da acidez livre em função da luminosidade e da temperatura pode ser explicado pela ocorrência de hidrólise de triacilgliceróis e oxidação (GONÇALVES et al., 2022).

A água nos alimentos está presente de forma livre, adsorvida ou ligada (DE ALMEIDA ANDREZIN et al., 2022). A atividade de água é a medida que permite avaliar a água disponível para reações seja química ou enzimática, quantidade elevada de água sugere um ambiente propício para o desenvolvimento de microrganismos, valores de 0 a 0,2 indicam que a água está ligada com algum composto presente na amostra e valores

entre 0,7 e 1,0 indica água livre, ou seja sugestivo a proliferação de microrganismos (GARCIA E PENNA, 2010; MOTA et al., 2021).

Tabela 4 – Sólidos solúveis totais, acidez titulável total, potencial hidrogeniônico (pH) e atividade de água de folhas de *Pereskia aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz

	Sólidos solúveis (°brix)	pH	Acidez titulável (%)	Atividade de Água (AA)
FCV	0,77 ± 0,25 ^b	4,96 ± 0,01 ^b	2,10 ± 0,10 ^a	0,56 ± 0,002 ^b
DCV	0,65 ± 0,05 ^b	4,95 ± 0,02 ^b	1,98 ± 0,07 ^b	0,49 ± 0,008 ^c
Vermelho	0,60 ± 0,00 ^c	5,03 ± 0,02 ^a	1,80 ± 0,10 ^c	0,66 ± 0,001 ^a
Azul	0,60 ± 0,17 ^c	5,03 ± 0,04 ^a	1,80 ± 0,10 ^c	0,58 ± 0,002 ^b
Branco	0,70 ± 0,00 ^b	4,97 ± 0,03 ^b	1,27 ± 0,06 ^d	0,62 ± 0,001 ^a
Vermelho/azul	0,87 ± 0,15 ^a	5,09 ± 0,01 ^a	2,23 ± 0,06 ^a	0,59 ± 0,02 ^b

FCV: fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação. VERMELHO: luz vermelha. AZUL: luz azul. BRANCO: luz branca. VERM/AZUL: luzes vermelhas e azuis. Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

Valores de média maiores para sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável foram encontrados para o tratamento com luz de LED vermelho/azul, assim como os valores de pH também foram maiores para os tratamentos azul e vermelho.

A Tabela 4 apresenta os valores atividade de água superiores ao encontrado na literatura para farinha de folhas de *P. aculeata*, valores referentes a folha sem tratamento de luz, não foi encontrado na literatura a avaliação para atividade de água em plantas com tratamento de luz e Silva (2019) apresenta o valor de 0,5g de água/100 g de sólido de atividade de água para farinha do broto alfafe que se aproximou dos tratamentos vermelho/azul (0,596g/100g), FCV (0,56 g/100g) e azul (0,586 g/100g). Os demais tratamentos apresentaram valores menores que 0,7 indicando baixa atividade de água o que pode estar relacionado com a maior área foliar e possivelmente maior índice de matéria seca, estudo realizado por Queiroz (2020), apresentou o valor de 0,4 (aw) para farinha de *P. aculeata*, uma vez que a quantidade de água facilita a proliferação de microrganismos (GARCIA E PENNA, 2010; PIRES; SANTOS E SILVA, 2019; MOTA et al., 2021).

5.2.3. Cor

A cor de uma folha depende de vários fatores, como fonte de luz, tamanho da amostra, textura e cor do ambiente (OROZCO et al., 2022). Sendo um fenômeno subjetivo, a sensação de cor também depende do observador. A Tabela 5 apresenta valores para os parâmetros de cor para as folhas de *P. aculeata* submetida a diferentes tratamentos.

Tabela 5 – Parâmetros de cor (L^* - luminosidade, a^* e b^* - tonalidade, C - saturação e o h - ângulo da matriz) de folhas de *Pereskia aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz

	FCV	DCV	VERMELHO	AZUL	BRANCO	VERM/AZUL
L^*	42,46 ± 3,14 ^a	36,54 ± 2,25 ^b	40,02 ± 3,15 ^a	36,99 ± 2,66 ^b	39,98 ± 3,00 ^b	34,46±3,76 ^c
a^*	-12,79 ± 1,39 ^a	-12,08 ± 1,52 ^a	-11,62 ± 1,56 ^b	-10,50 ± 1,82 ^c	-10,91 ± 3,67 ^c	-7,86±5,07 ^d
b^*	23,79 ± 3,76 ^a	18,99 ± 3,29 ^d	22,59 ± 4,76 ^b	19,24 ± 3,22 ^c	22,88 ± 3,42 ^b	18,15±5,20 ^d
C	27,08 ± 4,04 ^a	22,60 ± 3,58 ^c	25,52 ± 4,20 ^b	22,14 ± 3,19 ^b	26,20 ± 4,02 ^b	18,15±5,20 ^d
h	113,03± 2,22 ^c	166,94±1,64 ^a	112,66 ± 4,62 ^d	113,31±3,45 ^c	113,28 ± 2,28 ^c	115,62±5,0 ^b

FCV: fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação. VERMELHO: luz vermelha. AZUL: luz azul. BRANCO: luz branca. VERM/AZUL: luzes vermelhas e azuis. Médias seguidas por letras distintas indicam diferença estatística entre os tratamentos, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 5, o ângulo da matriz h possui significância em relação aos demais tratamentos, os parâmetros C , b^* e L^* apresentam diferença significativa entre as médias. Os parâmetros a^* e b^* indicam a cromaticidade de um material, valores de a^* positivos indicam coloração vermelha, enquanto os valores negativos estão relacionados a cor verde. Já o parâmetro b^* negativo caracteriza uma amostra amarelada, e seu valor positivo está relacionado a cor azul. A cor da *P. aculeata* é verde como indicado na Tabela 5 valores a^* negativo devido à presença de pigmentos como a clorofila a e b .

A Tabela 5 mostra valores para o parâmetro b^* tendendo a cor amarela, que é o indicativo de outros pigmentos como carotenoides, os quais são essenciais para a fotossíntese e a fotoproteção (SUN et al., 2022), além de ser um precursor para a biossíntese de fitohormônios ácido abscísico e estrigolactonas, podendo atuar como sinalizador em respostas ambientais e regulador de crescimento da planta.

As características biométricas visuais de folhas de *P. aculeata* foram alteradas de acordo com as diferentes fontes de iluminação (Figura 4). Nessa figura, pode-se perceber a diminuição da intensidade da cor verde com a aplicação das luzes.

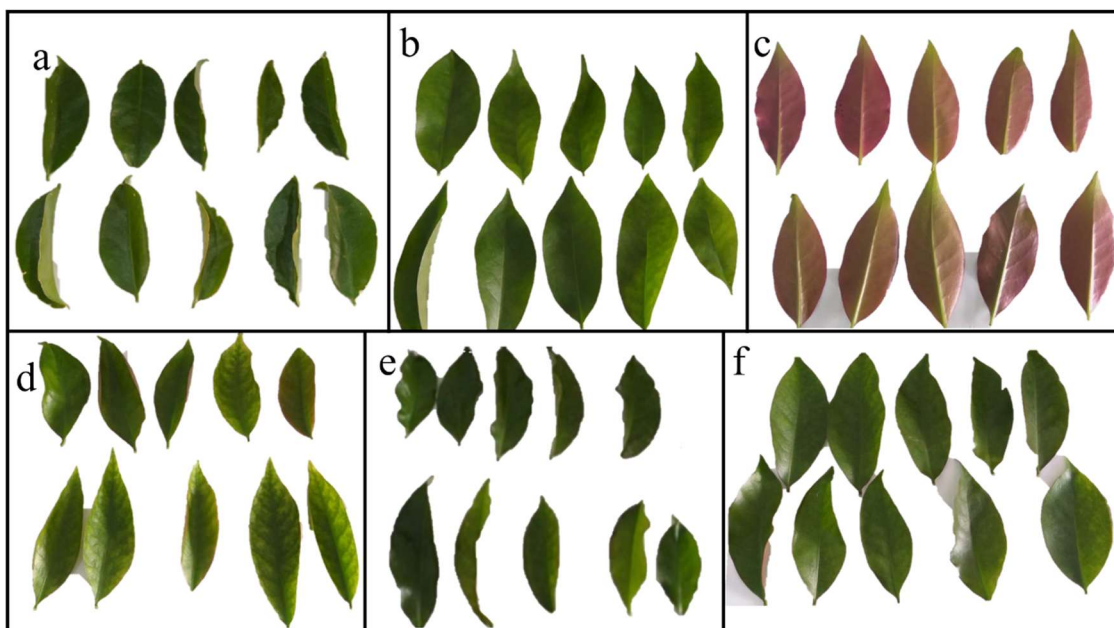


Figura 4 – Características biométricas visuais de folhas de *P. aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz. a) Fora da casa de vegetação (FCV); b) Dentro da casa de vegetação (DCV); c) Luz vermelha; d) Luz azul; e) Luz branca; f) Luz vermelha e azul.

O tratamento FCV resultou nas margens folhas enrugadas (Figura 4a), o tratamento DCV deixou as folhas com maior área foliar (Figura 4b), o tratamento com a luz de LED vermelha resultou em folhas avermelhadas que pode ser indício de presença de betalaína (Figura 4c). São pigmentos vacuolares solúveis em água seus cromóforos se dividem em duas classes que absorvem faixas de radiação diferentes 540 nm vermelho e roxo e 460 e 480 amarelo-alaranjado e estão presente nas plantas da ordem *Caryophyllales* (MOTTA et al., 2021), a luz de LED azul resultou nas folhas amareladas (Figura 4d), o tratamento com a luz de LED branca deixou as margens das folhas enrugadas (Figura 4e), e por fim o combinado das luzes de LED vermelha e azul, cujo parâmetros L^* mede a luminosidade foram os menores índices de a^* e b^* escala que mede o verde e amarelo inferior aos demais tratamentos o que deixaram as folhas de *P. aculeata* amareladas (Figura 4f).

As plantas têm maior sensibilidade em algumas faixas de comprimento de onda de luz. Neste estudo, as plantas que receberam apenas luz azul apresentaram menores índices de L^* em relação à luz de LED vermelho e assim como as respostas obtidas no tratamento FCV para a^* , b^* e C^* em resposta esse parâmetro as folhas ficaram levemente amarelada no tratamento com luz de LED azul, sendo um indicativo de luteína e

zeaxantina são carotenoides, pigmentos amarelos com função antioxidante de filtro de luz azul (RAMOS,2020).

O tratamento com luz de LED vermelha promoveu aumento de pigmentação vermelha roseada nas folhas devido ao acúmulo de antocianinas. As antocianinas conseguem absorver nos comprimentos de onda em uma faixa mais ampla do UV-B ao vermelho (GOULD et al., 2018). Além disso, a concentração deste pigmento na folhagem é muito influenciada pela intensidade luminosa e temperatura (OWEN e LOPEZ, 2015) e para a espécie *P. aculeata* o índice de antocianina é de 0,07 mg/100 g podendo ser superior em folhas *in natura* (GUIMARÃES, 2018; JARDIM et al., 2021).

5.3. Caracterização térmica das folhas de *P. aculeata*

Os resultados obtidos (Figura 5) através de curvas de DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) apresenta perfil exotérmico com variações de temperatura de 90°C a 120°C no perfil da curva. Caracterizando a degradação das amostras, a curva dos tratamentos vermelho/azul e DCV apresentam menor variação de massa apresentando maior estabilidade térmica. Quanto menor a massa da amostra, menor a temperatura em que a transição referente à degradação ocorre, o que resulta da maior facilidade da homogeneização de temperatura no material. O segundo evento é afetado com o aumento da razão de aquecimento, quanto maior a razão de aquecimento utilizada, maior a temperatura em que aparece a transição. Isso é observado para o processo exotérmico referente à queima do resíduo (HEIDEMANN,2015).

Biopolímeros de goma de *P. aculeata* apresentou picos de transição vítrea dos filmes em 0°C além de picos que indicaram desidratação do material a uma temperatura de 60°C e observou estabilidade a partir de 100°C demonstrando menor variação de massa e maior estabilidade térmica proporcionando resistência aos biofilmes (OLIVEIRA, 2018).

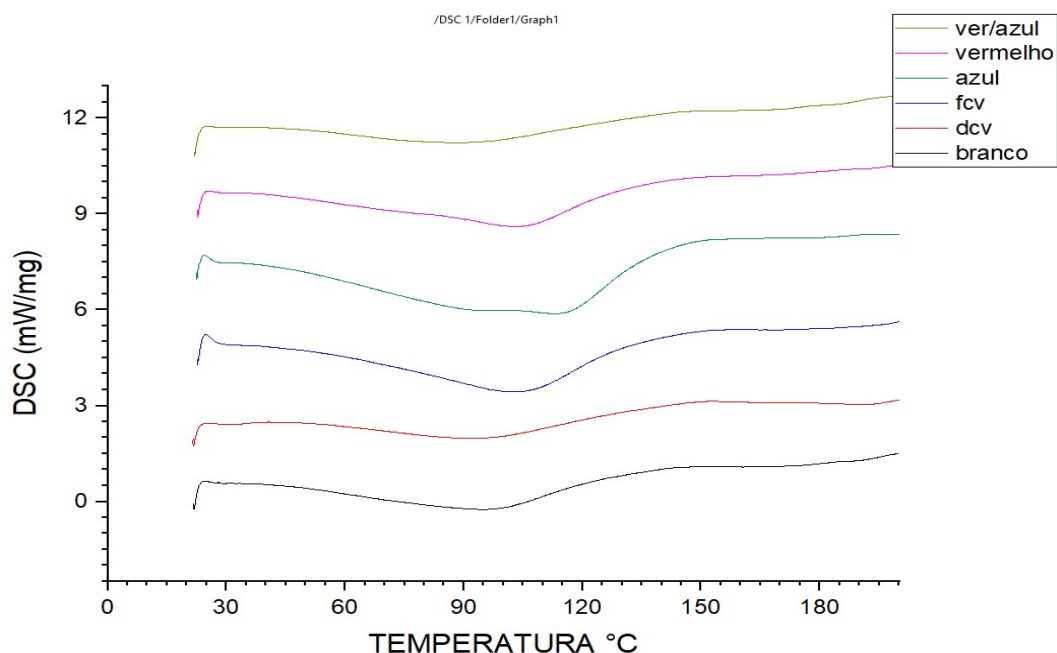


Figura 5. Differential Scanning Calorimetry- DSC das folhas de *Pereskia aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz. Fora da casa de vegetação (FCV); Dentro da casa de vegetação (DCV); Luz vermelha; dentro da casa de vegetação (DCV); Luz azul; Luz branca; Luz vermelha e azul.

A curva do tratamento branco apresenta perfil endotérmico, sendo observada temperatura 90°C a 110°C indicando degradação da farinha. Segundo Conceição (2014) amostra de goma *P. aculeata* mostra pico endotérmicos únicos que podem ser atribuídos a sistemas de organização. Duas endotérmicas de fusão foram observadas a 0,1°C e 102,5°C, que refletem as transições de fase do gel induzidas por água e calor.

5.4. Caracterização química das folhas de *P. aculeata*

5.4.1. Composição proximal

A Tabela 6 apresenta a composição proximal quanto ao teor de umidade, cinzas, lipídeos, fibra bruta, carboidratos e valor nutricional, que indicam a qualidade nutricional das folhas de *P. aculeata* com diferentes tratamentos de luz.

Tabela 6 – Composição proximal (g/100g) das folhas de *Pereskia aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz e o valor calórico (kcal/100g)

	FCV	DCV	Vermelho	Azul	Branco	Verm/azul
Umidade	4,20±0,003 ^b	3,77±0,001 ^c	4,49±0,002 ^b	5,00±0,001 ^a	4,51±0,001 ^b	4,48±0,001 ^b

Cinzas	18,69±0,03 ^b	17,98±0,05 ^c	19,37±0,03 ^a	18,45±0,01 ^b	18,45±0,01 ^b	19,15±0,1 ^a
Lipídeos	2,73±0,02 ^c	3,08±0,1 ^b	3,29±0,1 ^a	3,16±0,01 ^a	3,16±0,01 ^a	2,86±0,08 ^c
Proteína	22,19±0,02 ^b	25,94±0,1 ^a	28,35±0,03 ^a	22,97±0,01 ^b	22,97±0,01 ^b	21,52±0,05 ^c
Fibra bruta	30,56±0,06 ^b	28,96±0,1 ^c	32,89±0,1 ^a	29,69±0,05 ^c	29,69±0,05 ^c	28,77±0,04 ^c
Carboidratos	21,61 ^b	20,25 ^b	11,07 ^d	21,19 ^b	21,19 ^b	23,00 ^a
Valor calórico	199,82 ^c	212,56 ^a	187,36 ^d	205,45 ^b	205,45 ^b	203,93 ^b

FCV: fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação. VERMELHO: luz vermelha. AZUL: luz azul. BRANCO: luz branca. VERM/AZUL: luzes vermelhas e azuis. Médias seguida por letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

O valor de umidade define o teor de água presente no produto, com intuito de medir a quantidade de água contida em um alimento. A umidade é utilizada como parâmetro para medir a qualidade, estabilidade e uniformidade de alimentos, como a farinha (DUARTE et al., 2020). As folhas de *P. aculeata* apresentaram baixo valor de umidade nas amostras liofilizadas. O conteúdo de umidade obtido garante um armazenamento estável a temperatura ambiente as folhas apresentam teor de umidade dentro da faixa permitida pela legislação brasileira, que estabeleceu umidade máxima 15,0 % para o valor de farinhas, amido de cereais e farelos, segundo a Resolução-RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005).

Santana (2018), analisando um estudo quantitativo referente a umidade da farinha de *P. aculeata* encontrou resultados de 4,14 g/100 g, valor aproximado aos encontrados nos tratamentos da Tabela 6, com exceção do tratamento DCV e o azul. Na literatura não foram encontrados resultados para tratamento de luz.

O conteúdo de cinzas foi maior nos tratamentos com luzes de LED vermelho (19,37 g/100 g) e vermelho/azul (19,15 g/100 g), sem diferença estatística entre elas. O teor de cinzas está diretamente relacionado a quantidade de minerais presentes no produto (COLUSSI et al., 2020). O teor de lipídeos variou 3,29 g/100 g para o tratamento com luz vermelha e 3,16 g/100 g para os tratamentos branco e azul, sem diferenças estatísticas entre esses dois tratamentos (Tabela 6). Ao caracterizar as folhas de ora-pro-nóbis desidratada, Santos (2022) demonstraram valores de 4,01 g/100 g enquanto Santana et al. (2018) encontraram valores de 10,23 g/100 g de lipídeos que foram superiores ao encontrado no presente estudo.

O maior teor proteico encontrado foi de 28,35 g/100 g para o tratamento vermelho, sendo este resultado próximo ao que havia sido relatado por Almeida et al. (2014), de 28,99 g/100g, em *P. aculeata*. Esta variação pode ser justificada pelas características

fisiológicas da planta e condições de cultivo, no caso desse estudo pela iluminação de LED vermelha. Podemos verificar que o teor proteico da folha de *P. aculeata* pode apresentar valor próximo ou superior ao da carne bovina (16% a 22% de proteína), dependendo do grupo genético, da idade, do sexo e do nível nutricional (LÓPEZ-BOTE, 2017).

O tratamento com luz vermelha (32,89 g/100 g) e FCV (30,56 g/100 g), demonstraram os maiores valores de fibra bruta que foi superior aos valores reportados na literatura. Silva et al. (2006) encontraram o valor médio de 5,58 g/100 g de fibra bruta em matéria seca de ora-pro-nóbis. Rodriguez et al. (2013), determinaram o conteúdo de 31,40 g/100 g de fibras em folhas *P. aculeata* cultivadas em São Paulo, valores encontrados sem adição de luz.

O tratamento vermelho/azul apresentou 23,00 g/100 g de carboidratos (Tabela 6) e o vermelho de 11,07 g/100 g. Almeida et al. (2014) verificaram média de 29,86 g/100 g de carboidratos e Martinevski (2011) de 24,80 g/100 g, valores superiores aos encontrados neste estudo.

O maior valor calórico foi no tratamento DCV (dentro da casa de vegetação) 212,56 kcal/100 g, e menor foi o tratamento com luz vermelha 187,36 kcal/100 g, valores menores aos encontrados na literatura. Rocha et al. (2008) encontrou o valor médio de 269,16 kcal/100 g no ora-pro-nóbis desidratado. Já Barbalho et al. (2016) encontraram o valor médio de 323,63 kcal/100 g na farinha.

5.4.2. Composição Mineral

A Tabela 7 apresenta a composição mineral presente na farinha *P. aculeata*. Os minerais são importantes para a saúde e garantem o equilíbrio metabólico, além de presentes nos organismos são necessários em pequenas quantidades diárias e estes podem ser considerados componentes essenciais.

Tabela 7 – Composição de minerais das folhas de *Pereskia aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz (g/100 g)

Composição mineral											
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
FCV	2,19 ^c	0,32 ^c	5,20 ^c	13,95 ^b	4,12 ^c	0,32 ^c	0,03 ^b	0,01 ^d	0,012 ^c	0,018 ^c	0,015 ^b
DCV	2,01 ^c	0,32 ^c	1,36 ^d	10,25 ^c	4,43 ^c	0,35 ^c	0,04 ^a	0,01 ^d	0,014 ^b	0,025 ^a	0,016 ^b

Vermelho	2,48 ^a	0,42 ^b	7,94 ^b	14,33 ^b	4,67 ^c	0,53 ^a	0,02 ^c	0,06 ^a	0,013 ^c	0,027 ^a	0,012 ^c
Azul	1,15 ^d	0,65 ^a	10,13 ^a	27,25 ^a	9,79 ^a	0,49 ^b	0,04 ^a	0,01 ^d	0,016 ^a	0,022 ^b	0,023 ^a
Branco	2,10 ^c	0,37 ^c	5,88 ^c	14,15 ^b	5,64 ^b	0,31 ^c	0,03 ^b	0,07 ^a	0,012 ^c	0,015 ^c	0,014 ^b
Verm/azul	2,39 ^b	0,41 ^b	5,50 ^c	10,93 ^c	4,21 ^c	0,38 ^b	0,02 ^c	0,05 ^b	0,011 ^d	0,023 ^b	0,010 ^d

FCV: fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação. VERMELHO: luz vermelha. AZUL: luz azul. BRANCO: luz branca. VERM/AZUL: luzes vermelhas e azuis. Parâmetros: N - nitrogênio, P- fósforo, K - potássio, Ca - cálcio, Mg - magnésio, S - enxofre, Fe - ferro, Mn - manganês, Cu - cobre, Zn - zinco, B – boro. Médias seguidas por letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os maiores valores foram encontrados nos tratamentos de luz azul sendo os compostos cálcio, magnésio, potássio, fósforo, manganês, ferro, cobre e boro. Para a luz vermelha e o nitrogênio, enxofre, manganês e zinco, valores encontrados neste trabalho, foram superiores aos relatados por Takeiti et al. (2009) para cálcio (0,034 g), magnésio (0,019 g), potássio (0,016 g), fósforo (0,156 g), manganês (0,464 g), zinco (0,267 g), ferro (0,142 g), boro (0,555 g) e cobre (0,14 g).

Segundo Grant et al. (2001) plantas que apresentam alto teor desses minerais, são de plantas jovens e estão no meio do processo de crescimento rápido e intenso das raízes absorvendo um maior quantitativo de minerais, principalmente fósforo. Os níveis de nitrogênio indicam valor proteico alto para todos os tratamentos, exceto para o azul mesmo com valor de 1,15 g, ainda apresenta valor superior aos apresentados na literatura sem adição de luz. O nitrogênio e enxofre apresentado pode ser proveniente de aminoácidos formando proteínas, quanto nitritos e nitratos absorvidos pela planta em menores quantidades (SOUSA, 2016).

5.5. Caracterização dos pigmentos fotossintéticos nas folhas de *P. aculeata*

Os pigmentos fotossintéticos, como a clorofila a e b e os carotenoides, variam a sua quantidade de acordo com cada espécie, local de produção, incidência solar, disponibilidade hídrica etc. (GIOVANNINI, 2014). Esses pigmentos são responsáveis pela absorção da energia luminosa que posteriormente é transformada em energia química pelo processo de fotossíntese. Os vegetais utilizam deste processo para seu crescimento e desenvolvimento (STREIT et al., 2005). Os resultados da quantificação desses pigmentos estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Concentração total de clorofila, feofitina e carotenoides das folhas de *Pereskia*

aculeata cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz (mg/100g)

	Clorofila <i>a</i>	Feofitina <i>a</i>	Carotenoides
FCV	27,49 ± 0,01 ^b	24,54 ± 0,01 ^c	0,18±0,06 ^c
DCV	28,74 ± 0,06 ^a	27,76 ± 0,03 ^b	3,95±0,04 ^b
Vermelho	28,27 ± 0,05 ^a	26,85 ± 0,02 ^b	5,88±0,02 ^a
Azul	26,96 ± 0,01 ^c	32,81 ± 0,01 ^a	2,05±0,01 ^d
Branco	29,75 ± 0,02 ^a	23,01 ± 0,03 ^c	3,88±0,07 ^b
Verm/azul	27,64 ± 0,03 ^b	17,21 ± 0,03 ^d	3,78±0,05 ^b

FCV: fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação. VERMELHO: luz vermelha. AZUL: luz azul. BRANCO: luz branca. VERM/AZUL: luzes vermelhas e azuis. FCV: fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação. VERMELHO: luz vermelha. AZUL: luz azul. BRANCO: luz branca. VERM/AZUL: luzes vermelhas e azuis. Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa entre os tratamentos, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

A clorofila é o pigmento presente em todas as plantas, sendo responsável por captar a energia luminosa e transformar em energia química através da fotossíntese. É mais abundante nas folhas, e ainda pode ser encontrado em caules jovens e até em frutos em desenvolvimento (LEMOS et al., 2022). Teores de clorofila *a* foram maiores nos tratamentos com a luz branca e vermelha, e DCV, sendo o menor valor para o tratamento com luz azul. O tratamento branco apresenta concentrações de clorofila total de (29,75 mg/100g), o vermelho (28,27 mg/100g) e DCV (28,74 mg/100g).

Os maiores teores de feofitina *a* foi encontrada na luz azul, seguido da luz vermelha e DCV (Tabela 8). Para feofitina *a* o tratamento azul apresentou maior concentração (32,81 mg), aumento da feofitina indica degradação da clorofila, segundo Borramann, (2009) e a rota principal da degradação das clorofilas é por feofitinação direta ou indireta para feofitina, a degradação ocorre por meio da variação de temperatura (STREIT, 2005).

Sabendo que as plantas utilizam comprimentos de onda nas intensidades de vermelho e azul, Pattaro (2019) descreveu o desenvolvimento de folhas de alface nos tratamentos vermelho e azul com valores 27,9 mg/100 g e 26,8 mg/100g de clorofila *a* sendo esses valores próximos aos dados obtidos (Tabela 8). Victório et al. (2007) descreveram valores inferiores ao encontrado no presente trabalho para o teor de clorofila, no entanto estes autores observaram a mesma tendência, os tratamentos que receberam luz azul, vermelha e sem tratamento de luz com sombreamento com valores superiores de clorofila.

O estudo realizado por Rego e Possamai (2016), demonstrou que o jequitibá

apresenta a mesma tendência para plantas sombreadas, elas apresentaram valores superiores aos demais tratamentos para clorofila.

Segundo Agostini-Costa (2014), os teores de α e β -caroteno indicaram que as folhas de *P. aculeata* podem ser uma boa fonte de pró-vitamina A, variando de 0,121 a 0,4108 mg/100 g. Os acessos de *P. aculeata* cultivados à meia-sombra apresentaram os maiores valores variando entre 0,3166 e 0,4108 mg/100 g, valores próximos ao tratamento FCV (fora da casa de vegetação) e demais tratamentos apresentaram valores superiores aos encontrados na literatura.

5.6. Teor de ácido ascórbico

A Figura 6 apresenta a concentração de ácido ascórbico presentes na folha liofilizada de *P. aculeata* tendo o tratamento DCV com maior quantidade de ácido ascórbico com 24,38 mg/100 g valor próximos aos encontrados por Caixeta (2020) encontrou nas folhas de *P. aculeata* (39,65 a 20,54 mg/100g) após armazená-las por 2 dias em embalagens em temperatura ambiente. E os demais tratamentos FCV (12,77 mg/100 g), vermelho (15,77 mg/100 g), azul (15,02 mg/100 g), branco (13,05 mg/100 g) e vermelho/ azul (13,64 mg/100 g). Os teores de ácido ascórbico podem variar de acordo com a idade da planta, condições do solo, cultivo, colheita, armazenamento e transporte.

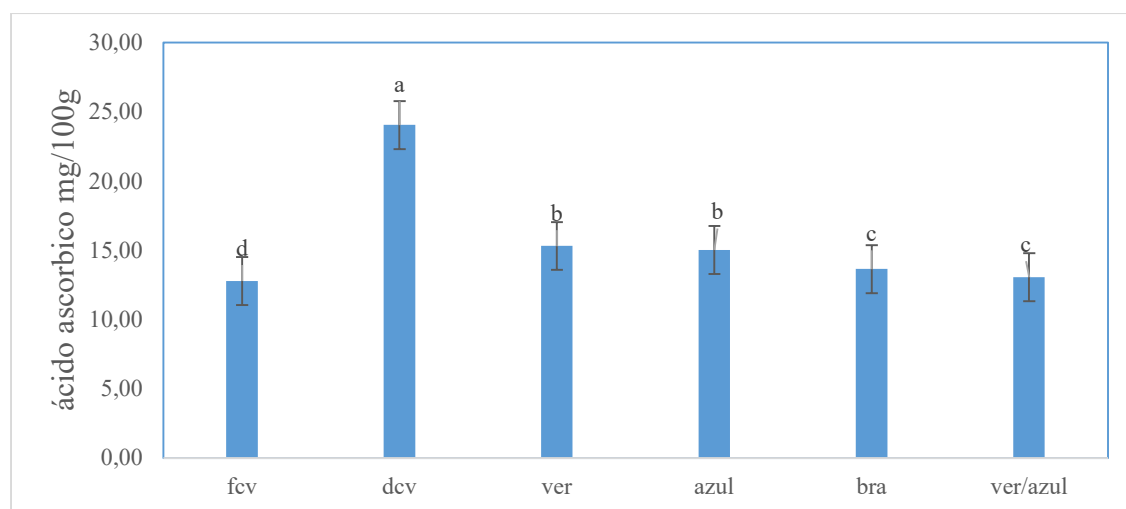


Figura 6 - Ácido Ascórbico presente nas folhas de *Pereskia aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz. Fora da casa de vegetação (FCV); Dentro da casa de vegetação (DCV); Luz vermelha; Luz azul; Luz branca; Luz vermelha e azul.

5.7. Quantificação total de compostos bioativos das folhas de *P. aculeata*

Os compostos fenólicos foram realizados com extrato aquoso e extrato hidroetanólico com a finalidade de avaliar qual extrato possui a melhor extração do composto. Além disso, foi avaliado a atividade antioxidante pelos métodos DPPH, ABTS, FRAP (Tabela 9).

Os valores do extrato hidroetanólico obtiveram valores mais expressivos que o extrato aquoso, percebe-se que ocorre uma eficiência melhor quanto se tem a mistura dos solventes, devido a polaridade das estruturas química dos compostos com os solventes extratores, podendo perceber que quando se tem solventes puros acaba ocorrendo uma redução da extração dos compostos fenólicos (ANGELO E JORGE, 2007). Os tratamentos DCV, FCV e vermelho/azul apresentaram maior quantidade de compostos fenólicos presentes na solução hidroetanólico.

O tratamento azul se assemelha aos resultados obtidos por Rocha et al (2011), para o fruto de cagaita, 149,0 g EAG/100 g sem tratamento de luz, os resultados do presente estudo para o tratamento FCV, os valores encontrados na literatura foram inferiores (1201 mg, 940 mg e 1940 mg) (VIEIRA, 2010; SOMMER et al., 2022). Para os demais tratamentos não foram encontrados na literatura valores próximos aos encontrados.

Tabela 9 – Compostos fenólicos totais (mg EAG/ 100g) e atividade antioxidante pelos métodos de DPPH (EC_{50} μ g/ml), ABTS (μ M trolox/g) e FRAP (mg AG/g) das folhas de *Pereskia aculeata* cultivadas sob diferentes espectros de qualidades de luz

	Extr. Hidroetanólico	Extr. Aquoso	DPPH	ABTS	FRAP
FCV	414,94 $\pm$ 0,031 ^a	380,23 $\pm$ 0,01 ^b	181,31 $\pm$ 0,12 ^a	4,48 $\pm$ 0,21 ^b ^d	0,066 $\pm$ 0,02 ^a
DCV	418,77 $\pm$ 0,02 ^a	412,96 $\pm$ 0,08 ^a	36,60 $\pm$ 0,11 ^d	46,58 $\pm$ 0,17 ^a	0,036 $\pm$ 0,23 ^b
Vermelho	100,87 $\pm$ 0,03 ^c	58,51 $\pm$ 0,02 ^d	34,76 $\pm$ 0,09 ^d	33,18 $\pm$ 0,19 ^a	0,065 $\pm$ 0,021 ^a
Azul	149,74 $\pm$ 0,01 ^b	86,84 $\pm$ 0,02 ^c	133,79 $\pm$ 0,14 ^c	10,48 $\pm$ 0,22 ^b	0,074 $\pm$ 0,03 ^a
Branco	98,45 $\pm$ 0,01 ^d	17,43 $\pm$ 0,09 ^d	157,18 $\pm$ 0,11 ^b	35,12 $\pm$ 0,15 ^c	0,065 $\pm$ 0,19 ^a
Verm/azul	418,77 $\pm$ 0,01 ^a	356,58 $\pm$ 0,13 ^b	122,10 $\pm$ 0,21 ^c	33,69 $\pm$ 0,16 ^c	0,011 $\pm$ 0,04 ^c

FCV: fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação. VERMELHO: luz vermelha. AZUL: luz azul. BRANCO: luz branca. VERM/AZUL: luzes vermelhas e azuis. FCV: fora da casa de vegetação. DCV: dentro da casa de vegetação. VERMELHO: luz vermelha. AZUL: luz azul. BRANCO: luz branca. VERM/AZUL: luzes vermelhas e azuis. DPPH: 2,2-difenil-1-picril-hidrazil; ABTS: 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolona-6-ácido sulfônico); FRAP: (Ferric Reducing Antioxidant Power) Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa entre os tratamentos, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

A Tabela 9 mostra a avaliação do potencial antioxidante pelo método de redução

do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH). Independentemente do método para medição dessa atividade biológica, ABTS ou DPPH, ambas estão diretamente relacionadas à presença de compostos fenólicos (AUGUSTA e NASCIMENTO, 2013). O tratamento sem adição de luz o FCV (fora da casa de vegetação) apresentou o maior valor entre os tratamentos 181,31 µg/ml indicando baixa atividade antioxidante e os tratamentos com luz vermelha (34,76 µg/ml) e DCV (36,60 µg/ml) apresentam elevado potencial antioxidante. Segundo Sousa (2014) extratos com valores abaixo de 50 µg/ml indicam elevada atividade, de 50-100 µg/ml indicam moderada atividade, de 100-200 µg/ml indicam baixa atividade e acima de 200 µg/ml são considerados inativos. Freitas et al. (2021) obtiveram extratos glicólicos a partir de folhas secas e trituradas *P. aculeata* e 9,91 a 11,93 µg DPPH/ml de capacidade antioxidante, valores abaixo do encontrado neste estudo.

Jardim (2021) apresentou valores de ABTS de 11,55 a 13,0 µM trolox/g para *P. aculeata* tratadas com sombreio e variação de luz de 8 e 20 horas de exposição da planta, valores próximos ao encontrado neste estudo para luz azul (10,48 µM trolox/g).

Alvarenga (2018) teve como objetivo produzir dez extratos metanólicos a partir de diferentes espécies vegetais: jatobá (casca e polpa), tamarindo (casca, polpa e semente), folha de bananeira, folha de jabuticaba, folha de ora-pro-nóbis, estigmas (cabelo) de milho e pó de café torrado, para avaliá-los quanto a capacidade antioxidante e antimicrobiana com o intuito de utilizá-los como aditivo natural em filmes biodegradáveis e revestimentos comestíveis a base de amido de mandioca. Para *P. aculeata* foram encontrados FRAP com 0,062 mg AG/ g valores próximos aos tratamentos FCV, luz vermelha e luz Branca.

6.CONCLUSÃO

A *P. aculeata* é uma planta com grande potencial nutricional, suas folhas apresentam alta rentabilidade no processamento para obtenção de amostra seca principalmente nos tratamentos vermelho e branco. Os tratamentos vermelho e branco apresentaram maior área foliar e rendimento de massa seca com aproximadamente 50% de farinha. Rentabilidade que está associado ao comprimento de onda que a planta tem melhor índice de clorofila para realizar a fotossíntese. As folhas da planta apresentam coloração que varia do verde ao verde-amarelado com exceção do tratamento com luz vermelha que apresentou coloração avermelhada devido a presença de carotenoides (5,88

mg/100g) O tratamento DCV apresentou baixo rendimento de massa seca, possivelmente pela redução da fotossíntese por apresentar estatisticamente alto valor de degradação da clorofila (feofitina)

Todas as amostras apresentaram baixo caráter ácido, a amostra vermelho/azul possui o maior valor de sólidos solúveis com 0,87° brix e baixa umidade. O tratamento com LED azul obteve o maior teor de umidade e o DCV possui a menor retenção 3,77 g/100 g estando dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira para farinha, cereais, amido e farelo. Os tratamentos DCV e Vermelho apresentaram maior estabilidade térmica dentre os demais tratamentos.

Para o conteúdo mineral se destaca o tratamento azul, apresenta maior valor para fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre e boro.

Os compostos fenólicos atuam na planta como mecanismo de defesa ou resposta contra algum tipo de estresse causado na planta, o teste antioxidante DPPH e ABTS mostra que os tratamentos DCV e Vermelho apresentaram alta atividade oxidante e os tratamentos vermelho/azul, DCV e FCV, no extrato hidroetanólico apresentam valores maiores compostos fenólicos que os demais tratamentos. Para o teste FRAP o tratamento com luz azul apresenta maior quantidade de ferro presente na amostra corroborando com a análise de conteúdo mineral que apresentou altos índices do metal nas amostras analisadas. A luminosidade não favoreceu os tratamentos FCV, branco, vermelho, azul e vermelho/azul na obtenção de vitamina C (ácido ascórbico) todos os tratamentos apresentaram valores abaixo dos apresentados na literatura com exceção do DCV que obteve melhor resultado.

A qualidade de luz para a *P. aculeata*, demonstra que o comprimento de luz azul e vermelho corroboram com o desenvolvimento da planta através do comprimento de onda absorvido pelas folhas favorecendo a obtenção de maiores quantidade de compostos bioativos em contrapartida o tratamento DCV apresenta parâmetros que a planta consegue se desenvolver com a redução da luminosidade, sendo possível o plantio em ambiente fechados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals (2002) **AOAC INTERNATIONAL**, Gaithersburg, MD

ARAÚJO, T. S. S. **Desenvolvimento e análises física, físico-química e biológica da farinha do pepino comum (*Cucumis sativus* L.)**. (Trabalho de conclusão de curso em Nutrição). Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2022. 43 f, 2022.

ALVARENGA, G F. Avaliação do potencial antimicrobiano e antioxidante de espécies vegetais para aplicação como aditivo em filmes/revestimentos para alimentos. 2018. 131 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, **Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri**, Diamantina, 2018.

ALMEIDA, M. E. F., JUNQUEIRA, A. M. B., SIMÃO, A. A., & CORREA, A. D. (2014). Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Bioscience Journal**, 30(3), 431-439,
» <https://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17555>

AGOSTINI- COSTA T.S, G.K.A. PESSOA, D.B. SILVA, I.S. GOMES, J.P. SILVA, Carotenoid composition of berries and leaves from a Cactaceae – *Pereskia* sp., **Journal of Functional Foods**, Volume 11, 2014, Pages 178-184, ISSN 1756-4646,
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.09.015>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464614002990>)

AUGUSTA, M.; NASCIMENTO, K. O. Avaliação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidantes de Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.). **Higiene Alimentar**, v. 27, n. 1, p. 218-219, 2013.

ANGELO, P. M.; JORGE, N.; Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. In: **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, vol. 66, 2007, São Paulo.

BARBOSA, A.S.; BARBOSA, L.H.S. **Efeito da polinização manual do maracujazeiro no alto Paranaíba-MG**. 2022. Disponível em: <http://repositorio.cesg.edu.br/jspui/handle/CESG/23>. acesso em 15 de janeiro de 2023

BARROS, A.C.V.; DE ARAÚJO, T.V.M.; LIMA, R.A.; Uma abordagem interdisciplinar sobre o estudo da fotossíntese. **Revista Ensino de Ciências e Humanidades-Cidadania, Diversidade e Bem Estar-RECH**, v. 3, n. 2, p. 426-445, 2019.

BATISTA, F.O.; DE SOUSA, R.S.; Compostos bioativos em frutos pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) e baru (*Dipteryx alata* Vogel) e seus usos potenciais: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, 2019.

BARBALHO, S. M.; GUIGUER, I. L.; MARINELLI, P. S.; BUENO, P. C. S.; SALZEDAS, L. M. P.; SANTOS, M. C. B.; OSHIIWA, M.; MENDES, C. G.; MENEZES, M. L.; NICOLAU, C. C. T.; OTOBONI, A. M.; GOULART, R. A. Pereskia aculeata Miller flour: metabolic effects and composition. **Journal of Medicinal Food**, v. 19, n. 9, p. 890–894, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1089/jmf.2016.0052>.

BORRMANN, Daniela. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabolitos incolores**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF**, 2005. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html
Acesso em 30 de dezembro de 2022

CLARK, M.A.; DOUGLAS, M.; CHOI, J. The **Light-Dependent Reactions of Photosynthesis**. Biology 2e; OpenStax: Houston, TX, USA, 2018.

CAIXETA, A A. Comportamento pós-colheita de folhas de ora-pro-nóbis colhidas em horários distintos e armazenadas sob diferentes temperaturas e embalagens. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano**, Urutaí, 2020.

CARRATÙ, B.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Annali Istituto Superiore Sanità**, v. 41, n. 1, p. 7-16, 2005.

CAVALCANTE, A.; TELES, M.; E MACHADO, M. Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado. Campina Grande: **Insa**, 103p, 2013.

COLUSSI, J., FACCO, E. M., BRANCO, C. S., CHILANTI, G. Desenvolvimento e avaliação da composição da farinha de dente-de-leão (*Taraxacum officinale*). **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, v. 8, n. 1, p. 43-53, 2022.

DE ALMEIDA ANDRIZEN, A.P.C et al. Análise microbiológica de tapiocas comercializadas em feiras livres de uma cidade do interior da Bahia. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, p. e377111638423-e377111638423, 2022.

DE VARGAS, G.C.; ANDRADE, E.H.B. Estudo da atividade antioxidante dos

compostos fenólicos na medicina preventiva: revisão de literatura. **Visão Acadêmica**, 23(1), 2022.

DUARTE, A.C.O.; DUARTE, F.O.; OLIVEIRA, E.M.; GONÇALVES, R.A.; BEMFEITO, R.M. Análise sensorial de pão doce enriquecido com farinha de ora-pro-nóbis, soro de leite e farinha de quinoa, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 38-50, 31 ago. 2020. **Fundação Educacional de Formiga - FUOM**. Doi: <http://dx.doi.org/10.24862/cco.v15i2.1142>.

EDWARDS, E.J.; NYFFELER, R.; DONOGHUE, M.L.J. BASAL cactus phylogeny: Implications of *Pereskia* (Cactaceae) paraphyly for the transition to the cactus life form. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 7, p. 1177–1188, 2005. DOI: 10.3732/ajb.92.7.1177. Disponível em: <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3732/ajb.92.7.1177>. Acesso em 26 jun. 2022.

EGEA, M.B.; PIERCE, G. Bioactive Compounds of Barbados Gooseberry (*Pereskia aculeata* Mill.). Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes. **Springer, Cham**. 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-44578-2_13-1

FURTADO, B.N.; BORGES, L.; AMORIM, V.A.; MATOS, F.S. A importância do ácido salicílico na mitigação do déficit hídrico em plantas de cafeeiro. **CIÊNCIAS AGROAMBIENTAIS**, v. 6, p. 12-12, 2020.

FREITAS, P. H. S; ALMEIDA, N. P.; MONTEIRO, L. C.; EVANGELISTA, M. R.; CONEGUNDES, J. L. M.; MACIEL, M. S. F.; PINTO, N. C. C.; SCIO, E. Extratos glicólico de “ora-pro-nobis” (*Pereskia aculeata* Miller): Avaliação do teor de compostos fenólicos e do potencial antioxidante. **Brazilian Journal of Health Review**, v.4, n.1,p.1748-1760, 2021.

GARCIA, J.A.; CORREA, R.C.; BARROS, L.; PERREIRA, C.; ABREU, R.M.; ALVES, M.J.E.; FERREIRA, I.C. Perfil fitoquímico e atividades biológicas de folhas de Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller.), um superalimento subexplorado da Mata Atlântica brasileira. **Food chemistry**, 2019.

GARCIA, G.A.C.; PENNA, A.L.B. Reduced fat prato cheese added of proteolytic enzyme: physical and sensorial characteristics. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, 2010.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 374-381, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422007000200026>.

GONÇALVES, W.F.; DA FONSECA ANTUNES, B.; DE OLIVEIRA SAMPAIO, P.H.; CREPALDI, G.A.; AZEVEDO, M.L.; JACQUES, A.C. (2022). Ação da temperatura e luminosidade sobre a qualidade de azeite de oliva extravirgem produzido no Rio Grande do Sul. **Research, Society and Development**, 11(2), e31311225685-e31311225685.

CANTINHO, R. Z., PONZONI, F. J., & SANTOS, S. B. dos. (2014). Estimativas de índice de área foliar de plantios de *Eucalyptus* spp. segundo três alternativas metodológicas. **CERNE**, 20(CERNE, 2014 20(3)), 485–492.
<https://doi.org/10.1590/01047760201420031516>

GUIMARÃES, I. A. B. Análise e dimensionamento de sistema de iluminação artificial com LEDs para suplementação luminosa no cultivo de *Humulus lupulus*. (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. p.100, 2017

HEIDEMANN, H. M. et al. Caracterização da mucilagem de jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. ST.-HIL.) Hieron) liofilizada para uso em processos de separação. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 16256-16263, 2015.

JARDIM, FC, SCHIRMAN, G. da S., de los SANTOS, MLP, ZAGO, AC, BORTOLINI, VM de S., ROCKENBACH, R., RIVERO, LG, MARINO, PA, & Bragança, GCM (2021). Avaliação antioxidante de *Pereskia aculeata* mill in natura, seca à sombra e ao sol / Avaliação antioxidante de *Pereskia aculeata* mill in natura, seca à sombra e ao sol. **Brazilian Journal of Development**, 7 (9), 89906–89925. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-245>

JEONG, H et al. **Determination of NH₄⁺ in Environmental Water with Interfering Substances Using the Modified Nessler Method**. *J. Chem.*, v. 2013, p. 1-9, 2013. Disponível em: < <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2013/359217/> >. Acesso em: 21 de fevereiro de 2023.

JESUS, R.S.; ANJOS, G.L.; FERREIRA, P.M.; JESUS, A.R.; SOUSA, G.S.; SANTOS, A. Características agronômicas de ora-pro-nóbis cultivadas em ambientes de luz e adubação orgânica. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 15048-15063, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n3-397>.

JUNIOR, W.A.R.; DE PAULA, J.C.B.; SHIMIZU, G.D.; DE OLIVEIRA, C.E.; GUARIZ, H. R.; CONSTANTINO, L.V.; ... DE FARIA, R.T. (2022). Coloração da bromélia neoregelia “fireball” cultivada em diferentes níveis de sombreamento. **Revista**

Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa, 38 (75), 126-138.

LAZZARINI, L.E.S.; PACHECO, F.V.; SILVA, S.T.; COELHO, A.D.; MEDEIROS, A.P.R.; BERTOLUCCI, S.K.V.; PINTO, J.E.B.P.; SOARES, J.D.R. Use of light-emitting diode (LED) in the physiology of cultivated plants – review. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 137–144, 2017.

LEBENS, A.; DHEIN, A.P.; LOLATTO, K.M.; ORZECOSKI, L.J.S. Conservação e potencial de comercialização do açafrão-da-terra e da ora-pro-nóbis sob o método de refrigeração. 2019. TCC (Trabalho de conclusão de Curso) - **Instituto Federal de Santa Catarina** - Campus São Miguel do Oeste

LIMA, Â.C.O.; DIAS, E.R.; REIS, I.M.A.; CARNEIRO, K.O.; PINHEIRO, A.M.; NASCIMENTO, A.S.; SILVA, S.M.P.C.; CARVALHO, C.A.L.; MENDONÇA, A.V.R.; VIEIRA, I.J.C. Ferulic acid as major antioxidant phenolic compound of the *Tetragonisca angustula* honey collected in Vera Cruz - Itaparica Island, Bahia, Brazil. **Brazilian Journal Of Biology**, [S.L.], v. 84, p. 2-3, 18 jan. 2022. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.253599>.

LEMOS, Jesus Rodrigues et al. Fisiologia vegetal: Manual de aulas práticas para a educação básica. **Digitaliza Conteúdo**, 2022.

LÓPEZ- BOTE, C. (2017). Chemical and biochemical constitution of muscle. In F. Toldrá (Ed.), *Lawrie's meat science* (pp. 99-158). **Duxford: Woodhead Publishing**. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00004-2>

» <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00004-2>

LUCA, R.L.; MACEDO, A.F.; CECHINEL, V.F.; LAGE, C.L.S.; ESQUIBEL, M.A. Ação de diferentes faixas do espectro luminoso na otimização da produção de *Alternanthera brasiliana* L., uma planta medicinal. In: ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE BIOTECNOLOGÍA VEGETAL, 4., 2001, **Goiânia-GO. Anais Goiânia: Redbio**, 2001. 6p.

MACIEL VBV, BEZERRA RQ, CHAGAS EGL das, YOSHIDA CMP, CARVALHO RA de. Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller): uma alternativa potencial para suplementação de ferro e compostos fitoquímicos. **Braz J Food Technol** [Internet]. 2021;24(Braz. J. Food Technol., 2021 24):e2020180. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.18020>

MAGUETA, M.L.B. **Compostos bioativos em salsa e manjerição produzidos sob diferentes sistemas de cultivo**. 2020. Disponível em:

https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/226484/Resumo_68457.pdf?sequence=1 acesso em 30 de dezembro de 2022

MAOKA, T. Carotenoids as natural functional pigments. **Journal Of Natural Medicines**, [S.L.], v. 74, n. 1, p. 1-16, 1 out. 2019. Springer Science and Business Media LLC. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11418-019-01364-x>.

MOTA, L.T.R.; TULINI, F.L.; SOUZA, V.B.; MARTINS, M.V. Análise nutricional e sensorial de pães produzidos a partir de fermentação natural e enriquecidos com ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* MILL.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**, [S.L.], p. 66-78, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.37885/210604985>.

MELO, B.L. Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudas de Cana-de-açúcar. **Bioenergia em Revista Diálogos** (ISSN: 2236-9171), v. 10, n. 1, 2020.

MACIEL, V.V. Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller): uma fonte potencial de ferro e compostos fitoquímicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2021.

MOTTA, FG, da Silva, AG, Borges, A. da S., Fanchiotti, FE, Araujo, RR da S., Melo, F. de O., dos Santos, JAB, & Constant, PBL (2021). Obtenção, caracterização e avaliação da estabilidade de corantes de frutos de cactáceas: uma breve revisão / Obtenção, caracterização e avaliação da estabilidade de corantes de frutos de cactáceas: uma breve revisão. **Brazilian Journal of Development**, 7 (3), 31647–31659. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-742>.

MARQUES, H. Análise do desenvolvimento da alface em diferentes tons de iluminação LED. (Trabalho de conclusão de curso em Agronomia). Centro Universitário de Anápolis – GO, UniEVANGÉLICA. p.31, 2019.

MORAES, T.V.; FERREIRA, J.P.G.; SOUZA, M.R.A.; MOREIRA, R.F.A. Atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos do chá de caule de *Pereskia aculeata* Miller. fresco e congelado. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 9, n. 5, pág. e34953140, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i5.3140.

MELLENDEZ-MARTINEZ, A.J.; VICARIO, I.M.; FRANCISCO, H. Importância nutricional de los pigmentos carotenoides. **Archivos latinoamericanos de nutrición**, v. 54, n. 2, p. 149-155, 2004. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222004000200003&script=sci_arttext. acesso em 4 junho de 2022.

MERZLYAK, Mark N.; SOLOVCHENKO, Alexei E. Photostability of pigments in ripening apple fruit: a possible photoprotective role of carotenoids during plant

senescence. **Plant Science**, v. 163, n. 4, p. 881-888, 2002.

NAHAS, A.R.; & IMD, nm, E.P.I. **Biologia Quântica**. Clube de Autores, 2021.

NASCIMENTO, E.H.D.; SILVA, M.G.; ERRERA, F.I.V.; SALLUM, A.B.M.; ABBADE, L.F.P.; MENDES, D.E.; ... SILVA, J.H.D. (2022). Revisão integrativa: compostos fenólicos em plantas da família apiaceae. **Fitoquímica: potencialidades biológicas dos biomas brasileiros**, v. 2, 2(1), 170-184.

NUNES, T.V.F. Luz para plantas. **Revista Especialize On-line IPOG**, v. 6, n. 1, p. 1-17, 2013.

OLIVEIRA, R.G.; GODOY, H.T.; PRADO, M.A. Otimização de metodologia colorimétrica para a determinação de ácido ascórbico em geleias de frutas. **m**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 244-249, mar. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612010000100036>.

OLIVEIRA, D.C.S.; WOBETO, C.; ZANUZO, M.R.; SEVERGNINI, C. 2013. Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira** 31: 472-475.

OROZCO, A.J.J.; CORDERO, C.C.C.; LEGUÍZAMO, J.A.C. Pigmentos fotosintéticos de *Stevia rebaudiana* Bert en condiciones diferenciales de luz solar y fertilización nitrogenada en invernadero. **RIAA**, v. 13, n. 1, p. 7, 2022

OWEN, W.; LOPEZ, R. End-of-production supplemental lighting with red and blue light-emitting diodes (LEDS) influences red pigmentation of four lettuce varieties. **HortScience**. v. 50, p. 676-684. 2015.

PAIXÃO, A.C.D.C. Efeito da luz transmitida através de coberturas coloridas transparentes sobre a mancha-alvo do tomateiro. (Dissertação em Agricultura no Trópico Úmido). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. p.64, 2014.

PATTARO, M.C. A influência da luz azul na morfologia de plantas de alface cultivadas sob diferentes qualidades e intensidades de luz. Maringá, 2019.

PEREIRA, G da S; MACHADO, F.L.de C; COSTA, J M C da. Application of coating extends postharvest quality in the ‘Valencia Delta’ orange during ambient storage. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n. 3, p. 520- 527, jul - set, 2014.

PICIRILLO, E.E.; ANTONIA, T.A. Busca virtual de compostos bioativos: conceitos e aplicações. **Química Nova** 41 (2018):

PIRES, M.B.; SANTOS, A.K.S.; SILVA, K.G. Caracterização das propriedades

tecnológicas da farinha de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* mil.). **Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos** 2, p. 65-76, 9 out. 2019. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.9971909109>

PLIEGO, G.; GARCIA- MUNOZ, P.; ZAZO, J.A.; CASAS, J.A.; RODRIGUES. Improving the Fenton process by visible LED irradiation. **Environ Sci Pollut Res Int.** 2016. DOI: 10.1007/s11356-016-7543-y. Epub 2016.

PORTO, F.G.S.; CAMPOS, ANGELA D.C.N.L.V.; GARCIA, I.T.S. *Pereskia aculeata* folhas: propriedades e potencialidades para o desenvolvimento de novos produtos, **Pesquisa de Produtos Naturais**, 2021. DOI:10.1080/14786419.2021.2010070

PROZ, M.D.L.Á. Efeitos do cultivo interno, estufa e campo em compostos bioativos de salsa (*Petroselinum crispum*) e manjerição (*Ocimum basilicum*). **Revista da Ciência da Alimentação e Agricultura**, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/211907> acesso em: 30 de dezembro de 2022

PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S.W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. **Manual técnico de orientação: projeto hortalimento. São Paulo: Codeagro**, p. 15-29, 2006.

QIAN, H.; LIU, T.; DENG, M.; MIAO, H.; CAI, C.; SHEN, W.; WANG, Q. (2016). Efeitos da qualidade da luz nos principais compostos promotores de saúde e na capacidade antioxidante de brotos de couve chinesa. **Foodchemical**, 196, 1232-1238.

QUEIROZ, C.R.A.A.; MORAES, C.M.S.; ANDRADE, R.R.; PAVANI, L.C. Crescimento inicial e composição química de *Pereskia aculeata* Miller cultivada em diferentes luminosidades. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 4, p. 93-104, dez. 2015

QUEIROZ, T.L. Desenvolvimento e análise físico-química de paçoca de amendoim e castanha de caju adicionada de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller.). **Cuité: CES**, 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/16704>. Acesso em 30 de dezembro de 2022

RAMÍREZ-MOSQUEDA, M.A.; IGLESIAS-ANDREU, L.G.; BAUTISTA-AGUILAR, J.R. The effect of light quality on growth and development of in vitro plantlet of *Stevia rebaudiana* Bertoni. **Sugar Tech**, Jankipuram, 2016.

ROCHA, D. R. C.; PEREIRA JÚNIOR, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A. S.; PINTO, N. A. V. D. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller) desidratado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 459-465, out./dez., 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/49599948_MACARRAO_ADICIONADO_DE_ORA-PRO-NOBIS_PERESKIA_ACULEATA_MILLER_DESIDRATADO

RAMOS, G.Y.; RAMÍREZ, L.E.; Desarrollo de un sistema de iluminación artificial LED para cultivos en interiores - **Vertical Farming** (VF), 2016.

REGO, G.M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 53, p. 179-179, 2016.

RENNER, S.S.; ZOHNER, C.M. The occurrence of red and yellow autumn leaves explained by regional differences in insolation and temperature. **New Phytologist** 224: 1464–1471, 2019.

RONCHETI, E.F.S. Efeito da radiação solar e da suplementação de luz led na biossíntese de compostos bioativos em flores de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.). 2018. 81 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - **Universidade Federal de Viçosa, Viçosa**. 2018

RODRIGUES, S.V.; MARINHO, M.M.; JONCK, C.C.A.C.; CORREA, R.M.; OLIVEIRA, A.C.L.; GONÇALVES, E.S.; SANTOS, M.C.; BRANT, V.F.; BRANDÃO, F.P. Composição dos fitoplâncton a partir da avaliação de pigmento marcadores (carotenoides e clorofilas). In: **Ambiente Pelágico**. Campus, 2017. p. 89-125. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-85-352-7276-5.50013-0>

RODRÍGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Alimentos Funcionales y Nutrición óptima. ¿cerca o lejos? **Revista da Española de Salud Pública**. v. 77, n.3, p. 317-331, 2003.

RODRIGUES, Angélica Lino. Respostas fisiológicas e estruturais em plantas submetidas a estresse hídrico recorrente em diferentes condições de luz. 2018.

RAMOS, J. C. M.; GOELZER, A.; DAMIANI, C. R. Espectro luminoso e bap na indução de plbs a partir de calos de *Cattleya nobilior* Rchb. f.(Orchidaceae). **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 4, p. 402-411, 2020.

ROCHA, W.S.; LOPES, R.M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R.F.; SILVA, J.P; AGOSTINI-COSTA, T.S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.L.], v. 33, n. 4, p. 1215-1221, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-29452011000400021>.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema beta-caroteno/ácido linoléico. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico** (INFOTECA-E), 2006.

RUFINO, M.D.S.M.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; TABERNERO, M.; ALVES, R.E.; DE

BRITO, E.S.; SAURA-CALIXTO, F. Acerola e caju como fontes de antioxidantes e fibras alimentares. **Jornal internacional de ciência e tecnologia de alimentos**, v. 45, n. 11, pág. 2227-2233, 2010. Disponível em <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02394.x> acesso 05 de janeiro de 2023

SANGALETTI, P.; COSTA, P.F.A.; GEROLA, A.P. Fotoquímica de pigmentos fotossintéticos: avaliação estrutural e do ambiente. **Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)**, 2019.

SPANN TM, HEEREMA RJ. A simple method for non-destructive estimation of total shoot leaf area in tree fruit crops. **Sci Horticulturae**. 2010; 125(3):528-533. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.04.033>

STREIT, M. N.; CANTERLE, L. P.; do CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, v.35, n.3, mai-jun, 2005.

SANTANA, C.S. Desenvolvimento de suplementos alimentar utilizando ora-pro-Nobis. **Agroecol**. Mato Grosso do Sul. 2018.

SILVA, R.A.L.; SOARES, J.D.R.; DIAS, G.M.G.; PASQUAL, M.; CHAGAS, E.A.; GAVILANES, M.L. 2015. Cultivo de tamarindo sob malhas coloridas: plasticidade anatômica foliar. **Ciência Rural**, v.45, n.2, p.238-244.

SANTOS, C. C., GOELZER, A., SILVERIO, J. M., Scalon, S. de P. Q., Heredia Zárate, N. A., & Vieira, M. do C. (2019). Capacidade vegetativa e trocas gasosas em mudas de *Pereskia aculeata* Plum em diferentes substratos. **Scientia Plena**, 15(11). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.110201>

SANTOS, P. P. A. dos ., FERRARI, G. da S., ROSA, M. da S., ALMEIDA, K., ARAUJO, L. de A. de ., PERREIRA, M. H. C., WANDERLEY , M. E. F., & Morato, P. N.. (2022). Desenvolvimento e caracterização de sorvete funcional de alto teor proteico com ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) e inulina. **Brazilian Journal of Food Technology**, 25(Braz. J. Food Technol., 2022 25), e2020129. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.12920>

SILVERIO, MJ., Santos, C., WILKOMM, V., Bruschi Karas, RD., Vieira, M. do C., & Heredia Zárate, (2021). BOKASHI E COMPRIMENTO DE ESTACAS NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA *Pereskia aculeata* (ORA-PRO-NÓBIS). **Revista Brasileira De Engenharia De Biossistemas** , 15 (1), 90–104. <https://doi.org/10.18011/bioeng2021v15n1p90-104>

SILVA, F.V.D.; MELO JÚNIOR, J.C.F.D.; MATILDE-SILVA, M. (2022). Padrões de herbivoria e estratégias de defesa de comunidades de restinga em gradiente edáfico. **Hoehnea**, 49.

SILVA, L.M.; OLIVIERA, L.R.; RODRIGUES, F.; BENETT K.S.S. Índice de clorofila relativa de milho e soja de acordo com as condições climáticas em diferentes horários do dia. **Revista de agricultura neotropical**, 2020. <https://doi.org/10.32404/rean.v7i2.5058>

SILVA, M.L.T.; BRINQUES, G.B.; GURAK, P.D. Utilização de farinha de subproduto de brotos para elaboração de massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 14-16, 15 fev. 2019. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.06318>

SILVA, ALINE PRISCILA GOMES.; SPRICIGO, P.C.; FREITAS, T.P.D.; ACIOLY, T.M.D.S.; ALENCAR, S.M.D.; JACOMINO, A.P. Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* miller) fruits express high contents of bioactive compounds and antioxidant capacity. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, 2018.

SIFUENTES-PENAGOS, G.; LEON-VASQUEZ, S.; PAUCAR-MENACHO, L.M. Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp.): cultivo andino com propiedades terapéuticas. **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v. 6, n. 2, p. 13140, abr. 2015.

SILVA, M.D.N.; PINHEIRO, E.B.F. Compostos bioativos: uma contribuição para o ensino de funções orgânicas no curso de licenciatura em química. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 55610313742, 26 mar. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13742>.

SOARES, W.P.; COSTA, J.N.M.; VIEIRA-JUNIOR, J.R.; CIPRIANI, H.N.; SOUZA, J. D.; FERNANDES, C.D.F. (2022). Effects of insecticides from botanic extracts on *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). 2022.

SOMMER, M.C.; RIBEIRO, P.F.A.; KAMINSKI, T.A. Obtenção e caracterização físico-química da farinha de ora-pro-nóbis. **Brazilian Journal Of Health Review**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 6878-6892, 18 abr. 2022. South Florida Publishing LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.34119/bjhrv5n2-256>

SOUSA, M.R.M.; PEREIRA, P.R.G.; MAGALHÃES, I.P.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; MILAGRES, C.S.F.; BARACAT-PEREIRA, M.C. Teores de minerais, proteína e nitrato em folhas de ora-pro-nobis submetido a adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 1, p. 43–50, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/37959>. Acesso em: 23 jul. 2022.

SOUSA, R.M.F., LIRA, C.S., RODRIGUES, A.O., MORAIS, S.A.L., QUEIROZ, C.R.A.A., CHANG, R., AQUINO, F.J.T., MUÑOZ, R.A.A. and OLIVEIRA, A. de, 2014.

Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos in vitro. **Bioscience Journal [online]**, vol. 30, pp. 448–457. [Accessed 15 March 2023]. Available from: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/19618>.

STREIT, N.M.; CANTERLE, L.P.; CANTO, M.W.D.; HECKTHEUER, L.H.H. Como clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, pág. 748-755, 2005.

SUN, T.; RAO, S.; ZHOU, X.; LI, L. (2022). Carotenóides vegetais: avanços recentes e perspectivas futuras. **Horticultura Molecular**, 2 (1), 1-21.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TOFANELLI, M.B.R.; RESENDE, S.G. Sistema de produção de folhas de ora-pro-nobis. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 1-3, 6 jul. 2011. FapUNIFESP (SciELO).

TRENNEPHOL, B.I. Caracterização físico-química, atividade antioxidante e atividades biológicas da espécie *Pereskia aculeata* Mill. **Universidade Federal do Paraná – Curitiba**, 2016

TAKEITI, C. Y. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.60, p.148-160, ago. 2009.

VICTÓRIO, C.P.; KUSTER, R.M.; LAGE, C.L.S. Qualidade de luz e produção de pigmentos fotossintéticos em plantas in vitro de *Phyllanthus tenellus* Roxb. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 213-215, 2007.

VIEIRA, J.S.; MEGGUER, C.A.; CALVANTE, U.R.; PEREIRA, F.D.E.; VILARINHO, M. Desenvolvimento e teor de proteína em ora-pro-nobis influenciados por diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, 2020. <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i04.8242>

WAINSTEIN, S.L. "Potencial tecnológico das folhas da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller): Uma Revisão." (2019). Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/199740> acesso em 30 de dezembro de 2022